



TUGAS AKHIR – ME 184834

**ANALISA TEKNIS PERANCANGAN SISTEM HIDROLIK
UNTUK OIL BOOM DALAM KONTAINER**

Malik Fahadh
NRP. 04211540000070

Dosen Pembimbing 1
Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.Phil.
NIP. 196809281991021001

Dosen Pembimbing 2
Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, ST., MT.
NIP. 197708022008011007

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019



TUGAS AKHIR – ME 184834

**ANALISA TEKNIS PERANCANGAN SISTEM HIDROLIK
UNTUK OIL BOOM DALAM KONTAINER**

Malik Fahadh
NRP. 04211540000070

Dosen Pembimbing 1
Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.Phil.
NIP. 196809281991021001

Dosen Pembimbing 2
Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, ST., MT.
NIP. 197708022008011007

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019



BACHELOR THESIS – ME 184834

**DESIGN ANALYSIS OF THE HYDRAULIC SYSTEM USING
FOR CONTAINERIZED OIL BOOM**

Malik Fahadh
NRP. 0421154000070

Supervisor 1
Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.Phil.
NIP. 196809281991021001

Supervisor 2
Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, ST., MT.
NIP. 197708022008011007

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA TEKNIS PERANCANGAN SISTEM HIDROLIK UNTUK OIL BOOM DALAM KONTAINER

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Marine Machinery System* (MMS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

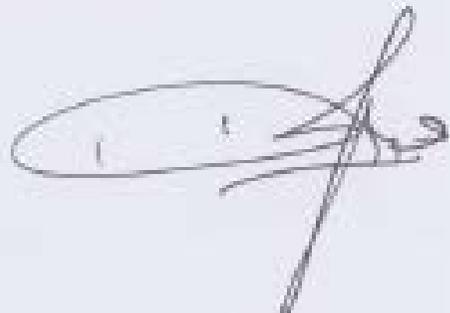
Oleh:

Malik Fahadh

NRP. 04211540000070

Disetujui oleh Pembimbing Skripsi:

Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.Phil.



Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, ST., MT.



LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA TEKNIS PERANCANGAN SISTEM HIDROLIK UNTUK OIL BOOM DALAM KONTAINER

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Marine Machinery System (MMS)*
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Malik Fahadh

NRP. 0421154000070

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan:



Dr. Eng. M. Indrus Zaman, ST, MT

NIP. 197708022008011007

Seluruh tulisan yang tercantum pada Skripsi ini merupakan hasil karya penulis sendiri, dimana isi dan konten sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Penulis bersedia menanggung segala tuntutan dan konsekuensi jika di kemudian hari terdapat pihak yang merasa dirugikan, baik secara pribadi maupun hukum.

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi Skripsi ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi Skripsi dalam bentuk apa pun tanpa izin penulis.

ANALISA TEKNIS PERANCANGAN SISTEM HIDROLIK UNTUK OIL BOOM DALAM KONTAINER

Nama : Malik Fahadh
NRP : 0421154000070
Dosen Pembimbing 1 : Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.Phil.
Dosen Pembimbing 2 : Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, ST., MT.

ABSTRAK

Oil Boom merupakan suatu peralatan yang dipakai untuk usaha penanggulangan adanya tumpahan minyak yang terjadi di laut. Fungsi dari Oil Boom sendiri untuk memabatasi tumpahan minyak tersebut supaya tidak menyebar terlalu luas. Konsep dari analisa teknis sistem ini yaitu perancangan sistem winch dengan menggunakan motor hidrolik yang menjadi alat penggerak sekaligus penggulung dari oil boom yang memiliki panjang 2 kilometer lalu untuk selanjutnya disimpan kedalam drum yang sudah dirancang. Semua komponen berada dalam satu paket kontainer yang sudah didesain untuk penempatan posisi serta layoutnya. Untuk melihat keuntungan dan kerugian perancangan sistem tersebut maka dilakukan analisa teknis. Dari hasil pengolahan data dapat dihitung untuk momen torsi drum yaitu sebesar 9.344,416 Nm dan memiliki berat 242,697 kg. Telah ditentukan motor hidrolik tipe BLACKBRUIN BBC05 yang memiliki torsi sebesar 10.360-13.305 Nm dan tekanan sebesar 350-400 bar. Setelah diketahui kebutuhan total udara untuk oil boom sepanjang 2 km yaitu sebesar 552,951 cm³ maka selanjutnya dilakukan langkah pemilihan kompresor yang tepat. Dipilih kompresor tipe TANABE TASK-25110 dengan kapasitas 1.020 m³/jam. Dengan begitu maka dapat ditentukan waktu pengisian udara untuk oil boom selama 0,542 jam = ±35-40 menit.

Kata kunci: *Drum, Hidrolik, Kontainer, Oil Boom, Winch*

DESIGN ANALYSIS OF THE HYDRAULIC SYSTEM USING FOR CONTAINERIZED OIL BOOM

Name : Malik Fahadh
NRP : 04211540000070
Supervisor 1 : Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.Phil.
Supervisor 2 : Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, ST., MT.

ABSTRACT

Oil Boom is an equipment used for efforts to overcome the oil spills that occur in the sea. The function of the Oil Boom itself is to limit the oil spill so that it doesn't spread too wide. The hydraulic system is a system that utilizes pressurized liquid fluid as the actuator drive media. The concept of the technical analysis of this system is the design of the winch system using a hydraulic motor which is a driving device as well as a roller of an oil boom that has a length of 2 kilometers and then stored into the drum that has been designed. All components are in a container package that has been designed to place the position and layout. To see the advantages and disadvantages of the system design, technical analysis is carried out. From the results of data processing it can be calculated for the torque moment of the drum which is equal to 9,344.416 Nm and weighs 242.697 kg. BLACKBRUIN BBC05 type hydraulic motor has been determined which has a torque of 10,360-13,305 Nm and a pressure of 350-400 bar. After the total air demand for oil boom as long as 2 km is known, which is equal to 552.951 cm³, the next step is to select the right compressor. Selected type TANABE TASK-25110 compressor with a capacity of 1,020 m³/hour. That way, it can be determined the air filling time for the oil boom is 0.542 hours = ±35-40 minutes.

Keywords: *Container, Drum, Hidrolik, Oil Boom, Winch*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan ucapan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga bisa menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Laporan ini bisa dapat terselesaikan dengan tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang memberi dukungan dan semangat kepada penulis. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng Muhammad Badrus Zaman, ST., MT. sebagai Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS sekaligus dosen pembimbing 2 yang telah membantu saya dalam menjelaskan berbagai ilmu, wawasan dan informasi selama mengerjakan tugas akhir.
2. Bapak Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.Phil. sebagai dosen pembimbing 1 yang telah membantu saya dalam menjelaskan berbagai ilmu, wawasan dan informasi selama mengerjakan tugas akhir.
3. Bapak Prof. Dr. I Ketut Buda Artana, ST., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang sudah membimbing penulis selama mengerjakan tugas akhir.
4. Ayah dan Ibu saya serta seluruh keluarga saya yang selalu memberikan dukungan dalam bentuk apapun.
5. Teman – teman angkatan 2015 (SALVAGE'15) yang telah memberikan dukungan dan semangat untuk saya dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Akhir kata saya berharap semoga laporan tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi saya serta masyarakat. Penulis sadar akan banyaknya kekurangan dari laporan karena kesalahan dan kekurangan itu datangnya dari diri saya dan kebenaran dan kesempurnaan itu hanya milik Allah SWT. Oleh karenanya kritik serta saran dari para pembaca yang memotivasi untuk berkembang menjadi lebih baik lagi sangat penulis harapkan.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Permasalahan.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Manfaat.....	3
1.6. Struktur Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Tumpahan Minyak.....	5
2.3 Dampak Tumpahan Minyak	6
2.3.1 Minyak yang mengapung pada permukaan air laut	6
2.3.2 Minyak yang tenggelam dalam air laut	6
2.4 Peraturan Terkait	6
2.4.1 Peraturan pemerintah RI.....	7
2.4.2 Peraturan internasional.....	7
2.5 Oil Boom	7
2.5.1 Bagian oil boom	8
2.5.2 Perhitungan berat oil boom	9

2.6 Hidrolik.....	10
2.6.1 Motor hidrolik	10
2.6.2 Sistem kerja hidrolik.....	10
2.6.3 Keuntungan sistem hidrolik.....	11
2.6.4 Kerugian sistem hidrolik	12
2.7 Perbandingan Sistem Pneumatik dan Hidrolik.....	13
2.8 Winch.....	13
2.9 Kontainer	16
2.9.1 Jenis-jenis peti kemas	16
2.9.2 Ukuran peti kemas	22
2.10 Kompresor	23
2.10.1 Jenis-jenis kompresor	23
2.10.2 Prinsip kerja kompresor.....	28
2.10.3 Klasifikasi kompresor.....	30
2.10.4 Jenis Penggerak dan spesifikasi kompresor	32
2.11 Analisis Keselamatan Kerja (<i>Job Safety Analysis</i>).....	34
2.11.1 Definisi	34
2.11.2 Penggunaan.....	34
2.11.3 Keuntungan.....	35
2.11.4 Penerapan	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1 Tinjauan Pustaka.....	39
3.2 Langkah-Langkah Penulisan Skripsi	40
3.2.1 Identifikasi masalah.....	40
3.2.2 Studi literatur	40
3.2.3 Pengumpulan data	41
3.2.4 Teknis perancangan	41
3.2.5 Analisa hasil	41
3.2.6 Kesimpulan.....	41

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 Analisa Data	43
4.1.1 Spesifikasi oil boom	43
4.1.2 Volume dan berat oil boom.....	44
4.1.3 Perhitungan drum dan pemilihan kontainer	46
4.1.4 Berat dan desain drum.....	47
4.1.5 Momen inersia drum	50
4.1.6 Momen torsi drum.....	50
4.2 Pemilihan Motor Hidrolik	51
4.3 Pemilihan Kompresor.....	53
4.4 Peletakan Komponen di Dalam Kontainer	54
4.5 Perencanaan Winch	58
4.5.1 Gaya tarik	58
4.5.2 Gaya angkat maksimum winch	58
4.5.3 Diameter cargo winch barrel	59
4.5.4 Panjang cargo winch barrel	59
4.5.5 Jumlah lilitan	59
4.5.6 Panjang Oil Boom yang tergulung pada lapisan Z (L_{ml})	59
4.5.7 Torsi pada poros barrel.....	59
4.5.8 Kecepatan putar poros barrel.....	60
4.5.9 Perbandingan gigi.....	60
4.5.10 Torsi pada motor	60
4.6 Diagram Blok dan Prinsip Kerja	61
4.7 Analisis Keselamatan Kerja	62
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	 65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	66
 DAFTAR PUSTAKA	 67
 BIODATA PENULIS	 69

(Halaman sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tumpahan Minyak	5
Gambar 2.2 Oil Boom	8
Gambar 2.3 Bagian Oil Boom.....	8
Gambar 2.4 Contoh Cara Kerja Sistem Hidrolik pada Bulldozer	11
Gambar 2.5 Contoh Hand Winch.....	14
Gambar 2.6 Contoh Steam Winch.....	14
Gambar 2.7 Contoh Electric Winch	15
Gambar 2.8 Contoh Hydraulic Winch.....	15
Gambar 2.9 Contoh Engine Powered Winch	16
Gambar 2.10 General Purpose Cargo.....	17
Gambar 2.11 Open-side Container.....	17
Gambar 2.12 Open-top Container	18
Gambar 2.13 Ventilated Container.....	18
Gambar 2.14 Insulated Container.....	19
Gambar 2.15 Reefer Container.....	19
Gambar 2.16 Tank Container	20
Gambar 2.17 Dry Bulk	20
Gambar 2.18 Flat Rack Container.....	21
Gambar 2.19 Specials Kontainer.....	22
Gambar 2.20 Kompresor Piston Kerja Tunggal.....	24
Gambar 2.21 Kompresor Piston Kerja Ganda.....	25
Gambar 2.22 Kompresor Diafragma	26
Gambar 2.23 Kompresor Sentrifugal	27
Gambar 2.24 Kompresor Aksial.....	28
Gambar 2.25 Langkah Hisap Kompresor.....	29
Gambar 2.26 Langkah Kompresi Kompresor	29
Gambar 2.27 Langkah Pengeluaran Kompresor	30
Gambar 2.28 Langkah Pengeluaran Kompresor	30
Gambar 2.29 Kompresor Torak Kerja Ganda	31
Gambar 2.30 Kompresor Torak Kerja Tunggal	32
Gambar 2.31 Kompresor Torak Kerja Tunggal	32
Gambar 2.32 Kompresor dengan Penggerak Motor Listrik.....	33
Gambar 3.1 Bagan Flowchart Proses Urutan Pengerjaan	40

Gambar 4.1 Slickstop Boom.....	43
Gambar 4.2 Open Side Kontainer.....	46
Gambar 4.3 Bahan Drum dari Alumunium	47
Gambar 4.4 Desain Drum	49
Gambar 4.5 Motor Hidrolik.....	51
Gambar 4.6 Dimensi Motor Hidrolik	52
Gambar 4.7 Kurva Performa.....	53
Gambar 4.8 Kompresor	54
Gambar 4.9 Layout Tampak Atas Didalam Openside Kontainer 20ft	55
Gambar 4.10 Layout Tampak Depan Didalam Openside Kontainer 20ft	56
Gambar 4.11 Layout Tampak Samping Didalam Openside Kontainer 20ft ..	57
Gambar 4.12 Diagram Blok Motor Hidrolik ke Drum	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Sistem Pneumatik dan Hidrolik	13
Tabel 4.1 Spesifikasi Oil Boom	43
Tabel 4.2 Ukuran kontainer 20 Feet.....	46
Tabel 4.3 Technical Specification Motor Hidrolik	52
Tabel 4.4 Performance Data.....	53
Tabel 4.5 Kompresor Specification.....	54
Tabel 4.6 Job Safety Analysis	64

(Halaman sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Minyak dan gas bumi (migas) sampai saat ini masih merupakan sumber energi yang menjadi pilihan utama untuk digunakan manusia pada berbagai kebutuhan pada industri, transportasi dan rumah tangga. Selain itu pemanfaatan berbagai produk migas juga semakin meningkat sehingga peningkatan akan permintaan minyak bumi di seluruh dunia telah mengakibatkan pertumbuhan dan ekspansi pada kegiatan eksplorasi, eksploitasi dan pengolahan minyak bumi di berbagai Negara termasuk Indonesia. Namun demikian kita selalu dihadapkan pada dilema antara peningkatan produksi migas dengan pelestarian sumberdaya alam dan lingkungan, serta dampak yang ditimbulkan dari proses produksi tersebut. Sehingga tidak dapat dipungkiri bahwa perkembangan industri migas merupakan salah satu sumber pencemar lingkungan.

Pencemaran lingkungan akibat kegiatan usaha industri migas dapat terjadi mulai dari kegiatan usaha hulu (*upstream*) hingga kegiatan usaha hilir (*downstream*). Dalam proses produksinya mulai dari kegiatan usaha hulu yaitu mulai tahap eksplorasi, meliputi penyelidikan geologi, kegiatan *seismic*, hingga pengeboran untuk pencarian sumber-sumber migas maupun pada tahap eksploitasi, yaitu pengambilan dan produksi migas hingga kegiatan usaha hilir yaitu tahap pengolahan di kilang (*refinery*), pengangkutan (pendistribusian), penyimpanan (*storage*) dan niaga berpotensi menyebabkan kerusakan lingkungan hidup.

Tumpahan minyak bumi dilaut adalah salah satu kecelakaan kerja yang dilakukan oleh perusahaan-perusahaan yang menghasilkan minyak. Banyak perusahaan besar yang memanfaatkan minyak bumi sebagai salah satu hasil produksinya. Dengan adanya hal tersebut kecelakaan tumpahan minyak dilaut sangat besar kemungkinannya. Tumpahan minyak dilaut dapat mengakibatkan pencemaran yang sangat berpengaruh ekosistem. Tumpahan minyak tersebut dapat di bersihkan dengan menggunakan beberapa cara yaitu: menggunakan oil boom, menggunakan spon, dll.

Oil boom adalah peralatan yang digunakan untuk melokalisir atau mengurung tumpahan minyak di laut. Penggelaran oil boom merupakan tindakan awal yang dilakukan ketika terjadi tumpahan minyak. Oil boom melokalisir dan mencegah minyak menyebar mencemari area yang lebih luas. Dengan adanya hal tersebut oil boom membutuhkan *tugboat* untuk proses penggelaran di laut, dan membutuhkan alat penggerak yang digunakan untuk menarik oil boom itu. Penggerak digunakan untuk menarik oil boom dari laut saat selesai digunakan. Oil boom yang telah digunakan tentunya memiliki berat yang berlebih karena telah tercampur dengan air laut, maka dibutuhkan alat untuk menariknya.

1.2. Rumusan Permasalahan

Mengacu pada latar belakang yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, maka permasalahan dari tugas akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan penggerak oil boom sepanjang 2 kilometer menggunakan winch dengan sistem hidrolik dalam kontainer?
2. Bagaimana desain drum penyimpanan untuk menyimpan gulungan oil boom sepanjang 2 kilometer dalam kontainer?
3. Bagaimana rancangan kontainer untuk memenuhi semua kebutuhan oil boom dengan penggerak winch dengan sistem hidrolik?
4. Bagaimana analisa keselamatan dalam pengoperasian dari perancangan sistem hidrolik dan drum penyimpanan untuk oil boom sepanjang 2 kilometer dalam kontainer?

1.3. Batasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah dari tugas akhir ini yaitu:

1. Desain alat penggerak oil boom
2. Udara dan fluida minyak yang digunakan
3. Mengabaikan kebutuhan power dari keseluruhan perancangan

1.4. Tujuan

Dari perumusan masalah diatas maka tujuan yang ingin dicapai yaitu:

1. Mengetahui perancangan alat penggerak oil boom sepanjang 2000 meter menggunakan winch dengan sistem hidrolik dalam kontainer
2. Mengetahui perancangan kontainer untuk memenuhi semua kebutuhan oil boom menggunakan winch dengan sistem hidrolik

1.5. Manfaat

Adapun beberapa manfaat yang dapat diambil dari tugas akhir ini yaitu:

1. Dapat dijadikan bahan masukan untuk perbandingan sistem pneumatik dan hidrolik
2. Mengetahui keuntungan dan kekurangan dari setiap sistem yang dipakai
3. Dapat dijadikan pertimbangan apabila akan mendesain alat penggerak oil boom yang portable dalam satu paket kontainer

1.6. Struktur Penulisan

Untuk memahami lebih jelas laporan Skripsi ini, dilakukan dengan cara mengelompokkan materi menjadi beberapa sub bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang informasi umum yaitu latar belakang penelitian, perumusan masalah, batasan, tujuan, manfaat penelitian, dan struktur penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKAN DAN LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan teori yang berupa pengertian dan definisi yang diambil dari kutipan buku yang berkaitan dengan penyusunan laporan skripsi serta beberapa literatur review yang berhubungan dengan penelitian.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan gambaran tentang masalah pada oil boom, studi literatur yang membahas pemecahan masalah, pengumpulan data dari buku referensi ataupun internet, perancangan alat penggerak dengan winch menggunakan sistem hidrolik, pemilihan kontainer sebaga tempat penyimpanan, serta analisa hasil desain.

BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan analisa teknis perancangan dari oil boom sepanjang 2000 meter dengan menggunakan sistem hidrolik pada winch di dalam kontainer 20 ft. analisis tersebut dijelaskan dengan menggunakan flowchart dari teknis perancangan yang akan di analisis, serta pembahasan secara lebih detail yang ada pada bab sebelumnya dengan parameter yang sudah ditentukan sebelumnya.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan analisa dan optimalisasi berdasarkan yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Untuk mendukung pembahasan mengenai analisis perbandingan alat penggerak oil boom dengan menggunakan sistem pneumatik dan hidrolik dengan winch dan drum, maka perlu diketahui dan dijelaskan beberapa teori penunjang yang penulis ambil dari beberapa sumber pustaka yang berkaitan dengan pembahasan skripsi ini sehingga dapat lebih menyempurnakan penulisan skripsi ini.

2.2 Tumpahan Minyak

Tumpahan minyak adalah salah satu kecelakaan kerja yang berasal dari kebocoran atau *leakage* dari tanki, baik tanki kargo maupun tanki bahan bakar. Tumpahan minyak atau yang sering disebut dengan *oil spill* merupakan kecelakaan kapal yang cukup berdampak serius baik bagi personel ataupun ekosistem laut akibat campuran kimia dan hidrocarbon yang terkandung di dalam minyak.



Gambar 2.1 Tumpahan Minyak

(Sumber: <https://www.greeners.co/berita/tumpahan-minyak-di-teluk-balikpapan-pertamina-diminta-bertanggung-jawab/>)

2.3 Dampak Tumpahan Minyak

Tumpahan minyak yang di sebabkan oleh kecelakaan kerja tentunya sangat merugikan, selain air laut tercemar tentunya kandungan kimia yang terdapat pada minyak tersebut juga berpengaruh pada ekosistem laut. Minyak merupakan cairan yang memiliki campuran kompleks, mengandung hidrokarbon jenuh bertitik didih rendah dan cepat larut dalam air. Tumpahan minyak terbagi menjadi dua tipe yaitu:

2.3.1 Minyak yang mengapung pada permukaan air laut

Minyak yang mengapung pada permukaan air tentu dapat menyebabkan air menjadi hitam dan akan mengganggu organisme yang berada pada permukaan perairan, tentu akan mengurangi intensitas cahaya matahari yang akan digunakan oleh fitoplankton untuk berfotosintesis dan dapat juga memutus rantai makan dalam daerah tersebut.

2.3.2 Minyak yang tenggelam dalam air laut

Minyak yang tenggelam dan terakumulasi di dalam sedimen sebagai deposit hitam pada pasir dan batuan di pantai akan mengganggu organisme interstitial dan organisme intertidal. Organisme intertidal merupakan organisme yang hidupnya pada daerah pasang surut, efeknya adalah apabila minyak tersebut sampai pada bibir pantai maka organisme yang rentan terhadap minyak seperti kepiting dan hewan lainnya akan mengalami hambatan pada pertumbuhan bahkan dapat menyebabkan kematian. Sementara organisme interstitial yaitu organisme yang mendiam pada ruang yang sangat sempit diantara butir pasir tentu akan terkena dampak dari organisme ini. Karena minyak tersebut akan terakumulasi dan terendap pada dasar perairan seperti pasir dan batuan. Hal ini akan mempengaruhi reproduksi dan pertumbuhan pada hewan laut yang mendiam di daerah tersebut.

2.4 Peraturan Terkait

Pencemaran air laut yang dikarenakan oleh tumpahan minyak sangatlah berpengaruh pada ekosistem dilaut, maka dari itu dibuat peraturan mengenai pencemaran air laut. Peraturan itu dibuat oleh setiap negara itu sendiri dan ada pula yang dibuat untuk Internasional.

2.4.1 Peraturan pemerintah RI

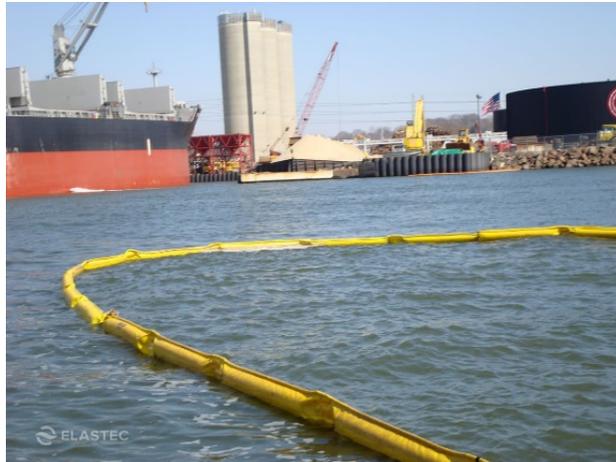
Bahwa kegiatan di laut yang meliputi kegiatan pelayaran, kegiatan pengusahaan minyak dan gas bumi, serta kegiatan lainnya yang mengandung resiko terjadinya kecelakaan yang dapat mengakibatkan terjadinya tumpahan minyak yang dapat mencemarkan atau merusak lingkungan laut sehingga memerlukan tindakan penanggulangan secara cepat, tepat, dan terkoordinasi. Dengan adanya UU No. 17 Tahun 1985 tentang pengesahan konvensi PBB tentang hukum laut. Pemerintah Indonesia berkewajiban mengembangkan suatu kebijakan dan mekanisme yang memungkinkan tindakan secara cepat dalam penanggulangan tumpahan minyak di laut.

2.4.2 Peraturan internasional

Marpol 73/78 adalah konvensi internasional untuk pencegahan pencemaran dari kapal, 1973 sebagaimana diubah oleh protokol 1987. Marpol 73/78 dirancang dengan tujuan untuk meminimalkan pencemaran laut, dan melestarikan lingkungan laut melalui penghapusan pencemaran lengkap oleh minyak dan zat yang berbahaya lainnya dan meminimalkan pembuangan zat berbahaya tersebut secara disengaja.

2.5 Oil Boom

Oil boom adalah salah satu peralatan yang digunakan sebagai penanggulangan tumpahan minyak di laut. Cara kerja dari oil boom adalah melokalisir ataupun memberi batas minyak yang tertumpah di air. Cara tersebut bertujuan supaya tumpahan minyak pada air tidak menyebar dan tidak mencemari ke daerah yang lebih luas. Dengan bentuknya yang seperti pelampung maka dengan mudah untuk melokalisir tumpahan minyak. Sebelum dilakukan pagelaran oil boom ketika adanya peristiwa tumpahan minyak, oil boom yang digunakan untuk melokalisirkan minyak tersebut harus diisi udara terlebih dahulu.

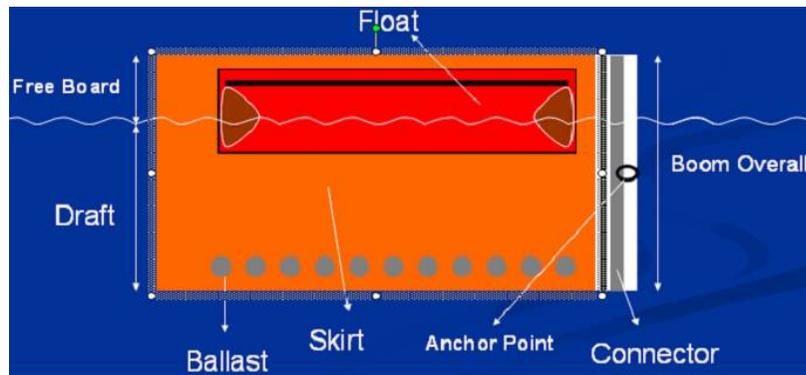


Gambar 2.2 Oil Boom

(Sumber: <https://www.elastec.com/products/floating-boom-barriers/oil-containment-boom/optimax/>)

2.5.1 Bagian oil boom

Ada pula bagian-bagian dari oil boom yaitu:



Gambar 2.3 Bagian Oil Boom

(Sumber: <http://www.marpolindo.co.id/oil-spill-response-equipment/oil-boom>)

Dimana:

1. Struktur tinggi Oil Boom

- a) Overall adalah tinggi keseluruhan oil boom
- b) Freeboard adalah bagian dari oil boom yang berada diatas air
- c) Draft adalah bagian dari oil boom yang berada dibawah air

2. Bagian dari Oil Boom

- a) Float adalah bagian yang memberi daya apung bagi oil boom
- b) Skirt adalah bagian yang mneghalangi tumpahan minyak
- c) Ballast adalah pemberat bagi oil boom untuk memberi kestabilan sewaktu oil boom terkena ombak atau angin
- d) Connector adalah alat untuk menyambung satu bagian oil boom dengan oil boom lainnya.

2.5.2 Perhitungan berat oil boom

Dengan menentukan spesifikasi oil boom dapat dihitung berat oil boom keseluruhan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Luas Lingkaran} = \pi \times r^2 \quad (2.1)$$

Dimana:

r = Jari-jari lingkaran boom

$$\text{Volume Lingkaran} = \text{Panjang} \times \text{Luas lingkaran} \quad (2.2)$$

Dimana:

Panjang = Panjang oil boom perbagian

$$\text{Berat lingkaran Oil Boom} = \text{Volume} \times \rho \quad (2.3)$$

Dimana:

ρ Polyester = 1390 kg/m³

(sumber: <https://nptel.ac.in/courses/116102026/36>)

$$\text{Luas Persegi} = P \times L \quad (2.4)$$

Dimana:

P = Panjang Oil boom

L = Lebar Oil boom

$$\text{Volume} = T \times \text{Luas Persegi} \quad (2.5)$$

Dimana:

T = Tinggi Oil boom

$$\text{Berat} = \text{Volume persegi} \times \rho \quad (2.6)$$

Dimana:

ρ Polyester = 1390 kg/m³

Maka dapat ditemukan berat oil boom perbagian dengan menggunakan:

Berat lingkaran + berat persegi

2.6 Hidrolik

Kata hidrolik berasal dari bahasa Greek yaitu dari kata hydro yang berarti air dan aulos yang berarti pipa. Sistem hidrolik adalah teknologi yang memanfaatkan fluida (zat cair) untuk melakukan gerakan segaris atau putar. Dalam sistem hidrolik fluida digunakan sebagai penerus Gaya. Prinsip dasar hidrolik adalah jika suatu zat cair dikenakan tekanan maka tekanan itu akan merambat ke segala arah dengan tidak bertambah atau berkurangnya kekuatan.

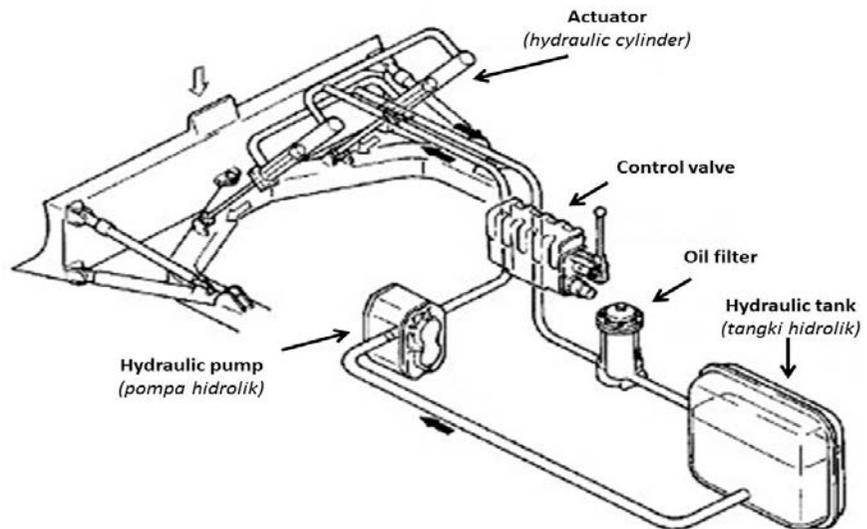
2.6.1 Motor hidrolik

Motor hidrolik adalah sebuah aktuator mekanik yang mengkonversi aliran dan tekanan hidrolik menjadi torsi atau tenaga putaran. Alat ini menjadi satu bagian dari sebuah sistem hidrolik selain silinder hidrolik. Motor hidrolik berkebalikan fungsi dengan pompa hidrolik. Jika pompa hidrolik berfungsi untuk menghasilkan tekanan dan aliran tertentu pada suatu sistem hidrolik, maka motor hidrolik bertugas mengkonversi kembali tekanan hidrolik menjadi tenaga putar. Motor hidrolik dapat berkerja pada dua arah putaran motor sesuai dengan kebutuhan penggunaan.

2.6.2 Sistem kerja hidrolik

Ide dasar pada sistem hidrolik yaitu fluida cair yang ada dalam sistem memiliki tekanan yang berasal dari satu sisinya dengan perbedaan luas. Yang perlu diingat adalah perbandingan terbalik antara gaya yang dikeluarkan dengan luas tekannya. Tekanan tersebut mendorong terhadap sebuah piston yang berada dari sisi lain sebuah wadah. Hal ini menyebabkan pemindahan energi ke dalam piston yang memaksanya untuk mengangkat sesuatu ke atas. Karena tekanan di dalam air tidak akan membiarkannya mengalir ke belakang, piston

tidak pernah bisa bergerak dengan arah yang berlawanan kecuali jika tekanan tersebut dilepaskan. Ini berarti bahwa bagaimanapun piston mengangkat, hal ini aman sampai operator sistem memperbolehkan untuk dilepaskan. Contohnya, jika piston mengangkat tangan forklift (tangan yang untuk mengangkat barang), mereka akan tetap terus terangkat sampai tekanan hidrolik dilepaskan.



Gambar 2.4 Contoh Cara Kerja Sistem Hidrolik pada Bulldozer
(Sumber: <http://hydraulic.co.id/prinsip-kerja-sistem-hidrolik/>)

2.6.3 Keuntungan sistem hidrolik

Selain sistem pneumatik sistem hidrolik juga memiliki beberapa kelebihan yang lain dari pada sistem pneumatik. Kelebihan sistem hidrolik antara lain:

- a) Bila dibandingkan dengan metode tenaga mekanik mempunyai kelemahan pada penempatan posisi tenaga transmisinya. Lain halnya dengan tenaga hidrolik saluran-saluran tenaga hidrolik dapat ditempatkan pada setiap tempat. Tanpa menghiraukan posisi poros terhadap transmisi tenaganya seperti pada sistem tenaga mekanik. Tenaga hidrolik lebih fleksibel dalam segi penempatan transmisi tenaganya.

- b) Dalam sistem hidrolik, gaya yang sangat kecil dapat digunakan untuk menggerakkan atau mengangkat beban yang sangat berat dengan cara mengubah sistem perbandingan luas penampang silinder. Hal ini tidak lain adalah karena kemampuan komponen hidrolik pada kecepatan dan tekanan yang sangat tinggi.
- c) Sistem hidrolik menggunakan mineral sebagai media pemindah gaya. Pada sistem ini bagian yang bergesekkan terselimuti oleh lapisan minyak. Sehingga pada bagian tersebut dengan sendirinya akan terlumasi, sistem inilah yang akan mengurangi gesekan.
- d) Beban dengan mudah dikontrol memakai katup pengatur tekanan. Karena apabila beban lebih tidak dengan segera diatasi akan merusak komponen itu sendiri. Sewaktu beban melebihi dari kemampuan penyetelan katupnya, pemompaan langsung dihantarkan ke tangki dengan batas tertentu.
- e) Dengan sistem hidrolik, begitu pompa tidak mampu mengangkat, maka beban berhenti dan dapat dikunci pada posisi mana saja.
- f) Sedikit perawatan dikarenakan fluida yang digunakan dapat melumasi bagian dari sistem hidrolik.

2.6.4 Kerugian sistem hidrolik

Sistem hidrolik juga memiliki kerugian atau kekuarangan untuk salah satu pertimbangan pemakainya. Adapun kerugiannya sebagai berikut:

- a) Harga mahal dikarenakan fluida yang digunakan untuk pengoprasian sistem hidrolik yaitu berupa oli.
- b) Apabila terjadi kebocoran pada sistem hidrolik, akan mengotori lingkungan disekitarnya. Dengan adanya hal ini sistem hidrolik jarang digunakan pada industri makanan ataupun obat-obatan.

2.7 Perbandingan Sistem Pneumatik dan Hidrolik

Dengan melihat teori diatas maka dapat dibandingkan sistem pneumatik dan sistem hidroliknya. Dalam kasus ini pneumatik dan hidrolik adalah sistem yang hampir sama kegunaannya. Yaitu mampu mengulur oil boom dengan menggunakan winch dan drum sebagai alat bantu lainnya. Akan tetapi antara kedua sistem memiliki perbedaan keuntungan dan kerugian pada masing-masing sistem. Berikut beberapa perbedaan dari kedua sistem

Tabel 2.1 Perbandingan Sistem Pneumatik dan Hidrolik

Sistem Pneumatik	Sistem Hidrolik
Fluida tidak terbatas dan memiliki fungsi yang sama dengan pengoperasian boom	Fluida terbatas dan memiliki fungsi yang berbeda dengan pengoperasian boom
Mempunyai power yang relatif kecil	Mempunyai power yang cukup besar
Menggunakan motor utama yang sama dengan pengoperasian boom	Menggunakan motor utama yang berbeda dengan pengoperasian boom

2.8 Winch

Winch adalah sebuah alat bantu di deck kapal yang berfungsi untuk mengulur dan menarik beban berat yang tidak dapat dilakukan oleh tenaga manusia. Penggunaannya sangat luas sampai kapal kecilpun memiliki satu bahkan lebih winch diatas deck kapal. Derek atau yang biasa disebut winch adalah alat bantu yang membutuhkan putaran lambat yang digunakan untuk mengangkat atau mengulur oil boom dalam kasus ini. Ada 5 Tipe kargo winch yaitu:

1. Hand Winch

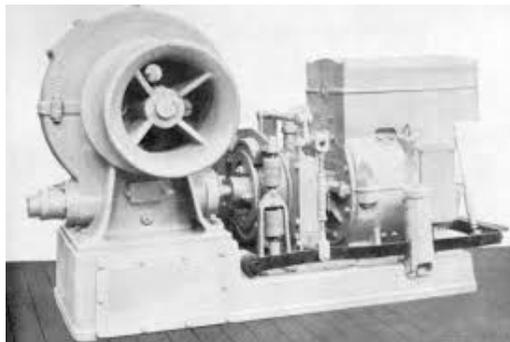
Pengoperasian hand winch dilakukan secara manual oleh manusia. Biasanya hand winch ini hanya dipakai pada kapal-kapal kecil, dengan kapasitas angkat tidak lebih dari satu setengah ($1\frac{1}{2}$) ton pada kecepatan angkat 1~1,5 meter/menit. Hand winch biasanya dioperasikan oleh 3 atau 4 deck hand. Ada beberapa macam bentuk hand winch tapi pada dasarnya sama.



Gambar 2.5 Contoh Hand Winch
(Sumber: Santoso, 2015)

2. Steam Winch

Pada steam winch dengan transmisi tunggal digunakan untuk mengangkat muatan yang berat pada kecepatan angkat yang tinggi (0,5~1 m/s). Kecepatan angkat dapat diturunkan sampai 0,25 atau 0,5 m/s dengan menggunakan steam winch transmisi ganda, sehingga dapat menambah kapasitas angkat winch tanpa menambah dayanya. Winch ini digerakkan dengan steam engine dua silinder. Steam engine ini dapat dioperasikan dengan atau tanpa *steam expansion*.



Gambar 2.6 Contoh Steam Winch
(Sumber: Santoso, 2015)

3. Electric Winch

Pada dasarnya sama dengan steam winch. Electric winch dapat dirancang dengan spur atau worm gear. Pada gambar dibawah ini adalah electric winch dengan spur gear untuk meningkatkan efisiensi. Pada winch ini penahan dari shaft bearing mengunci baseplate dengan studs dan nuts. Sumber tenaga winch ini adalah electric motor yang dikontrol dengan handwheel dari pengontrol. Motor shaft ini dihubungkan melalui kopling fleksibel dengan shaft dari gearbox.



Gambar 2.7 Contoh Electric Winch
(Sumber: Santoso, 2015)

4. Hydraulic Winch

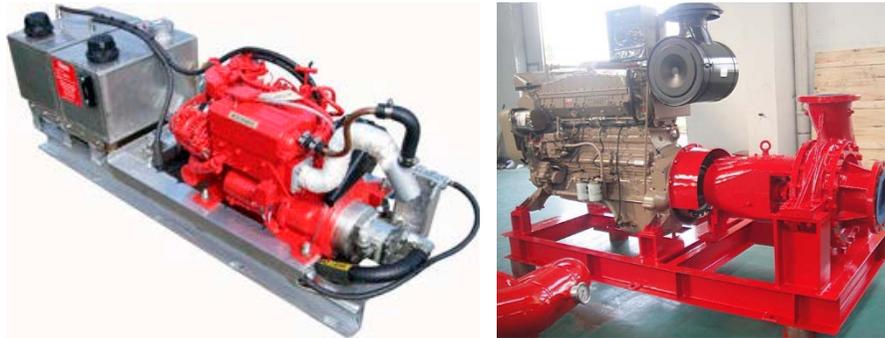
Dalam pengoperasiannya digerakkan dengan tenaga hidrolik sama seperti pada mesin kemudi. Hydraulic winch tidak dipergunakan secara luas karena konstruksinya yang kompleks dan nilai ekonomisnya kurang, meskipun alat ini mempunyai sistem pengaturan yang lebih lembut untuk kecepatan angkatnya. Hydraulic winch mempunyai range kecepatan yang panjang dan pengoperasiannya tidak menimbulkan kebisingan.



Gambar 2.8 Contoh Hydraulic Winch
(Sumber: Santoso, 2015)

5. Engine Powered Winch

Winch yang digerakkan mesin pembakaran dalam jarang digunakan karena konstruksinya yang rumit, harganya mahal, range kecepatannya kecil, dan kesulitan dalam kecepatan yang bervariasi meskipun alat ini sangat ekonomis. Kapal nelayan banyak menggunakan capstan yang dikople dengan mesin induk.



Gambar 2.9 Contoh Engine Powered Winch
(Sumber: Santoso, 2015)

2.9 Kontainer

Peti kemas (kontainer) adalah satu kemasan yang dirancang secara khusus dengan ukuran tertentu, dapat dipakai berulang kali, dipergunakan untuk menyimpan dan sekaligus mengangkut muatan yang ada di dalamnya. Filosofi di balik petikemas ini adalah adanya kemasan yang terstandar yang dapat dipindah-pindahkan ke berbagai moda transportasi laut dan darat dengan mudah seperti kapal laut, kereta api, truk atau angkutan lainnya sehingga transportasi ini efisien, cepat, aman dan kalau mungkin diangkut dari pintu ke pintu (door to door).

2.9.1 Jenis-jenis peti kemas

Jenis-jenis peti kemas dapat dibedakan menurut jenis muatannya dibagi menjadi 6 kelompok:

1. General Cargo

Peti kemas ini digunakan untuk mengangkut barang umum, misalnya kayu, kain, rotan, marmer, dll. Peti kemas yang termasuk general cargo adalah:

a) General purpose cargo

Merupakan peti kemas yang digunakan untuk mengangkut barang-barang atau muatan umum, barang yang tidak perlu penanganan khusus dalam pengiriman.



Gambar 2.10 General Purpose Cargo

b) Open-side container

Merupakan peti kemas yang bagian sampingnya terdapat pintu yang dapat dibuka untuk memasukkan dan mengeluarkan barang yang karena ukuran atau beratnya lebih mudah dimasukkan atau dikeluarkan melalui samping peti kemas.



Gambar 2.11 Open-side Container

c) Open-top container

Merupakan peti kemas yang bagian atasnya dapat dibuka agar barang dapat dimasukkan dan dikeluarkan lewat atas. Tipe peti kemas ini diperlukan untuk mengangkut barang berat yang hanya dimasukkan lewat atas dengan menggunakan derek (crane).



Gambar 2.12 Open-top Container

d) Ventilated container

Merupakan peti kemas yang memiliki ventilasi agar terjadi sirkulasi udara dalam peti kemas yang diperlukan oleh muatan tertentu, khususnya muatan yang mengandung kadar air tinggi.



Gambar 2.13 Ventilated Container

2. Thermal

Thermal container adalah peti kemas yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk muatan tertentu. Petikemas yang termasuk kelompok *thermal* adalah:

a) Insulated container

Merupakan peti kemas yang dinding bagian dalamnya diberi isolasi agar udara dingin dalam peti kemas tidak merembes keluar, misal: minuman dingin.



Gambar 2.14 Insulated Container

b) Reefer Container

Merupakan peti kemas yang dilengkapi dengan mesin pendingin untuk mendinginkan udara dalam peti kemas sesuai dengan suhu yang diperlukan bagi barang yang mudah busuk, misal: buah-buahan, sayuran, daging.



Gambar 2.15 Reefer Container

c) Heated Container

Merupakan peti kemas yang dilengkapi dengan pemanas agar udara di dalam peti kemas dapat diatur pada suhu panas yang diinginkan, misal: hewan dan makanan kering.

3. Tank

Tank container adalah tangki yang ditempatkan dalam kerangka peti kemas yang digunakan untuk muatan cair (*bulk liquid*) maupun gas (*bulk gas*), misal: minyak dan gas bumi.



Gambar 2.16 Tank Container

4. Dry Bulk

Dry bulk adalah general purpose container yang digunakan khusus untuk mengangkut muatan curah. Untuk memasukkan muatan melalui lubang bagian atas peti kemas sedangkan untuk mengeluarkan muatan melalui lubang atau pintu di bagian bawah peti kemas, misal: beras, biji gandum, pupuk urea, gula pasir, bahan baku plastik dan kedelai.



Gambar 2.17 Dry Bulk

5. Platform Container

Platform container adalah peti kemas yang terdiri dari lantai dasar. Peti kemas yang termasuk jenis platform adalah:

a) Flat rack container

Flat rack container adalah peti kemas yang terdiri atas lantai dasar dengan dinding pada ujungnya. Flat rack container dapat dibagi dua, yaitu:

- Fixed and type:

Dinding pada ujungnya tidak dapat dibuka atau dilipat

- Collapsible type:

Dinding pada ujungnya dapat dilipat agar menghemat ruang saat diangkat dalam keadaan kosong



Gambar 2.18 Flat Rack Container

b) Platform based container

Platform based container atau juga disebut artificial tween deck adalah peti kemas yang hanya terdiri dari lantai dasar saja dan apabila diperlukan dapat dipasang dinding. Biasanya digunakan untuk muatan yang mempunyai lebar dan tinggi yang melebihi peti kemas yang standard International Standart Organization (ISO), misal: alat – alat pengecoran mesin.

6. Specials

Specials Container adalah peti kemas yang khusus dibuat untuk muatan tertentu, seperti peti kemas untuk muatan ternak (cattle container) atau muatan kendaraan (auto container).



Gambar 2.19 Specials Kontainer

2.9.2 Ukuran peti kemas

Dewasa ini, ukuran peti kemas yang distandardisasikan oleh International Standard Organization (ISO) ada 2 yaitu kontainer ukuran 20 feet dan ukuran 40 feet. Sesuai dengan International Standard Organization (ISO) ukuran-ukuran dari peti kemas adalah sebagai berikut:

1. *Container 20' Dry Freight (20 feet)*

Ukuran luar	: 20' (p) x 8'(l) x 8'6''(t)	atau	
	6,058 x 2,438 x 2,591		m
Ukuran dalam	: 5,919 x 2,340 x 2,380		m
Kapasitas	: <i>Cubic Capacity</i> : 33		Cbm
<i>Pay load</i>	: 22,1 ton		
2. *Container 40' Dry Freight (40 feet)*

Ukuran luar	: 40' (p) x 8'(l) x 8'6''(t)	atau	
	12,192 x 2,438 x 2,591		m
Ukuran dalam	: 12,045 x 2,309 x 2,379		m
Kapasitas	: <i>Cubic Capacity</i> : 67,3		Cbm
<i>Pay load</i>	: 27,39 ton		
3. *Container 40' High Cube Dry*

Ukuran luar	: 40' (p) x 8'(l) x 8'6''(t)	atau	
	12,192 x 2,438 x 2,591		m
Ukuran dalam	: 12,192 x 2,347 x 2,684		m
Kapasitas	: <i>Cubic Capacity</i> : 76		Cbm
<i>Pay load</i>	: 29,6 ton		

Ukuran muatan dalam pemuatan petikemas dinyatakan dalam TEU (Twenty Footer Equivalent Unit) dan FEU (Forty Footer Equivalent Unit). Oleh karena itu, ukuran standard dari petikemas dimulai dari panjang 20 feet, untuk satu petikemas 20 feet dinyatakan sebagai 1 TEU (Twenty Footer Equivalent Unit) dan peti kemas 40 feet dinyatakan dengan 2 TEU (Twenty Footer Equivalent Unit) atau 1 FEU (Forty Footer Equivalent Unit)

2.10 Kompresor

Kompresor adalah mesin atau alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan atau memampatkan fluida gas atau udara. Kompresor biasanya menggunakan motor listrik, mesin diesel atau mesin bensin sebagai tenaga penggerak. Udara bertekanan hasil dari kompresor biasanya diaplikasikan atau digunakan pada pengecatan dengan teknik spray/ air brush, untuk mengisi angin ban, pembersihan, pneumatik, gerinda udara (air grinder) dan lain sebagainya.

2.10.1 Jenis-jenis kompresor

Secara umum kompresor dibedakan menjadi dua jenis yaitu kompresor dinamis dan kompresor perpindahan positif.

1. Kompresor Perpindahan Positif

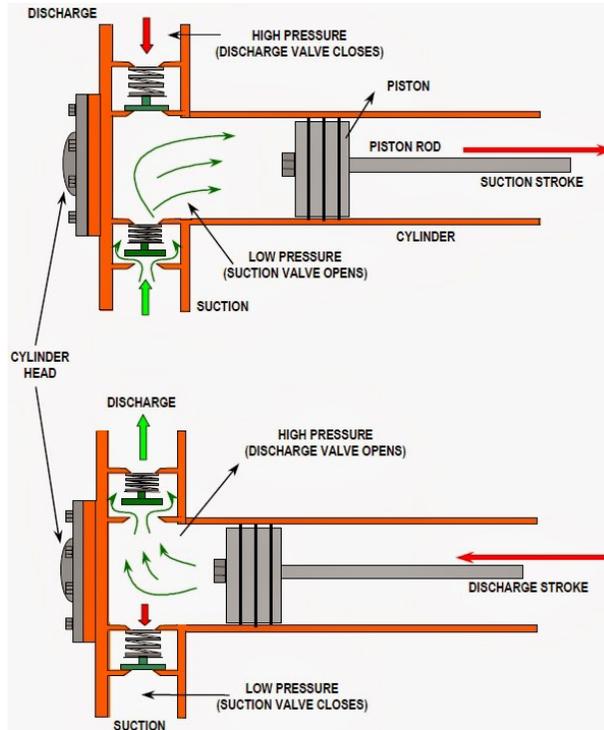
Kompresor perpindahan positif dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu kompresor piston (reciprocating) dan kompresor putar (rotary).

a) Kompresor Piston (Reciprocating compressor)

Kompresor piston/torak dibagi lagi menjadi 3 jenis yaitu kompresor piston kerja tunggal, kompresor piston kerja ganda dan kompresor diafragma.

i. Kompresor Piston Kerja Tunggal

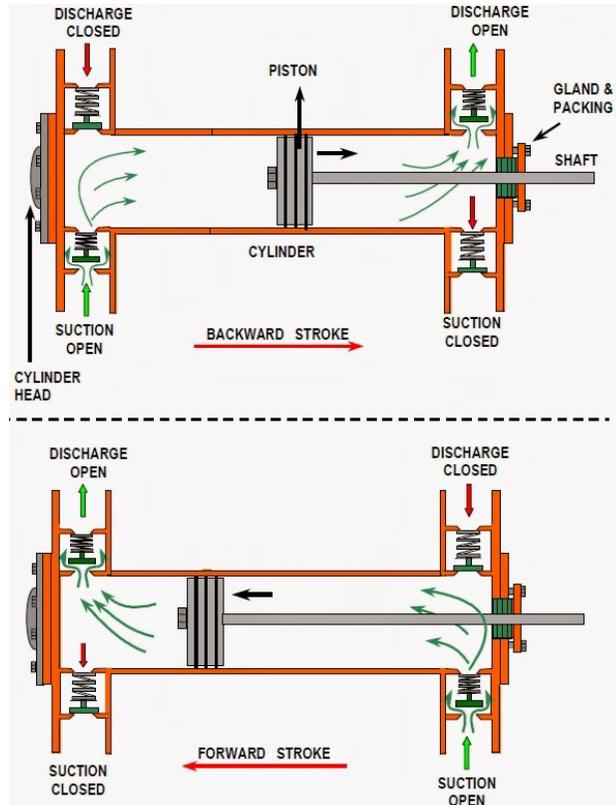
Kompresor piston kerja tunggal adalah kompresor yang memanfaatkan perpindahan piston, kompresor jenis ini menggunakan piston yang didorong oleh poros engkol (crankshaft) untuk memampatkan udara/gas. Udara akan masuk ke silinder kompresi ketika piston bergerak pada posisi awal dan udara akan keluar saat piston/torak bergerak pada posisi akhir/depan.



Gambar 2.20 Kompresor Piston Kerja Tunggal
 (Sumber: <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-dan-macam-macam-kompresor/>)

ii. Kompresor Piston Kerja Ganda

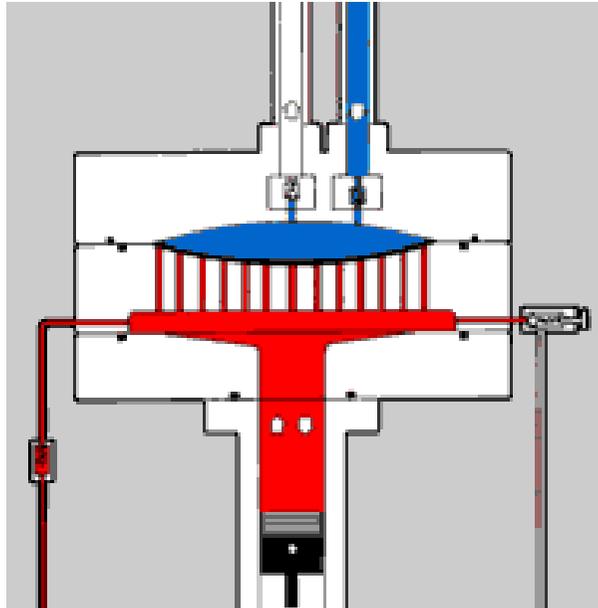
Kompresor piston kerja ganda beroperasi sama persis dengan kerja tunggal, hanya saja yang menjadi perbedaan adalah pada kompresor kerja ganda, silinder kompresi memiliki port inlet dan outlet pada kedua sisinya. Sehingga meningkatkan kinerja kompresor dan menghasilkan udara bertekanan yang lebih tinggi dari pada kerja tunggal.



Gambar 2.21 Kompresor Piston Kerja Ganda
 (Sumber: <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-dan-macam-macam-kompresor/>)

iii. Kompresor Diafragma

Kompresor diafragma adalah jenis klasik dari kompresor piston, dan mempunyai kesamaan dengan kompresor piston, hanya yang membedakan adalah, jika pada kompresor piston menggunakan piston untuk memampatkan udara, pada kompresor diafragma menggunakan membran fleksible atau difragma.



Gambar 2.22 Kompresor Diafragma

(Sumber: <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-dan-macam-macam-kompresor/>)

b) Kompresor Putar (Rotary compressor)

Rotary Compressor menggunakan mekanisme putar, secara umumnya digunakan untuk menggantikan kompresor piston. Rotary Compressor dapat mencapai udara bertekanan tinggi dengan kondisi volume yang lebih besar. Rotary Compressor lebih populer di industri karena jauh lebih mudah dalam perawatan dan lebih awet. Rotary Compressor memiliki Tipe Screw, Tipe Vane, dan tipe Scroll.

i. Tipe Screw

adalah Rotary Screw Compressor menggunakan sistem screw (ulir) yang berputar sehingga membuat udara di dalam terkompresi. Kompresor ini banyak digunakan di industri besar yang membutuhkan udara dengan tekanan udara yang tinggi.

ii. Tipe Vane

adalah Rotary Vane Compressor menggunakan vane atau blade yang berfungsi untuk mengkompres udara yang masuk. Udara yang masuk dari port inlet di kompresi oleh vane atau blade yang berputar di dalam casing menuju sisi outlet.

iii. Rotary Scroll

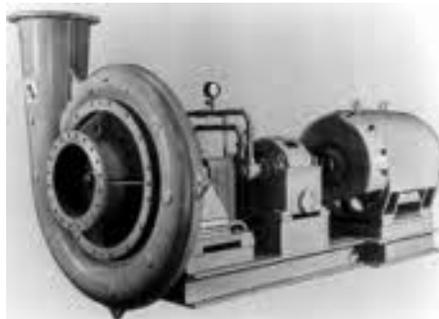
adalah compressor merupakan tipe kompresor yang elegan. Jenis scroll kompresor menggunakan sistem penggulangan udara, gulungan tepi luar memerangkapkan udara dan ketika gulungan berputar udara yang berada di tepi luar dari gulungan akan bergerak ke ruang tengah gulungan dan mengakibatkan pengkompresan udara di ruang tengah sebelum ke port outline nya.

2. Kompresor Dinamis

Kompresor dinamis dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu kompresor sentrifugal dan kompresor aksial.

a) Kompresor Sentrifugal

Kompresor sentrifugal merupakan kompresor yang memanfaatkan gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh impeller untuk mempercepat aliran fluida udara (gaya kinetik), yang kemudian diubah menjadi peningkatan potensi tekanan (menjadi gaya tekan) dengan memperlambat aliran melalui diffuser.

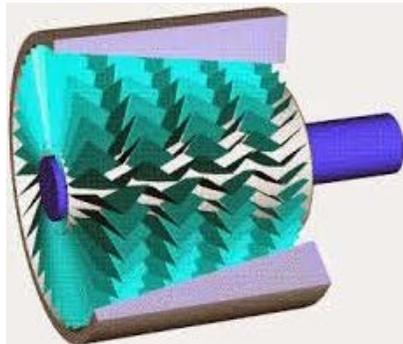


Gambar 2.23 Kompresor Sentrifugal

(Sumber: <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-dan-macam-macam-kompresor/>)

b) Kompresor Aksial

Kompresor aksial adalah kompresor yang berputar dinamis yang menggunakan serangkaian kipas airfoil untuk semakin menekan aliran fluida. Aliran udara yang masuk akan mengalir keluar dengan cepat tanpa perlu dilemparkan ke samping seperti yang dilakukan kompresor sentrifugal. Kompresor aksial secara luas digunakan dalam turbin gas/udara seperti mesin jet, mesin kapal kecepatan tinggi, dan pembangkit listrik skala kecil.



Gambar 2.24 Kompresor Aksial

(Sumber: <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-dan-macam-macam-kompresor/>)

2.10.2 Prinsip kerja kompresor

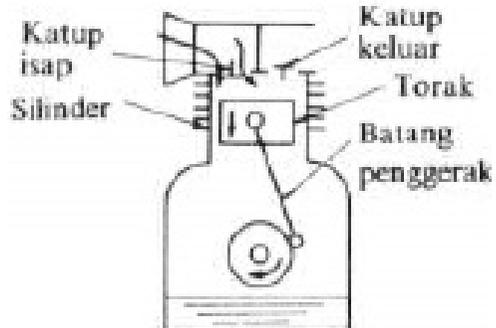
Kompresor adalah alat pemampat atau pengkompresi udara dengan kata lain kompresor adalah penghasil udara mampat. Karena proses pemampatan, udara mempunyai tekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan udara lingkungan (1 atm). Pada industri, penggunaan kompresor sangat penting, baik sebagai penghasil udara mampat atau sebagai satu kesatuan dari mesin-mesin. Kompresor banyak dipakai untuk mesin pneumatik, sedangkan yang menjadi satu dengan mesin yaitu turbin gas, mesin pendingin dan lainnya.

Pada gambar dibawah ini adalah proses kerja dari kompresor kerja tunggal dan ganda. adapun urutan proses lengkap adalah sebagai berikut:

i. Kompresor Kerja Tunggal

a) Hisap

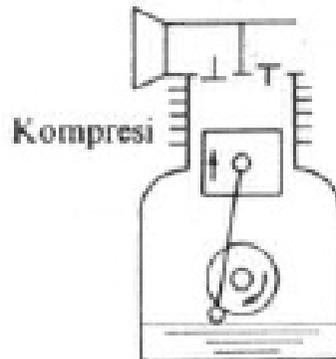
Udara masuk kompresor karena tekanan di dalam silinder lebih rendah dari 1 atm.



Gambar 2.25 Langkah Hisap Kompresor
(Sumber: https://www.academia.edu/17829907/Prinsip_Kerja_Kompresor)

b) Kompresi

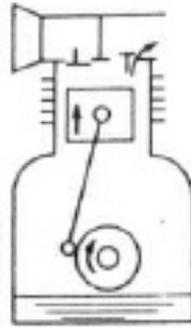
Udara di dalam kompresor dikompresi, tekanan dan temperatur udara naik.



Gambar 2.26 Langkah Kompresi Kompresor
(Sumber: https://www.academia.edu/17829907/Prinsip_Kerja_Kompresor)

c) Pengeluaran

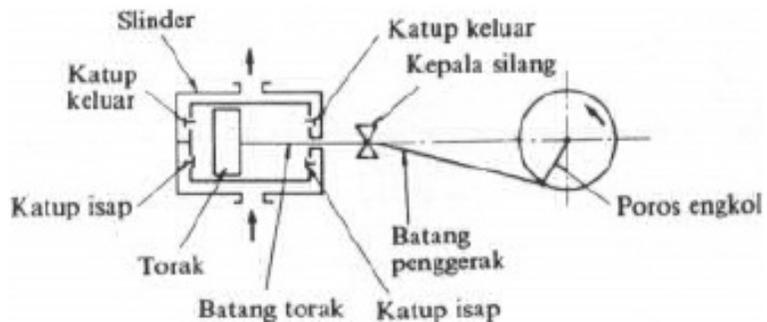
Karena tekanan udara mampat, katup ke luar terbuka dan udara mampat ke luar silinder.



Gambar 2.27 Langkah Pengeluaran Kompresor
(Sumber: https://www.academia.edu/17829907/Prinsip_Kerja_Kompresor)

ii. Kompresor Kerja Ganda

Proses kerjanya tidak berbeda dengan kerja tunggal. Pada kerja ganda, setiap gerakan terjadi sekaligus langkah penghisapan dan pengkompresian. Dengan kerja ganda, kerja kompresor menjadi lebih efisien.



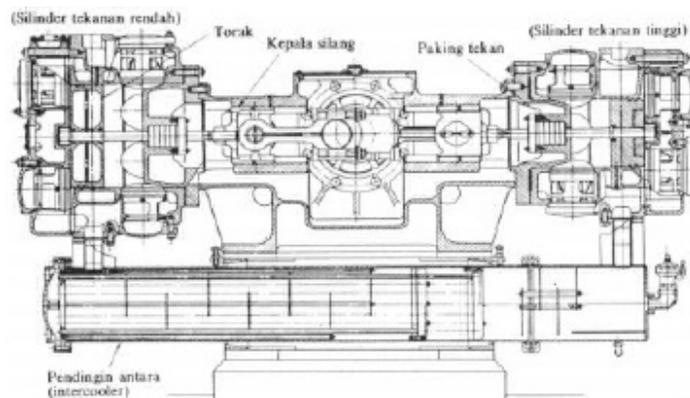
Gambar 2.28 Langkah Pengeluaran Kompresor
(Sumber: https://www.academia.edu/17829907/Prinsip_Kerja_Kompresor)

2.10.3 Klasifikasi kompresor

Prinsip kerja kompresor dan pompa adalah sama, kedua mesin tersebut menggunakan energi luar kemudian diubah menjadi energi fluida. Pada pompa, dinosel ke luarnya energi kecepatan diubah menjadi energi tekanan, begitu juga kompresor pada katup ke luar udara mampat mempunyai energi tekanan yang besar. Hukum-hukum yang berlaku pada pompa dapat diaplikasikan pada kompresor.

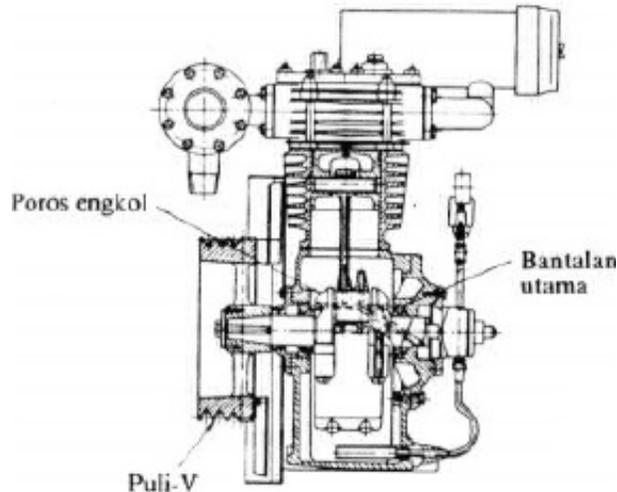
Berbeda dengan pompa yang klasifikasinya berdasarkan pola aliran, klasifikasi kompresor biasanya berdasarkan tekanannya atau cara pemampatannya. Kompresor berdasarkan cara pemampatannya dibedakan menjadi dua, yaitu jenis turbo dan jenis perpindahan. Jenis turbo menggunakan gaya sentrifugal yang diakibatkan oleh putaran impeler sehingga udara mengalami kenaikan energi yang akan diubah menjadi energi tekanan. Sedangkan jenis perpindahan, dengan memperkecil volume udara yang dihisap ke dalam silinder atau stator dengan torak atau sudu. Kompresor yang diklasifikasikan berdasarkan tekanannya adalah kompresor untuk pemampat (tekanan tinggi), blower untuk peniup (tekanan sedang) dan fan untuk kipas (tekanan rendah).

Berbeda dengan jenis turbo, kompresor jenis perpindahan (displacement) beroperasi pada tekanan sedang sampai tinggi. Kompresor jenis perpindahan dibedakan berdasarkan bentuk konstruksinya, sekrup, sudu luncur, dan roots, jenis torak bolak-balik. Untuk kompresor jenis torak dapat menghasilkan udara mampat bertekanan tinggi.



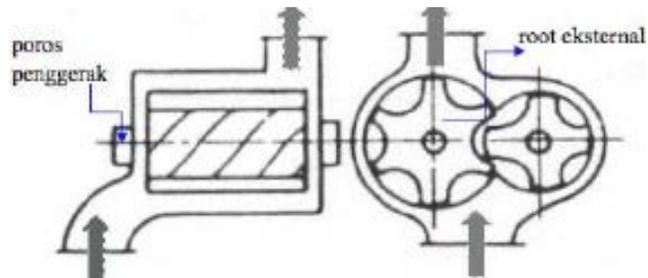
Gambar 2.29 Kompresor Torak Kerja Ganda

(Sumber: https://www.academia.edu/17829907/Prinsip_Kerja_Kompresor)



Gambar 2.30 Kompresor Torak Kerja Tunggal

(Sumber: https://www.academia.edu/17829907/Prinsip_Kerja_Kompresor)



Gambar 2.31 Kompresor Torak Kerja Tunggal

(Sumber: https://www.academia.edu/17829907/Prinsip_Kerja_Kompresor)

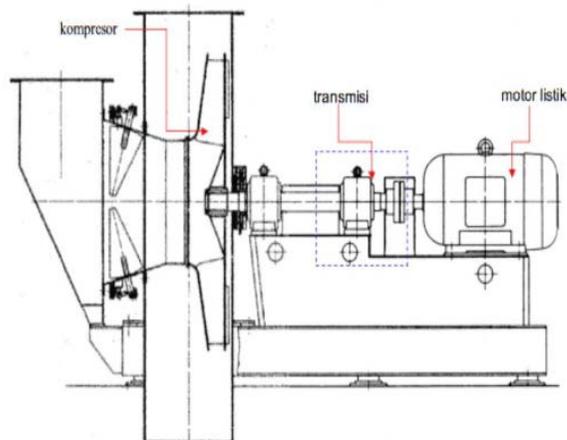
2.10.4 Jenis Penggerak dan spesifikasi kompresor

Kompresor merupakan mesin yang membutuhkan penggerak dari luar. Penggerak yang dapat dipakai adalah motor listrik atau motor bakar. Motor listrik mempunyai keunggulan yaitu tidak berisik, tidak menimbulkan polusi, murah, dan operasi dan pemeliharaannya mudah. Motor listrik yang biasa dipakai yaitu jenis motor induksi dan motor sinkron. Faktor daya dan efisiensi motor induksi lebih rendah dibanding dengan motor sinkron, akan tetapi harganya lebih murah dan pemeliharaannya mudah. Motor sinkron hanya dipakai pada kompresor yang membutuhkan daya

yang besar. Motor bakar dipakai apabila kompresor beroperasi pada daerah yang tidak ada listrik, atau jenis kompresornya portable. Untuk daya-daya kecil dapat menggunakan mesin bensin dan untuk daya-daya yang besar digunakan mesin diesel.

Pemilihan transmisi untuk mentransmisikan daya dari motor penggerak ke poros kompresor, dapat berdasarkan jenis motor penggerak. Untuk motor penggerak motor listrik biasa dipakai sabuk V, kopling tetap, atau rotor terpadu. Sedangkan untuk motor penggerak motor bakar dapat dipakai transmisi sabuk V, kopling tetap, atau kopling gesek.

Laju volume gas dan tekanan kerja adalah dua hal yang penting dalam pemilihan kompresor. Laju volume gas atau kapasitas pada kompresor torak yang biasa tertulis dalam katalog, menyatakan kapasitas perpindahan toraknya sedangkan pada kompresor turbo biasanya kapasitas sebenarnya. Kompresor akan bekerja dengan efisiensi adiabatik maksimum pada kondisi kapasitas normal, apabila bekerja pada kapasitas rendah atau terlalu tinggi akan turun efisiensinya. Dengan alasan tersebut, pemilihan kapasitas harus benar, sehingga kompresor akan bekerja dengan efisiensi maksimum. Tekanan kerja kompresor harus sama dengan tekanan kerja peralatan yang akan dilayaninya. Tekanan kerja tidak boleh terlalu rendah jauh di bawah tekanan normalnya, karena kompresor akan bekerja tidak pada efisiensi maksimumnya.



Gambar 2.32 Kompresor dengan Penggerak Motor Listrik
(Sumber: https://www.academia.edu/17829907/Prinsip_Kerja_Kompresor)

2.11 Analisis Keselamatan Kerja (*Job Safety Analysis*)

Salah satu cara untuk mencegah kecelakaan di tempat kerja adalah dengan menetapkan dan menyusun prosedur pekerjaan dan melatih semua pekerja untuk menerapkan metode kerja yang efisien dan aman.

2.11.1 Definisi

JSA merupakan penilaian aktivitas kerja dan tempat kerja untuk menentukan tindakan pencegahan yang memadai di tempat kerja. Dengan kata lain, JSA sebagai sistem identifikasi potensi bahaya di tempat kerja sebagai langkah untuk mengendalikan resiko yang mungkin terjadi.

Analisis keselamatan kerja atau JSA merupakan sistem identifikasi potensi bahaya di tempat kerja yang dapat dianalisa dan dicatat. JSA adalah metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi, menganalisa dan mencatat setiap langkah dalam melakukan pekerjaan tertentu, berkaitan dengan potensi bahaya keselamatan dan kesehatan yang ada, serta menentukan tindakan untuk mencegah atau mengurangi bahaya / risiko.

2.11.2 Penggunaan

Penyusunan prosedur kerja yang benar merupakan salah satu keuntungan dari diterapkannya Job Safety Analysis (JSA) yaitu menganalisa dan membuat laporan setiap langkah pekerjaan, identifikasi bahaya pekerjaan atau potensi bahaya yang ada (baik kesehatan maupun keselamatan), dan menentukan langkah terbaik untuk mengurangi dan mengeliminasi bahaya. JSA digunakan untuk meninjau metode kerja dan menemukan bahaya yang mana:

1. Mungkin diabaikan dalam tata letak pabrik atau bangunan, dan dalam desain permesinan, peralatan, perkakas, workstation dan proses.
2. Memberikan perubahan dalam prosedur kerja atau personel.
3. Mungkin berkembang setelah produksi dimulai.

2.11.3 Keuntungan

Keuntungan dari penerapan JSA antara lain:

1. Memberikan pelatihan individu mengenai keselamatan dan prosedur kerja yang efisien.
2. Mempersiapkan pengawasan terhadap keselamatan kerja yang terencana.
3. Mempercayakan pekerjaan ke pekerja baru.
4. Memberikan instruksi pre-job untuk pekerjaan luar biasa.
5. Meninjau prosedur kerja setelah kecelakaan terjadi.
6. Mempelajari pekerjaan sebagai improvement yang memungkinkan dalam metode kerja.
7. Mengidentifikasi upaya perlindungan yang dibutuhkan di tempat kerja.
8. Supervisor dapat belajar mengenai pekerjaan yang mereka pimpin.
9. Partisipasi pekerja dalam hal keselamatan di tempat kerja.
10. Mengurangi tingkat ketidakhadiran pekerja.
11. Biaya kompensasi pekerja menjadi lebih rendah.
12. Meningkatkan produktivitas.
13. Membangkitkan kesadaran akan pentingnya keselamatan kerja.

2.11.4 Penerapan

Job Safety Analysis dapat diterapkan pada beberapa jenis pekerjaan/tempat kerja. Prioritas utamanya adalah jenis pekerjaan sebagai berikut:

1. Pekerjaan dengan tingkat bahaya/risiko tertinggi.
2. Pekerjaan dengan potensi bahaya berat atau cedera atau sakit, bahkan jika tidak ada riwayat kecelakaan sebelumnya.
3. Pekerjaan di mana salah satu kesalahan sederhana manusia yang bisa menyebabkan kecelakaan atau cedera parah.
4. Pekerjaan yang baru beroperasi atau telah mengalami perubahan dalam proses dan prosedurnya.

Hal-hal yang dilakukan dalam penerapan JSA antara lain:

1. Identifikasi bahaya yang berhubungan dengan setiap pekerjaan yang berpotensi menimbulkan bahaya.
2. Menentukan bagaimana mengendalikan bahaya.
3. Melengkapi setiap area kerja dengan rambu-rambu peringatan (signboard).
4. Berkonsultasi dengan pihak OSHA dalam pengembangan prosedur dan aturan kerja yang khusus untuk setiap pekerjaan.

JSA dapat diterapkan dengan cara:

1. Melibatkan karyawan. Hal ini sangat penting dalam proses analisis bahaya. Pengalaman yang diperoleh dari setiap karyawan dapat dijadikan referensi untuk menganalisa dan menemukan pencegahan dari setiap pekerjaan yang dilakukan. Keterlibatan karyawan dalam penerapan JSA akan sangat membantu dalam memastikan kualitas pekerjaan, keselamatan kerja dan program kesehatan.
2. Memeriksa riwayat kejadian kecelakaan/insiden. Melibatkan karyawan untuk meninjau kembali riwayat tempat kerja, kecelakaan kerja yang terjadi dan memerlukan pengobatan, kerugian yang membutuhkan perbaikan atau penggantian, dan setiap peristiwa di mana kecelakaan atau kerugian yang tidak terjadi. Kejadian-kejadian ini sebagai peringatan bahwa bahaya yang ada perlu mendapat perhatian.
3. Melakukan review pekerjaan. Diskusikan dengan karyawan Anda, potensi bahaya yang mereka tahu, yang biasa terjadi pada saat mereka bekerja. Bersama dengan mereka, ada gagasan baru yang muncul dalam skenario pencegahan/pengendalian bahaya yang ada.
4. Membuat daftar dan prioritas perhatian untuk pekerjaan yang berbahaya. Membuat daftar pekerjaan dengan risiko/bahaya yang tidak dapat diterima atau konsekuensi pekerjaan dengan tingkat risiko yang berat. Pekerjaan ini harus menjadi prioritas utama untuk dilakukan dianalisa.

5. Uraikan secara detail setiap pelaksanaan suatu pekerjaan. Lakukan analisa bahaya dari saat pekerjaan dimulai, amati karyawan yang sedang melakukan pekerjaan, dan buatlah daftar setiap langkah pekerjaannya.

Kecelakaan bukanlah suatu peristiwa tunggal, tetapi merupakan hasil dari serangkaian penyebab yang saling berkaitan yang disebabkan oleh kelemahan manajemen, pekerja, prosedur kerja yang tidak memadai, serta tindakan para pekerja yang tidak aman yang bisa berakibat pada turunnya tingkat produktifitas kerja.

(Halaman sengaja dikosongkan)

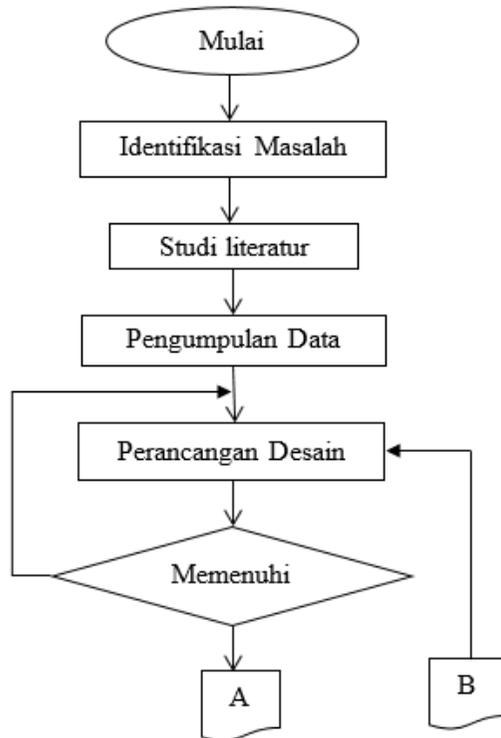
BAB III

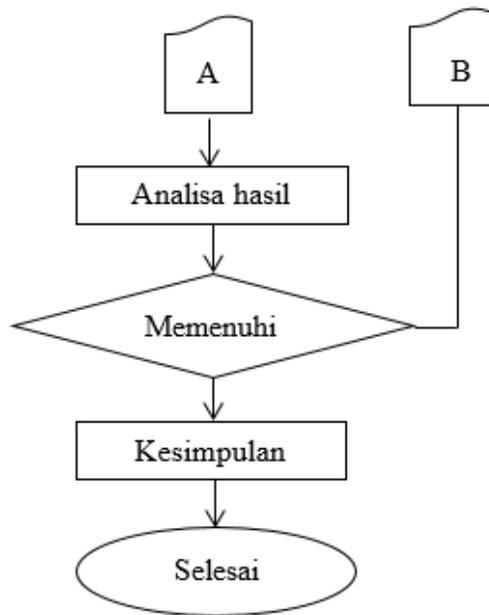
METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi adalah suatu kerangka dasar dalam tahapan penyelesaian tugas akhir atau skripsi. Dalam metodologi berisi tentang semua urutan kegiatan yang akan dilaksanakan untuk melakukan proses analisa, memecahkan masalah dan menghasilkan solusi untuk mengatasi masalah pada tugas akhir. Metodologi yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah membuat urutan kegiatan yang dilakukan untuk bisa menyelesaikan masalah yang diangkat dalam skripsi ini yaitu Analisa Teknis Perancangan Sistem Hidrolik untuk Oil Boom dalam Kontainer

3.1 Tinjauan Pustaka

Proses pengerjaan dari skripsi dapat digambarkan dari flowchart dibawah ini. Disini dijelaskan bagaimana urutan skripsi mulai dikerjakan dari awal sampai akhir, langkah-langkah yang dilakukan serta alur pengerjaan. Berikut adalah gambar diagram pengerjaannya:





Gambar 3.1 Bagan Flowchart Proses Urutan Pengerjaan

3.2 Langkah-Langkah Penulisan Skripsi

Secara lengkap tahapan penelitian yang akan dilakukan dari awal sampai dengan selesai melalui tahap-tahap seperti berikut ini:

3.2.1 Identifikasi masalah

Pada sub bab ini dilakukan perumusan masalah awal dengan cara melakukan pencarian informasi terkait masalah yang ada pada oil boom. Pencarian informasi awal didapatkan dari sumber-sumber melalui pencarian dari data sekunder dan melakukan perhitungan. Setelah itu penulis dapat menentukan perumusan masalah yang terkait tujuan penelitian.

3.2.2 Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan konsep serta metode yang berhubungan dengan pemecahan masalah dan solusi dalam melakukan penelitian ini. Penelitian ini menggunakan studi literatur sebagai masukan untuk mempelajari dan memahami tentang hal-hal yang berkaitan dengan materi ataupun teori penelitian yang akan dibahas.

3.2.3 Pengumpulan data

Pengumpulan data merupakan proses yang akan digunakan dan dibutuhkan dalam penyelesaian skripsi baik dari buku referensi atau berbagai pihak dan hal-hal lain yang sekiranya bisa menunjang dalam hal menganalisa dan menyelesaikan masalah yang ada di dalam skripsi ini.

3.2.4 Teknis perancangan

Pemodelan data adalah tahapan yang dipergunakan untuk melakukan perancangan alat penggerak oil boom menggunakan winch dengan sistem hidrolik dalam kontainer sebagai satu paket sistem penyimpanan.

3.2.5 Analisa hasil

Apabila hasil dari perancangan sebelumnya telah memenuhi dari yang dibutuhkan maka dapat melakukan tahapan yang berikutnya, akan tetapi apabila hasil desain tersebut belum memenuhi dari yang dibutuhkan maka tahapan selanjutnya harus mengulang pada tahap pengumpulan data yang bertujuan untuk mencari data-data yang memungkinkan dapat memenuhi power output yang dibutuhkan.

3.2.6 Kesimpulan

Setelah analisa telah selesai, maka hal selanjutnya adalah menarik kesimpulan berdasarkan hasil analisa data dan perhitungan yang telah dilakukan.

(Halaman sengaja dikosongkan)

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data

4.1.1 Spesifikasi oil boom

Untuk melakukan tahapan berikutnya diperlukan spesifikasi oil boom yang telah dipilih untuk dipergunakan. Spesifikasi oil boom yang dipilih adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Spesifikasi Oil Boom

Slickstop Boom	
DESCRIPTION	
Features :	
<ul style="list-style-type: none">• Boom overall is ranging between 720 – 1100 mm (deflated)• Fabric material is Polyester coated with Polyurethane• Connector is Universal type conforming to ASTM F-962, made from marine grade aluminum• Ballast material is corrosion resistant chain• 250 m oil boom Slickstop can be easily stored in 10 feet containerized winder• Applications are for emergency operations in coastal areas/harbors, bay areas, offshore and open sea• Easy deployment from Hydraulic Reel Integrated with Powerpack	
Technical Data :	
Section Length (feet)	33/50 (10/15meter)
Fabric Material	Polyester with PU
Boom Storage	Reel Winder
Boom Overall (inches)	24 – 36 *Operation
Freeboard (inches)	8.0 – 12
Draft (inches)	16 – 24
Standard Accessories	Towing Equipment, Air Inflator

(Sumber: <https://www.slickbar.com/product/slickstop-boom/>)



Gambar 4.1 Slickstop Boom

(Sumber: <https://www.slickbar.com/product/slickstop-boom/>)

4.1.2 Volume dan berat oil boom

Dengan data dari spesifikasi oil boom tersebut maka bisa diketahui:

Freeboard	: 12	Inch	= 0,3048	Meter
Boom Overall	: 36	Inch	= 0,9144	Meter
Panjang Oil Boom	: 50	Feet	= 15	Meter
per bagian				
ρ (Polyester)			= 1390	kg/m ³
ρ (Udara)			= 1,2	kg/m ³ (27°C)

- Luas Lingkaran
 - = $\pi \times r^2$
 - = $3,14 \times 0,3^2$
 - = 0,2826 m²

- Volume
 - = Panjang x Luas lingkaran
 - = $15 \times 0,2826$
 - = 4,239 m³

- Berat
 - = Volume x ρ
 - = $4,239 \times 1390$
 - = 5892,21 kg/bagian
 - = 5,9 Ton/bagian

- Luas Lingkaran
 - = $\pi \times r^2$
 - = $3,14 \times 0,296^2$
 - = 0,2751 m²

- Volume
 - = Panjang x Luas lingkaran
 - = $15 \times 0,2751$
 - = 4,1265 m³

- Berat
 - = Volume x ρ
 - = $4,1265 \times 1390$
 - = 5735,835 kg/bagian
 - = 5,7 Ton/bagian

- Berat Oil Boom tanpa udara = 5,9 – 5,7
= 0,2 Ton/Bagian
= 200 Kg/Bagian
- Luas persegi panjang = Panjang x Lebar
= 0,004 x (0,9 – 0,3)
= 0,004 x 0,6
= 0,0024 m²
- Volume = Tinggi x Luas persegi
= 15 x 0,0024
= 0,036 m³
- Berat = Volume x ρ
= 0,036 x 1390
= 50,04 Kg/Bagian
- Maka berat Oil Boom per bagian adalah = 200 + 50
= 250 Kg/Bagian
- Total Oil Boom sepanjang 2 Kilometer = 2000 Meter
Panjang Oil Boom = 15 Meter
= 2000 / 15
= 134 Bagian
- Total berat Oil Boom 2 Kilometer = 134 x 250
= 33.500 Kg
= 33,5 Ton
- Luas Lingkaran = $\pi \times r^2$
= 3,14 x 0,296²
= 0,2751 m²
- Volume Udara = Panjang x Luas lingkaran
= 15 x 0,2751
= 4,1265 m³
- Maka total volume udara yang dibutuhkan oil boom = 4,1265 x 134
= 552,951 m³

4.1.3 Perhitungan drum dan pemilihan kontainer

Drum adalah alat bantu yang digunakan untuk menjadi salah satu wadah oil boom yang telah diulur oleh winch. Desain drum dihitung dengan menyesuaikan ukuran ruang penyimpanan. Ruang penyimpanan drum adalah menggunakan kontainer 20 feet berjenis openside, lebih jelasnya adalah sebagai berikut:



Gambar 4.2 Open Side Kontainer

(Sumber: <https://www.portablespace.co.uk/product/full-side-accessblue>)

Tabel 4.2 Ukuran kontainer 20 Feet

	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)
Ukuran Luar	6,058	2,438	2,591
Ukuran Dalam	5,919	2,340	2,380

(Sumber: (ISO) International Organization of Standarization)

Dengan mengetahui ukuran kontainer diatas dapat ditentukan dimensi drum sebagai berikut:

Berat oil boom total	= 33,5	ton
Tebal oil boom	= 8	mm
Lebar oil boom	= 9144	mm
Panjang oil boom	= 2	km
	= 2000000	mm
Jumlah oil boom	= 134	bagian

Perhitungan jumlah drum yang digunakan:

Menggunakan dimensi drum yang telah diketahui maka harus di perhitungkan kapasitas bagian oil boom dalam satu drum.

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas 1 Drum} &= \frac{D_{tepi} - D_{drum}}{\text{Tebal oil boom}} \\
 &= \frac{2300 - 70}{8} \\
 &= 278,7 \text{ bagian oil boom}
 \end{aligned}$$

Dengan hasil perhitungan kapasitas oil boom pada drum di atas ditemukan satu drum mampu menggulung sebanyak 279 bagian oil boom. Maka dalam kasus ini menggunakan 1 drum untuk 134 bagian oil boom. Dimana kapasitas 1 drum tersebut adalah 134 bagian dalam kontainer 20 feet.

4.1.4 Berat dan desain drum

Dengan data yang telah diketahui diatas maka :

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi drum} &= 1700 \text{ mm} \\
 D_{drum} &= 70 \text{ mm} \\
 D_{dalam} &= 27 \text{ mm} \\
 D_{tepi} &= 2300 \text{ mm} \\
 \text{Tebal Dtepi} &= 20 \text{ mm} \\
 \rho \text{ Aluminium} &= 2712 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$



Gambar 4.3 Bahan Drum dari Alumunium

(Sumber: <https://www.austenknappman.co.uk/blog/commercial-metal-use/5-most-common-applications-of-aluminium/>)

Berat Dtepi:

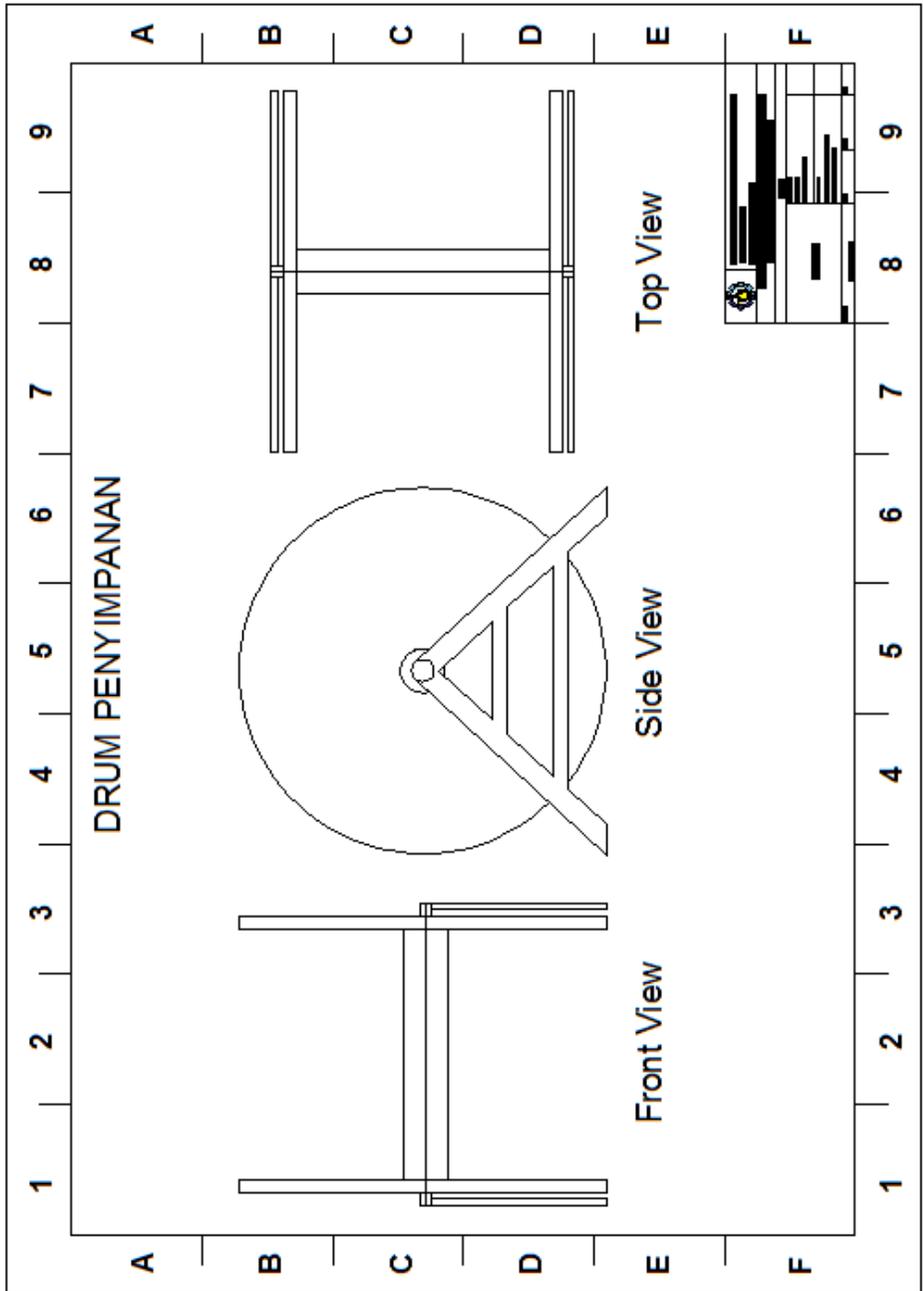
$$\begin{aligned}
 \text{Luas lingkaran} &= \pi \times r^2 \\
 &= 3,14 \times 1,15^2 \\
 &= 4,15 \text{ m}^2 \\
 \text{Volume} &= \text{Panjang} \times \text{Luas lingkaran} \\
 &= 0,02 \times 4,15 \\
 &= 0,083 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat} &= \text{Volume} \times \rho \\
 &= 0,083 \times 2712 \\
 &= 225,096 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Berat Ddrum:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas lingkaran} &= \pi \times r^2 \\
 &= 3,14 \times 0,035^2 \\
 &= 0,00384 \text{ m}^2 \\
 \text{Volume} &= \text{Panjang} \times \text{Luas lingkaran} \\
 &= 1,7 \times 0,00384 \\
 &= 0,0065 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat} &= \text{Volume} \times \rho \\
 &= 0,0065 \times 2712 \\
 &= 17,628 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Berat keseluruhan:

$$\begin{aligned}
 \text{Dtepi} + \text{Ddrum} &= 225,069 + 17,628 \\
 &= 242,697 \text{ kg}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.4 Desain Drum

4.1.5 Momen inersia drum

Momen Inersia didefinisikan sebagai kelembaman suatu benda untuk berputar pada porosnya, atau dapat dikatakan ukuran kesukaran untuk membuat benda berputar atau bergerak melingkar. Besar momen inersia bergantung pada bentuk benda dan posisi sumbu putar benda tersebut.

$$I = m \cdot r^2$$

Dimana:

$$\begin{aligned} I &= \text{Momen inersia} && (\text{kg.m}^2) \\ m &= \text{Massa} && (\text{kg}) \\ r &= \text{Jari - jari drum} && (\text{m}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I &= \text{Massa} \times \text{Jari-jari drum} \\ &= (\text{Berat Oil Boom} + \text{Berat Drum}) \times \text{Jari-jari drum} \\ &= (33.500 + 242,7) \times 1,15^2 \\ &= 33.742,7 \times 1,15^2 \\ &= 33.742,7 \times 1,3225 \\ &= 44.624,72 \quad \text{kg.m}^2 \end{aligned}$$

4.1.6 Momen torsi drum

Dalam gerak rotasi penyebab berputarnya benda merupakan momen gaya atau torsi.

$$\tau = I \cdot \alpha$$

Dimana:

$$\begin{aligned} \tau &= \text{Total torsi} && (\text{Nm}) \\ I &= \text{Momen inersia} && (\text{kg.m}^2) \\ \alpha &= \text{Percepatan sudut} && (\text{rad/s}^2) \end{aligned}$$

$$\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{\Delta T}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} \alpha &= \text{Percepatan sudut} && \text{rad/s}^2 \\ \omega &= \text{Kecepatan sudut t} && (\text{rad/s}) \\ \omega_0 &= \text{Kecepatan sudut awal} && (\text{rad/s}) \\ \Delta T &= \text{Selang waktu} && (\text{s}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \omega &= 30 \text{ rpm} = 3,141 \text{ rad/s} \\
 \omega_0 &= 0 \\
 \Delta T &= 15 \text{ s} \\
 \alpha &= \frac{3,141 - 0}{15} \\
 &= 0,2094 \text{ rad/s} \\
 \tau &= I \cdot \alpha \\
 &= 44.624,72 \times 0,2094 \\
 &= 9.344,416 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

4.2 Pemilihan Motor Hidrolik

Pemilihan motor hidrolik adalah salah satu langkah yang sangat penting untuk dilakukan. Dengan power atau gaya torsi yang dipilih pada motor hidrolik harus melebihi atau mencukupi torsi yang dimiliki oleh drum. Apabila hal tersebut tidak tercapai maka motor hidrolik tidak dapat memutar drum yang ada.

Dengan data torsi yang ditemukan maka dapat di tentukan motor hidrolik yang akan digunakan. Torsi yang di butuhkan sebesar 9.330,376 Nm, untuk memilih motor hidrolik yang memiliki torsi sebesar 500 Nm atau lebih maka harus di perhitungkan safety factor dengan (15% x torsi yang dibutuhkan). Maka motor hidrolik yang dipilih harus memiliki torsi minimal sebesar 10.729,932 Nm. Oleh karena itu maka dipilih motor hidrolik tipe BLACKBRUIN BBC05 yang memiliki torsi sebesar 10.360-13.305 Nm dan tekanan sebesar 350-400 bar.



Gambar 4.5 Motor Hidrolik

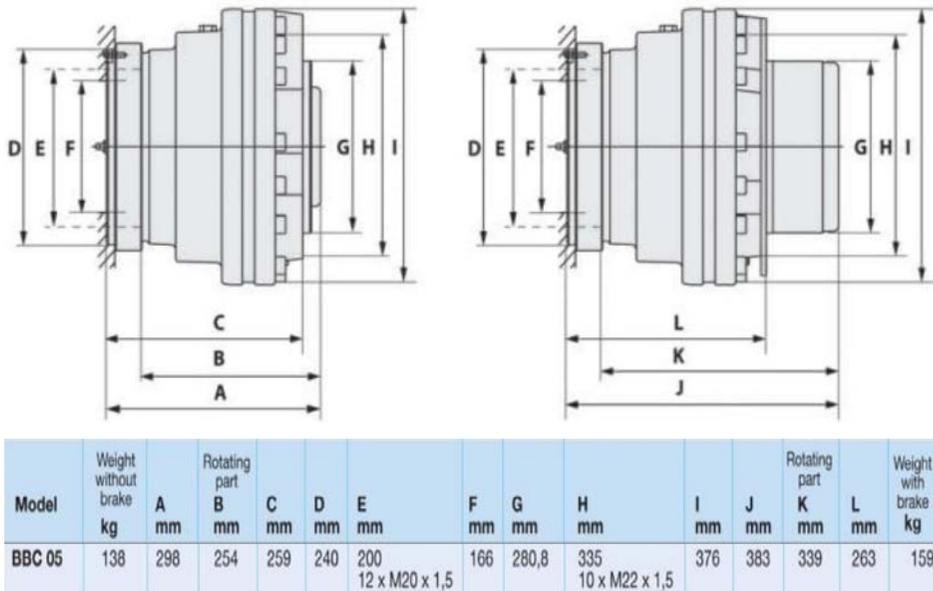
(Sumber: http://www.directindustry.com/prod/black-bruin-32451.html#product-item_1700268)

Tabel 4.3 Technical Specification Motor Hidrolik

Characteristics

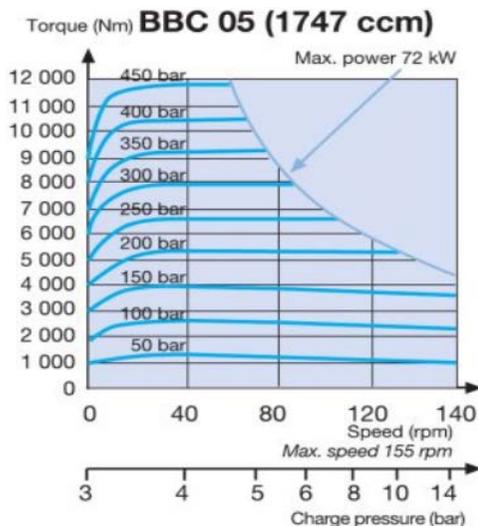
- Technology:
radial piston
- Torque:
Max.: 13,305 Nm (9,813.26 ft.lb)
Min.: 10,360 Nm (7,641.14 ft.lb)
- Rotational speed:
Max.: 205 rpm (1,288.05 rad.min-1)
Min.: 142 rpm (892.21 rad.min-1)
- Pressure:
Max.: 400 bar (5,802 psi)
Min.: 350 bar (5,076 psi)
- Displacement:
Max.: 2,271 cm³ (77 US fl oz)
Min.: 1,572 cm³ (53 US fl oz)

(Sumber: http://www.directindustry.com/prod/black-bruin-32451.html#product-item_1700268)



Gambar 4.6 Dimensi Motor Hidrolik

(Sumber: http://pdf.directindustry.com/pdf/black-bruin/black-bruin-motors/32451-634904-_2.html)



Gambar 4.7 Kurva Performa

(Sumber: http://pdf.directindustry.com/pdf/black-bruin/black-bruin-motors/32451-634904-_2.html)

Tabel 4.4 Data Performa

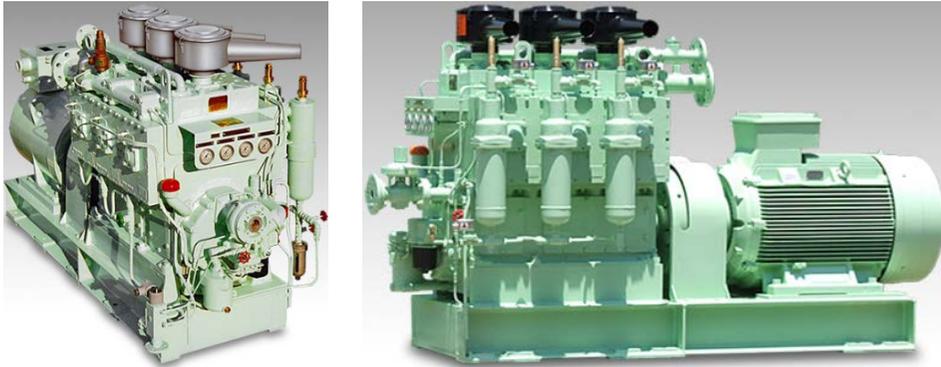
Motor frame size		BBC 05				
		100	110	120	130	
Percentual displacement	%	90				
Displacement	ccm	1572	1747	1922	2096	2271
Peak pressure	bar	450	450	450	425	400
- Peak torque	Nm	10360	11515	12670	13045	13305
Intermittent* pressure	bar	400	400	400	375	350
- Intermittent torque	Nm	9210	10235	11260	11510	11640
Power		72				
- Max. displacement	kW	32/48/60				
- 1/4, 1/2, 3/4 displacement	kW					
Max. speed						
- Working	rpm	172	155	141	129	119
- 3/4 displacement	rpm	205	185	168	154	142
- 1/2 displacement	rpm	244	220	200	183	169
- 1/4 displacement	rpm	326	293	266	244	226
- Freewheeling	rpm	400				
Brake (multi-disc)		20600				
- Brake torque	Nm	16				
- Releasing pressure	bar	30				
- Max. brake pressure	bar					

(Sumber: http://pdf.directindustry.com/pdf/black-bruin/black-bruin-motors/32451-634904-_2.html)

4.3 Pemilihan Kompresor

Kompresor berfungsi untuk mengisi kebutuhan udara untuk oil boom tersebut. Pemilihan kompresor juga sangat berpengaruh dengan kapasitas udara, tekanan serta waktu yang dibutuhkan untuk mengisi udara yang dibutuhkan dalam oil boom.

Dipilih kompresor tipe TANABE TASK-25110 dengan kapasitas 1.020 m³/jam. Dengan begitu maka dapat ditentukan waktu pengisian udara untuk oil boom selama $1020/553 = 0,542$ jam = ±35-40 menit.



Gambar 4.8 Kompresor

(Sumber: http://www.tanacomp.co.jp/group3_e.html)

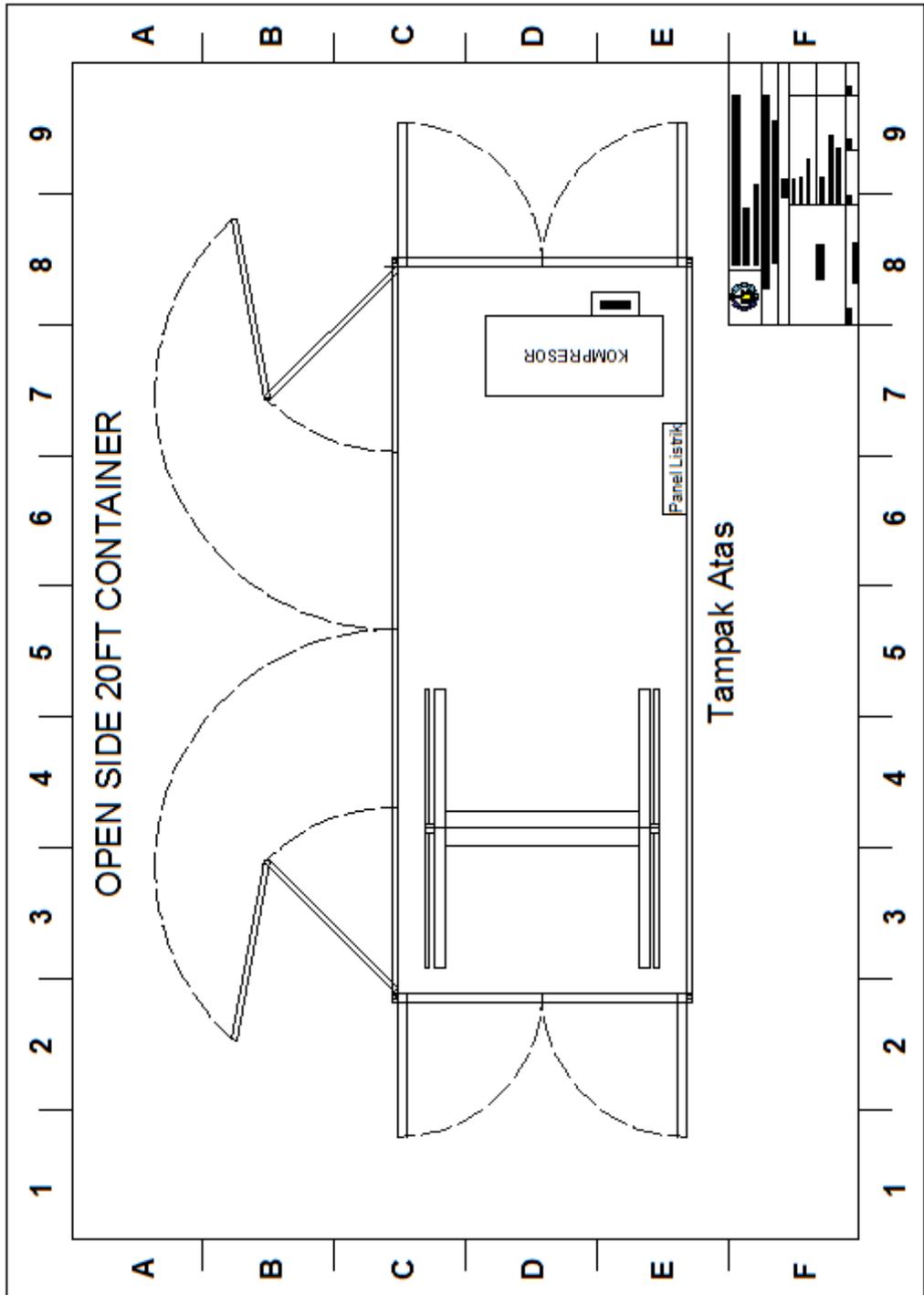
Tabel 4.5 Spesifikasi Kompresor

Oil-Injected Screw		For Control & General Service		
Pressure	:	0.69—1.37MPa		
Capacity	:	28—1020m ³ /hr		
Cooling	:	Fresh water/Air		
Power	:	7.5—110kW		
Type	:	Rotary Screw type, 1-stage		
Model Range	:	TAS series		
● Water/Air-Cooled Type For control and other jobs				
Model No.	Motor (kW)	Capacity (m ³ /hr FA)		
		0.69MPa [7kgf/cm ²]	0.98MPa [10kgf/cm ²]	1.37MPa [14kgf/cm ²]
TASK-25110	110	1020	870	720

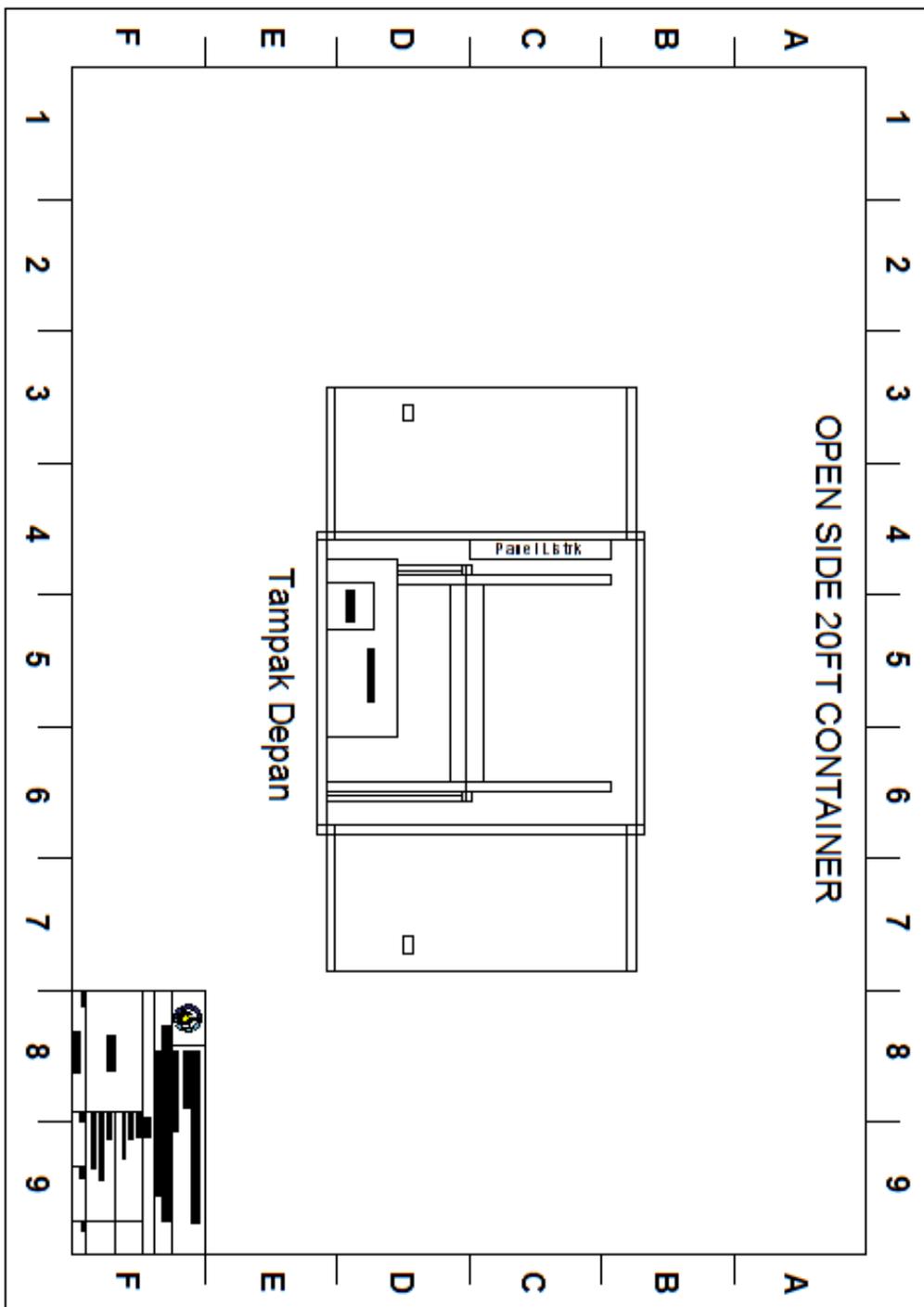
(Sumber: http://www.tanacomp.co.jp/group3_e.html)

4.4 Peletakan Komponen di Dalam Kontainer

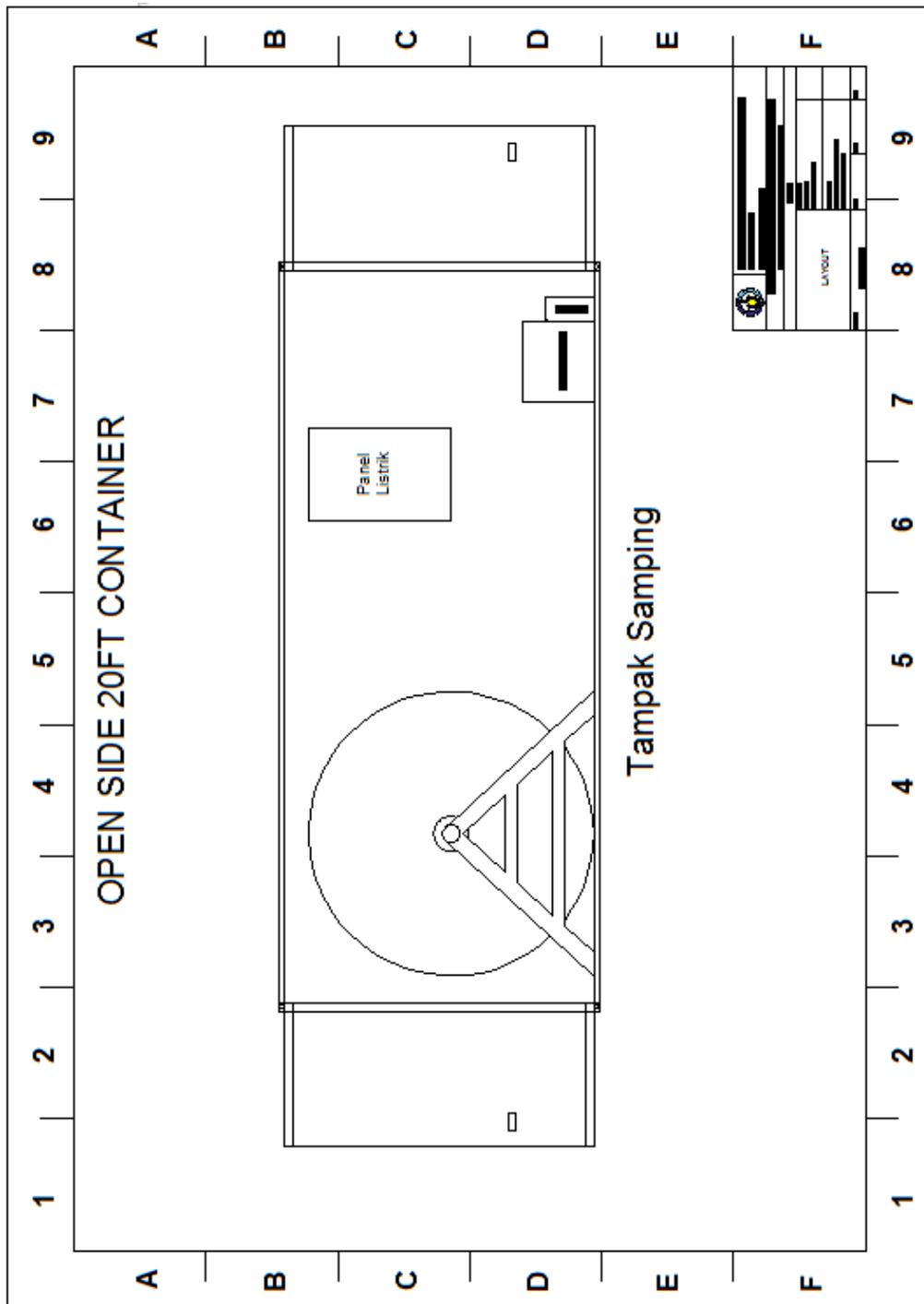
Tata letak komponen didalam kontainer perlu diperhatikan karena berpengaruh pada fleksibilitas pengoperasian. Dengan layout yang disusun bisa mempengaruhi kekuatan struktur pondasi di kontainer tersebut.



Gambar 4.9 Layout Tampak Atas Didalam Openside Kontainer 20ft



Gambar 4.10 Layout Tampak Depan Didalam Openside Kontainer 20ft



Gambar 4.11 Layout Tampak Samping Didalam Openside Kontainer 20ft

4.5 Perencanaan Winch

Untuk keperluan bongkar muat terhadap oil boom yang ada, oleh karena itu pada kapal diperlukan rencana perhitungan untuk winch.

4.5.1 Gaya tarik

$$T_b = P_g = \frac{P+Q}{\eta_p^k}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana: } P &= \text{Berat beban yang diangkat} \\ &= 33,5 \quad \text{ton} \\ &= 33500 \quad \text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= \text{Berat Cargo hook dan Shakel} \\ &= (0,0022-0,0028) P \\ &= (0,0025) P \\ &= 0,0025 \times 33500 \\ &= 83,75 \quad \text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_p &= \text{Effisiensi Pulley} \\ &= (0,9-0,96) \\ &= 0,95 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k &= \text{Jumlah Pulley} \\ &= 1 \end{aligned}$$

Maka gaya tarik winch adalah:

$$T_b = P_g = \frac{33500+83,75}{0,95^1}$$

$$T_b = P_g = 33588 \text{ kg}$$

4.5.2 Gaya angkat maksimum winch

$$\begin{aligned} R_{rb} &= 6 P_g \\ &= 6 \times 33588 \\ &= 201528 \quad \text{kg} \\ &= 201,5 \quad \text{Ton} \end{aligned}$$

4.5.3 Diameter cargo winch barrel

$$D_b = (16,5-18) d_r$$

Dimana: d_r = diameter oil boom
= 914 mm

Maka diameter cargo winch barrel adalah:

$$\begin{aligned} D_b &= (16,5-18) d_r \\ &= (17,5) d_r \\ &= 17,5 \times 914 \\ &= 15995 \quad \text{mm} \end{aligned}$$

4.5.4 Panjang cargo winch barrel

$$\begin{aligned} L_b &= (1,1-1,6) D_b \\ &= (1,5) D_b \\ &= 1,5 \times 15995 \\ &= 23992,5 \quad \text{mm} \end{aligned}$$

4.5.5 Jumlah lilitan

$$\begin{aligned} m &= L_b / d_r \\ &= 23992,5 / 914 \\ &= 26,25 \text{ (diambil 26 lilitan)} \end{aligned}$$

4.5.6 Panjang oil boom yang tergulung pada lapisan Z (L_{ml})

$$\begin{aligned} L_{ml} &= \pi (z (D_b + d_r)) m \\ &= 3,14 (1 (15995 + 914)) 26 \\ &= 3,14 \times 16909 \times 26 \\ &= 1380450,76 \text{ mm} \\ &= 1380,45 \text{ m} \end{aligned}$$

4.5.7 Torsi pada poros barrel

$$\begin{aligned} M_{bd} &= \frac{1/2 [D_b + d_r(2z-1)] T_b}{\eta_p} \\ &= \frac{1/2 [15995 + 914(2 \times 26 - 1)] 33588}{0,95} \\ &= 0,5 \times 16909 \times 35355,79 \\ &= 298915,52 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

4.5.8 Kecepatan putar poros barrel

$$N_{bd} = \frac{60 V_{td}}{\pi D_{bd}}$$

Dimana: V_{td} = Kecepatan angkat beban dengan gigi ganda
= 30 m/menit

Maka kecepatan putar poros barrel adalah:

$$\begin{aligned} N_{bd} &= \frac{60 V_{td}}{\pi D_b} \\ &= \frac{60 \times 30}{3,14 \times 15,9} \\ &= \frac{1800}{49,926} \\ &= 36,0533 \text{ rpm} \\ &= 36 \text{ rpm} \end{aligned}$$

4.5.9 Perbandingan gigi

$$i_{wd} = \frac{n_m}{N_{bd}}$$

Dimana: i_{wd} = Perbandingan gigi (diasumsikan 2)
 n_m = Putaran Moto

Maka perbandingan gigi adalah:

$$\begin{aligned} i_{wd} &= n_m / N_{bd} \\ 2 &= n_m / 36 \\ n_m &= 2 \times 36 \\ &= 72 \text{ rpm} \end{aligned}$$

(Dipakai jenis motor listrik)

4.5.10 Torsi pada motor

$$M_{md} = \frac{M_{bd}}{i_{wd} \eta_{wd}}$$

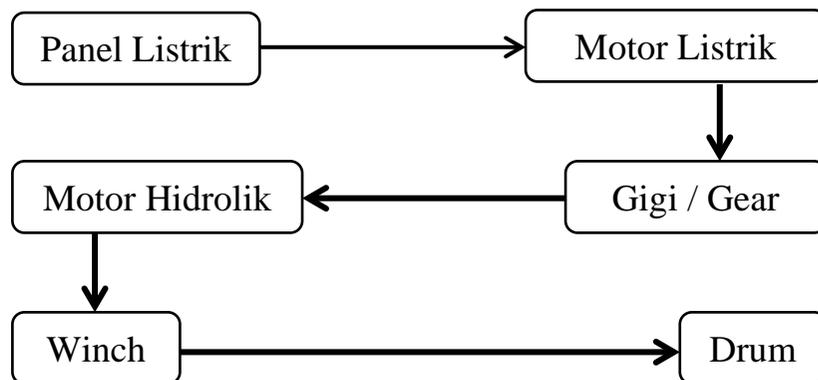
Dimana: η_{wd} = Efisiensi total
= 0,7-0,85 untuk winch dengan spur gearing
= 0,8 (diasumsikan)

Maka torsi pada motor adalah:

$$\begin{aligned}
 M_{md} &= \frac{M_{bd}}{i_{wd} \eta_{wd}} \\
 &= \frac{298915,5}{2 \times 0,8} \\
 &= 186822,188 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

4.6 Diagram Blok dan Prinsip Kerja

Diagram blok adalah diagram sistem dimana bagian atau fungsi utama diwakili oleh blok yang dihubungkan oleh garis yang menunjukkan hubungan blok. Mereka banyak digunakan dalam rekayasa dalam desain perangkat keras, desain elektronik, desain perangkat lunak, dan diagram alir proses.



Gambar 4.12 Diagram Blok Motor Hidrolik ke Drum

Prinsip Kerja:

1. Panel listrik dihubungkan ke motor listrik untuk menyuplai kebutuhan listrik
2. Setelah motor listrik mendapat suplai listrik, motor listrik bergerak untuk memutar motor hidrolik
3. Gigi/gear digunakan untuk menurunkan rpm dari motor listrik sehingga sesuai dengan kebutuhan motor hidrolik
4. Motor Hidrolik dihubungkan dengan winch dan winch dihubungkan dengan drum sehingga drum bisa berputar

4.7 Analisis Keselamatan Kerja

Dibawah ini merupakan langkah-langkah cara mengembangkan sebuah JSA (Job Safety Analysis) yaitu sebagai berikut:

1. Memilih Pekerjaan

Pekerjaan dengan tingkat riwayat kecelakaan yang tinggi, mempunyai prioritas utama dan harus segera dilakukan analisa. Dalam memilih pekerjaan yang akan dianalisa, seorang supervisor harus mempertimbangkan beberapa faktor berikut ini:

- a) Frekuensi kecelakaan. Sebuah pekerjaan yang sering terjadi kecelakaan, merupakan prioritas utama dalam JSA.
- b) Tingkat cedera yang menyebabkan cacat. Setiap pekerjaan yang menyebabkan cacat harus dimasukkan ke dalam JSA.
- c) Potensi risiko. Beberapa pekerjaan mungkin tidak mempunyai riwayat kecelakaan, namun berpotensi munculnya bahaya.
- d) Pekerjaan baru. Setiap pekerjaan baru harus dibuat JSA. Analisa harus segera dibuat sebelum insiden / kecelakaan terjadi.
- e) Mendekati bahaya (near miss). Pekerjaan yang sering hampir terjadi kecelakaan (near miss) harus menjadi prioritas utama dalam JSA.

2. Membagi Pekerjaan

Untuk membagi pekerjaan, pilihlah pekerja yang tepat untuk melakukan observasi. Pilihlah pekerja yang berpengalaman, mempunyai kemampuan dan kooperatif sehingga mampu berbagi ide serta jelaskan tujuan dan manfaat dari JSA kepada pekerja.

3. Identifikasi Bahaya dan Potensi Kecelakaan Kerja

Tahap berikutnya untuk mengembangkan JSA adalah mengidentifikasi semua bahaya yang mungkin timbul, termasuk dalam setiap prosedur kerja. Identifikasi semua bahaya baik yang ditimbulkan oleh lingkungan sekitar dan yang berhubungan dengan pekerjaan. Identifikasi bahaya meliputi penilaian tingkat severity (keparahan/dampak), likelihood (kemungkinan) serta menentukan risk control terhadap bahaya yang timbul.

Langkah terakhir dalam JSA adalah mengembangkan prosedur kerja yang aman untuk mencegah timbulnya kejadian atau potensi kecelakaan. Beberapa solusi yang mungkin dapat diterapkan antara lain:

- a) Menemukan cara baru dalam melakukan suatu pekerjaan
- b) Mengubah kondisi lingkungan kerja yang menimbulkan bahaya.
- c) Mengubah prosedur kerja yang tidak aman.
- d) Mengurangi frekuensi pekerjaan yang menimbulkan risiko tinggi.

Poin utama dari Analisis Keselamatan Kerja/Job Safety Analysis adalah untuk mencegah kecelakaan dengan mengantisipasi, mengeliminasi, dan mengontrol bahaya yang ada.

Tabel 4.6 Job Safety Analysis

Urutan Kerja	Potensi Bahaya	Upaya Pengendalian
Membuka pintu dari kontainer bertipe openside di sisi depan dan samping	Tidak hati-hati saat membuka pintu menyebabkan tangan pekerja terjepit atau tergores	Menggunakan APD sarung tangan, sepatu safety, dan helm safety
Penguluran atau penggelaran oil boom ke laut dari drum penyimpanan dalam kontainer	Putaran dari drum dan winch yang berputar menyebabkan pekerja terjepit atau tergores	Menggunakan APD sarung tangan, sepatu safety, dan helm safety
Menyalakan kompresor untuk memasukkan udara kedalam oil boom	Tekanan berlebih dari kompresor dan aliran udara yang mengalir terlalu cepat dan dalam jumlah yang banyak	Pekerja harus selalu melihat dan mengawasi barometer dan flowmeter
Penggulungan kembali oil boom dengan menggunakan winch dan disimpan kedalam drum penyimpanan	Oil boom yang masih basah dari air laut menyebabkan pekerja terpelelet	Menggunakan APD sarung tangan, sepatu safety, dan helm safety
Mematikan saklar panel listrik, mematikan kompresor dan menutup pintu kontainer digunakan	Saklar panel yang akan dimatikan bersentuhan dengan tangan pekerja yang masih basah karena air sehingga menyebabkan korslet	Mengeringkan sarung tangan apabila masih basah terkena air dan memakai kaca mata safety untuk menghindari percikan air

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melalui berbagai proses bimbingan dan penjelasan proses yang saya dapatkan selama satu mengerjakan tugas akhir ini, saya menyimpulkan berdasarkan pada hasil pengerjaan tugas akhir ini dapat disimpulkan bahwa perancangan sistem hidrolis winch dan drum penyimpanan untuk oil boom sepanjang 2 km dalam openside kontainer 20ft adalah sebagai berikut:

1. Dalam analisa teknis perancangan sistem hidrolis winch dan drum penyimpanan untuk oil boom sepanjang 2 km dalam openside kontainer 20ft diketahui total berat oil boom per bagian yaitu 250 kg/bagian. Untuk oil boom sepanjang 2 km maka terdapat 134 bagian oil boom dengan total berat keseluruhan seberat 33,5 ton. Diketahui juga untuk volume udara yang dibutuhkan oil boom adalah sebesar 552,951 cm³. Dengan data torsi yang sudah ditentukan maka dapat di tentukan motor hidrolis yang akan digunakan. Torsi yang di butuhkan sebesar 9.330,376 Nm, untuk memilih motor hidrolis yang memiliki torsi sebesar 500 Nm atau lebih maka harus di perhitungkan safety factor dengan (15% x torsi yang dibutuhkan). Maka motor hidrolis yang dipilih harus memiliki torsi minimal sebesar 10.729,932 Nm. Oleh karena itu maka dipilih motor hidrolis tipe BLACKBRUIN BBC05 yang memiliki torsi sebesar 10.360-13.305 Nm dan tekanan sebesar 350-400 bar. Setelah diketahui kebutuhan total udara untuk oil boom sepanjang 2 km yaitu sebesar 552,951 cm³ maka selanjutnya dilakukan langkah pemilihan kompresor yang tepat. Dipilih kompresor tipe TANABE TASK-25110 dengan kapasitas 1.020 m³/jam. Dengan begitu maka dapat ditentukan waktu pengisian udara untuk oil boom selama 0,542 jam = ±35-40 menit.

2. Drum Penyimpanan juga dibuat khusus dan berbeda disesuaikan dengan kebutuhan oil boom dengan memperhatikan aspek seperti panjang oil boom dan material yang digunakan. Dengan hasil perhitungan kapasitas oil boom pada drum penyimpanan diketahui mampu menggulung sebanyak 279 bagian oil boom, maka dalam perancangan ini cukup menggunakan 1 drum penyimpanan untuk 134 bagian. Berat keseluruhan drum penyimpanan diketahui memiliki berat 242,697 kg dan material yang digunakan untuk drum penyimpanan tersebut yaitu aluminium.
3. Kontainer sebagai tempat penyimpanan dipilih jenis openside kontainer dengan ukuran 20ft untuk fleksibilitas pengoperasian dan untuk posisi setiap komponen sudah dilakukan layout peletakan didalam kontainer dengan memperhatikan vibrasi saat dioperasikan dan struktur pondasinya. Tata letak atau layout juga sudah dibuat memperhatikan fleksibilitas pengoperasian dan analisa keselamatan kerja.
4. Poin utama dari Analisis Keselamatan Kerja/Job Safety Analysis adalah untuk mencegah kecelakaan dengan mengantisipasi, mengeliminasi, dan mengontrol bahaya yang ada.

Analisa teknis perancangan tersebut memiliki perbedaan dengan sistem pneumatik karena sistem hidrolik tidak bisa dikombinasikan dengan kompresor untuk sistem penggeraknya (motor hidrolik), sehingga kompresor hanya digunakan untuk mengisi udara pada oil boom.

5.2 Saran

Dari hasil pengerjaan tugas akhir ini masih mengandung banyak kekurangan sehingga diperlukan beberapa hal untuk memperbaiki tugas akhir ini untuk mengurangi kesalahan yang terjadi kedepannya, saran-saran yang diperlukan diantaranya:

1. Untuk penelitian selanjutnya, dapat membahas seputar sistem kontrol yang ada dalam perancangan sistem hidrolik winch
2. Dalam analisa teknis seharusnya dibuat analisa ekonomi juga untuk mengetahui kebutuhan alokasi anggaran dana yang diperlukan

DAFTAR PUSTAKA

- Fakhrudin, 2004, *Dampak Tumpahan Minyak Pada Biota Laut*. Kompas, Jakarta
- Hartanto, B 2008. *Oil Spill (Tumpahan Minyak) Di Laut Dan Beberapa Kasus di Indonesia*. Yogyakarta
- <http://www.marpolindo.co.id/oil-spill-response-equipment/oil-boom>
- Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 109 Tahun 2006
- Marine Pollution 73/78
- American Petroleum Institute. 1985. *Oil spill response: options for minimizing adverse ecological impacts*. American Petroleum Institute, Washington, D.C., USA.
- British Columbia Ministry of Environment (BC-MOE). 2013. *British Columbia marine oil spill response plan*. Provincial document. British Columbia Ministry of Environment, Victoria, British Columbia, Canada.
- International Energy Agency (IEA). 2010. *World Energy Outlook 2010*. International Energy Agency, Paris, France.
- Nyman, T. 2009. *Evaluation of methods to estimate the consequence costs of an oil spill*. SKEMA Seventh Framework Programme, Athens, Greece.
- Nelson-Smith, A. 1973. *Oil pollution and marine ecology*. Plenum, New York, USA.
- Port Metro Vancouver. 2013. *Tanker traffic: oil tanker movement*. Port Metro Vancouver, British Columbia, Canada.
- Boulton, M. 2010. *Financial vulnerability assessment: who would pay for oil tanker spills associated with the Northern Gateway pipeline?* University of Victoria, Environmental Law Centre, Victoria, British Columbia, Canada.

- British Columbia Government. 2012. *Requirements for British Columbia to consider support for heavy oil pipelines*. Provincial document. British Columbia Government, Victoria, British Columbia, Canada.
- Conversations for Responsible Economic Development. 2013. *Assessing the risks of Kinder Morgan's proposed new Trans Mountain pipeline*. Conversations for Responsible Economic Development, Vancouver, British Columbia, Canada.
- Danielson, E. J. 2011. *A study of the economic impact of the Deepwater Horizon oil spill - Part 3: public perception*. Greater New Orleans, Inc., New Orleans, Louisiana, USA.
- David Suzuki Foundation. 2013. *Oil spill scenarios*. Video. David Suzuki Foundation, Vancouver, British Columbia, Canada.
- Etkin, D. S. 2004. *Modeling oil spill response and damage costs*. Freshwater spills symposium 2004. United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C., USA.
- Fingas, M. F. 2012. *The basics of oil spill cleanup*. 3rd Edition. Taylor and Francis Group, Boca Raton, Florida, USA.
- Herrington, P., G. Ball, and K. O'Halloran. 2006. *Aquatic ecotoxicity of cutback bitumen*. Land Transport New Zealand, Wellington, New Zealand.

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Malik Fahadh, merupakan putra dari 2 bersaudara. Memiliki ayah bernama Isa Anshori dan Ibunda bernama Siti Aisyah. Lahir pada tanggal 15 Juli 1997, di Gresik, Jawa Timur. Penulis telah menyelesaikan jenjang pendidikan dasar di SDNU 1 Tratee Gresik, pendidikan menengah di SMP Negeri 1 Gresik, pendidikan jenjang atas di SMA Negeri 1 Gresik dan melanjutkan pendidikan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS) di Departemen Teknik Sistem Perkapalan Program Studi Sarjana Reguler dengan bidang *Marine Machinery System* (MMS). Penulis pernah melaksanakan kerja praktik di 2 perusahaan, yaitu PT. Yasa Wahan Tirta Samudera di Semarang, Jawa Tengah dan PT. Pertamina Shipping di Jakarta Utara. Selain aktivitas akademik, penulis juga aktif dibidang non-akademik yaitu aktif bergabung dengan UKM ITS Badminton. Selain itu, juga aktif berpartisipasi dalam kegiatan perlombaan Marine Icon HIMASISKAL FTK-ITS pada tahun 2016, 2017 dan 2018 di divisi perlengkapan, Marine Diesel Assembly, dan Job Training. Penulis merupakan orang yang gemar berolahraga, terutama olahraga futsal dan badminton. Penulis dapat dihubungi melalui kingfahadhmalik@gmail.com.