

18.229/H/2003



TUGAS AKHIR
(KS 1701)

**STUDI EVALUASI TEKNIK KESELAMATAN
(SAFETY ENGINEERING) PADA PROSES
PEMBONGKARAN MUATAN DI DERMAGA KHUSUS
GOSPIER PERTAMINA UPMS V SURABAYA**



R55P
623.867
Mar
5-1
2002

Oleh :

BAYU MARYONO
4297 100 050

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	8-4-2003
Terima dari	H
No. Agenda	216948

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2002

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

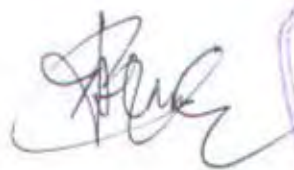
**STUDI EVALUASI TEKNIK KESELAMATAN
(SAFETY ENGINEERING) PADA PROSES
PEMBONGKARAN MUATAN DI DERMAGA KHUSUS
GOSPIER PERTAMINA UPMS V SURABAYA**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk
Memperoleh gelar sarjana teknik
Pada
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Surabaya, Juli 2003
Mengetahui

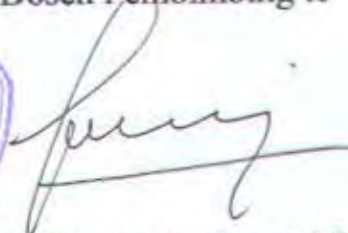
Dosen Pembimbing I



Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc

NIP. 131 993 365

Dosen Pembimbing II



Ir. R.O. Saut Gurning, M.Sc

NIP. 132 133 980



ABSTRAK

Proses pembongkaran muatan BBM dan LPG memiliki potensi timbulnya kecelakaan kerja cukup tinggi baik ditinjau dari aspek peralatan maupun prosedur kerja yang ada. Proses pembongkaran muatan membutuhkan suatu sistem pembongkaran muatan BBM ataupun LPG yang baik agar proses tersebut dapat berjalan dengan baik dan aman dari sisi keselamatan kerja. Sistem pembongkaran muatan itu sendiri merupakan suatu sistem yang mendukung operasi atau proses pembongkaran muatan BBM atau LPG tangki-tangki di kapal atau tanker menuju tangki-tangki timbun di darat atau di terminal.

Untuk itu perlu dilakukan analisa terhadap keandalan peralatan maupun prosedur kerja sistem pembongkaran muatan BBM atau LPG dari sisi keselamatan. Analisa yang dilakukan menggunakan metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) dan FTA (Fault Tree Analysis) untuk analisa peralatan dan menggunakan HEA (Human Error Analysis) untuk analisa terhadap prosedur kerja yang ada.

Tujuan analisa ini untuk mengetahui mode, penyebab dan dampak kegagalan atau kecelakaan pada proses pembongkaran muatan. Analisa ini juga untuk mengetahui tingkat kekritisan peralatan dan prosedur kerja yang dapat mengakibatkan kegagalan dan kecelakaan kerja pada proses pembongkaran. Penggunaan hasil analisa ini diharapkan mampu memberikan rekomendasi tindakan lebih lanjut guna mencegah atau mengurangi resiko kegagalan dan kecelakaan yang mungkin akan terjadi baik dengan perbaikan dan perawatan peralatan maupun kemungkinan perbaikan prosedur kerja yang ada.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rahhil 'aalamiin , segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, petunjuk, pertolongan, serta keridhoan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan untuk itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang baik demi penyempurnaan Tugas Akhir ini.

Berkenaan dengan selesainya penyusunan Tugas Akhir ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Ayah dan Ibunda tercinta yang telah mendidik, membesarkan dengan curahan perhatiannya yang besar serta segala do'a restu yang tak terhingga kepada penulis.
2. Bapak Ir. Alam Bahieramsyah M.Sc dan Bapak Ir. R.O. Saut Gurning M.Sc, selaku dosen pembimbing serta Bapak Ir. Dwi Priyanta M.S.E. yang telah memberikan dan mencurahkan ilmu, bimbingan, arahan yang berharga kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. A.A. Masroeri. M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan ITS.
4. Bapak Ir. Amiadji, MM, M.Sc, selaku Dosen wali selama menempuh studi di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan.
5. Keluargaku, kakak-kakakku, serta saudara-saudaraku di Malang maupun di Jakarta yang telah memberikan semangat dan dukungan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
6. Ucapan terima kasih yang istimewa khusus pada *Renanda Oktasari* yang setia dan sabar membantu maupun memberikan dorongan moril demi keberhasilan penulis, aku berharap kau dapat mendampingiku selalu, selamanya.

7. Terima kasih sebesar-besarnya pada Dinda, Dita, dan keluarga Taman Pondok Indah yang telah banyak memberikan bantuan dan dorongan moril selama penulisan ini.
8. Ibu Dra. Muniarti dan staff pada bagian Diklat dan Sumber Daya Manusia Pertamina UPMS V Surabaya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan pengambilan data di Lingkungan Pertamina UPMS V Surabaya.
9. Bapak Ir. Nindya Wasista, selaku Kepala Prasarana Maritim dan Kebandaran Pertamina UPMS V Surabaya, serta Bapak Ir. Heru Gani Purnomo sebagai Kepala Penanggungjawab Pelabuhan Khusus Pertamina UPMS V Surabaya atas bantuan dan bimbingan yang diberikan kepada penulis.
10. Bapak Ir. Barmen Napitupu, selaku Manager Teknik Instalasi Surabaya Group Pertamina UPMS V Surabaya dan staff atas bantuan yang telah diberikan.
11. Bapak Ir. Mulyono, selaku Kepala LK3 Instalasi Surabaya Group Pertamina UPMS V Surabaya beserta staff atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan.
12. Terima kasih juga kepada Riyanti atas bantuan yang diberikan pada penulis.
13. Terima kasih sebesar-besarnya pada rekan-rekan angkatan '97, Dawes, Bogie, Andie Abdillah, Andi Kepec, Awan, Nova, Jaja', Hageng, Erik manusia ringtones ('96/'97B), Imam, Maha, Becki, Inul, Fuad, Bambang, Luluk, Yuda, Mardi, Hendi dan semuanya yang mungkin tidak dapat saya sebutkan, mohon maaf penulis.
14. Terima kasih sebesar-besarnya pada teman-teman SMU yang tak terlupakan (Diah, Dessy, Mita, Dini, Tias, Sinta, Like, Andi, Erli, Inul, Rikci, Guntur) yang telah banyak memberikan bantuan dan dorongan moril selama penulisan ini.
15. Tak lupa ucapan terima kasih sebesar-besarnya pada seseorang sangat aku hormati (*Marina Revi Triani*) atas dorongan moril yang telah diberikan.
16. Terima kasih sebesar-besarnya pada rekan-rekan Marine Engineering, Herman "*kepiting turbo*" (2000), Cak Sun ('96), Arief ('96), Widya, Heri, Aan, Rahmat, Taufik, Guntur, Iwan, Tofan, Beny, Oka, Hendrawan, serta rekan-rekan lainnya.

18. Terima kasih juga pada teman-teman kos dulu Dobbi, Robbi, Mustain, Aries dan yang mungkin tidak tertulis disini atas segala bantuan dan dorongan moril yang diberikan untuk penulisan ini.
19. Terima kasih juga pada rekan-rekan kos-kosan Keputih II c, Ayok, Teguh, Hajar, Mum, Buchori, dan keluarga II c No. 10.

Semoga Allah SWT selalu membimbing kita semua kepada jalan yang lurus, jalan yang penuh nikmat dan karunia-Nya, Amin

Surabaya, 24 Juli 2002

Penulis

Do'a sejati yang paling tinggi adalah perenungan "Fikih" dengan kalbu yang murni, yang terlepas dari semua hasrat keduniawian, tidak terpaku dengan sikap jasmani, melainkan dengan gerak gerik jiwa, karena di atas jiwa ini kemuliaan "Fikih" terpancar ketika hamba sedang berdo'a [Imam Ghazali]

Petruah karya dihasilkan dari satu persen bakat dan sembilan puluh sembilan persen kerja keras (Thomas A Edison)

KU persembahkan Skripsi ini kepada
Ibunda dan Ayah tercinta yang telah
Menghadirkan dan mencintaiku,
Istri dan anak-anakku kelak
sebagai sumber motivasi dan inspirasi
demi keberhasilan dimasa depan

*"Bacalah !, Tuhanmulah Yang Maha Pemurah , Yang mengajar dengan kalam ,
mengajar manusia apa yang tiada ia tahu "*

DAFTAR ISI

Abstrak

Bab I PENDAHULUAN

1.1.	Latar Belakang	I-1
1.2.	Permasalahan	I-2
1.3.	Tujuan Penulisan	I-3
1.4.	Manfaat	I-4
1.5.	Metodologi	I-5

Bab II LANDASAN TEORI

2.1.	Studi Evaluasi Teknik Keselamatan	II-1
2.1.1.	Umum	II-1
2.1.2.	Kegagalan / Insiden kerja	II-2
2.2.	Konsep keandalan Untuk Keselamatan	II-3
2.2.1.	Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	II-3
2.2.2.	Fault Tree Analysis (FTA)	II-6
2.3.	Task Analysis	II-8
2.3.1.	Pendefinisian Masalah	II-8
2.3.2.	Analisa Pekerjaan	II-8

Bab III TINJAUAN PROSES PEMBONGKARAN MUATAN DI AREA DERMAGA KHUSUS “GOSPHER”

3.1.	Proses Pembongkaran Muatan di Area Dermaga Khusus “Gospier”	III-1
3.1.1.	Pelabuhan Khusus bongkar Muat Minyak “Gospier” Pertamina UPMS V Surabaya	III-1
3.1.2.	Proses Pembongkaran Muatan di Dermaga Khusus “Gospier”	III-2
3.1.2.1.	Proses Penambatan Kapal	III-3
3.1.2.2.	Proses Pembongkaran Muatan	III-5
3.1.2.3.	Proses Pelepasan Kapal Dari Dermaga	III-15
3.2.	Deskripsi Sistem Pembongkaran Muatan	III-15

3.3.	Tinjauan Keselamatan Kerja Pada Proses Pembongkaran Muatan Di Dermaga Khusus "Gospier"	III-24
3.3.1.	Sistem Keselamatan Kerja Pada Area Dermaga Khusus "Gospier"	III-24
3.3.2.	Tinjauan Kecelakaan dan Kegagalan Kerja	III-33
3.3.3.	Analisa Dampak Kegagalan dan Kecelakaan Kerja	III-38

Bab IV ANALISA KESELAMATAN KERJA DARI ASPEK PERALATAN

4.1.	Umum	IV-1
4.2.	Analisa Data Peralatan	IV-5
4.3.	Analisa Kualitatif	IV-16
4.3.1.	FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)	IV-16
4.3.2.	FTA (Fault Tree Analysis)	IV-24

Bab V ANALISA KESELAMATAN KERJA DARI ASPEK PROSEDUR KERJA

5.1.	Umum	V-1
5.2.	Tinjauan Prosedur Kerja Pembongkaran Muatan di Pelsus Gospier	V-2
5.3.	Analisa Prosedur Kerja Terhadap Kasus Kegagalan Dan Kecelakaan Kerja di Pelsus "Gospier"	V-2
5.3.1.	Definisi Masalah	V-4
5.3.2.	Analisa Tahapan Pekerjaan (Task Analysis)	V-4
5.3.3.	Analisa Kesalahan Manusia (Human Error Analysis)	V-15
5.4.	Kekritisn Prosedur Kerja Pembongkaran Muatan di Pelsus Gospier	V-29

Bab VI KESIMPULAN DAN SARAN

Daftar Pustaka

Lampiran A

Lampiran B

Lampiran C

Lampiran D



BAB I
PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Proses pembongkaran muatan BBM dan LPG di dermaga khusus "Gospier" memegang peranan penting dalam distribusi bahan bakar minyak maupun LPG untuk wilayah Jawa Timur dan sekitarnya. Pentingnya peranan ini karena dermaga atau pelabuhan ini merupakan salah satu dari tiga pelabuhan milik Pertamina UPMS V Surabaya yang paling padat serta melihat pada kebutuhan BBM dan LPG untuk wilayah Jawa Timur dari tahun ke tahun semakin meningkat.

Proses pembongkaran muatan di dermaga khusus "Gospier" tidak terlepas dari resiko kegagalan maupun kecelakaan kerja. Kegagalan dan kecelakaan kerja merupakan kerugian yang seharusnya dapat dikontrol dan dicegah apabila seluruh faktor yang berpotensi menyebabkan kegagalan maupun kecelakaan kerja dapat diprediksi sedini mungkin. Studi evaluasi keselamatan pada dasarnya mencari dan menyingkap kelemahan dan kegagalan operasional yang memungkinkan terjadinya kegagalan maupun kecelakaan kerja, serta mengungkap sebab-sebab suatu kegagalan atau kecelakaan maupun mencari kemungkinan pencegahan dan perlindungannya.

Sementara itu kegagalan dan kecelakaan kerja dapat terjadi karena beberapa faktor, misalnya faktor kegagalan peralatan pembongkaran muatan, prosedur pembongkaran muatan, prosedur keselamatan, kemungkinan

terjadinya human error maupun faktor lingkungan yang berpotensi menimbulkan resiko kegagalan dan kecelakaan kerja. Disamping itu perlu untuk dicermati bahwa proses pembongkaran muatan BBM maupun LPG memiliki resiko bahaya terhadap keselamatan cukup tinggi baik resiko bahaya api dan ledakan maupun resiko pencemaran lingkungan sekitar.

Oleh karena itu perlu suatu kajian atau evaluasi keselamatan kerja terhadap proses pembongkaran muatan baik BBM maupun LPG untuk mencegah dan mengurangi kemungkinan resiko terjadinya kegagalan dan kecelakaan kerja dengan melakukan analisa terhadap kemungkinan faktor-faktor penyebab kegagalan dan kecelakaan baik dari aspek peralatan kerja maupun prosedur kerja serta mencari kemungkinan pencegahan dan perlindungannya.

1.2. Permasalahan

Data keselamatan dari Pertamina menunjukkan bahwa kejadian kecelakaan kerja yang terjadi pada area dermaga khusus bongkar muat minyak Pertamina UPMS V Surabaya dapat dikategorikan sebagai berikut:

- Kecelakaan yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan.
- Kecelakaan yang mengakibatkan terjadinya bahaya api dan ledakan.
- Kecelakaan yang mengakibatkan cedera dan kerusakan peralatan.

Faktor yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja dapat berasal dari lingkup peralatan atau komponen pembongkaran muatan, prosedur kerja maupun lingkungan yang kesemua dari faktor-faktor tersebut terkait dengan permasalahan human error.

Kecelakaan tersebut dapat diminimalkan apabila faktor yang berpotensi menyebabkan kecelakaan dapat diprediksi sedini mungkin. Hal ini dapat dilakukan dengan mengidentifikasi tingkat kekritisian dari peralatan dan tahapan prosedur kerja serta lokasi-lokasi atau area berbahaya. Berdasarkan masukan dari evaluasi peralatan, prosedur dan kondisi lingkungan kerja maka permasalahan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

- Mendapatkan ranking kekritisian dari komponen (ranking critical equipment) dengan menggunakan metode FMEA/FTA.
- Mendapatkan ranking kekritisian dari tahapan pekerjaan bongkar muat (ranking critical task) dengan metode Task Analysis.

Untuk memperjelas permasalahan dalam tugas akhir ini maka perlu adanya batasan permasalahan yaitu sebagai berikut:

- Obyek studi difokuskan pada aspek keselamatan dari segi teknis peralatan dan prosedur kerja proses pembongkaran muatan BBM dan LPG di dermaga khusus "Gospier".
- Batas-batas area dermaga khusus "Gospier" dapat dilihat pada lampiran.

1.3. Tujuan Penulisan

Berdasarkan permasalahan di atas, tujuan penulisan tugas akhir ini adalah:

- Mengetahui kekritisian dari komponen permesinan bongkar muat dan kekritisian tahapan prosedur kerja serta titik-titik lokasi yang memiliki potensi menimbulkan kecelakaan kerja.
- Untuk mencari solusi guna meminimalkan kecelakaan kerja di area bongkar muat melalui kemungkinan terhadap perbaikan prosedur kerja

, pencegahan terhadap kemungkinan human error dan perkiraan terhadap keandalan dari peralatan yang ada.

1.4. Manfaat

Dengan penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat memberi sumbangan pemikiran bagi Pertamina dalam pengambilan keputusan terhadap masalah keselamatan pada area pelabuhan bongkar muat dan demi peningkatan produktifitas bongkar muat.

1.5 Metodologi

Metodologi merupakan suatu kerangka dasar yang digunakan sebagai acuan untuk menyelesaikan permasalahan yang akan dianalisa. Metodologi mencakup semua tindakan ataupun langkah-langkah yang akan dilakukan untuk penulisan tugas akhir ini.

Pada tugas akhir ini bertujuan untuk melakukan analisa atau evaluasi terhadap teknik keselamatan pada proses pembongkaran muatan BBM dan LPG di dermaga khusus "Gospier". Dalam melakukan analisa tersebut metode analisa yang dipakai adalah FMEA (Failure Mode and Effect Anaysis) dan FTA (Fault Tree Analysis) untuk analisa keselamatan ditinjau dari aspek peralatan serta Task Analysis untuk analisa keselamatan ditinjau dari aspek prosedur kerja. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut diatas adalah sebagai berikut :

1. FTA/FMEA, merupakan metode yang digunakan untuk menentukan tingkat kekritisan dari peralatan atau permesinan bongkar muat adapun metode tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

- FTA (Fault tree Analysis), langkah-langkah yang dilakukan dalam penyusunan FTA :
 1. Mengidentifikasi masalah dan batasan kondisi.
 2. Membuat konstruksi fault tree.
 3. Identifikasi minimal cut set.
 4. Analisa kualitatif

- FMEA (Failure Modes and Effect Analysis) langkah-langkah untuk penyusunan FMEA adalah sebagai berikut :

Metode ini dilakukan dengan cara mendata atau menginventarisir kejadian-kejadian pada suatu sistem maupun subsistem. Kemudian dari data-data yang ada kita analisa sehingga diketahui dampak-dampak atau akibat akibat terjadinya kegagalan terhadap sistem itu sendiri. FMEA dalam hal ini mengidentifikasi mode-mode kegagalan fungsional yang potensial dari suatu sistem.

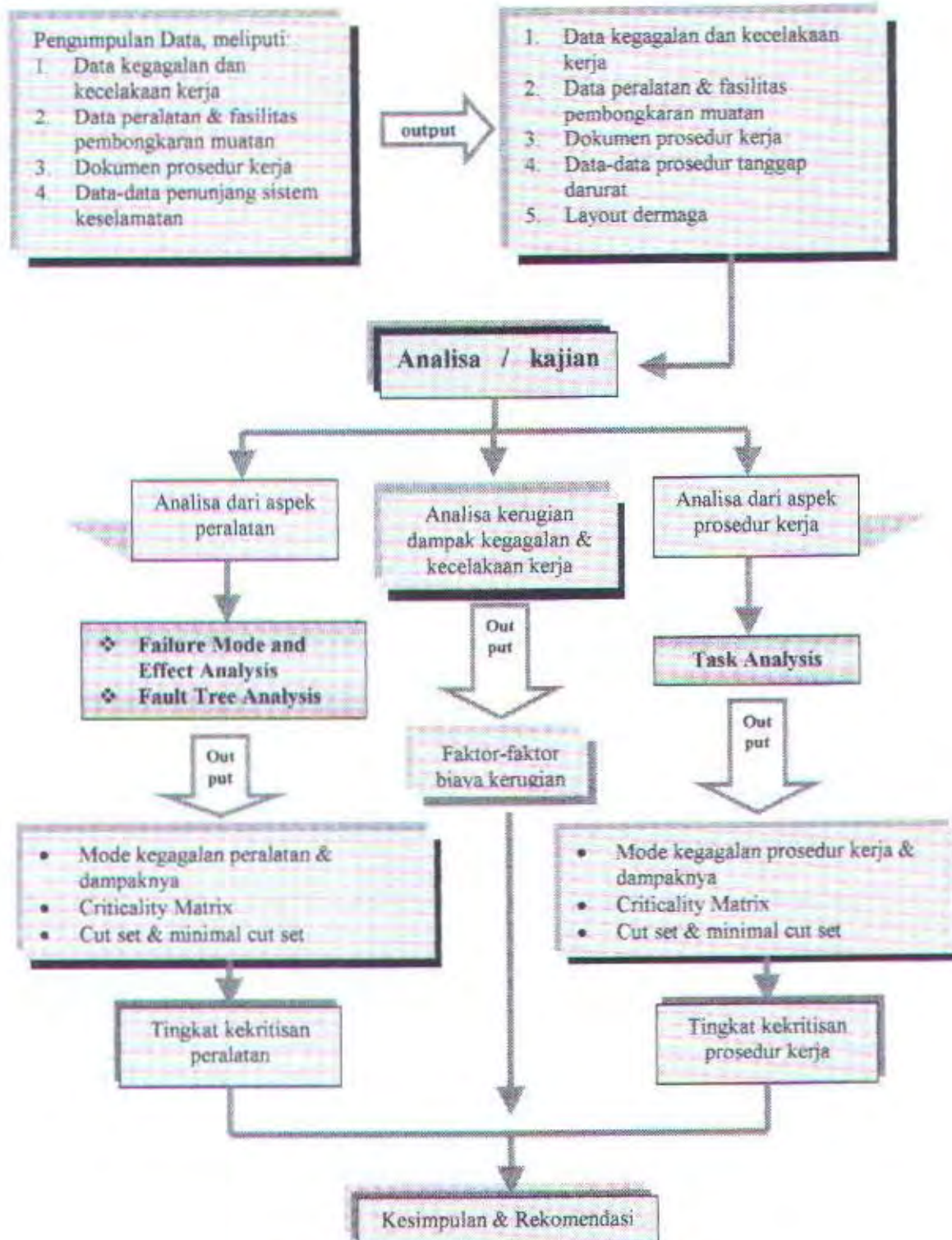
2. Task Analysis merupakan metode untuk menentukan tingkatkekritisan dari tahapan pekerjaan. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

- Mengidentifikasi masalah
- Analisa tugas / pekerjaan
- Analisa Human error
- Representasi / tampilan.

Tahap-tahap yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini lebih dijelaskan pada Gambar 1.1 dibawah ini

Metodologi Tugas Akhir

" STUDI EVALUASI TEKNIK KESELAMATAN PADA PROSES PEMBONGKARAN MUATAN DI AREA DERMAGA KHUSUS GOSPIER PERTAMINA UPMS V SURABAYA "



Gambar 1.1. Proses Pengerjaan Tugas Akhir

BAB II
LANDASAN TEORI

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Studi Evaluasi Teknik Keselamatan

2.1.1. Umum

Studi evaluasi keselamatan merupakan suatu usaha yang terorganisir untuk mengidentifikasi dan menganalisa sebuah situasi yang memiliki resiko signifikan yang dihubungkan dengan sebuah aktivitas atau proses. Evaluasi keselamatan digunakan untuk menunjukkan kelemahan suatu desain atau operasi dari fasilitas yang berpotensi menimbulkan resiko kejadian berbahaya. Studi evaluasi keselamatan menggunakan metode kualitatif untuk menganalisa potensial kegagalan atau kerusakan peralatan dan kesalahan manusia yang dapat mengakibatkan suatu insiden. Selain itu studi ini dapat digunakan untuk menunjukkan kegagalan sistem dalam mengoperasikan program keselamatan yang dibutuhkan.

Beberapa jenis teknik evaluasi keselamatan adalah digunakan untuk menunjukkan arah pemahaman terhadap suatu resiko berbahaya dalam hubungannya dengan perencanaan atau keberadaan proses / aktivitas sistem. Penggunaan metode atau teknik evaluasi keselamatan diharapkan dapat membantu memberikan arah terhadap kemungkinan bagaimana mengurangi frekwensi dan akibat potensial suatu kecelakaan.

2.1.2. Kegagalan / Insiden Kerja.

Suatu insiden kegagalan dapat didefinisikan sebagai suatu rangkaian kejadian tak direncanakan yang menghasilkan sebuah akibat yang tidak diinginkan dimana kejadian ini dapat mengganggu atau mengurangi efisiensi operasi sistem, sedangkan insiden kecelakaan didefinisikan sebagai suatu kejadian yang tidak diinginkan dimana kejadian ini mengakibatkan dampak yang cukup fatal terhadap sistem, manusia, maupun lingkungan sekitar. Kemungkinan awal suatu kejadian dapat menjadi rangkaian insiden kegagalan atau kecelakaan pada suatu sistem dapat bergantung pada :

- ♦ keberadaan sistem, sarana pengamanan dan pencegahan terhadap potensial resiko yang akan terjadi dalam hal ini tingkat pencegahan dan pengalaman yang dilakukan.
- ♦ Respon dari pihak teknis keselamatan dan kontrol administrasi yang dibuat terhadap suatu kejadian.

Sedangkan insiden kerja dapat diartikan sebagai kejadian yang tidak diharapkan pada saat proses kerja dimana memberikan pengaruh yang tidak baik terhadap aktivitas / proses pekerjaan, sarana kerja maupun personil pekerja yang ada. Insiden kerja dapat juga diartikan sebagai kecelakaan kerja yang terjadi karena kondisi atau keadaan yang tidak selamat maupun perbuatan yang tidak selamat (*unsafe act & unsafe condition*). Berdasarkan berbagai faktor yang ada sebenarnya insiden atau kecelakaan kerja lebih cenderung berhubungan dengan manajemen yang ada.

2.2. Konsep Keandalan Untuk Keselamatan Kerja

2.2.1. Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)

Analisa FMEA merupakan analisa keandalan yang lebih menekankan pada pendekatan bottom up (bottom up approach) dimana analisa dilakukan dengan melakukan pemeriksaan terhadap komponen-komponen dari tingkat rendah yang kemudian dilanjutkan ke sistem yang tingkatnya lebih tinggi serta mempertimbangkan kegagalan sistem sebagai hasil dari semua mode kegagalan,

Sebagai salah satu bentuk analisa kualitatif. FMEA bertujuan untuk mengidentifikasi mode-mode kegagalan serta dampak kegagalan yang ditimbulkan oleh tiap-tiap komponen terhadap sistem. Hasil analisa FMEA ditulis dalam suatu kolom lembar kerja (worksheet). Adapun kolom-kolom yang terdapat pada lembar kerja tersebut yaitu :

- Kolom 1 (Komponen)

Menunjukkan nama unit atau komponen yang dimaksud.

- Kolom 2 (Function)

Menjelaskan fungsi dari komponen didalam sistem yang sedang dianalisa.

- Kolom 3 (Failure Mode)

Mode-mode kegagalan pada tiap-tiap komponen diidentifikasi serta dicatat pada kolom ini.

- Kolom 4 (Failure mechanism)

Kemungkinan mekanisme kegagalan yang dapat menyebabkan terjadinya mode kegagalan sehingga mempengaruhi sistem , mekanisme kegagalan dalam kolom ini hanya berupa penjelasan singkat.

- Kolom 5 (Detection of failure)

Berbagai kemungkinan pendeteksian dari berbagai mode kegagalan dicatat pada kolom ini.

- Kolom 6 (Effects of the failure on the components)

Dampak yang terjadi pada komponen akibat dari mode-mode kegagalan yang ditimbulkan oleh suatu komponen.

- Kolom 7 (Effects of the failure on the system)

Semua efek dari mode-mode kegagalan yang ditimbulkan dari suatu komponen dan dampaknya pada sistem.

- Kolom 8 (severity level)

Penggolongan ranking dari kegagalan yang terjadi pada komponen yang diidentifikasi yang menggambarkan seberapa besar dampak yang dapat ditimbulkan terhadap sistem. Tabel 2.1 menunjukkan tingkat kerusakan yang sering dipakai dalam analisa.

Tabel 2.1
Klasifikasi tingkat kerusakan

Kategori		Keterangan
Catastropic	A	Kegagalan yang menyebabkan kematian
Critical	B	Kegagalan dapat mengakibatkan kerusakan hebat
Major	C	Kegagalan dapat mengakibatkan kerusakan kecil
Minor	D	Kegagalan dapat mengakibatkan pemeliharaan yang tidak terencana

- Kolom 9 (failure rate)

Laju kegagalan dari masing-masing mode kegagalan di record pada kolom ini.

Untuk kasus yang tidak memiliki data kuantitatif, maka klasifikasi pada Tabel 2.2 ini dapat digunakan untuk mengisi kolom work sheet.

Tabel 2.2
Data kualitatif failure rate

Fairule Rate	Keterangan
Very unlikely	Terjadi sekali setiap 1000 tahun
Remote	Terjadi sekali setiap 100 tahun
Occasional	Terjadi sekali setiap 10 tahun
Probable	Terjadi sekali setiap tahun
Frequent	Terjadi sekali sebulan atau sering

- Kolom 10 (risk reducing measure)

Kemungkinan-kemungkinan tindakan koreksi yang dapat dilakukan berkenaan dengan mode-mode kegagalan yang terjadi.

Untuk mengetahui ranking kekritisian dari failure mode yang berbeda yaitu dengan cara mengkombinasikan severity level (kolom 8) dan failure rate (kolom 9). Tabel 2.3 menunjukkan criticality matrix. Mode kegagalan yang paling kritis ditunjukkan dengan tanda (x) pada pojok kanan atas dari matrix sedangkan yang paling tidak kritis ditunjukkan dengan tanda (x) pada pojok kiri bawah matrik.

Tabel 2.3
Pengelompokan tingkat kerusakan

Failure Rate	Saverity Group			
	Minor	Major	Critical	Catastropic
Frequent				(X)
Probably				
Occational				
Remote				
Very unlikely	(X)			

2.2.2 Fault Tree Analysis (FTA)

FTA (Fault Tree Analysis) lebih menekankan pada “top down” approach yaitu karena analisa ini berawal dari sistem top level dan meneruskannya ke bawah. Titik awal dari analisa ini adalah pengidentifikasian mode kegagalan pada top level dari suatu sistem.

Sebuah fault tree mengilustrasikan keadaan dari komponen-komponen sistem (basic event) dan hubungan antara basic event dan top event. Simbol grafis yang dipakai untuk menyatakan hubungan tersebut disebut gerbang logika.

Sebuah top event yang merupakan definisi dari kegagalan suatu sistem, harus ditentukan terlebih dahulu dalam pengkontruksian FTA. Sistem kemudian dianalisa untuk menemukan semua kemungkinan kegagalan yang didefinisikan pada top event. Setelah mengidentifikasi top event, event-event yang memberikan kontribusi secara langsung terjadinya top event diidentifikasi, dan dihubungkan ke top event dengan memakai hubungan logika dengan menggunakan gerbang AND (AND gate) dan gerbang OR (OR gate) sampai dicapai event dasar.

Pengkonstruksian fault tree dimulai dari top event. Sistem dianalisa untuk menentukan kemungkinan yang menyebabkan suatu sistem mengalami kegagalan seperti yang didefinisikan pada top event. Oleh karena itu, berbagai fault event yang secara langsung yang menjadi penyebab terjadinya top event harus secara teliti diidentifikasi. Berbagai penyebab ini di koneksikan ke top event oleh sebuah gerbang logika. Tabel 2.4 merupakan simbol dari fault tree.

Tabel 2.4
Simbol Fault Tree

Nama Simbol	Simbol	Deskripsi
OR - GATE		Kejadian output akan terjadi jika semua input terjadi
AND-GATE		Kejadian output akan terjadi jika beberapa input terjadi
BASIC EVENT		Event kegagalan hasil kombinasi dari kegagalan lain dan output ke logic gate
UNDEVELOP EVENTS		Event yang tidak dianalisa lebih jauh karena keterbatasan data/informasi atau karena alasan lain

Dari berbagai kombinasi kesalahan ini dapat disusun cut set dan minimal cut set. Cut set yaitu serangkaian komponen sistem, apabila terjadi kegagalan dapat berakibat kegagalan pada sistem. Sedangkan minimal cut set yaitu set minimal yang dapat menyebabkan kegagalan pada sistem. Untuk mencari minimal cut set digunakan MOCUS (method for obtaining cut sets) yaitu merupakan sebuah algoritma yang dipakai untuk mendapatkan minimal cut set dalam sebuah fault tree.

2.3. Task Analysis

Task Analysis atau analisa terhadap tahapan pekerjaan adalah analisa yang digunakan untuk mengidentifikasi model-model kesalahan yang sering terjadi, apakah sering kesalahan itu dilakukan dan bagaimana pengaruhnya terhadap sistem. Adapun tahapan dalam melakukan analisa adalah sebagai berikut:

2.3.1. Pendefinisian Masalah

Pendefinisian masalah dilakukan untuk mengidentifikasi masalah dan latar belakang dari tujuan sistem. Juga mencari bentuk-bentuk kesalahan yang dilakukan oleh manusia yang menyebabkan penyimpangan terhadap fungsi suatu sistem, karena antara manusia dan sistem terdapat beberapa interaksi yang harus diperhatikan, diantaranya :

- Kesalahan operator sistem dapat menyebabkan kegagalan atau kecelakaan pada sistem.
- Kesalahan dalam perawatan menyebabkan keamanan sistem berkurang.
- Kesalahan diagnosa oleh operator dapat menyebabkan kerusakan semakin parah.
- Tindakan perbaikan yang bersifat sementara atau permanen.

2.3.2. Analisa Pekerjaan (Task Analysis)

Analisa pekerjaan digunakan untuk mengidentifikasi perlu untuk dilakukan oleh operator guna mencapai tujuan sistem. Adapun prinsip-prinsip yaitu :

- ◆ Keselamatan : suatu sistem keamanannya harus terjamin baik bagi operator ,manusia disekitarnya, peralatan sistem dan dampaknya terhadap lingkungan

- ♦ Produktifitas : analisa ini dapat membantu memutuskan dimana proses dapat bersifat otomatis dan bagaimana menjamin efisiensi, dapat dilakukan dari identifikasi pengurangan resiko bahaya.
- ♦ Ketersediaan : Sistem harus mendapatkan jaminan perawatan yang memadai dan harus dilakukan secara terencana. Analisa ini dapat digunakan untuk menentukan perencanaan perawatan, kebutuhan perawatan dan peralatan pendukung.

Kemudian dari hirarki tugas tersebut dapat dibuat suatu tabular task analysis (tabel analisa pekerjaan). Berdasarkan tabel analisa tersebut selanjutnya akan ditentukan error mode yang berpotensi menyebabkan kecelakaan. Dari hasil tersebut dilakukan analisa terhadap semua kesalahan manusia yang mungkin terjadi dan berpotensi menyebabkan kecelakaan untuk dicari pencegahan dan penanggulangannya. Setelah itu dilakukan analisa kesalahan manusia (human error analysis) HEA. Tahap selanjutnya memodelkan kesalahan manusia yang terjadi beserta penaggulangannya, dapat dilakukan dengan menggunakan fault tree.

BAB III

**TINJAUAN PROSES
PEMBONGKARAN MUATAN DI
AREA DERMAGA KHUSUS
“GOSPIER”**

BAB III

TINJAUAN PROSES PEMBONGKARAN MUATAN DI AREA DERMAGA KHUSUS GOSPHER

3.1. Proses Pembongkaran Muatan di Area Dermaga Khusus Bongkar Muat Minyak "Gospher" Pertamina UPMS V Surabaya

3.1.1. Pelabuhan Khusus Bongkar Muat Minyak "Gospher" Pertamina UPMS V Surabaya.

Sebelum membahas mengenai proses pembongkaran muatan pada area dermaga khusus Pertamina UPMS V Surabaya, dermaga khusus milik Pertamina UPMS V Surabaya terdapat 3 buah dermaga yaitu:

- ♦ Dermaga Khusus Gospher
- ♦ Dermaga Khusus Semampir Barat
- ♦ Dermaga Khusus Semampir Timur

Dalam tugas akhir ini permasalahan dibatasi pada area dermaga khusus Gospher dengan deskripsi lokasi sebagai berikut:

- Posisi geografis : 07° 11' 57" lintang selatan

112° 44' 03" bujur timur

- Posisi ekologisnya terletak di pesisir Teluk Surabaya, Pantai Utara Pulau Jawa.

Dermaga khusus Gaspier merupakan sebuah dermaga / jetty yang khusus untuk bersandarnya kapal – kapal tanker guna melakukan proses bongkar muat BBM dan LPG, dengan fasilitas sebagai berikut:

- Kapasitas : 35.000 Dwt
- Fasilitas Bongkar muat : - 2 unit Marine Loading Arms 2 x Ø 8”
 - 6. unit Rubber Hoses a Ø 10.”
 - 2 fresh water line Ø 3 “
 - 2 unit LPG pipeline Ø 8” & 6”
 - 4 unit jalur pipa BBM Ø 12”
 - serta berbagai sarana pendukung lainnya.

3.1.2. Proses Pembongkaran Muatan di Area Dermaga Khusus Gaspier

Dermaga khusus Gaspier lebih dikhususkan untuk proses pembongkaran muatan BBM dan LPG, hal ini dikarenakan kegiatan di area dermaga ini adalah untuk menerima produk BBM dan LPG yang akan di distribusikan di seluruh wilayah Jawa Timur. Pelaksanaan pembongkaran muatan didermaga dapat dilaksanakan apabila tidak melebihi batasan kondisi operasional yaitu :

- Menggunakan Marine Loading Arms (MLA)
 - sudut vertikal MLA maksimum = 120° dan sudut horisontal MLA maksimum = 30°
 - tinggi ombak tidak lebih dari 40 cm dengan kecepatan angin tidak lebih dari 15 knot
 - Kecepatan aliran muatan maksimum MLA (A) 200 Mton/jam dan MLA (B) 120 Mton/jam

apabila kondisi operasi melebihi batas maksimum tersebut maka pelaksanaan pembongkaran muatan harus segera dihentikan sementara dan mengikuti instruksi selanjutnya.

➤ Menggunakan Rubber Hose

kerenggangan kapal terhadap fender dermaga maksimum 2 meter, kecepatan aliran maksimum 500 K.liter/jam, dengan tinggi ombak tidak lebih dari 40 cm dan kecepatan angin tidak lebih dari 15 knot. Apabila kondisi operasi melebihi batas maksimum maka pelaksanaan pembongkaran harus segera dihentikan sementara dan mengikuti instruksi selanjutnya.

Proses bongkar muat yang dilakukan di dermaga khusus Gospier setelah penerimaan kedatangan kapal oleh pihak pelabuhan pada dasarnya dapat dibagi dalam tiga tahapan proses yaitu :

- ♦ Proses penambatan kapal di dermaga.
- ♦ Proses pembongkaran muatan.
- ♦ Proses pelepasan kapal dari dermaga.

Proses tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

3.1.2.1. Proses penambatan kapal

Proses penambatan kapal / proses penyandaran kapal di dermaga dilakukan bersama-sama antara pihak personil kapal, personil pelabuhan, dengan dibantu oleh Tug Boat dan Mooring Boat. Penjelasan proses penambatan / penyandaran kapal ke dermaga adalah sebagai berikut:

- Dengan koordinasi antara kapal, pihak dermaga, dan pihak Tug Boat serta Mooring Boat. Kapal dibantu oleh Tug Boat dan Mooring Boat dibawa merapat menuju dermaga.
- Setelah kapal dipastikan merapat dan memungkinkan untuk dilakukan penyandaran disertai penambatan kapal sesuai aturan yang telah ditetapkan pihak dermaga maka proses penambatan kapal dilakukan.
- Proses penambatan kapal di dermaga dibantu oleh dua buah mooring boat. Proses penambatan diawali dengan penyerahan tali tambat kapal ke pihak dermaga dan mooring boat untuk ditambatkan pada fasilitas tambat yang ada baik di dermaga maupun di mooring buoy.
- Setelah kapal ditambatkan di dermaga, dilakukan pengecekan kondisi tali tambat dan kondisi pengikatan tali tambat pada fasilitas tambat yang ada baik di dermaga maupun pada mooring buoy oleh pihak pelabuhan.

Proses penambatan ini tergantung pada fasilitas yang disediakan pihak pelabuhan guna mendukung proses tersebut. Adapun fasilitas guna mendukung proses penambatan yang disediakan oleh pihak dermaga / pelabuhan khusus Gospier milik Pertamina UPMS V Surabaya antara lain :

- Breathing Dolphin
- Mooring Buoy
- Sarana Pendukung Operasi :
 - a) 2 unit Tug Boat

- b) 2 unit Mooring Boat.
- c) Sarana atau peralatan komunikasi.

3.1.2.2. Proses Pembongkaran Muatan

Proses pembongkaran muatan di dermaga khusus Gospier dibagi dalam dua sub sistem yaitu

- A. Sub sistem proses pembongkaran muatan menggunakan Marine Loading Arm.
- B. Sub sistem proses pembongkaran muatan menggunakan Cargo Rubber Hose.

Penjelasan lebih lanjut terhadap kedua sub sistem tersebut adalah sebagai berikut :

- Sub sistem pembongkaran muatan menggunakan Marine Loading Arm.

Pada sub sistem pembongkaran muatan menggunakan Marine Loading Arm untuk dermaga khusus Gospier dikhususkan bagi pembongkaran muatan LPG. Terdapat dua buah Marine Loading Arm yang tersedia di dermaga ini. Untuk proses pembongkaran muatan dijelaskan sebagai berikut:

- a) Penyambungan MLA.

adapun prosedur penyambungan dan pengoperasian MLA yaitu:

- Memasang buonding cable sebelum penyambungan MLA dilaksanakan dan melepas bounding cable setelah MLA dilepas
- Pastikan produk didalam outboard dan inboard arm serta base riser MLA yang akan dioperasikan dalam keadaan kosong.
- Tekan tombol " ON " Power listrik panel.

- Tekan tombol " ON " saklar listrik push botton jalur MLA.
- Naikkan tuas reset di hidrolik power unit ke posisi " ON ".
- Buka selektor valve MLA yang akan dioperasikan.
- Arahkan selektor switch di kontrol panel marine arm pada posisi nomor MLA yang akan diopersikan.
- Tekan tombol "start" dikontrol panel marine arm.
- Buka pengunci inboard arm
- Pengoperasian MLA :
 - Untuk menggerakkan MLA maju atau mundur dengan cara menggerakkan handle inboard arm di kontrol panel marine arm, untuk maju gerakkan ke arah "forward" dan untuk mundur handle digerakkan kearah "back".
 - Untuk menggerakkan MLA naik / turun dengan cara menggerakkan handle outboard arm dikontrol panel marine arm, untuk gerak naik handle digerakkan kearah "up" dan untuk gerak turun handle digerakkan kearah "down".
 - Untuk menggerakkan MLA kekiri / kekanan dengan cara menggerakkan handle horisontal rotation di kontrol panel marine arm, untuk gerak kekanan handle digerakkan kearah "right" dan untuk gerak kekiri handle digerakkan kearah "left".
- Bila flange out board arm sudah berada dekat didepan manifold tanker untuk memudahkan penyambungan flange outboard MLA ke manifold,selector switch yang ada dikontrol panel diarahkan pada posisi normal

- Setelah outboard arm MLA tersambung dengan manifold Tanker matikan pompa hidrolik di kontrol panel marine arm.
- Pemasangan bounding antara manifold MLA dengan manifold kapal.

Pipa-pipa muatan setelah MLA di area dermaga harus diperiksa sebelum dipakai, pihak dermaga bertanggung jawab menyediakan pipa-pipa muatan yang baik kondisinya.

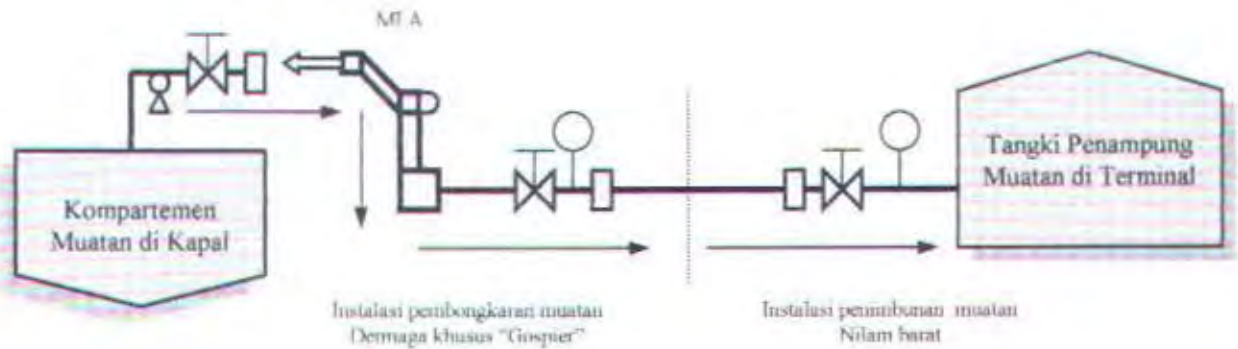
b) Proses Pembongkaran Muatan

- Setelah semua siap, MLA tersambung maka dilakukan pemeriksaan kembali apakah valve sudah terbuka dengan baik baik didarat maupun dikapal.
- Proses pemompaan dilakukan dengan kecepatan aliran (flow rate) muatan sesuai kesepakatan pihak kapal dan terminal.
- Selama proses pemompaan dilakukan pemeriksaan tekanan pipa Discharging di dermaga sambil dilakukan pengambilan contoh mutu muatan dari drain cock pipa di dermaga/jetty untuk dilakukan pemeriksaan mutu muatan yang dibongkar.
- Pada akhir pembongkaran, berdasarkan pengukuran dikompartemen kapal serta flow meter di kapal , pihak kapal segera menginformasikan perkiraan kapan pembongkaran berakhir kepada pihak dermaga dan terminal.
- Setelah proses pembongkaran muatan selesai gate valve di MLA ditutup, juga katup-katup baik dikapal, dermaga maupun tangki di terminal.

c) Pelepasan MLA.

- Drain / kosongkan produk yang ada di dalam inboard dan outboard arm serta base riser, hal ini dapat dilakukan dengan cara membuka katub pada pipa drain yang dilaksanakan sebelum outboard arm dilepas dari manifold tanker sehingga produk mengalir ke bawah untuk ditampung.
- Lepas kabel bounding antara manifold MLA dengan manifold kapal.
- Outboard arm dilepas dari manifold tanker.
- Hidupkan motor pompa hidrolik dan arahkan selector switch pada posisi MLA yang akan dioperasikan.
- MLA dikembalikan pada posisi tidak beroperasi.
- Kunci inboard arm
- Tutup selector valve
- Matikan operasi pompa hidrolik dan matikan power listrik panel.

Adapun diagram proses pembongkaran muatan muatan dengan menggunakan MLA dapat dilihat pada Gambar 3.1. di bawah ini



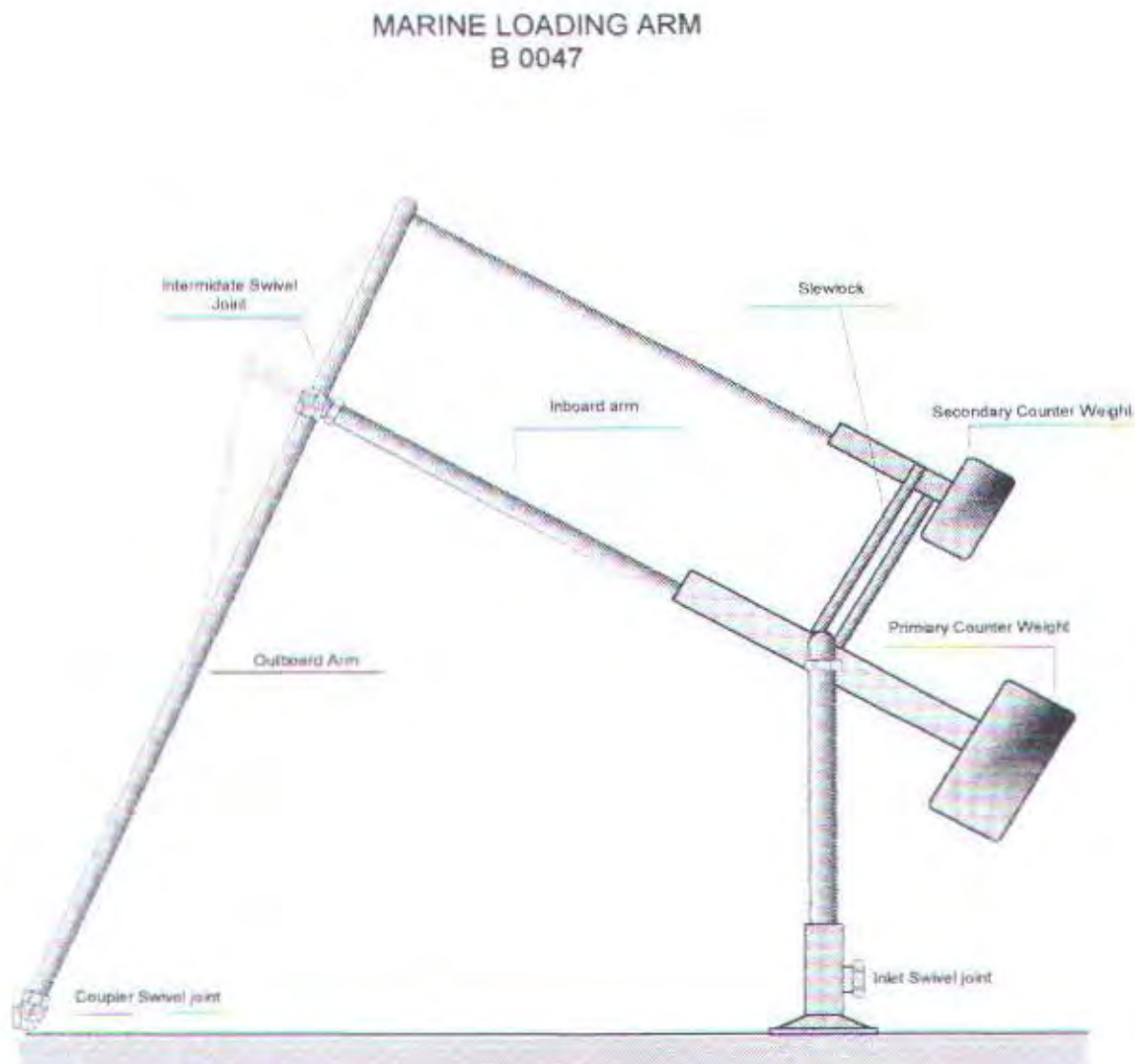
Gambar 3.1

Diagram proses aliran pembongkaran muatan LPG
Dengan menggunakan MLA

Proses pembongkaran muatan LPG di dermaga khusus "Gospier" menggunakan marine loading arm (MLA) type B 0047 (dapat dilihat pada Gambar 3.2). MLA type B 0047 ini menggunakan sistem hidrolik untuk menggerakkan loading arm (lengan muatan). Adapun MLA ini dibagi dalam tiga subsistem yaitu :

- | | |
|----------------------|---|
| • Subsistem power | • Subsistem loading arm (lengan muatan) |
| - power supply | - inboard arm |
| - battery | - outboard arm |
| • Subsistem hidrolik | - shut off valve |
| - hidrolik pump | - drain cock |
| - hose hidrolik | - swivel joint |

Penjelasan serta batasan / boundary sistem, subsistem, maupun komponen-komponen dijelaskan pada bagian berikutnya. Sedangkan gambar mengenai MLA tipe B 0047 dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini

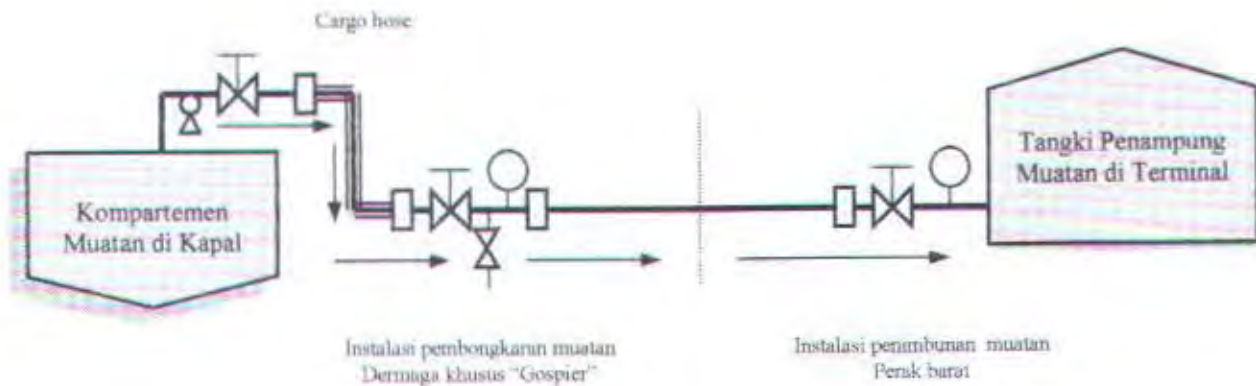


Gambar 3.2
Marine Loading Arm B 0047

- Sub sistem pembongkaran muatan menggunakan Cargo Rubber Hose.

Proses pembongkaran muatan menggunakan Cargo Rubber Hose di dermaga khusus Gospiet khusus untuk penanganan pembongkaran muatan kerosin, premium, premix, dan solar. Secara sederhana diagram proses pembongkaran muatan menggunakan cargo hose dapat dilihat pada Gambar 3.3. Penjelasan proses pembongkaran muatan menggunakan Cargo Rubber Hose adalah sebagai berikut :

- Diawali dengan pengangkatan Cargo Rubber Hose oleh crane kapal untuk dipasang pada manifold-manifold muatan di kapal.
- Setelah cargo rubber hose terpasang pada manifold di kapal, katup di dermaga maupun di kapal dibuka.
- Proses pembongkaran muatan dengan menggunakan pompa di kapal dilakukan dengan kecepatan aliran muatan sesuai kesepakatan antara pihak dermaga dan kapal.
- Pada awal dan akhir pembongkaran muatan dilakukan pengambilan sampel muatan untuk dilakukan uji kualitas muatan. Hal ini dilakukan dengan membuka katub kecil setelah strainer atau drain cock valve yang ada di dermaga sebesar 1000 cc.
- Setelah proses pembongkaran selesai maka proses pelepasan cargo hose dilakukan terlebih dahulu dengan mengosongkan muatan yang mungkin tersisa di cargo hoses dengan membuka katub drain sampai sisa muatan benar-benar keluar. Kemudian cargo hoses dapat dilepas dari manifold kapal dan diangkat kembali ke dermaga.



Gambar 3.3

Diagram proses aliran pembongkaran muatan
Dengan menggunakan Cargo Rubber Hose

Adapun penjelasan untuk pemeriksaan, cara penanganan, dan cara pengangkutan cargo hose adalah sebagai berikut :

a) Pemeriksaan Sebelum dipakai :

Pihak terminal bertanggung jawab untuk menyediakan selang – selang muatan yang dalam kondisi baik. Sebelum disambungkan, sambungan – sambungan selang harus diperiksa terhadap kemungkinan adanya kekurangan/kerusakan yang mungkin terlihat dalam lubang (bore) atau penutup bagian luar/kulit luar, misal kulit selang terkelupas blistering , lecet – lecet (abrasion), selang mengempis (flattening of hose) atau adanya tanda – tanda kebocoran. Selang muatan yang telah digunakan melebihi tekanan yang disyaratkan harus dilepaskan dan diuji kembali sebelum digunakan, pengujian rutin dilakukan

setiap tahun sesuai spesifikasi pabrik atau sesuai OCIMF Forum Hose Guide for Handling, Storage, Inspection, and Testing Hose in Fluid.

b) Cara – cara penanganan, mengangkat dan menggantung :

- Slang-slang selamanya harus ditangani dengan hati-hati dan tidak boleh ditarik sepanjang sesuatu permukaan atau menggulingkannya dengan sesuatu cara yang dapat menyebabkan slang tersebut terbelit/terputar (twist).
- Slang-slang tidak boleh bersentuhan langsung (come into contact) dengan suatu permukaan yang panas, misalnya suatu pipa uap. Harus dilakukan perlindungan pada setiap tempat dimana dapat terjadi gesekan berulang-ulang (chafing) atau tergeser-geser (rubbing).
- Slang-slang penghibob terbentuk segitiga (bridles) dan tempat-tempat kedudukan (saddler) harus disediakan dan tidak boleh digunakan kawat-kawat baja yang langsung dihubungkan dengan penutup slang (hose cover).
- Tidak boleh mengangkat/menghibob slang pada satu tempat saja sambil membiarkan kedua ujung-ujungnya tergantung, tetapi harus ditopang (besuported) pada beberapa tempat sehingga slang tersebut tidak berkeluk/membengkok sampai ke jari-jari (radius) yang kurang dari radius yang direkomendasikan oleh pabriknya. Beban (berat) yang berlebihan pada manifold kapal harus dicegah. Jika slang tergantung terlalu tinggi (over hang) atau kran kapal terletak diluar dari tumpuan penopang (stool

support), saran penopang tambahan (additional support) harus dipasang manifold.

- Suatu plat atau bagian dari pipa yang datar dan melengkung harus ditempatkan pada sisi-sisi kapal untuk melindungi slang-slang terhadap sisi-sisi/ujung-ujung yang tajam atau rintangan lainnya. Harus disediakan penyokong-penyokong yang cukup/memadai untuk slang-slang apabila disambung ke manifold.
- Apabila digunakan sistim penghibob bertumpuan tunggal (singel lifting point), misalnya sebuah derek (derrek) maka slang-slang yang bersambungan (hose sting) harus disokong dengan sling-sling pengangkat berbentuk segitiga (bridles) atau tempat-tempat kedudukan (saddles).
- Bila pengoperasian loading/unloading menggunakan slang, maka terminal harus melengkapi dermaga dengan crane/pesawat angkat/derek. Selanjutnya menggunakan boom dari tanker/tongkang.

c) Penyetelan selama berlangsungnya operasi bongkar/muat :

Sehubungan dengan naik turunnya kapal tanker karena pengaruh pasang surut ataupun operasi bongkar muat, slang-slang sambungan harus disetel (adjusted) untuk mencegah tekanan terhadap slang-slang sambungan-sambungan, dan manifold kapal serta untuk menjamin bahwa lekukan dasar slang-slang tetap berada dalam batas-batas yang direkomendasikan oleh pabriknya.

3.1.2.3. Proses Pelepasan Kapal Dari Dermaga

Pada proses ini hampir sama dengan proses penyandaran atau penambatan kapal ke dermaga yaitu dengan bantuan Tug Boat dan Marine Boat, Prosesnya sebagai berikut:

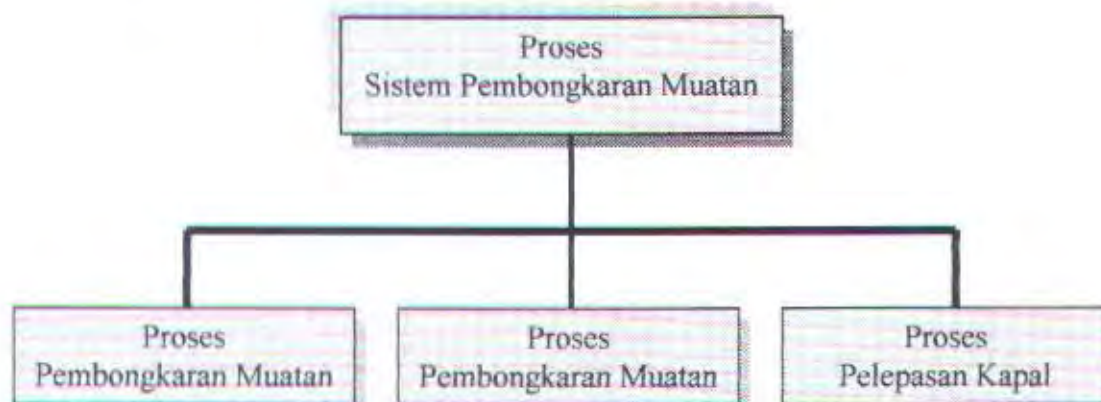
- Tali tambat kapal di dermaga dan di mooring buoy dilepaskan untuk diserahkan ke pihak kapal. Untuk pembebasan tali tambat yang terikat di mooring buoy dilakukan oleh mooring boat.
- Setelah itu dengan bantuan Tug Boat kapal dipandu meninggalkan area pelabuhan atas permintaan kapal dan dermaga.

3.2. Deskripsi Sistem Pembongkaran Muatan

Sistem bongkar muat di dermaga khusus Gaspier Pertamina UPMS V Surabaya hanya dikhususkan untuk proses pembongkaran muatan baik muatan BBM maupun LPG. Sistem pembongkaran muatan di dermaga khusus Gaspier dibagi dalam tiga tahapan proses sistem, yaitu :

- ♦ Proses Penambatan Kapal di dermaga.
- ♦ Proses Pembongkaran Muatan di dermaga.
- ♦ Proses Pelepasan Kapal di dermaga.

Adapun pendefinisian masing-masing tahapan proses sistem telah dijelaskan pada uraian sebelumnya. Diagram sistem pembongkaran muatan digambarkan pada Gambar 3.4 di bawah ini.



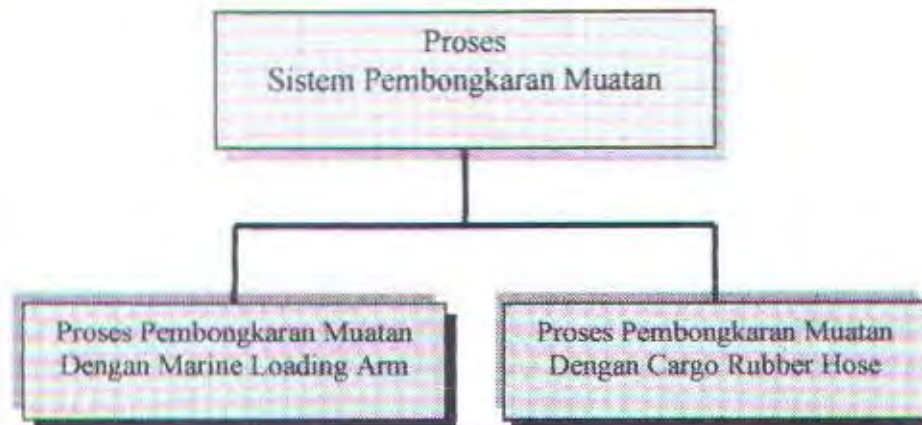
Gambar 3.4

Batasan Proses Pembongkaran muatan

Melihat batasan yang ada, terlihat bahwa proses bongkar muatan dibatasi oleh proses sistem penambatan kapal di dermaga, proses sistem pembongkaran muatan di dermaga, dan proses sistem pelepasan kapal dari dermaga.

Boundary sistem disini merupakan pendefinisian sistem, dimana ditentukan batasan-batasan sistem. Dalam Tugas Akhir ini hanya akan dilakukan pembahasan terhadap proses sistem pembongkaran muatan. Hal ini dikarenakan proses sistem pembongkaran muatan merupakan proses sistem yang berhubungan dengan

pengendalian muatan yang mana resiko terhadap terjadinya insiden atau kegagalan kerja cukup tinggi. Adapun batasan dari sistem bongkar muatan dapat dilihat pada Gambar 3.5 di bawah ini



Gambar 3.5

Boundary Sistem Pembongkaran Muatan

A. Proses Bongkar Muatan dengan MLA.

Proses sistem bongkar muatan dengan MLA (marine loading arm) untuk dermaga khusus Gaspier hanya dikhususkan untuk penanganan muatan LPG. Di dermaga khusus "Gaspier" memiliki dua unit MLA yaitu MLA bagian A dan B, oleh karena itu proses sistem pembongkaran muatan dibagi dalam dua sub sistem yaitu:

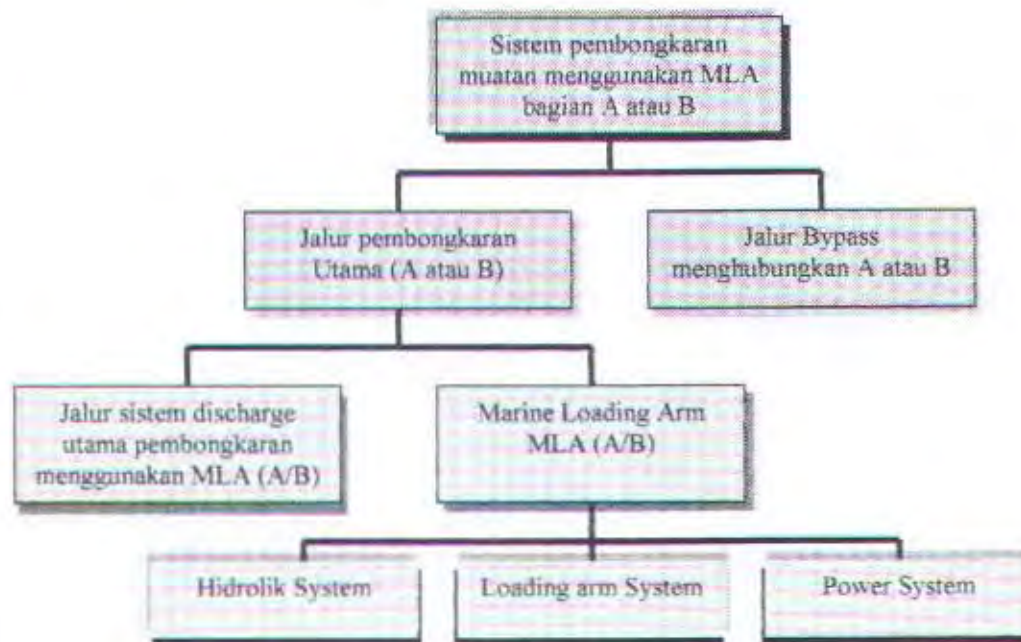
- ❖ Sub sistem pembongkaran muatan menggunakan MLA bagian (A).
- ❖ Sub sistem pembongkaran muatan menggunakan MLA bagian (B).

Namun dari kedua jalur sub sistem tersebut dihubungkan oleh suatu jalur by pass untuk mengantisipasi perubahan jalur saat proses pembongkaran muatan.

Masing-masing sub sistem pembongkaran muatan baik menggunakan MLA bagian A maupun B jalur pembongkaran utamanya dibagi dalam dua sub sistem lagi untuk lebih mendeskripsikan proses pembongkaran muatan ini, yaitu

- ♦ Jalur sistem discharge pembongkaran menggunakan MLA bagian A atau B
- ♦ Sistem peralatan marine loading arm (MLA) bagian A atau B

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.6. yang berupa diagram proses pembongkaran muatan menggunakan marine loading arm (MLA).



Gambar 3.6

Diagram Sistem Pembongkaran Muatan Menggunakan MLA

Dari diagram tersebut diketahui bahwa jalur pembongkaran utama dibagi dalam dua sub sistem yaitu sub sistem jalur discharge dan sub sistem marine loading arm (MLA), dimana dalam peralatan marine loading arm ini terdapat tiga sistem yaitu

- ◆ Loading arm system (sistem lengan muatan).

Merupakan sistem berupa lengan yang digunakan untuk menghubungkan jalur instalasi di darat dengan di kapal, dimana terdiri dari peralatan sebagai berikut :

Inboard arm, outboard arm, swivel joint, shut off valve, dan vacuum breaker.

- ◆ Hidrolik System

Merupakan sistem penggerak lengan muatan yang menggunakan mekanisme hidrolik, dimana sarana pendukungnya yaitu pompa hidrolik dan selang hidrolik.

- ◆ Power System

Merupakan sistem penyuplai tenaga untuk penggerak MLA dimana menggunakan tenaga listrik supply dari PLN dan dilengkapi dengan accu atau battery sebagai penyimpan cadangan energi.

Untuk jalur sistem discharge pembongkaran muatan LPG terdiri atas beberapa komponen pendukung proses yaitu : jalur sistem pipa predischarge, discharge shutoff valve, strainer, discharge control valve, dan jalur sistem pipa discharge menuju terminal penimbunan muatan. Jalur sistem pipa predischarge maupun jalur sistem pipa discharge ke terminal disusun oleh tiga komponen yaitu pipa discharge atau predischarge, flange joint, dan insulating flange joint. Disamping itu jalur sistem ini dilengkapi dengan beberapa komponen pelengkap untuk mendukung operasi misalnya pressure indicator, flow meter, bonding cable/bond wire ,dan drain cock untuk mengambil sampel muatan.

B. Proses Bongkar Muatan dengan Cargo Rubber Hose

Proses bongkar muatan dengan menggunakan Cargo Rubber Hose pada dermaga khusus Gospier digunakan untuk penanganan muatan kerosin, HSD/solar, premium dan premix, dimana instalasi jalur yang masing-masing muatan dibedakan. Namun jalur untuk kerosin dan solar serta premium dan premix setelah melewati strainer terdapat jalur bypass yang menghubungkan keduanya, hal ini untuk mengantisipasi kegagalan sepanjang jalur pipa menuju terminal penimbunan dan berdasarkan asumsi bahwa kedua muatan tersebut masih memiliki karakteristik yang hampir sama (karakteristik muatan dapat dilihat pada lampiran).

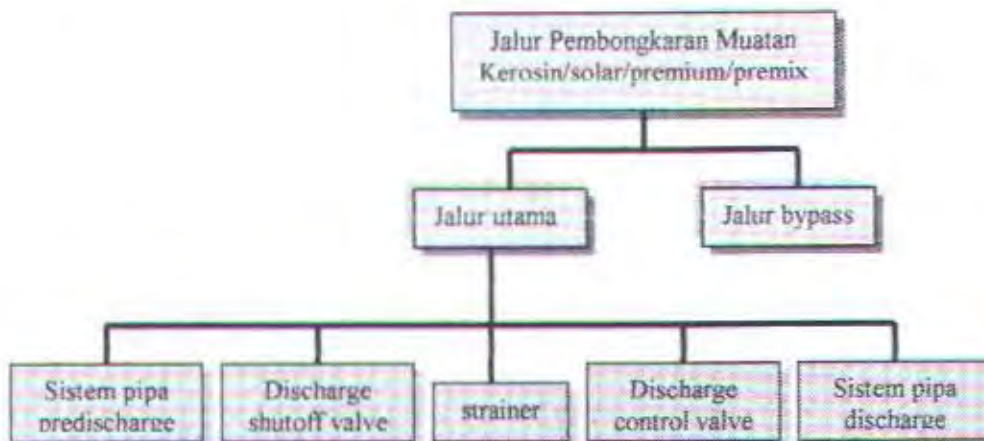
Sistem pembongkaran muatan BBM meliputi muatan kerosin, solar, premium dan premix dibagi dalam dua sub sistem yaitu sistem pembongkaran muatan kerosin dan solar serta sistem pembongkaran muatan premium dan premix. Untuk lebih jelasnya sistem pembongkaran muatan BBM menggunakan cargo hose dapat dilihat pada Gambar 3.7 di bawah ini



Gambar 3.7

Diagram sistem pembongkaran muatan BBM menggunakan cargo hose

Untuk masing-masing jalur muatan baik kerosin, solar, premium, maupun premix disusun oleh sub sistem jalur utama pembongkaran dan sub sistem jalur bypass untuk mengantisipasi kegagalan pada jalur utama melewati strainer. Sedangkan jalur utama terdiri atas beberapa komponen pendukung yaitu : jalur sistem pipa predischarge, discharge shutoff valve, strainer, discharge control valve, dan jalur sistem pipa discharge menuju terminal penimbunan muatan dan cargo hose line. Jalur sistem pipa predischarge maupun jalur sistem pipa discharge ke terminal disusun oleh tiga komponen yaitu pipa discharge atau predischarge, flange joint, dan insulating flange joint. Sedangkan cargo hose line terdiri atas komponen cargo pipe, flange joint, dan insulating flange joint. Disamping itu jalur sistem ini dilengkapi dengan beberapa komponen pelengkap untuk mendukung operasi misalnya pressure indicator, flow meter, bonding cable/bond wire ,dan drain cock untuk mengambil sampel muatan (lebih jelasnya lihat Gambar 3.8 di bawah ini)



Gambar 3.8

Diagram jalur pembongkaran muatan kerosin/solar/premium/premix

Adapun proses pembongkaran muatan BBM atau LPG secara umum adalah sebagai

- Proses Penyambungan MLA dan Cargo Hose:

Yaitu proses dimana persiapan dan pelaksanaan penyambungan MLA dilakukan disertai pengoperasian MLA dan penyambungan selang-selang muatan / cargo hoses.

- Proses pemompaan / pembongkaran muatan :

Dimulai dengan persiapan pemompaan muatan, proses pemompaan dan akhir pemompaan / pembongkaran muatan atau short pembongkaran.

- Proses Pelepasan MLA dan Cargo Hose :

Yaitu proses setelah pembongkaran muatan selesai yang diawali dengan proses drain / pengosongan inboard arm dan outboard arm serta base riser dari produk muatan, kemudian dilanjutkan dengan proses pelepasan MLA dari manifold kapal untuk dikembalikan pada posisi tidak beroperasi dan pelepasan selang-selang muatan / cargo hose.

Fasilitas pembongkaran muatan di dermaga khusus Gospier terdiri atas beberapa komponen peralatan dan permesinan yang mendukung proses pembongkaran muatan dan berbagai sarana / fasilitas peralatan keselamatan serta fasilitas pendukung lainnya. Boundary sistem yang dibentuk disini merupakan pendefinisian berbagai fasilitas sistem pembongkaran muatan di dermaga khusus Gospier agar apa yang akan dibahas tidak melebar jauh.

3.3. Tinjauan Keselamatan Kerja Pada Proses Pembongkaran Muatan di Dermaga Khusus "Gospier"

3.3.1 Sistem keselamatan kerja pada area dermaga khusus " Gospier "

Proses pembongkaran muatan BBM ataupun LPG selalu erat terkait dengan permasalahan keselamatan kerja. Hal ini disebabkan karena sifat-sifat dan karakteristik muatan yang memiliki resiko bahaya api cukup tinggi disamping itu terhadap dampak dari kecelakaan kerja yang mengakibatkan tumpahan atau kebocoran muatan terhadap keselamatan lingkungan dan fasilitas yang ada.

Oleh karena itu proses pembongkaran muatan BBM ataupun LPG sangat terkait dengan sistem keselamatan kerja yang ada. Sistem keselamatan kerja yang ada pada area dermaga khusus bongkar muat minyak "Gospier" PERTAMINA UPMS V mengacu pada prosedur pembongkaran dan pemuatan BBM, pedoman rencana tanggap darurat serta EHS (*Environmental Healt Safety*) yang dimiliki oleh PERTAMINA, namun tidak terlepas dari acuan-acuan yang ada, sistem keselamatan kerja pada area dermaga khusus bongkar muat minyak pada dasarnya ditekankan pada proses pencegahan terhadap kemungkinan terjadinya insiden dan kegagalan kerja serta proses penanggulangan dari penanganan terhadap terjadinya insiden dan kegagalan kerja.

Pencegahan terhadap kemungkinan terjadinya insiden kecelakaan kerja ataupun kegagalan kerja pada saat proses pembongkaran muatan meliputi beberapa point diantaranya yaitu :

- ♦ Pencegahan terhadap kemungkinan terjadinya bahaya api dan ledakan
- ♦ Pencegahan terhadap kemungkinan terjadinya insiden tumpahan minyak
- ♦ Pencegahan terhadap kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja ataupun kegagalan kerja yang menghambat proses pembongkaran muatan.

Ketiga point tersebut tidak dapat dipisahkan satu sama lain karena antara ketiganya saling terkait. Dimana pencegahan terhadap kemungkinan terjadinya bahaya api juga terkait dengan pencegahan terhadap terjadinya insiden tumpahan minyak (oil spill) dan pencegahan terhadap terjadinya insiden kecelakaan kerja atau kegagalan kerja. Hal ini dikarenakan terjadinya insiden tumpahan minyak dengan terjadinya kecelakaan kerja atau kegagalan kerja dapat berpotensi menimbulkan terjadinya bahaya api dan sebaliknya. Oleh karena itu pencegahan diantara ketiga point itu saling terkait.

A. Pencegahan dan perlindungan terhadap kemungkinan terjadinya insiden bahaya api

Pencegahan dan perlindungan terhadap kemungkinan terjadinya insiden bahaya api pada proses pembongkaran muatan dengan mengacu pada pedoman prosedur pembongkaran muatan dan EHS untuk pelabuhan dan terminal minyak PERTAMINA. Dimana sebenarnya titik berat dari pencegahannya adalah tergantung pada pelaksanaan prosedur-prosedur proses pembongkaran yang benar. Pelaksanaan prosedur keselamatan yang benar serta fasilitas peralatan yang menunjang. Adapun langkah-langkah pencegahan terhadap kemungkinan timbulnya bahaya api meliputi :

1. Pencegahan terhadap kemungkinan terjadinya electric static dan stray current

- Pencegahan ini dilakukan dengan menggunakan bounding cable yang dipasang pada jalur pipa muatan di darat dan dinetralkan ke dalam laut digunakan untuk menyamakan beda potensial antara kapal dan instalasi pipa-pipa muatan di darat pada saat muatan mengalir
- Disamping itu dilakukan dengan memasang insulating flange pada jalur pipa muatan untuk mencegah timbulnya stray current
- Memberikan pencegahan terhadap timbulnya static electric atau stray current dilakukan juga dengan deck level ground connected untuk menetralkan plat dibawah level air dimana pipa muatan diisolasi dari air oleh konstruksi dermaga

2. Pencegahan terhadap kemungkinan timbulnya bahaya api juga dilakukan dengan melakukan klasifikasi terhadap penempatan electrical equipment atau peralatan listrik guna mengantisipasi segala kemungkinan timbulnya bahaya api akibat dari peralatan listrik yang ada

Sedangkan perlindungan terhadap bahaya api pada area pembongkaran muatan minyak "GOSPIER" dilakukan berdasarkan pedoman rencana tanggap darurat, pedoman operasi pembongkaran muatan dan EHS (Environmental Health Safety) PERTAMINA- Instalasi Surabaya Group. Perlindungan terhadap bahaya api diantisipasi dengan penyediaan peralatan dan fasilitas perlindungan

bahaya api sesuai standart keselamatan yang ada. Untuk area dermaga khusus "GOSPIER" peralatan dan fasilitas perlindungan terhadap bahaya api yang dimiliki adalah sebagai berikut :

- Fire water supplay
- Fire main connection
- Portable fire extinguiser
- Fire detection equipment
- Combustible gas detection
- Fire alarm sistem
- Fire hidrant
- Fire boat

B. Pencegahan dan perlindungan terhadap kemungkinan terjadinya insiden tumpahan atau kebocoran muatan

Pencegahan terhadap kemungkinan terjadinya insiden kebocoran atau tumpahan muatan BBM dan LPG sebagaimana mengacu pada prosedur pembongkaran muatan meliputi :

- Pemeriksaan MLA sebelum dan pada saat operasi pembongkaran muatan (meliputi pemeriksaan baut-baut pada sambungan, kondisi sambungan-sambungan, kondisi inboard arm dan outboard arm serta kondisi swivel joint dan lain-lain)

- Pemeriksaan cargo hose sebelum dan pada saat operasi pembongkaran muatan (meliputi pemeriksaan kondisi cargo hose, sambungan cargo rubber hose dengan manifold kapal ataupun sambungan antara cargo rubber hose dengan pipa instalasi di dermaga atau pipa predischarge)
- Pemeriksaan kondisi jalur pembongkaran pada instalasi di dermaga dan kemungkinan kebocoran (meliputi pemeriksaan kondisi pipa-pipa, katub-katub dan peralatan-peralatan lain di sepanjang jalur pembongkaran)
- Pelaksanaan dan pemeriksaan pelepasan MLA ataupun cargo hose dari manifold kapal dan pipa instalasi dermaga sesuai prosedur, hindari kemungkinan tertinggalnya atau masih adanya muatan yang tertinggal pada selang muatan dengan cara mengosongkan muatan di selang, menggunakan drain cock
- Perawatan dan maintenance peralatan pada jalur instalasi pembongkaran di dermaga secara periodik dari kemungkinan kebocoran maupun kerusakan
- Perbaikan dan penggantian peralatan yang telah mengalami kerusakan maupun kebocoran

Sedangkan perlindungan baik lingkungan, manusia maupun fasilitas yang ada dari insiden kebocoran atau tumpahan sebagaimana yang tercantum dalam pedoman rencana tanggap darurat penanggulangan tumpahan minyak di perairan meliputi :

- Secepat dan sedapat mungkin menutup dan mengeleminasi sumber tumpahan
- Secepat dan sedapat mungkin melakukan pengurungan atau isolasi terhadap tumpahan agar tidak menyebar atau terbawa arus dengan menggunakan oil boom

- Setelah itu dilakukan upaya untuk mengurangi dampak dari tumpahan terhadap lingkungan perairan dengan menggunakan atau mengerahkan oil dispersant berdasarkan jenis minyak
- Apabila tumpahan masih memungkinkan untuk diangkat maka dilakukan upaya pengangkatan (recover) minyak yang tumpah dari perairan dengan peralatan yang ada
- Dilakukan upaya pembersihan ceceran minyak atau kotoran yang masih tersisa akibat insiden tumpahan atau kebocoran dengan menggunakan oil dispersant, sorbent, majun dan peralatan lainnya serta perlu dilakukan upaya pembuangan atau pembakaran alat-alat pembersih tadi.

Adapun peralatan dan material yang digunakan dalam upaya perlindungan dan penanggulangan insiden tumpahan minyak pada area dermaga khusus “ Gospier ” yaitu :

- Oil boom, sebanyak 5 buah dengan @ panjang maksimum 840 meter
- Oil skimmer, sebanyak 3 unit
- Oil dispersant pump, sebanyak 2 unit
- Rubber boat, 1 unit
- Fire boat, 1 unit
- Tug boat, 1 unit
- Out board motor, power 55 Hp
- Oil dispersant, 25 drum, @ 200 liter

- Oil sorbent, pillow 25 box dan sweep 18 box
- Sarana apung berupa mooring boat 2 unit

C. Pencegahan terhadap kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja ataupun kegagalan kerja yang menghambat proses pembongkaran muatan

Kecelakaan kerja dan keselamatan kerja merupakan dua hal yang saling berkaitan, dimana dalam setiap kegiatan atau pekerjaan mengandung resiko untuk terjadinya kecelakaan atau kegagalan kerja. Kecelakaan ataupun kegagalan kerja hanya dapat diminimalkan melalui suatu tindakan pencegahan dan perlindungan. Apabila tindakan pencegahan dan perlindungan dapat dilakukan sedini mungkin maka dapat dipastikan bahwa keselamatan kerja akan lebih terjamin, baik keselamatan manusia, fasilitas yang ada maupun lingkungan sekitar.

Manajemen keselamatan kerja pada dasarnya mengungkap kelemahan operasional yang memungkinkan terjadinya kecelakaan, meliputi :

- Mengungkap sebab-sebab terjadinya suatu kecelakaan atau kegagalan
 - Meneliti apakah pengendalian operasional secara cermat dilaksanakan atau tidak
- Pada proses pembongkaran muatan minyak pada area dermaga khusus “ Gospier “ sebenarnya tindakan pencegahan dan perlindungan terhadap kecelakaan atau kegagalan kerja telah dilakukan apabila mengacu pada pedoman-pedoman yang ada, yaitu :

- Pedoman proses pembongkaran muatan minyak
- EHS (Environmental Health Safety) untuk pelabuhan dan terminal minyak Pertamina
- Pedoman rencana tanggap darurat

Sebenarnya dengan menjalankan pedoman yang ada keselamatan kerja setidaknya akan lebih terjamin karena dalam pedoman tersebut telah terdapat tuntunan atau cara guna mencegah dan meminimalkan terjadinya kecelakaan atau kegagalan pada saat proses pembongkaran muatan, tuntunan tersebut antara lain :

- Pemeriksaan peralatan dan fasilitas pembongkaran muatan yang ada sebelum operasional pembongkaran muatan dilakukan
- Persiapan operasional di dermaga juga koordinasi dengan pihak kapal dan terminal penimbunan guna persiapan operasional
- Memeriksa sekitar dermaga dan menghentikan kegiatan lain yang mengganggu kelancaran operasi di dermaga
- Safety check list
- Pengawasan dan pemeriksaan peralatan dan fasilitas yang digunakan selama proses operasi
- Segera laporkan dan koordinasikan dengan pihak terkait apabila terjadi sesuatu hal yang menghambat atau mengganggu operasi sebagaimana sesuai pedoman yang ada

- Setelah selesai operasi pembongkaran muatan dilakukan pemeriksaan kembali kondisi peralatan dan fasilitas yang ada, dan segera dilaporkan serta dilakukan perbaikan apabila terjadi kerusakan

Perencanaan keselamatan kerja pada proses pembongkaran muatan pada dasarnya selalu mempertimbangkan biaya pencegahan dengan manfaat yang diperoleh dari upaya tersebut, dimana disadari bahwa manfaat yang dicapai nilainya sangat besar, yang terdiri atas :

- Nilai biaya yang diselamatkan, meliputi aset-aset fasilitas instalasi di dermaga, aset-aset kapal yang bersandar, aset-aset fasilitas instalasi terminal penimbunan dan lingkungan sekitar yang ada
- Kemungkinan peningkatan produktifitas sehubungan dengan langkah-langkah pencegahan yang dilakukan

D. Warning System (sistem peringatan)

Perencanaan keselamatan kerja pada proses pembongkaran muatan yang meliputi pencegahan dan perlindungan terhadap segala kemungkinan resiko bahaya yang mungkin terjadi tidak terlepas dari sistem peringatan (warning system).

Sistem peringatan (warning system) yang ada pada area demaga khusus pembongkaran muatan " Gospier " meliputi :

- ❖ Sistem peringatan berupa sinyal atau bunyi alarm yang telah ditentukan yaitu satu kali bunyi panjang disusul dengan tujuh kali bunyi pendek (_____)

- ❖ Sistem peringatan / warning system dengan pemberitahuan melalui komunikasi menggunakan radio VHF pada channel 09 / 19 serta dengan fasilitas telephone yang disediakan.

Sebagaimana berdasarka pedoman rencana tanggap darurat bahwa setiap kejadian atau insiden yang mengancam keselamatan kerja atau mengganggu proses pembongkaran muatan, bahwa setelah alarm dibunyikan petugas di dermaga segera menghubungi :

- ♦ Kantor Pertamina UPMS V Surabaya melalui telephone pada pos jaga dengan No 8437528
- ♦ Kantor Instalasi Surabaya Group melalui telephone 3293631/3293892 (psw 6555) atau dengan melalui pesawat radio VHF dengan channel khusus frekwensi TX 163.500/RX 173.500 khz.

Sedangkan antara pihak dermaga dan kapal komunikasi guna menginformasikan dan mengkoordinasikan kondisi emergency dilakukan dengan radio VHF menggunakan frekwensi marine channel 16/19/09.

Disamping itu tanda-tanda peringatan yang terdapat pada area dermaga juga merupakan bagian dari warning system yang ada, misalkan tanda peringatan tentang kawasan bahaya api, tanda peringatan operasi pembongkaran BBM serta tanda peringatan ijin masuk kawasan dermaga.

3.3.2. Tinjauan kecelakaan kerja dan kegagalan kerja

Proses pembongkaran muatan di Dermaga khusus “ Gospier “ merupakan kegiatan untuk membongkar atau memindahkan muatan minyak baik BBM (kerosin, solar/HSD, premium, premix) maupun LPG dari tanker menuju terminal penimbunan. Rangkaian kegiatan ini tidak terlepas dari resiko kecelakaan kerja maupun kegagalan kerja. Dimana kecelakaan kerja atau kegagalan kerja merupakan kerugian baik kerugian material (uang atau barang), waktu dan produktifitas yang menurun.

Kecelakaan kerja dan kegagalan kerja dapat disebabkan oleh dua hal yaitu *unsafe act* dan *unsafe condition*. *Unsafe act* atau perbuatan atau tindakan yang menyebabkan tidak aman dapat berupa ketidak hati-hatian pekerja, melanggar aturan, menggunakan metode yang salah, tidak memakai peralatan pelindung diri dan lain-lain. Sedangkan *unsafe condition* atau kondisi yang menyebabkan tidak aman dapat berupa cuaca yang buruk, angin kencang, maupun peralatan kerja.

Adapun jumlah kecelakaan dan kegagalan kerja yang terjadi pada saat proses pembongkaran muatan sebagian besar karena kondisi peralatan yang kurang baik serta karena kelalaian atau ketidak hati-hatian pekerja. Berdasarkan data yang tercatat pada bagian LK3 (lindungan keselamatan dan kesehatan kerja) Instalasi Surabaya Group Pertamina UPMS V Surabaya adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Data kecelakaan/kegagalan kerja di Pelsus Gospiet tahun 2000

No	Kasus	Sebab	Waktu
1.	Jatuhnya Cargo Hose	Sling pengangkat lepas sehingga ujung cargo hose lepas dan jatuh kebawah membentur fender dermaga (MT. Atlantic)	27-02-00
2.	Kegagalan Pembongkaran muatan (LPG)	Kerusakan pada power listrik (electric power penggerak MLA bagian B) (MT. Gas Indonesia)	20-03-00
3.	Kegagalan pembongkaran muatan (LPG)	Kerusakan rubber fender pada main breathing dolphin sehingga proses pembongkaran muatan ditunda sampai menunggu pemasangan ban daprah sementara (emergency) (MT. Putri Ayu)	27-03-00
4.	Kebocoran minyak (jenis kerosin)	Sambungan flens/swivel joint cargo hose dengan predischarge pipe di dermaga kurang baik (MT. Sele)	22-04-00
5.	Kegagalan pembongkaran muatan	Kerusakan pada discharge shutoff valve dermaga, katub sulit diputar sehingga tidak dapat membuka (MT. Gandini)	07-05-00
6.	Kecelakaan kerja	Jatuhnya petugas dermaga pada tangga control MLA karena terpeleset saat operasi penyambungan MLA	19-05-00
7.	Kegagalan pembongkaran muatan (premix)	Kerusakan/kebocoran pada jalur pipa discharge to instalation, jalur D untuk premix (MT. Sepinggan)	10-06-00

8.	Tumpahan minyak/oil spill (jenis HSD/solar)	Masih terdapat sisa muatan pada saat pelepasan cargo hose (MT. Sele)	08-07-00
9.	Kegagalan pembongkaran muatan	Kerusakan pada jalur pipa predischarge berupa kebocoran (jalur D untuk premium)(MT. Pratama)	12-09-00
10.	Tumpahan minyak/oil spill (jenis premium)	Kerusakan / kebocoran pada cargo hose no 2 (MT. Sengeti)	11-11-00
11.	Kegagalan pembongkaran muatan (LPG)	Kerusakan pada coupler swivel joint pada MLA bagian A, tidak dapat digerakkan (MT Gas Katulistiwa)	04-12-00
12.	Kecelakaan kerja	Lepasnya sling penghibob saat operasi pengangkatan cargo hose untuk solar/HSD (MT Ontari)	23-12-00

Tabel 3.2 Data kecelakaan/kegagalan kerja di Pelsus Gaspier Tahun 2001

No	Kasus	Sebab	Waktu
1.	Kegagala pembongkaran muatan (kerosin)	Kerusakan pada discharge control valve after strainer, katup sulit diputar dan dibuka (MT Jobrevik)	26-01-01
2.	Kebocoran minyak (jenis premium)	Kerusakan sambungan flange/swivel joint cargo hose dengan pipa predischarge (MT Mutiara)	19-03-01
3.	Kegagalan proses pembongkaran muatan	Kerusakan pada sistem hidrolik sehingga tidak dapat menggerakkan loading arm bagian A (MT Putri Ayu)	01-05-01
4.	Tumpahan minyak/oil spill (jenis kerosin)	Kerusakan yang mengakibatkan kebocoran pada cargo hose (MT Pendopo)	20-06-01
5.	Tumpahan minyak/oil spill (jenis Solar/HSD)	Masih terdapat sisa muatan pada saat pelepasan cargo hose jalur B (MT Sengeti)	10-08-01
6.	Kegagalan pembongkaran muatan	Kebocoran pada sambungan pipa dengan strainer jalur D untuk premix (MT Atlantic))	21-08-01
7.	Kecelakaan kerja	Out board arm tiba-tiba jatuh membentur deck kapal dan mencederai ABK akibat handel penggerak out board arm tiba-tiba digerakkan (MT Gas Katulistiwa)	18-10-01
8.	Kegagalan proses pembongkaran muatan (LPG)	Kerusakan pada intermediate swivel joint pada loading arm bagian B sehingga loading arm sulit digerakkan (MT Anjasmoro)	07-12-01

9.	Kegagalan pembongkaran muatan (BBM)	Penundaan pembongkaran muatan karena kerusakan pada mooring buoy (putusnya sambungan release hook dan mooring eye) sehingga tidak dapat dilakukan penambatan sesuai persyaratan sebelum dipasang emergency buoy (MT Vijayanti)	16-12-01
----	-------------------------------------	--	----------

3.3.3. Analisa dampak kegagalan dan kecelakaan kerja

Dari data-data kegagalan dan kecelakaan tersebut kemudian dilakukan analisa untuk meninjau sejauhmana pengaruh atau dampak kegagalan dan kecelakaan tersebut terhadap proses pembongkaran muatan. Sebelum melakukan analisa guna mengupas tentang sejauhmana dampak atau pengaruh kegagalan dan kecelakaan kerja terhadap proses pembongkaran muatan di dermaga khusus Gospier, maka terlebih dahulu akan ditinjau atau dibahas kembali tiga point penting yang akan menjadi landasan dalam analisa ini, yaitu

- ❑ Batasan operasional pembongkaran muatan di dermaga khusus Gospier
- ❑ Batasan kondisi ideal operasional pembongkaran muatan
- ❑ Faktor kerugian yang diakibatkan oleh kegagalan atau kecelakaan kerja yang terjadi.

Adapun penjelasan atau gambaran singkat mengenai ketiga point di atas adalah sebagai berikut:

- Batasan operasional pembongkaran muatan di dermaga khusus Gospier.

(a) Batasan operasional pembongkaran muatan BBM

- Kecepatan aliran pembongkaran muatan sesuai kesepakatan antara pihak kapal, dermaga dan terminal penerima yang dituangkan dalam pump agriment, dimana kecepatan aliran pembongkaran muatan maksimum yang diijinkan adalah 500 kiloliter/jam
- Kondisi layak operasi dari sisi keselamatan yaitu kerenggangan kapal terhadap fender maksimum tidak lebih dari 2 meter, tinggi ombak/swell tidak lebih dari 40 cm dan kecepatan angin tidak lebih dari 15 knots. Hal ini berarti bahwa jika pada saat operasional terjai kondisi melebihi batasan diatas maka proses pembongkaran dihentikan sementara sampai menunggu instruksi selanjutnya.

(b) Batasan operasional pembongkaran muatan LPG di dermaga khusus Gospier

- Kecepatan aliran pembongkaran muatan sesuai kesepakatan antara pihak kapal, dermaga dan terminal penerima yang dituangkan dalam pump agriment, dimana kecepatan aliran pembongkaran muatan LPG maksimum yang diijinkan untuk Pembongkaran menggunakan MLA bagian A sebesar 120 M ton/jam, sedangkan untuk pembongkaran menggunakan MLA bagian B sebesar 100 M ton/jam.
- Kondisi layak operasi dari sisi keselamatan yaitu kerenggangan kapal terhadap fender maksimum tidak lebih dari 2 meter, sudut vertikal MLA maksimum 120° , sudut horizontal MLA maksimum 30° , tinggi ombak/swell tidak lebih dari 40 cm dan kecepatan angin tidak lebih dari 15 knots. Hal ini berarti bahwa jika pada saat operasional terjai kondisi melebihi batasan diatas maka proses pembongkaran

berdasarkan pedoman yang ada harus dihentikan sementara sampai menunggu instruksi selanjutnya.

➤ Kondisi ideal operasional pembongkaran muatan di dermaga khusus Gaspier

Kondisi ideal operasional pembongkaran muatan yang diasumsikan oleh pihak pengelola dermaga khusus Gaspier berdasarkan batasan operasi dan kondisi sebenarnya dilapangan yaitu untuk pembongkaran muatan BBM kecepatan aliran pembongkaran muatan sebesar ± 400 kiloliter/jam, untuk pembongkaran muatan LPG menggunakan MLA bagian A sebesar ± 120 M ton/jam dan untuk pembongkaran muatan LPG menggunakan MLA bagian B sebesar ± 100 M ton/jam.

➤ Faktor kerugian yang diakibatkan oleh terjadinya kegagalan dan kecelakaan kerja.

Kegagalan dan kecelakaan kerja memberikan dampak berupa faktor kerugian terhadap proses pembongkaran muatan, faktor kerugian tersebut dapat berupa waktu, material, ataupun biaya. Adapun unsur-unsur yang mendasari faktor kerugian tersebut yaitu:

- Claim dari pihak kapal atas penundaan waktu akibat adanya kegagalan atau kecelakaan meliputi penambahan atas biaya operasional kapal sandar yang harus ditanggung dan penjadwalan kembali atas operation trip (charter) dari kapal.
- Faktor kehilangan terhadap efisiensi pembongkaran muatan
- Faktor biaya kerusakan materi peralatan.
- Faktor biaya penanggulangan dampak meliputi biaya penanggulangan terhadap lingkungan serta claim yang harus dibayar terhadap pihak yang dirugikan.

- ❖ Analisa kasus-kasus kegagalan dan kecelakaan kerja terhadap sistem pembongkaran muatan di dermaga khusus Gaspier.

1. Analisa perhitungan dampak kegagalan dan kecelakaan kerja terhadap efisiensi atau produktifitas pembongkaran muatan

Berdasarkan data-data berita acara pembongkaran muatan maka diketahui bahwa:

- Jumlah kegagalan dan kecelakaan kerja tahun 2000 sebesar 12 kasus dan tahun 2001 sebesar 9 kasus.
- Kondisi ideal kecepatan rata-rata pembongkaran muatan (v)
- Waktu penundaan kegagalan diasumsikan sebagai waktu kerja yang hilang (t)
- Maka rumusan faktor kerugian (K) akibat kegagalan dan kecelakaan yang terjadi adalah dengan mengkalikan waktu kerja hilang dengan kapasitas ideal kecepatan rata-rata alian pembongkaran, yaitu $K = t \times v$

Adapun perhitungan terhadap kasus-kasus yang ada adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3.

Analisa perhitungan dampak kegagalan dan kecelakaan kerja di tahun 2000 terhadap produktifitas pembongkaran muatan

No	Kasus	Jam kerja hilang	Rata ² kecepatan pembongkaran ideal	Faktor kerugian
1.	Jatuhnya cargo hose Sebab: sling pengangkat lepas saat diangkat sehingga ujung cargo hose lepas membentur fender dermaga. Kapal : MT. Atlantic (27-02-00)	± 1 jam	± 400 kiloliter/jam	400 kiloliter
2.	Kegagalan pembongkaran muatan LPG Sebab: kerusakan pada electric power penggerak MLA (B) Kapal : MT Gas Indonesia (20-03-00)	± ½ jam	± 100 M ton/jam	50 M ton

3.	Kegagalan pembongkaran muatan LPG Sebab : kerusakan rubber fender pada main breathing dolphin sehingga proses ditunda menunggu pemasangan ban daprah (emergency) Kapal : MT. Putri Ayu (27-03-00)	± 7 jam	± 120 M ton/jam	840 M ton
4.	Kebocoran minyak jenis kerosin Sebab: sambungan flens joint cargo hose dengan pipa pre discharge dermaga kurang baik Kapal : MT. Sele (22-04-00)	± 20 menit	± 400 kiloliter/jam	133,2 kiloliter
5.	Kegagalan pembongkaran muatan BBM Sebab: Katub discharge control valve sulit diputar/dibuka Kapal : MT. Gandini (07-05-00)	$\pm \frac{1}{2}$ jam	± 400 kiloliter/jam	200 kiloliter
6.	Kcelakaan kerja Sebab: Jatuhnya petugas dermaga pada tangga control MLA karena terpeleset saat operasi penyambungan MLA	± 20 menit	± 120 M ton/jam	40 M ton
7.	Kegagalan pembongkaran muatan premix Sebab: Kerusakan/kebocoran pada jalur pipa discharge to instalation, jalur D untuk premix Kapal : MT. Sepinggan (10-06-00)	$\pm \frac{3}{4}$ jam	± 400 kiloliter/jam	300 kiloliter
8.	Tumpahan muatan/oil spill (jenis solar) Sebab: Masih terdapat sisa muatan pada saat pelepasan cargo hose Kapal : MT. Sele (08-07-00)	$\pm \frac{1}{2}$ jam	± 400 kiloliter/jam	200 kiloliter
9.	Kegagalan pembongkaran muatan premium Sebab: kerusakan pada jalur pipa predischage berupa kebocoran sambungan(jalur D untuk premium) Kapal : MT. Pratama (12-09-00)	± 40 menit	± 400 kiloliter/jam	266,4 kiloliter
10.	Tumpahan muatan/oil spill (jenis premium) Sebab: kerusakan/kebocoran cargo hose jalur premium Kapal : MT. Sengeti (11-11-00)	$\pm 1\frac{1}{2}$ jam	± 400 kiloliter/jam	600 kiloliter
11.	Kegagalan pembongkaran muatan LPG Sebab: kerusakan pada intermediate swivel joint pada MLA bagian A, sulit dapat digerakkan Kapal : MT. Gas Katulistiwa (04-12-00)	$\pm 1\frac{1}{2}$ jam	± 120 M ton/jam	180 M ton
12.	Kecelakaan kerja Sebab: jatuhnya sling penghibob saat operasi pengangkatan cargo hose untuk solar Kapal : MT. Ontari (23-12-00)	± 1 jam	± 400 kiloliter/jam	400 kiloliter

Tabel 3.4.
Analisa perhitungan dampak kegagalan dan kecelakaan kerja di tahun 2001 terhadap produktifitas pembongkaran muatan

No	Kasus	Jam kerja hilang	Rata ² kecepatan pembongkaran ideal	Faktor kerugian
1.	Kegagalan pembongkaran muatan kerosin Sebab: discharge control valve sulit diputar/dibuka Kapal : MT. Jobrevik (26-01-01)	± 20 menit	± 400 kiloliter/jam	133,2 kiloliter
2.	Kebocoran muatan jenis premium Sebab: kerusakan sambungan flange joint cargo hose Kapal : MT Mutiara (19-03-01)	± 1 jam	± 400 kiloliter/jam	400 kiloliter
3.	Kegagalan proses pembongkaran LPG Sebab : kerusakan pada sistem hidrolik sehingga tidak dapat menggerakkan loading arm bagian A Kapal : MT. Putri Ayu (01-05-01)	± 2 jam	± 120 M ton/jam	240 M ton
4.	Tumpahan muatan/oil spill jenis kerosin Sebab: kerusakan pada cargo hose untuk kerosin Kapal : MT. Sele (20-06-01)	± 1½ jam	± 400 kiloliter/jam	600 kiloliter
5.	Tumpahan muatan/oil spill jenis solar Sebab: masih terdapat sisa muatan saat pelepasan cargo hose Kapal : MT. Gandini (10-08-01)	± 1 jam	± 400 kiloliter/jam	400 kiloliter
6.	Kegagalan proses pembongkaran muatan premix Sebab: kebocoran sambungan pipa predischarge Kapal : MT. Atlantic (21-08-01)	± 2 jam	± 400 kiloliter/jam	800 kiloliter
7.	Kecelakaan kerja Sebab: outboard arm jatuh membentur deck kapal dan mencederai ABK Kapal : MT. Gas Katulistiwa (18-10-01)	± 2 jam	± 120 M ton/jam	240 M ton
8.	Kegagalan pembongkaran muatan LPG Sebab: Kerusakan swivel joint loading arm MLA bagian B Kapal MT. Anjasmoro (07-12-01)	± 1½ jam	± 100 M ton/jam	150 M ton
9.	Kegagalan pembongkaran muatan BBM Sebab: kerusakan pada mooring buoy sehingga proses penambatan tidak dapat dilakukan sesuai persyaratan sebelum dipasang emergency buoy Kapal MT. Vijayanti (16-12-01)	± 5 jam	± 400 kiloliter/jam	2000 kiloliter

Dari tabel hasil perhitungan tersebut di atas diketahui pengaruh atau dampak kegagalan atau kecelakaan kerja terhadap produktifitas pembongkaran muatan dapat dilihat dari besarnya nilai faktor kerugian (K), misalnya untuk kasus ketiga di tahun

2000 yaitu kegagalan pembongkaran akibat kerusakan rubber fender yang mengakibatkan penundaan proses pembongkaran sambil menunggu proses pemasangan ban daprah (emergency) selama ± 7 jam dengan asumsi kondisi ideal proses pembongkaran muatan LPG sebesar 120 M ton/jam maka faktor kerugian yang diakibatkan oleh penundaan ini yaitu sebesar 840 M ton. Hal ini berarti bahwa pada saat waktu penundaan tersebut seharusnya proses pembongkaran muatan telah dapat mentransfer muatan dari kapal ke terminal sebesar 840 M ton. Jika ditotal faktor kerugian produktifitas selama tahun 2000 untuk pembongkaran muatan BBM sebesar 2499,6 kiloliter dan muatan LPG sebesar 1010 M ton. Sedangkan faktor kerugian produktifitas selama tahun 2001 untuk muatan BBM sebesar 4333,2 kiloliter dan muatan LPG sebesar 630 M ton.

2. Analisa perhitungan dampak kegagalan dan kecelakaan kerja terhadap faktor biaya operasional kapal bersandar di dermaga.

Untuk analisa perhitungan pengaruh atau dampak kegagalan dan kecelakaan kerja dihitung terhadap faktor biaya kerugian operasional kapal bersandar di dermaga (tanpa memperhitungkan biaya charter kapal) yang harus ditanggung oleh kapal, maka model perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut

- Biaya operasional kapal bersandar yang harus ditanggung di dermaga khusus Gospier (C) sebesar $\pm \$ 1$ per DWT perhari (jika diasumsikan biaya operasional kapal bersandar di dermaga (C) sebesar $\$ 1$ per DWT perhari atau sama dengan $\$ 1/4$ per DWT per etmal, dimana 1 etmal sama dengan satu periode waktu operasi kapal bersandar yaitu 6 jam)

- Waktu penundaan diasumsikan sebagai waktu operasional hilang (t) (perhitungan waktu penundaan berdasarkan waktu periode kapal bersandar yaitu dalam hitungan etmal atau setara dengan 6 jam operasi kapal bersandar)
- Maka rumusan faktor kerugian terhadap operasional kapal bersandar di dermaga (K2) adalah mengkalikan faktor biaya operasional kapal bersandar (C) dengan waktu operasional hilang (t), sehingga model matematisnya yaitu: $K2 = C \times t$

Adapun apabila dilakukan perhitungan terhadap kasus-kasus kegagalan dan kecelakaan yang terjadi di tahun 2000 dan 2001 adalah sebagai berikut

Tabel 3.5.
Analisa perhitungan dampak kegagalan dan kecelakaan kerja di tahun 2000 terhadap faktor biaya kerugian operasional kapal bersandar

No	Kasus	Waktu operasional hilang (t)	Biaya operasional bersandar (C)	Faktor kerugian (K2)
1.	Jatuhnya cargo hose Sebab: sling pengangkat lepas saat diangkat sehingga ujung cargo hose lepas membentur fender dermaga. Kapal : MT. Atlantic (DWT = 30.714)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 7678,5
2.	Kegagalan pembongkaran muatan LPG Sebab: kerusakan pada electric power penggerak MLA (B) Kapal : MT Gas Indonesia (DWT = 3.607)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 901,75
3.	Kegagalan pembongkaran muatan LPG Sebab: kerusakan rubber fender pada main breathing dolphin sehingga proses ditunda menunggu pemasangan ban daprah (emergency) Kapal : MT. Putri Ayu (DWT = 3.764)	2 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 1882
4.	Kebocoran minyak jenis kerosin Sebab: sambungan flens joint cargo hose dengan pipa pre discharge dermaga kurang baik Kapal : MT. Sele (DWT = 29.990)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 7497,5
5.	Kegagalan pembongkaran muatan BBM Sebab: Katub discharge control valve sulit diputar/dibuka Kapal : MT. Gandini (DWT = 31.074)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 7768,5

6.	Kcelakaan kerja Sebab: Jatuhnya petugas dermaga pada tangga control MLA karena terpeleset saat operasi penyambungan MLA Kapal : MT. Gas Jaya (DWT = 3.228)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 807
7.	Kegagalan pembongkaran muatan premix Sebab: Kerusakan/kebocoran pada jalur pipa discharge to instalation, jalur D untuk premix Kapal : MT. Sepinggan (DWT = 29.944)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 7486
8.	Tumpahan muatan/oil spill (jenis solar) Sebab: Masih terdapat sisa muatan pada saat pelepasan cargo hose Kapal : MT. Sele (DWT = 29.990)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 7497,5
9.	Kegagalan pembongkaran muatan premium Sebab: kerusakan pada jalur pipa predischARGE berupa kebocoran sambungan(jalur D untuk premium) Kapal : MT. Pratama (DWT = 30.629)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 7657,25
10.	Tumpahan muatan/oil spill (jenis premium) Sebab: kerusakan/kebocoran cargo hose jalur premium Kapal : MT. Sengeti (DWT = 29.952)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 7488
11.	Kegagalan pembongkaran muatan LPG Sebab: kerusakan pada intermediate swivel joint pada MLA bagian A, sulit dapat digerakkan Kapal : MT. Gas Katulistiwa (DWT = 3.530)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 882,5
12.	Kecelakaan kerja Sebab: jatuhnya sling penghibob saat operasi pengangkatan cargo hose untuk solar Kapal : MT. Ontari (DWT = 18.228)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 4557
TOTAL				<u>\$ 62.103,5</u>

Jika asumsi \$ 1 = Rp 9.038 (berdasarkan kurs tengah BI tanggal 17-07-2002)^o

Maka total faktor kerugian selama tahun 2000 sebesar:

$$\$ 62.103,5 \times 9.038 = \text{Rp } \underline{561.291.433,00}$$

^o Diambil dari harian Kompas tanggal 17-07-2002

Nilai ini menunjukkan total claim selama tahun 2000 yang harus dibayar oleh pihak pengelola Pelabuhan khusus "Gospier" dalam hal ini Pertamina UPMS V Surabaya kepada pengelola kapal

Sedangkan untuk analisa perhitungan dampak kegagalan dan kecelakaan kerja terhadap faktor biaya kerugian operasional kapal bersandar pada tahun 2001 adalah sebagai berikut :

Tabel 3.6.
Analisa perhitungan dampak kegagalan dan kecelakaan kerja di tahun 2001 terhadap faktor biaya kerugian operasional kapal bersandar

No	Kasus	Waktu operasional hilang (t)	Biaya operasional bersandar (C)	Faktor kerugian (K2)
1.	Kegagalan pembongkaran muatan kerosin Sebab: discharge control valve sulit diputar/dibuka Kapal : MT. Jobrevik (DWT = 33.490)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 8372,5
2.	Kebocoran muatan jenis premium Sebab: kerusakan sambungan flange joint cargo hose Kapal : MT Mutiara (DWT = 15.547)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 3886,75
3.	Kegagalan proses pembongkaran LPG Sebab: kerusakan pada sistem hidrolis sehingga tidak dapat menggerakkan loading arm bagian A Kapal : MT. Putri Ayu (DWT = 3.764)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 941
4.	Tumpahan muatan/oil spill jenis kerosin Sebab: kerusakan pada cargo hose untuk kerosin Kapal : MT. Sele (DWT = 29.990)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 7497,5
5.	Tumpahan muatan/oil spill jenis solar Sebab: masih terdapat sisa muatan saat pelepasan cargo hose Kapal : MT. Gandini (DWT = 31.374)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 7843,5
6.	Kegagalan proses pembongkaran muatan premix Sebab: kebocoran sambungan pipa predischARGE Kapal : MT. Atlantic (DWT = 30.174)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 7543,5
7.	Kecelakaan kerja Sebab: outboard arm jatuh membentur deck kapal dan mencederai ABK Kapal : MT. Gas Katulistiwa (DWT = 3.530)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 882,5

8.	Kegagalan pembongkaran muatan LPG Sebab: Kerusakan swivel joint loading arm MLA bagian B Kapal: MT. Anjasmoro (DWT = 3.662)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 915,5
9.	Kegagalan pembongkaran muatan BBM Sebab: kerusakan pada mooring buoy sehingga proses penambatan tidak dapat dilakukan sesuai persyaratan sebelum dipasang emergency buoy Kapal: MT. Vijayanti (DWT = 21.259)	1 etmal	\$ 0,25 per DWT per etmal	\$ 5314,75
TOTAL				\$ 43.197,5

Jika asumsi \$ 1 = Rp 9.038 (berdasarkan kurs tengah BI tanggal 17-07-2002)^o

Maka total faktor kerugian selama tahun 2001 sebesar:

$$\$ 43.197,5 \times 9.038 = \text{Rp } 390.419.005,00$$

Nilai ini menunjukkan total claim selama tahun 2001 yang harus dibayar oleh pihak pengelola Pelabuhan khusus "Gospier" dalam hal ini Pertamina UPMS V Surabaya kepada pengelola kapal. Sehingga apabila ditotal jumlah claim yang harus dibayar selama tahun 2000 dan 2001 sebesar

$$390.419.005,00 + 561.281.433,00 = \text{Rp. } 951.700.438,00$$

3. Tinjauan pengaruh atau dampak kegagalan dan kecelakaan kerja terhadap faktor kerugian lainnya

Untuk analisa terhadap pengaruh atau dampak kegagalan atau kecelakaan kerja pada proses pembongkaran muatan di dermaga khusus Gospier (untuk unsur biaya penanggulangan kegagalan atau kecelakaan serta biaya kerusakan materi peralatan dan fasilitas yang ada) diambil salah satu contoh kasus sebagai bahan tinjauan.

^o Diambil dari harian Kompas tanggal 17-07-2002

Misalnya kasus tumpahan muatan yang terjadi saat proses pembongkaran muatan maka faktor-faktor kerugian yang ditimbulkan yaitu pada point-point biaya kerugian di bawah ini

- faktor biaya penanggulangan tumpahan muatan yang harus ditanggung
- faktor biaya claim kerugian yang harus dibayarkan terhadap kapal apabila terjadi proses penundaan yang menyebabkan kerugian operasional kapal.
- Faktor biaya kerusakan materi peralatan atau fasilitas yang ada.

Dari point biaya kerugian ini setidaknya memberi gambaran sejauhmana pengaruh kegagalan atau kecelakaan kerja terhadap proses pembongkaran muatan yang ada. Sehingga dari gambaran analisa tersebut pihak manajemen pengelola dermaga dapat memperhitungkan faktor kerugian akibat kegagalan atau kecelakaan yang tersebut dari point-point biaya kerugian yang ditimbulkan. Oleh karena itu studi evaluasi keselamatan kerja ini penting dilakukan guna mencegah faktor kerugian yang dapat timbul akibat terjadinya kegagalan atau kecelakaan kerja dengan meminimalkan kemungkinan terjadinya kegagalan dan kecelakaan kerja.

BAB IV
ANALISA KESELAMATAN KERJA
DARI ASPEK PERALATAN

BAB IV

ANALISA KESELAMATAN KERJA DARI ASPEK PERALATAN

4.1 Umum

Proses pembongkaran muatan BBM dan LPG memiliki potensi timbulnya kecelakaan kerja cukup tinggi baik ditinjau dari aspek peralatan maupun prosedur kerja yang ada. Proses pembongkaran muatan membutuhkan suatu sistem pembongkaran muatan BBM ataupun LPG yang baik agar proses tersebut dapat berjalan dengan baik dan aman dari sisi keselamatan kerja. Sistem pembongkaran muatan itu sendiri merupakan suatu sistem yang mendukung operasi atau proses pembongkaran muatan BBM atau LPG tangki-tangki di kapal atau tanker menuju tangki-tangki timbun di darat atau di terminal.

Peralatan sistem pembongkaran muatan yang telah beroperasi dengan waktu yang lama memiliki resiko keselamatan yang perlu untuk ditinjau atau dianalisa kembali guna menjamin apakah peralatan-peralatan tersebut dapat beroperasi secara baik dan aman dari sisi keselamatan. Untuk itu perlu dilakukan analisa terhadap keandalan peralatan sistem dan penyebab kegagalan masing-masing peralatan atau komponen yang terdapat pada sistem pembongkaran muatan BBM atau LPG tersebut. Kegagalan yang terjadi pada peralatan saat beroperasi memiliki dampak yang cukup besar terhadap keselamatan kerja serta lingkungan sekitarnya. Kegagalan pada saat komponen peralatan dapat mengganggu atau juga menghentikan proses

pembongkaran muatan dan memiliki resiko bahaya terhadap keselamatan kerja. Keamanan dan keselamatan pengoperasian sistem pembongkaran muatan akan dapat terpenuhi jika sistem yang ada dapat berfungsi sesuai spesifikasi yang telah ditentukan atau dengan kata lain komponen-komponen peralatan dalam suatu sistem dapat berfungsi dengan baik.

Sebelum melakukan analisa terhadap peralatan yang ada pada sistem pembongkaran muatan BBM atau LPG, kita tinjau kembali deskripsi sistem pembongkaran muatan BBM atau LPG. Dimana sistem pembongkaran muatan BBM atau LPG memiliki fungsi mengalirkan muatan BBM atau LPG secara terus menerus sesuai kebutuhan dari kapal menuju tangki-tangki timbun yang ada di darat. Sistem pembongkaran muatan di pelabuhan khusus gospier dibagi dalam dua sub sistem yaitu sistem pembongkaran muatan BBM dan sistem pembongkaran muatan LPG, dimana masing-masing sub sistem memiliki peralatan pendukung tersendiri. Diagram instalasi sistem pembongkaran muatan di dermaga khusus "Gospier" dapat dilihat pada Gambar 4.1

Sub sistem pembongkaran muatan BBM di pelabuhan khusus gospier digunakan untuk penanganan muatan kerosin, HSD atau solar, premium dan premix. Proses pembongkaran muatan BBM ini sendiri dibagi dalam dua sub sistem yaitu :

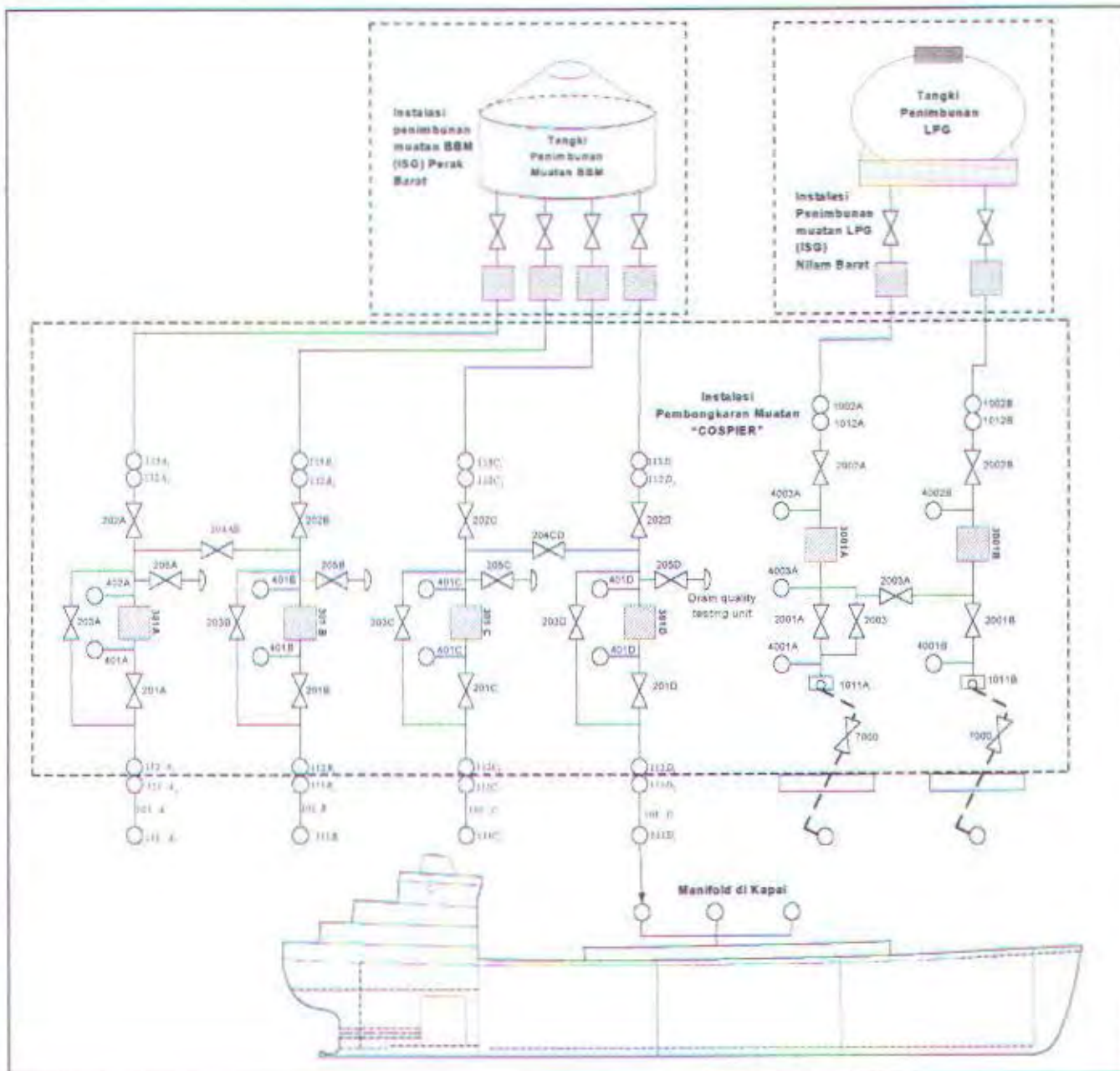
- ♦ Sub sistem cargo hose (A) dengan komponen-komponen peralatan yaitu cargo rubber hose, flanges joint, insulating flanges joint dan bind plate.

- ♦ Sub sistem aliran muatan (B) dengan komponen-komponen peralatan yaitu pressure indicator, control valve, stop valve, discharge strainer, bounding cable, catodic protection, dan jalur instalasi pipa.

Sub sistem pembongkaran muatan LPG di pelabuhan khusus gopier menggunakan Marine loading Arm (MLA). Proses sistem ini dibagi dalam dua sub sistem lagi yaitu :

- ♦ Sub sistem MLA (marine loading arm) dengan komponen peralatan pendukung komponen sistem power, komponen sistem hidraulik dan komponen sistem loading arm atau selang muatan.
- ♦ Sub sistem aliran muatan (B) dengan komponen-komponen peralatan yaitu pressure indicator, control atau stop valve, suction strainer, discharge strainer, bounding cable, catodic protection dan jalur instalasi pipa.

Diagram pipa sistem pembongkaran muatan BBM dan LPG dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1

Diagram pipa pembongkaran muatan BBM & LPG di dermaga khusus "Gospier"

4.2 Analisa Data Peralatan

Analisa data yaitu untuk mengkasifikasi komponen-komponen peralatan pada masing-masing sub sistem pembongkaran muatan serta tahapan untuk mengidentifikasi kekerapan atau jumlah kegagalan masing-masing komponen peralatan. Tabel 4.1 menunjukkan daftar nama komponen pada sub sistem cargo hose dan Tabel 4.2 menunjukkan daftar nama komponen pada sub sistem marine loading arm (MLA) untuk mengetahui dan mengidentifikasi kekerapan atau jumlah kegagalan masing-masing komponen peralatan. Tabel 4.3 menunjukkan jumlah kegagalan komponen-komponen pada sub sistem cargo hose sedangkan Tabel 4.4 menunjukkan jumlah kegagalan komponen-komponen pada sub sistem MLA. Mode-mode kegagalan komponen-komponen yang sering terjadi pada sub sistem cargo hose ditunjukkan pada Tabel 4.5 dan mode-mode kegagalan komponen yang sering terjadi pada sub sistem MLA ditunjukkan pada Tabel 4.6 . Analisa data ini diperoleh dari data yang terdapat pada bagian operation dan meintenance Instalasi Surabaya Group.

Tabel 4.1
Daftar nama komponen pada Sub Sistem Cargo Hose

	Nama Komponen
101. A,B,C,D	Cargo rubber hose A,B,C,D
102. A,B,C,D	Pipa predischarge dermaga A,B,C,D
111. 2A,2B,2C,2D	Flanges joint with insulating cargo rubber hose 2A,2B,2C,2D
112. 2A,2B,2C,2D	Flanges joint with insulating pipa predischarge 2A,2B,2C,2D
201. A,B,C,D	Discharge shoot off valve dermaga A,B,C,D
202. A,B,C,D	Discharge control valve after strainer A,B,C,D
203. A,B,C,D	By pass control valve A,B,C,D
204. AB , CD	By pass control valve AB & CD
205 A,B,C,D	Drain cock A,B,C,D
103. A,B,C,D	Pipa discharge to instalation A,B,C,D
104. A,B,C,D	Bypass pipe A,B,C,D
105. AB , CD	Bypass pipe AB & CD
113. A,B,C,D	Flanges joint with insulating pipa discharge to instalation 2A,2B,2C,2D
301. A,B,C,D	Strainer A,B,C,D
401. A,B,C,D	Pressure indicator before strainer A,B,C,D
402. A,B,C,D	Pressure indicator after strainer A,B,C,D
501. A,B,C,D	Bonding cable / bond wire

Dimana :

- A jalur untuk kerosin
- B jalur untuk HSD atau solar
- C jalur untuk premium
- D jalur untuk premix

Tabel 4.2. Daftar Nama Komponen Pada Sub Sistem MLA

Kode	Nama Komponen
1001 A,B	Pipa pre discharge A,B
1002 A,B	Pipa discharge to instalation A,B
1003	Pipa by pass
1011 2A,2B	Flanges joint with insulating pipa predischage 2A,2B
1012 2A,2B	Flanges joint with insulating pipa discharge 2A,2B
2001 A,B	Discharge shut off valve dermaga
2002 A,B	Discharge control valve after strainer
2003	By pass control valve
3001 A,B	Strainer A,B
4001 A,B	Pressure indicator after MLA A,B
4002 A,B	Pressure indicator after strainer A,B
4003 A,B	Pressure indicator from by pass A
5001 A,B	Bonding cable / bond wire A,B
6001 6A,6B	Catodic protection 6A,6B, 2 by pass
7100	Sub Sistem Power
7101 A,B	- Battery
7102 A,B	- Power supply
7200	Sub Sistem Hidraulik
7201 A,B	- Hidraulik pump
7202 A,B	- Hose pipa hidraulik
7300	Sub Sistem Loading Arm
7301 A,B	- Inboard arm
7302 A,B	- Outboard arm
7303 A,B	- Shutoff valve
7304 A,B	- Drain cock
7305 A,B	- Inlet swivel joint
7306 A,B	- Intermediate swivel joint
7307 A,B	- Coupler swivel joint

Klasifikasi terhadap komponen-komponen peralatan pada masing-masing sub sistem diperoleh dari work order pada bagian operation dan maintenance Instalasi Surabaya Group (ISG) Pertamina UPMS V Surabaya tahun 2000 dan 2001, demikian juga data-data jumlah kegagalan dan mode-mode kegagalan komponen pada masing-masing sub sistem.

Tabel 4.3

Jumlah kegagalan komponen pada sistem cargo hose

Nama Komponen	Jumlah Kegagalan
Cargo rubber hose A,B,C,D	3 , 1 , 1 , 0
Pipa pre discharge dermaga A,B,C,D	0 , 0 , 1 , 1
Pipa discharge to instalation A,B,C,D	2 , 1 , 1 , 1
Pipa bypass A,B,C,D	0 , 0 , 0 , 1
Pipa bypass A ke B dan C ke D	0 , 0
Flanges joint with insulating cargo rubber hose 2A,2b,2C,2D	3 , 0 , 1 , 1
Flanges joint with insulating pipa pre discharge dermaga 2A,2B,2C,2D	1 , 2 , 1 , 1
Flanges joint with insulating pipa discharge to instalation 2A,2B,2C,2D	2 , 1 , 1 , 1
Discharge shoot off valve dermaga A,B,C,D	0 , 1 , 0 , 0
Discharge control valve after strainer A,B,C,D	1 , 0 , 1 , 0
By pass control valve A,B,C,D	0 , 0 , 0 , 0
By pass control valve A ke B dan C ke D	0 , 0 , 0 , 0
Drain cock A,B,C,D	0 , 0 , 0 , 0
Strainer A,B,C,D	0 , 1 , 0 , 0
Pressure indicator before strainer A,B,C,D	0 , 0 , 0 , 0
Pressure indicator after strainer A,B,C,D	0 , 0 , 0 , 0
Bonding cable A,B,C,D	0 , 1 , 0 , 1

Dari tabel diatas menunjukkan failure rate tertinggi yaitu pada komponen cargo rubber hose dan flanges joint with insulating cargo rubber hose. Hal ini dipengaruhi oleh faktor umur, kesalahan teknis dan fungsi komponen tersebut.

Tabel 4.4

Jumlah Kegagalan Komponen pada sub sistem Marine Loading Arm (MLA)

Nama Komponen	Jumlah Kegagalan
Pipa pre discharge A,B	0 , 0
Pipa discharge to instalation A,B	0 , 1
Pipa by pass	0 , 0
Flanges joint with insulating pipa pre discharge 2A,2B	1 , 1
Flanges joint with insulating pipa discharge 2A,2B	1 , 2
Discharge shoot off valve dermaga	0 , 0
Discharge control valve after strainer A , B	1 , 0
By pass control valve	0 , 0
Strainer A , B	0 , 0
Pressure Indicator after MLA A , B	0 , 1
Pressure Indicator after strainer A ,B	0 , 1
Pressure Indicator from by pass	0 , 0
Bonding cable A , B	0 , 0
Catodic protection 6A, 6B, 2 by pass	
► Sub sistem power	
- Power supply	1 , 3
- Battery	0 , 0
► Sub sistem hidraulik	
- hidraulik pump	2 , 1
- hose hidraulik	0 , 1

► Sub sistem Loading Arm	
- inboard arm	1 , 1
- outboard arm	1 , 2
- Shut off valve	1 , 0
- Drain cock	0 , 0
- inlet swivel joint	0 , 1
- intermediate swivel joint	2 , 1
- coupler swivel joint	2 , 3

Dari tabel di atas menunjukkan failure rate tertinggi yaitu pada komponen coupler swivel joint loading arm MLA. Hal ini dipengaruhi oleh kegiatan penyambungan dan pelepasan selang muatan MLA dari manifold kapal yang kurang baik serta faktor usia penggunaan yang sudah cukup lama.

Dari tabel di atas angka – angka tersebut menunjukkan jumlah kegagalan dan perbaikan yang dilakukan pada peralatan tersebut dalam dua tahun yaitu tahun 2000 dan 2001 pada berita acara work order bagian operation dan maintenance Instalasi Surabaya Group.

Tabel 4.5
Mode mode kegagalan komponen pada sub sistem Cargo Hose

Nama Komponen	Mode Kegagalan
Cargo rubber hose A,B,C,D	Kebocoran, Kerusakan mekanis
Pipa predischarge dermaga A,B,C,D	Kebocoran
Pipa discharge to instalation A,B,C,D	Kebocoran
By pass pipe A,B,C,D	Kebocoran
By pass pipe AB , CD	Kebocoran
Flanges joint with insulating cargo rubber hose 2A,2B,2C,2D	Kebocoran, Kerusakan mekanis
Flanges joint with insulating pipa predischarge 2A,2B,2C,2D	Kebocoran
Flanges joint with insulating discharge to instalation	Kebocoran
Discharge shoot off valve dermaga A,B,C,D	Kerusakan mekanis, kekedapan kurang
Discharge control valve after strainer A,B,C,D	Kerusakan mekanis, kekedapan kurang
By pass control valve AB , CD	Kerusakan mekanis, kekedapan kurang
By pass control valve A,B,C,D	Kerusakan mekanis, kekedapan kurang
Drain cock A,B,C,D	Kerusakan mekanis, kekedapan kurang
Strainer A,B,C,D	Kotor, Jenuh/keausan elemen stainer
Pressure indicator before strainer A,B,C,D	Kerusakan
Pressure indicator after stainer A,B,C,D	Kerusakan
Bonding cable A,B,C,D	Putus/kerusakan cable

Dari Tabel 4.5 menunjukkan pada sistem perpipaam (instalasi pipa) umumnya kegagalan yang sering terjadi yaitu terjadinya kebocoran pada saluran perpipaan. Hal ini disebabkan karena terjadinya pengkaratan, kerusakan mekanis akibat benturan atau gesekan dan tekanan yang berlebih pada instalasi pipa maupun fitting yang tidak sempurna. Sedangkan kegagalan yang umumnya terjadi pada katub-katub yang ada

itu turunnya kekedapan. Hal ini disebabkan karena terjadinya pengkaratan dan seal katub yang rusak sehingga mengalami kebocoran. Pada drain cock yang berfungsi dalam pengambilan sample muatan kegagalan yang sering terjadi adalah penurunan kekedapan dari keran atau kerusakan pada seal keran tersebut sehingga menyebabkan kebocoran atau keluarnya cairan muatan pada saat keran dalam keadaan tertutup. Pada stainer umumnya kegagalan yang sering terjadi yaitu adanya kotoran dan keausan atau jenuhnya elemen strainer, hal ini disebabkan karena fungsi dari komponen tersebut untuk menyaring cairan muatan yaitu kerosin, HSD atau solar, premium dan premix sesuai instalasi masing-masing dari kemungkinan adanya kotoran-kotoran atau benda-benda asing yang terbawa dari kapal. Kegagalan yang sering terjadi pada pressure indikator adalah kerusakan pada pressure indikator sehingga komponen ini tidak berfungsi sebagaimana mestinya yaitu menunjukkan besarnya tekanan yang ada pada posisinya. Kegagalan yang sering terjadi pada bounding cable yaitu kerusakan pada bounding cable mengingat fungsi bounding cable sebagai komponen untuk mencegah terjadinya perbedaan potensial antara instalasi di darat atau dermaga dengan di kapal yang dapat mengakibatkan terjadinya Stray Current yang membahayakan pada saat proses pembongkaran muatan. Pada catodic protection kegagalan yang umum yaitu keausan catodic protection itu sendiri karena kondisi lingkungan yang memiliki laju pengkaratan cukup tinggi sehingga menyebabkan proses pengkaratan pada komponen-komponen instalasi yang ada

Tabel 4.6
Mode – mode kegagalan pada sub sistem Marine Loading Arm (MLA)

Nama Komponen	Mode Kegagalan
Pipa pre discharge A,B	Kebocoran, Kerusakan mekanis
Pipa discharge to instalation A,B	Kebocoran, Kerusakan mekanis
Pipa by pass	Kebocoran, Kerusakan mekanis
Flanges joint with insulating pipa pre discharge 2A,2B	Kebocoran, sambungan kurang baik
Flanges joint with insulating pipa discharge to instalation 2A,2B	Kebocoran, sambungan kurang baik
Flanges joint with insulating pipa by pass	Kebocoran, sambungan kurang baik
Discharge shoot off valve dermaga A,B	Kerusakan mekanis,Kekedapan kurang
Discharge control valve after strainer A,B	Kerusakan mekanis,Kekedapan kurang
By pass control valve	Kerusakan mekanis,Kekedapan kurang
Strainer A,B	Kotor,jenuh/keausan elemen stainer
Pressure indicator after MLA A,B	Kerusakan
Pressure indicator after strainer A,B	Kerusakan
Pressure indicator from by pass	Kerusakan
Bonding cable A,B	Putus/kerusakan cable
► Sub sistem power	
- power supply	Gagal supplay listrik
- battery	Gagal supplay listrik
► Sub sistem hidraulik	
- hidraulik pum	Kerusakan, Gagal supplay tekanan
- hose pipe hidraulik	Kebocoran
► Sub sistem loading arm	
- inboard arm	Kebocoran / kerusakan mekanis
- outboard arm	Kebocoran, fittina kurang baik
- shut off valve	Kerusakan ,Penurunan kekedapan
- drain cock	Kerusakan/kebocoran
- inlet swivel joint	Kerusakan mekanis
- intermediate swivel joint	Kerusakan mekanis
- coupler swivel joint	Kerusakan mekanis

Dari Tabel 4.6 menunjukkan pada instalasi pipa sistem pembongkaran muatan LPG umumnya kegagalan yang sering terjadi yaitu terjadinya kebocoran pada saluran perpipaan. Hal ini disebabkan karena terjadinya pengkaratan, kerusakan mekanis akibat benturan atau gesekan dan tekanan yang berlebih pada instalasi pipa maupun fitting yang tidak sempurna. Sedangkan kegagalan yang umumnya terjadi pada katub-katub yang ada itu turunnya kekedapan. Hal ini disebabkan karena terjadinya pengkaratan dan seal katub yang rusak sehingga mengalami kebocoran. Pada drain cock yang berfungsi dalam pengambilan sample muatan kegagalan yang sering terjadi adalah penurunan kekedapan dari keran atau kerusakan pada seal keran tersebut sehingga menyebabkan kebocoran atau keluarnya cairan muatan pada saat keran dalam keadaan tertutup. Pada stainer umumnya kegagalan yang sering terjadi yaitu adanya kotoran dan keausan atau jenuhnya elemen strainer, hal ini disebabkan karena fungsi dari komponen tersebut untuk menyaring cairan muatan yaitu LPG dari kemungkinan adanya kotoran-kotoran atau benda-benda asing yang terbawa dari kapal. Kegagalan yang sering terjadi pada pressure indikator adalah kerusakan pada pressure indikator sehingga komponen ini tidak berfungsi sebagaimana mestinya yaitu menunjukkan besarnya tekanan yang ada pada posisinya. Kegagalan yang sering terjadi pada bounding cable yaitu kerusakan pada bounding cable mengingat fungsi bounding cable sebagai komponen untuk mencegah terjadinya perbedaan potensial antara instalasi di darat atau dermaga dengan di kapal yang dapat mengakibatkan terjadinya Stray Current yang membahayakan pada saat proses pembongkaran muatan. Pada catodic protection kegagalan yang umum yaitu keausan

catodic protection itu sendiri karena kondisi lingkungan yang memiliki laju pengkaratan cukup tinggi sehingga menyebabkan proses pengkaratan pada komponen-komponen instalasi yang ada.

Pada peralatan Marine Loading Arm memiliki tiga sub sistem yaitu sub sistem power, sub sistem hidrolik, dan sub sistem loading arm. Pada sub sistem power mode kegagalan yang sering terjadi yaitu kegagalan supplay listrik untuk pengoperasian MLA, hal ini karena usia pemakaian ataupun keadaan peralatan yang kurang baik misalkan kondisi sambungan – sambungan pada jaringan listrik yang kurang baik. Pada sub sistem hidrolik kegagalan yang umum terjadi yaitu kegagalan supplay tekanan dari pompa hidrolik, kebocoran pada selang hidrolik ataupun kegagalan pada proses mengangkat loading arm serta fitting atau sambungan antara swivel/flanges joint selang muatan/loading arm dengan flens manifold kapal yang kurang baik sehingga mengakibatkan kebocoran pada saat proses pembongkaran muatan juga kemungkinan kegagalan yang sering terjadi yaitu kerusakan pada intermediate swivel joint sehingga loading arm tidak dapat digerakkan

Untuk lebih mengetahui mode – mode kegagalan, sebab kegagalan, serta kemungkinan untuk mengurangi resiko yang akan terjadi, lebih dijelaskan pada analisa kualitatif.

4.3. Analisa Kualitatif

Salah satu metode untuk mengetahui atau menganalisa teknik keselamatan pada suatu sistem yaitu dengan melakukan analisa keandalan peralatan pada sistem tersebut secara kualitatif maupun kuantitatif. Untuk melakukan analisa kualitatif diperlukan beberapa pendekatan untuk mengilustrasikan bagaimana sistem tersebut bekerja dan kemungkinan sistem tersebut mengalami kegagalan. Dalam analisa kualitatif ini menggunakan metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) dan FTA (Fault Tree Analysis).

4.3.1. FMEA (Failure Modes and Effects Analysis)

Tujuan penggunaan metode FMEA yaitu untuk mengidentifikasi mode-mode kegagalan, penyebab kegagalan, serta dampak kegagalan yang ditimbulkan oleh tiap-tiap komponen terhadap sistem. Teknik analisa ini lebih menekankan pada bottom-up approach yaitu analisa yang dilakukan dimulai dengan memeriksa kegagalan komponen-komponen tingkat rendah dan meneruskan ke sistem yang merupakan tingkat yang lebih tinggi serta memepertimbangkan kegagalan sistem sebagai hasil dari semua mode kegagalan.

Hasil analisa kualitatif dengan menggunakan metode FMEA tersebut dapat dilihat Tabel 1 dan 2 pada lampiran B yang berupa FMEA work sheet. Dimana pada Tabel 1 menunjukkan hasil analisa kualitatif menggunakan metode FMEA untuk sub sistem pembongkaran muatan BBM dengan menggunakan Cargo Hose (Cargo Hose System), dan pada Tabel 2 menunjukkan hasil analisa kualitatif menggunakan metode

FMEA untuk sub sistem pembongkaran muatan LPG bengan menggunakan Marine Loading Arm / MLA (*Marine Loading Arm System*).

Ukuran kualitatif untuk menentukan kekritisan mode kegagalan suatu komponen dapat dilakukan dengan mengkombinasi *severity ranking* dengan *failure rate* yang dibuat dalam bentuk tabel yang disebut *Criticality Matrix*. Pembacaan matrix dilakukan dari sudut kiri bawah ke sudut kanan atas yang menunjukkan bahwa kekritisan komponen semakin besar. Criticality matrix tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan 4.8. Dimana Tabel 4.7 menunjukkan criticality matrix komponen-komponen pada sub sistem cargo hose dan Tabel 4.8 menunjukkan criticality matrix komponen-komponen pada sub sistem marine loading arm (MLA).

Dari criticality matrix yang diperoleh dengan pendekatan FMEA, jika dilakukan pembacaan dari sudut kiri bawah ke sudut kanan atas akan diperoleh komponen-komponen yang makin ke kanan atas akan semakin kritis. Semakin besar laju kegagalan dan severity konponen tersebut maka akan berada makin kekanan dan makin keatas. Laju kegagalan komponen dipengaruhi oleh time failure komponen tersebut sehingga semakin sering komponen mengalami kegagalan maka semakin besar nilai laju kegagalannya.

Tabel 4.7
Criticality matrix komponen sub sistem cargo hose

Failure Rate	Severity Group			
	Minor	Major	Critical	Catastropic
Frequent				
Probable		101 A, 103 A 103 C, 111 2A 112 2B, 301 A 301 B, 301 D	113 2A, 112 2A	
Occasional	104 A, 104 B 104 C, 104D 105AB,105 CD 203 A, 203 B 203 C, 203 D 204AB,204CD 205 A, 205 B 205 C, 205 D	101 B, 101 C, 101 D 102 A, 102 B, 102 C 102 D, 103 B, 103 D 111 2B, 111 2C 111 2D , 112 2A 112 2C , 112 2D 201 A, 201 B, 201 C 201 D, 202 A, 202 B 202 C, 202 D, 301 A 301 B, 301 C, 301 D 401 A, 401 B, 401 C 401 D, 402 A, 402 B 402 C, 402 D	112 2A, 112 2C 112 2D, 113 2B 113 2C, 113 2D	501 A, 501 B 501 C, 501 D
Remote				
Very unlikely				

Tabel 4.8
Criticality matrix komponen sub sistem marine loading arm

Failure rate	Severity Group			
	Minor	Major	Critical	Catastropic
Frequent				
Probable		6001 6A, 6001 6B 7201 A, 7307 B 7302 B, 7306 A 1012 B, 7307 A	1012 B 7102 B	
Occasional	1003 , 2003 7102 A, 7102 B 7304 A, 7304 B	1001 A, 1001 B 1002 A, 1002 B 2001 A, 2001 B 2002 A, 2002 B 2003 B, 3001 A 3001 B, 4001 A 4001 B, 4002 A 4002 B, 7101 A 7201 B, 7301 A 7301 B, 7302 A 7303 A, 7303 B 7305 A, 7305 B 7306 B	1011 2A, 1011 2B 1012 A	5001 A, 5001 B
Remote				
Very unlikely				

Dari Tabel 4.7 yang menunjukkan criticality komponen-komponen pada sub sistem cargo hose diketahui bahwa komponen insulating (isolasi) flange joint pada pipa predischarge di dermaga dan insulating (isolasi) flange joint pipa discharge menuju instalasi terminal penimbunan muatan memiliki failure rate atau tingkat kegagalan paling tinggi dengan severity group pada kondisi critical. Hal ini menunjukkan bahwa komponen-komponen tersebut memiliki tingkat kritisitas yang cukup tinggi (dari laju kegagalan yang cukup tinggi serta severity/tingkat resiko cukup tinggi) sehingga perlu mendapat perhatian dan penanganan yang cukup dibanding komponen-komponen lainnya. Disamping itu terdapat komponen yang perlu mendapat perhatian dan penanganan yang baik yaitu komponen bonding cable/bond wire karena komponen ini memiliki severity level atau tingkat resiko pada posisi Catastrophic (nilai severity yang paling tinggi) sehingga perhatian dan penanganan tersebut adalah untuk mengurangi resiko yang mungkin akan terjadi apabila komponen ini mengalami kerusakan ataupun kegagalan.

Dari Tabel 4.8 yang menunjukkan criticality komponen-komponen pada sub sistem marine loading arm (MLA) diketahui bahwa komponen insulating (isolasi) flange joint pada pipa predischarge di dermaga memiliki failure rate atau tingkat kegagalan paling tinggi dengan severity group pada kondisi critical. Hal ini menunjukkan bahwa komponen-komponen tersebut memiliki tingkat kritisitas yang cukup tinggi (dari laju kegagalan yang cukup tinggi serta severity/tingkat resiko cukup tinggi) sehingga perlu mendapat perhatian dan penanganan yang cukup dibanding komponen-komponen lainnya. Disamping itu terdapat komponen yang

perlu mendapat perhatian dan penanganan yang baik yaitu komponen bonding cable/bond wire karena komponen ini memiliki severity level atau tingkat resiko pada posisi Catastrophic (nilai severity yang paling tinggi) sehingga perhatian dan penanganan tersebut adalah untuk mencegah ataupun mengurangi resiko yang mungkin akan terjadi apabila komponen ini mengalami kerusakan ataupun kegagalan.

➤ Pembahasan

Dari criticality matrix dapat diketahui bahwa pada sub sistem cargo hose terdapat satu komponen yang memiliki tingkat kekritisian cukup tinggi yaitu Insulating (isolasi) flange joint No.501. Tingkat kekritisian komponen tersebut dipengaruhi oleh laju kegagalan dan tingkat severity cukup tinggi. Insulating flange joint mempunyai kekritisian / severity pada tingkat critical, dimana hal ini menunjukkan bahwa komponen tersebut perlu mendapat perhatian dan penanganan yang baik karena kerusakan pada komponen ini akan mempengaruhi proses pembongkaran muatan. Kerusakan pada komponen tersebut akan mengakibatkan proses pembongkaran muatan harus dihentikan karena fungsi dari komponen ini yaitu mencegah static electric dan stray current yang dapat mengakibatkan terjadinya percikan api. Berdasarkan laju keagalannya yang cukup tinggi komponen ini mempunyai life time yang perlu mendapat perhatian baik dalam pengoperasiannya maupun perawatannya. Kegagalan yang sering terjadi yaitu kerusakan pada material insulating / isolasi dan pemasangan insulating flange joint yang kurang baik, misalkan saat penyambungan antara flange joint. Untuk mengatasi hal tersebut maka tindakan yang diperlukan adalah pemasangan insulating flange joint yang sebaik-

baiknya sesuai ketentuan yang ada dan perawatan sebaik mungkin, bila perlu dilakukan penggantian komponen tersebut secara periodik agar dapat dijamin dari sisi keselamatan. Disamping itu terdapat komponen yang juga perlu mendapat perhatian dan penanganan yang baik yaitu komponen bonding cable/bond wire, karena komponen ini memiliki severity level atau tingkat kekritisannya pada posisi Catastrophic (level severity yang paling tinggi). Tingkat kekritisannya ini dipengaruhi oleh fungsi komponen ini yaitu mencegah terjadinya stray current dan electric static yang dapat mengakibatkan percikan api (sparks ignition). Sehingga tindakan dilakukan untuk mengurangi resiko yang mungkin akan terjadi apabila komponen tersebut mengalami kegagalan ataupun kerusakan pada saat pengoperasiannya. Perhatian dan penanganan tersebut meliputi pemeriksaan dan perawatan secara periodik serta penggantian komponen jika mengalami kerusakan. Pemeriksaan yang penting untuk dilakukan terutama saat sebelum proses operasi pembongkaran muatan dilakukan sehingga apabila terjadi kerusakan atau kegagalan dapat diketahui dengan cepat. Pemeriksaan secara periodik dilakukan untuk mengetahui kondisi komponen ini, sedangkan perawatan yang dilakukan biasanya adalah pembersihan dan perawatan kondisi cable/bond wire, bila perlu diberikan isolasi ataupun pelindung pada cable/bond wire untuk menjamin kondisi cable agar selalu baik.

Sedangkan dari criticality matrix komponen-komponen pada sub sistem marine loading arm (MLA) juga diketahui bahwa komponen insulating (isolasi) flange joint pada pipa predischarge No 1011 di dermaga memiliki failure rate atau laju kegagalan cukup tinggi dengan severity level pada kondisi critical sehingga

digolongkan dalam komponen yang kritis. Sebagaimana fungsinya mencegah stray current dan electric static yang dapat mengakibatkan terjadinya percikan api. Sehingga komponen ini perlu mendapat pemeriksaan dan perawatan secara periodik serta dilakukan penggantian apabila mengalami kerusakan atau kegagalan. Disamping itu terdapat komponen yang juga perlu mendapat perhatian dan penanganan yang baik yaitu komponen instalasi listrik untuk supply energi operasional MLA No 7101, dimana komponen ini memiliki laju kegagalan dan level severity cukup tinggi. Tingginya laju kegagalan ini mempengaruhi tingkat kekritisan komponen ini, disamping itu mengingat bahwa segala komponen yang memiliki potensial electric pada instalasi dengan resiko bahaya api cukup tinggi (salah satunya komponen instalasi listrik) sebagaimana tercantum dalam EHS Pertamina perlu ada perhatian khusus agar mencegah segala kemungkinan yang bisa menimbulkan resiko bahaya api dapat dicegah. Untuk itu perlu dilakukan pemeriksaan dan perawatan secara periodik terhadap komponen ini agar selalu dalam kondisi baik dan untuk mencegah terjadinya hubungan singkat dapat dilakukan dengan memberikan pengaman atau alat pemutus hubungan singkat mencegah kemungkinan kegagalan ataupun bahaya yang mungkin terjadi akibat hubungan singkat. Dari analisa menggunakan FMEA ini juga didapatkan bahwa kegagalan pada peralatan jalur pipa pembongkaran muatan menunjukkan 2 sebab utama kegagalan yaitu korosi eksternal dan kerusakan mekanis, maka khusus untuk penanganan terjadinya korosi eksternal dapat dilakukan dengan pemanfaatan catodic protection secara efektif serta pemanfaatan metode protective coating (metode pelapisan pada material).

4.3.2. FTA (Fault Tree Analysis)

Tujuan penggunaan FTA adalah untuk mengetahui komponen-komponen yang dapat menyebabkan kegagalan pada proses pembongkaran muatan baik BBM maupun LPG. FTA lebih menekankan pada "top down" approach karena analisa ini berawal dari sistem top level dan meneruskannya ke bawah, dimana titik awal dari analisa ini adalah pengidentifikasian mode kegagalan pada top level suatu sistem.

Sebuah top event merupakan definisi kegagalan suatu sistem, dimana harus ditentukan terlebih dahulu dalam pengkonstruksian FTA. Sistem kemudian dianalisa untuk menentukan semua kemungkinan kegagalan yang didefinisikan pada top event. Setelah mengidentifikasi top event, event-event yang memberikan kontribusi secara langsung terjadinya top event dengan memakai hubungan logika yang terdiri atas penggunaan gerbang And (AND gate) dan gerbang Or (OR gate) sampai dicapai event dasar. Setelah diagram konstruksi FTA terbentuk maka selanjutnya mencari minimal cut set yaitu serangkaian komponen yang dapat menyebabkan kegagalan sistem dengan menggunakan metode MOCUS (*Methode for Obtaining Cut Set*). Diagram konstruksi FTA untuk subsistem cargo hose dapat dilihat Gambar 1 pada lampiran B dan untuk subsistem MLA dapat dilihat Gambar 2 pada lampiran B. Sedangkan hasil analisa kualitatif dengan menggunakan metode FTA untuk subsistem cargo hose kerosin dan solar dapat dilihat Tabel 3 pada lampiran B dan untuk subsistem cargo hose premium dan premix dapat dilihat Tabel 4 pada lampiran B, sedangkan untuk subsistem MLA Tabel 5 pada lampiran B.

Pada konstruksi FTA untuk sub sistem cargo hose dapat dilihat bahwa pada sistem pembongkaran muatan BBM dibagi dalam dua sub sistem yaitu sistem pembongkaran muatan kerosin dan solar serta sistem pembongkaran muatan premium dan premix. Dimana dalam konstruksi FTA tersebut kedua sub sistem tersebut sebagai top event. Top event pertama yaitu sistem pembongkaran muatan kerosin dan solar tidak berfungsi atau gagal, terjadi jika kejadian dibawah gerbang G1, dimana terjadi kegagalan pada sistem pembongkaran muatan kerosin (G3) dan sistem by passnya dengan sistem pembongkaran muatan solar(No.204) (G4) atau sistem pembongkaran muatan solar (G5) dengan sistem by passnya dengan sistem pembongkaran muatan kerosin (G4) mengalami kegagalan. Untuk kejadian pada sistem pembongkaran muatan kerosin (G3), jika kejadian dibawah gerbang G3 yaitu jalur utama pembongkaran muatan kerosin (G9) dan jalur by passnya (G10) mengalami kegagalan menyebabkan kegagalan pada gerbang G3. Pada jalur utama pembongkaran muatan kerosin (G9) mengalami kegagalan jika terjadi kegagalan pada sistem pipa discharge (G17)/ discharge shut off valve (5)/ cargo hose line (G18), discharge control valve (6)/ sistem pipa discharge menuju terminal penimbunan (G19)/ serta strainer (7), sedangkan pada jalur by passnya mengalami kegagalan jika by pass control valve (8) atau pipa by pass (9) gagal. Pada sistem pipa predischARGE (G17) mengalami kegagalan jika insulating flange joint (10)/pipa pre discharge (11)/ flange joint (12) gagal, untuk cargo hose line (18) mengalami kegagalan jika insulating flange joint (13)/ pipa atau selang cargo (14)/ flange joint (15) dan untuk sistem pipa discharge menuju terminal (G19) mengalami kegagalan jika insulating

flange joint (16)/ pipa discharge ke terminal (17)/ flange joint (18) gagal. Untuk kejadian pada sistem pembongkaran muatan solar (G5), jika kejadian dibawah gerbang G5 yaitu jalur utama pembongkaran muatan solar (G11) dan jalur by passnya (G12) mengalami kegagalan menyebabkan kegagalan pada gerbang G5. Pada jalur utama pembongkaran muatan solar (G11) mengalami kegagalan jika terjadi kegagalan pada sistem pipa predischarge (G20)/ discharge shut off valve (19)/ cargo hose line (G21), discharge control valve (20)/ sistem pipa discharge menuju terminal penimbunan (G22)/ serta strainer (21), sedangkan pada jalur by passnya mengalami kegagalan jika by pass control valve (22) atau pipa by pass (23) gagal. Pada sistem pipa predischarge (G20) mengalami kegagalan jika insulating flange joint (24)/pipa pre discharge (25)/ flange joint (26) gagal, untuk cargo hose line (G21) mengalami kegagalan jika insulating flange joint (27)/ pipa atau selang cargo (28)/ flange joint (29) dan untuk sistem pipa discharge menuju terminal (G22) mengalami kegagalan jika insulating flange joint (30)/ pipa discharge ke terminal (31)/ flange joint (32) gagal.

Top event kedua yaitu sistem pembongkaran muatan premium dan premix tidak berfungsi atau gagal, terjadi jika kejadian dibawah gerbang G2, dimana terjadi kegagalan pada sistem pembongkaran muatan premium (G6) dan sistem by passnya dengan sistem pembongkaran muatan premix (No.204) (G7) atau sistem pembongkaran muatan premix (G8) dengan sistem by passnya dengan sistem pembongkaran muatan premium (G7) mengalami kegagalan. Untuk kejadian pada sistem pembongkaran muatan premium (G6), jika kejadian dibawah gerbang G6 yaitu

jalur utama pembongkaran muatan premium (G13) dan jalur by passnya (G14) mengalami kegagalan menyebabkan kegagalan pada gerbang G6. Pada jalur utama pembongkaran muatan premium (G13) mengalami kegagalan jika terjadi kegagalan pada sistem pipa predischarge (G23)/ discharge shut off valve (33)/ cargo hose line (G24), discharge control valve (34)/ sistem pipa discharge menuju terminal penimbunan (G25)/ serta strainer (35), sedangkan pada jalur by passnya mengalami kegagalan jika by pass control valve (36) atau pipa by pass (37) gagal. Pada sistem pipa predischarge (G23) mengalami kegagalan jika insulating flange joint (38)/pipa pre discharge (39)/ flange joint (40) gagal, untuk cargo hose line (24) mengalami kegagalan jika insulating flange joint (41)/ pipa atau selang cargo (42)/ flange joint (43) dan untuk sistem pipa discharge menuju terminal (G35) mengalami kegagalan jika insulating flange joint (44)/ pipa discharge ke terminal (45)/ flange joint (46) gagal. Untuk kejadian pada sistem pembongkaran muatan premix (G8), jika kejadian dibawah gerbang G8 yaitu jalur utama pembongkaran muatan premix (G15) dan jalur by passnya (G16) mengalami kegagalan menyebabkan kegagalan pada gerbang G8. Pada jalur utama pembongkaran muatan premix (G15) mengalami kegagalan jika terjadi kegagalan pada sistem pipa predischarge (G26)/ discharge shut off valve (47)/ cargo hose line (G27), discharge control valve (48)/ sistem pipa discharge menuju terminal penimbunan (G28)/ serta strainer (49), sedangkan pada jalur by passnya mengalami kegagalan jika by pass control valve (50) atau pipa by pass (51) gagal. Pada sistem pipa predischarge (G26) mengalami kegagalan jika insulating flange joint (52)/pipa pre discharge (53)/ flange joint (54) gagal, untuk cargo hose line (G27)

mengalami kegagalan jika insulating flange joint (55)/ pipa atau selang cargo (56)/ flange joint (57) dan untuk sistem pipa discharge menuju terminal (G28) mengalami kegagalan jika insulating flange joint (55)/ pipa discharge ke terminal (56)/ flange joint (57) gagal.

Pada konstruksi FTA untuk sub sistem marine loading arm dapat dilihat bahwa pada sistem pembongkaran muatan LPG adalah top eventnya (G0), maka jika terjadi kegagalan pada top event (G0) disebabkan oleh sub sistemnya yaitu sistem pembongkaran muatan LPG dengan MLA bagian A (G1) dan sub sistem dengan MLA bagian B (G2) mengalami kegagalan. Sistem pembongkaran muatan muatan LPG dengan menggunakan MLA bagian A (G1) akan mengalami kegagalan jika terjadi kegagalan dibawah gerbang G1 yaitu jalur pembongkaran utama A (G3) dan jalur by passnya dengan jalur pembongkaran B (G4) mengalami kegagalan. Sedangkan jalur pembongkaran utama bagian A (G3) akan mengalami kegagalan jika terjadi kegagalan pada marine loading arm (MLA) bagian A (G6) atau jalur sistem discharge utama MLA bagian A (G7). Untuk marine loading arm bagian A (G6) akan mengalami kegagalan jika terjadi kegagalan dibawah gerbang (G6) yaitu loading arm system (G10) atau sistem hidrolik (G11) atau power system (G12) gagal. Sedangkan pada loading arm system (G10) akan mengalami kegagalan jika shut off valve (3)/ vacuum breaker (4) / swivel joint system (G21) / inboard arm (5) / outboard arm (6) gagal dan swivel joint system (G21) akan mengalami kegagalan jika inlet swivel joint (37) / intermediate swivel joint (38) / coupler swivel joint (39) gagal. Sedangkan pada sistem hidrolik (G11) akan mengalami kegagalan jika hidrolik pump (7) / hose

hidrolik (8) mengalami kegagalan dan untuk power system (G12) akan terjadi kegagalan jika supply listrik (9) / battery (10) mengalami kegagalan. Pada jalur sistem discharge utama MLA bagian A (G7) akan mengalami kegagalan jika sistem pipa predischarge (G13) / discharge shut off valve (11) / strainer (12) / discharge control valve (13) / sistem pipa discharge ke terminal penimbunan (G14) gagal, sedangkan sistem pipa predischarge (G13) akan mengalami kegagalan jika insulating flange joint (14) / pipa predischarge (15) / flange joint (16) gagal dan sistem pipa discharge ke terminal akan mengalami kegagalan jika insulating flange joint (17) / pipa discharge (18) / flange joint (19) mengalami kegagalan.

Sistem pembongkaran muatan muatan LPG dengan menggunakan MLA bagian B (G2) akan mengalami kegagalan jika terjadi kegagalan dibawah gerbang G2 yaitu jalur pembongkaran utama B (G5) dan jalur by passnya dengan jalur pembongkaran A (G4) mengalami kegagalan. Sedangkan jalur pembongkaran utama bagian B (G5) akan mengalami kegagalan jika terjadi kegagalan pada marine loading arm (MLA) bagian B (G8) atau jalur sistem discharge utama MLA bagian B (G9). Untuk marine loading arm bagian B (G8) akan mengalami kegagalan jika terjadi kegagalan dibawah gerbang (G8) yaitu loading arm system (G15) atau sistem hidrolik (G16) atau power system (G17) gagal. Sedangkan pada loading arm system (G15) akan mengalami kegagalan jika shut off valve (20)/ vacuum breaker (21) / swivel joint system (G22) / inboard arm (22) / outboard arm (23) gagal dan swivel joint system (G22) akan mengalami kegagalan jika inlet swivel joint (40) / intermediate swivel joint (41) / coupler swivel joint (42) gagal. Sedangkan pada sistem hidrolik (G16)

ajan mengalami kegagalan jika hidrolik pump (24) / hose hidrolik (25) mengalami kegagalan dan untuk power system (G17) akan terjadi kegagalan jika supply listrik (26) / battery (27) mengalami kegagalan. Pada jalur sistem discharge utama MLA bagian B (G7) akan mengalami kegagalan jika sistem pipa predischarge (G18) / discharge shut off valve (28) / strainer (29) / discharge control valve (30) / sistem pipa discharge ke terminal penimbunan (G19) gagal, sedangkan sistem pipa predischarge (G18) akan mengalami kegagalan jika insulating flange joint (31) / pipa predischarge (32) / flange joint (33) gagal dan sistem pipa discharge ke terminal akan mengalami kegagalan jika insulating flange joint (36) / pipa discharge (35) / flange joint (34) mengalami kegagalan.

Dari konstruksi FTA sub sistem cargo hose, minimal cut set dapat ditentukan dengan menggunakan metode MOCUS dan ditabelkan pada Tabel 4.9 - 4.12. Sedangkan dari konstruksi FTA sub sistem MLA, minimal cut set dapat dilihat pada Tabel 4.13 - 4.14. Algoritma MOCUS yang bertujuan untuk mendapatkan cut set dari konstruksi FTA sistem. Semua event yang diperoleh dengan algoritma MOCUS pada step terakhir semuanya merupakan basic event (*lihat tabel MOCUS*). Dimana dalam step akhir MOCUS sebenarnya merupakan minimal cut set dari masing-masing sub sistem. Step-step pada pencarian minimal cut set terlihat bahwa pada basic event dan gate tersusun secara vertical merupakan **Or** gate sedangkan yang tersusun secara horisontal merupakan **And** gate dan ini terdapat pada semua step dari step awal sampai akhir.

➤ Pembahasan Analisa

Hasil analisa FTA dengan menggunakan MOCUS, diperoleh minimal cut set dari masing-masing sub sistem dimana minimal cut set ini komponen-komponen yang dapat langsung menggagalkan proses pembongkaran muatan pada sub sistem tersebut. Minimal cut set dari masing-masing sub sistem dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.9
Minimal cut set sub sistem pembongkaran muatan kerosin

No	Komponen
10	Insulating flange joint predischARGE pipe 112A
11	PredischARGE pipe 102A
12	Flange joint predischARGE pipe 112A
13	insulating flange joint cargo pipe 111A
14	Cargo pipe 101A
15	Flange joint cargo pipe 111A

Tabel 4.10
Minimal cut set sub sistem pembongkaran muatan solar

No	Komponen
24	Insulating flange joint predischARGE pipe 112B
25	PredischARGE pipe 102B
26	Flange joint predischARGE pipe 112B
27	insulating flange joint cargo pipe 111B
28	Cargo pipe 101B
29	Flange joint cargo pipe 111B

Tabel 4.11
Minimal cut set sub sistem pembongkaran muatan premium

No	Komponen
38	Insulating flange joint predischARGE pipe 112C
39	PredischARGE pipe 102C
40	Flange joint predischARGE pipe 112C
41	insulating flange joint cargo pipe 111C
42	Cargo pipe 101C
43	Flange joint cargo pipe 111C

Tabel 4.12
Minimal cut set sub sistem pembongkaran muatan premix

No	Komponen
52	Insulating flange joint predischARGE pipe 112D
53	PredischARGE pipe 102D
54	Flange joint predischARGE pipe 112D
55	insulating flange joint cargo pipe 111D
56	Cargo pipe 101D
57	Flange joint cargo pipe 111D

Tabel 4.13
Minimal cut set sub sistem pembongkaran muatan LPG menggunakan MLA bagian A

No	Komponen
5	Inboard arm 7305A
6	Outboard arm 7306A
7	Hidrolik pump 7201A
8	Hose hidrolik 7202A
9	Power supply MLA A 7101A
14	Insulating flange joint predischARGE pipe 1011A
15	PredischARGE pipe 1011A
16	Flange joint predischARGE pipe 1011A
37	Inlet swivel joint 7307A
38	Intermediate swivel joint 7308A
39	Coupler swivel joint 7309A

Tabel 4.14
Minimal cut set sub sistem pembongkaran muatan LPG menggunakan MLA bagian B

No	Komponen
22	Inboard arm 7305A
23	Outboard arm 7306A
24	Hidrolik pump 7201A
25	Hose hidrolik 7202A
26	Power supply MLA A 7101A
31	Insulating flange joint predischARGE pipe 1011A
32	PredischARGE pipe 1011A
33	Flange joint predischARGE pipe 1011A
40	Inlet swivel joint 7307A
41	Intermediate swivel joint 7308A
42	Coupler swivel joint 7309A

Berdasarkan minimal cut set yang diperoleh dari masing-masing sub sistem dilakukan analisa lebih lanjut untuk mengetahui dampak atau effect kegagalan komponen yang terdapat pada minimal cut set masing-masing sub sistem dari sisi keselamatan kerja serta langkah-langkah yang akan dilakukan setelah terjadinya kegagalan tersebut, adapun analisa yang dilakukan adalah sebagai berikut

Tabel 4.15
Analisa terhadap kegagalan komponen dari minimal cut set
pada sub sistem pembongkaran muatan kerosin

No	Komponen	Mode kegagalan	Efek dari kegagalan	Langkah yang dilakukan
10	insulating flange joint 112A	kerusakan insulating flange joint	kemungkinan terjadinya electric static & stray current yang dapat berakibat munculnya bahaya api/kebakaran	menghentikan proses pembongkaran untuk dilakukan perbaikan / penggantian terhadap insulating flange joint
			proses pembongkaran harus dihentikan	kemungkinan penggantian jalur bila men- dapat persetujuan discharge master
11	predischarge pipe 102A	kebocoran baik karena kerusakan mekanis, sambungan kurang baik, karat	proses pembongkaran muatan ter- ganggu/tertunda	pemeriksaan predischARGE pipe sebelum & saat berlangsungnya proses
			tumpahan muatan yang berakibat ter- hadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	menghentikan sementara proses dan kemudian dilakukan penggantian jalur pembongkaran bila ada persetujuan discharge master
12	Flange joint 112A	Kebocoran karena kerusakan atau sambungan kurang baik	proses pembongkaran muatan ter- ganggu/tertunda	pemeriksaan flange joint sebelum & saat berlangsungnya proses
			tumpahan muatan yang berakibat ter- hadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	menghentikan sementara proses dan kemudian dilakukan penggantian jalur pembongkaran bila ada persetujuan discharge master
13	insulating flange joint cargo pipe 111A	kerusakan insulating flange joint	kemungkinan terjadinya electric static & stray current yang dapat berakibat munculnya bahaya api/kebakaran	menghentikan proses pembongkaran untuk dilakukan perbaikan / penggantian terhadap insulating flange joint
			proses pembongkaran harus dihentikan	kemungkinan penggantian jalur bila men- dapat persetujuan discharge master
14	Cargo pipe 101A	kerusakan mekanis	proses pembongkaran muatan ter- ganggu/tertunda	pemeriksaan cargo pipe sebelum dan saat berlangsungnya proses
		kebocoran	tumpahan muatan yang berakibat ter- hadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	menghentikan sementara proses dan kemudian mengganti cargo pipe

12	Flange joint cargo pipe 111A	Kebocoran karena kerusakan atau sambungan kurang baik	proses pembongkaran muatan ter-ganggu/tertunda tumpahan muatan yang berakibat terhadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	pemeriksaan flange joint sebelum & saat berlangsungnya proses menghentikan sementara proses dan kemudian dilakukan penggantian jalur pembongkaran bila ada persetujuan discharge master
----	------------------------------	---	--	---

Tabel 4.16
Analisa terhadap kegagalan komponen dari minimal cut set
pada sub sistem pembongkaran muatan solar

No	Komponen	Mode kegagalan	Efek dari kegagalan	Langkah yang dilakukan
24	insulating flange joint 112B	kerusakan insulating flange joint	kemungkinan terjadinya electric static & stray current yang dapat berakibat munculnya bahaya api/kebakaran proses pembongkaran harus dihentikan	menghentikan proses pembongkaran untuk dilakukan perbaikan / penggantian terhadap insulating flange joint kemungkinan penggantian jalur bila men-dapat persetujuan discharge master
25	predischarge pipe 102B	kebocoran baik karena kerusakan mekanis, sambungan kurang baik, karat	proses pembongkaran muatan ter-ganggu/tertunda tumpahan muatan yang berakibat terhadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	pemeriksaan predischARGE pipe sebelum & saat berlangsungnya proses menghentikan sementara proses dan kemudian dilakukan penggantian jalur pembongkaran bila ada persetujuan discharge master
26	Flange joint 112B	Kebocoran karena kerusakan atau sambungan kurang baik	proses pembongkaran muatan ter-ganggu/tertunda tumpahan muatan yang berakibat terhadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	pemeriksaan flange joint sebelum & saat berlangsungnya proses menghentikan sementara proses dan kemudian dilakukan penggantian jalur pembongkaran bila ada persetujuan discharge master
27	insulating flange joint cargo pipe 111B	kerusakan insulating flange joint	kemungkinan terjadinya electric static & stray current yang dapat berakibat munculnya bahaya api/kebakaran proses pembongkaran harus dihentikan	menghentikan proses pembongkaran untuk dilakukan perbaikan / penggantian terhadap insulating flange joint kemungkinan penggantian jalur bila men-dapat persetujuan discharge master
28	Cargo pipe 101B	kerusakan mekanis kebocoran	proses pembongkaran muatan ter-ganggu/tertunda tumpahan muatan yang berakibat terhadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	pemeriksaan cargo pipe sebelum dan saat berlangsungnya proses menghentikan sementara proses dan kemudian mengganti cargo pipe
29	Flange joint cargo pipe 111B	Kebocoran karena kerusakan atau sambungan kurang baik	proses pembongkaran muatan ter-ganggu/tertunda tumpahan muatan yang berakibat terhadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	pemeriksaan flange joint sebelum & saat berlangsungnya proses menghentikan sementara proses dan kemudian dilakukan penggantian jalur pembongkaran bila ada persetujuan discharge master

Tabel 4.17
Analisa terhadap kegagalan komponen dari minimal cut set
pada sub sistem pembongkaran muatan premium

No	Komponen	Mode kegagalan	Efek dari kegagalan	Langkah yang dilakukan
38	insulating flange joint 112C	kerusakan insulating flange joint	kemungkinan terjadinya electric static & stray current yang dapat berakibat munculnya bahaya api/kebakaran proses pembongkaran harus dihentikan	menghentikan proses pembongkaran untuk dilakukan perbaikan / penggantian terhadap insulating flange joint kemungkinan penggantian jalur bila men- dapat persetujuan discharge master
39	predischarge pipe 102C	kebocoran baik karena kerusakan mekanis,sambungan kurang baik, karat	proses pembongkaran muatan ter- ganggu/tertunda tumpahan muatan yang berakibat ter- hadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	pemeriksaan predischARGE pipe sebelum & saat berlangsungnya proses menghentikan sementara proses dan kemudian dilakukan penggantian jalur pembongkaran bila ada persetujuan discharge master
40	Flange joint 112C	Kebocoran karena kerusakan atau sambungan kurang baik	proses pembongkaran muatan ter- ganggu/tertunda tumpahan muatan yang berakibat ter- hadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	pemeriksaan flange joint sebelum & saat berlangsungnya proses menghentikan sementara proses dan kemudian dilakukan penggantian jalur pembongkaran bila ada persetujuan discharge master
41	insulating flange joint cargo pipe 111C	kerusakan insulating flange joint	kemungkinan terjadinya electric static & stray current yang dapat berakibat munculnya bahaya api/kebakaran proses pembongkaran harus dihentikan	menghentikan proses pembongkaran untuk dilakukan perbaikan / penggantian terhadap insulating flange joint kemungkinan penggantian jalur bila men- dapat persetujuan discharge master
42	Cargo pipe 101C	kerusakan mekanis kebocoran	proses pembongkaran muatan ter- ganggu/tertunda tumpahan muatan yang berakibat ter- hadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	pemeriksaan cargo pipe sebelum dan saat berlangsungnya proses menghentikan sementara proses dan kemudian mengganti cargo pipe
43	Flange joint cargo pipe 111C	Kebocoran karena kerusakan atau sambungan kurang baik	proses pembongkaran muatan ter- ganggu/tertunda tumpahan muatan yang berakibat ter- hadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	pemeriksaan flange joint sebelum & saat berlangsungnya proses menghentikan sementara proses dan kemudian dilakukan penggantian jalur pembongkaran bila ada persetujuan discharge master

Tabel 4.18
Analisa terhadap kegagalan komponen dari minimal cut set
pada sub sistem pembongkaran muatan premix

No	Komponen	Mode kegagalan	Efek dari kegagalan	Langkah yang dilakukan
52	insulating flange joint 112D	kerusakan insulating flange joint	kemungkinan terjadinya electric static & stray current yang dapat berakibat munculnya bahaya api/kebakaran	menghentikan proses pembongkaran untuk dilakukan perbaikan / penggantian terhadap insulating flange joint
			proses pembongkaran harus dihentikan	kemungkinan penggantian jalur bila men- dapat persetujuan discharge master
53	predischARGE pipe 102D	kebocoran baik karena kerusakan mekanis, sambungan kurang baik, karat	proses pembongkaran muatan ter- ganggu/tertunda tumpahan muatan yang berakibat ter- hadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	pemeriksaan predischARGE pipe sebelum & saat berlangsungnya proses menghentikan sementara proses dan kemudian dilakukan penggantian jalur pembongkaran bila ada persetujuan discharge master
54	Flange joint 112D	Kebocoran karena kerusakan atau sambungan kurang baik	proses pembongkaran muatan ter- ganggu/tertunda tumpahan muatan yang berakibat ter- hadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	pemeriksaan flange joint sebelum & saat berlangsungnya proses menghentikan sementara proses dan kemudian dilakukan penggantian jalur pembongkaran bila ada persetujuan discharge master
55	insulating flange joint cargo pipe 111D	kerusakan insulating flange joint	kemungkinan terjadinya electric static & stray current yang dapat berakibat munculnya bahaya api/kebakaran	menghentikan proses pembongkaran untuk dilakukan perbaikan / penggantian terhadap insulating flange joint
			proses pembongkaran harus dihentikan	kemungkinan penggantian jalur bila men- dapat persetujuan discharge master
56	Cargo pipe 101D	kerusakan mekanis kebocoran	proses pembongkaran muatan ter- ganggu/tertunda tumpahan muatan yang berakibat ter- hadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	pemeriksaan cargo pipe sebelum dan saat berlangsungnya proses menghentikan sementara proses dan kemudian mengganti cargo pipe
57	Flange joint cargo pipe 111D	Kebocoran karena kerusakan atau sambungan kurang baik	proses pembongkaran muatan ter- ganggu/tertunda tumpahan muatan yang berakibat ter- hadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	pemeriksaan flange joint sebelum & saat berlangsungnya proses menghentikan sementara proses dan kemudian dilakukan penggantian jalur pembongkaran bila ada persetujuan discharge master

Tabel 4.19
Analisa terhadap kegagalan komponen dari minimal cut set
pada sub sistem pembongkaran muatan LPG menggunakan MLA bagian A

No	Komponen	Mode kegagalan	Efek dari kegagalan	Langkah yang dilakukan
5	inboard arm 7301A	kebocoran baik	proses pembongkaran muatan	menghentikan proses pembongkaran
		karena kerusakan	dihentikan	untuk dilakukan perbaikan / penggantian
		mekanis.sambungan	tumpahan muatan yang berakibat ter	terhadap inboard arm
		kurang baik, karat	hadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	kemungkinan penggantian jalur bila men- dapat persetujuan discharge master
6	outboard arm 7302A	kebocoran baik	proses pembongkaran muatan	menghentikan proses pembongkaran
		karena kerusakan	dihentikan	untuk dilakukan perbaikan / penggantian
		mekanis.sambungan	tumpahan muatan yang berakibat ter	terhadap inboard arm
		kurang baik, karat	hadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	kemungkinan penggantian jalur bila men- dapat persetujuan discharge master
7	hidrolik pump 7201A	kegagalan fungsi	loading arm tidak dapat digerakkan	pemeriksaan hidrolik pump sebelum digunakan
		karena kerusakan	sehingga mengganggu atau menghent-	menghentikan sementara proses operasi
		bearing, aus, gesekan	tikan proses pembongkaran muatan	MLA kemudian dilakukan penggantian
		atau kebocoran pada katub		dengan MLA lain bila ada persetujuan discharge master
8	hose hidrolik 7202A	kebocoran akibat	loading arm tidak dapat digerakkan	pemeriksaan hose hidrolik sebelum
		gesekan, temperatur	atau dioperasikan sehingga	mengoperasikan sistem hidrolik
		tinggi, atau fitting	mengganggu atau menghentikan	menghentikan sementara proses operasi
		yang kurang baik	proses pembongkaran	MLA kemudian dilakukan penggantian dengan MLA lain bila ada persetujuan discharge master
9	power supply	kerusakan/putusnya	MLA tidak dapat dioperasikan	pemeriksaan jaringan dan pengaman sebelum operasi dilakukan
		jaringan listrik untuk	sehingga mengganggu atau menghent-	menghentikan proses pengoperasian
		penggerak MLA	kan proses pembongkaran muatan	MLA kemudian dilakukan penggantian
		konseleting/hubu- ngan pendek pada jaringan	kemungkinan terhadap munculnya percikan api yang dapat menyebabkan bahaya kebakaran	supply tenaga listrik untuk MLA dengan accu / battery yang ada berlakukan kondisi darurat & dilakukan tindakan yang tepat untuk mencegah resiko bahaya kebakaran
14	insulating flange joint cargo pipe 1011A	kerusakan insulating flange joint	kemungkinan terjadinya electric static & stray curret yang dapat berakibat munculnya bahaya api/kebakaran	menghentikan proses pembongkaran untuk dilakukan perbaikan / penggantian terhadap insulating flange joint
			proses pembongkaran harus dihentikan	kemungkinan penggantian jalur bila men- dapat persetujuan discharge master

15	predischARGE pipe 1001A	kebocoran baik karena kerusakan mekanis,sambungan kurang baik, karat	proses pembongkaran muatan ter- ganggu/tertunda tumpahan muatan yang berakibat ter hadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	pemeriksaan predischARGE pipe sebelum & saat berlangsungnya proses menghentikan sementara proses dan kemudian dilakukan penggantian jalur pembongkaran bila ada persetujuan discharge master
16	Flange joint 1011A	Kebocoran karena kerusakan atau sambungan kurang baik	proses pembongkaran muatan ter- ganggu/tertunda tumpahan muatan yang berakibat ter hadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	pemeriksaan flange joint sebelum & saat berlangsungnya proses menghentikan sementara proses dan kemudian dilakukan penggantian jalur pembongkaran bila ada persetujuan discharge master
37	inlet swivel joint 7307A	kebocoran karena kerusakan mekanis atau sambungan yang kurang baik	proses pembongkaran muatan ter- ganggu/tertunda tumpahan muatan yang berakibat ter hadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	pemeriksaan inlet swivel joint sebelum & saat berlangsungnya proses menghentikan sementara proses dan kemudian dilakukan penggantian jalur pembongkaran bila ada persetujuan discharge master
38	intermediate swivel joint 7308A	kebocoran karena kerusakan mekanis atau sambungan yang kurang baik	proses pembongkaran muatan ter- ganggu/tertunda tumpahan muatan yang berakibat ter hadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	pemeriksaan intermediate swivel joint sebelum & saat berlangsungnya proses menghentikan sementara proses dan kemudian dilakukan penggantian jalur pembongkaran bila ada persetujuan discharge master
		kerusakan pada me- kanisme bola-bola untuk menggerakkan swivel joint	intermediate swivel joint tidak dapat digerakkan sehingga gerakan outboard arm tidak berfungsi atau tidak fleksibel	
39	coupler swivel joint 7309A	kebocoran karena kerusakan mekanis atau sambungan yang kurang baik	proses pembongkaran muatan ter- ganggu/tertunda tumpahan muatan yang berakibat ter hadap pencemaran dan kemungkinan timbulnya bahaya api/kebakaran	pemeriksaan coupler swivel joint sebelum & saat berlangsungnya proses menghentikan sementara proses dan kemudian dilakukan penggantian jalur pembongkaran bila ada persetujuan discharge master
		kerusakan pada me- kanisme bola-bola untuk menggerakkan swivel joint	coupler swivel joint tidak dapat digerakkan sehingga gerakan outboard arm tidak berfungsi atau tidak fleksibel	

Tabel 4.20
Analisa terhadap kegagalan komponen dari minimal cut set
pada sub sistem pembongkaran muatan LPG menggunakan MLA bagian B

No	Komponen	Mode kegagalan	Efek dari kegagalan	Langkah yang dilakukan
5	inboard arm	kebocoran baik	proses pembongkaran muatan	menghentikan proses pembongkaran
	7301B	karena kerusakan	dihentikan	untuk dilakukan perbaikan / penggantian
		mekanis,sambungan	tumpahan muatan yang berakibat ter	terhadap inboard arm
		kurang baik, karat	hadap pencemaran dan kemungkinan	kemungkinan penggantian jalur bila men-
			timbulnya bahaya api/kebakaran	dapat persetujuan discharge master
6	outboard arm	kebocoran baik	proses pembongkaran muatan	menghentikan proses pembongkaran
	7302B	karena kerusakan	dihentikan	untuk dilakukan perbaikan / penggantian
		mekanis,sambungan	tumpahan muatan yang berakibat ter	terhadap inboard arm
		kurang baik, karat	hadap pencemaran dan kemungkinan	kemungkinan penggantian jalur bila men-
			timbulnya bahaya api/kebakaran	dapat persetujuan discharge master
7	hidrolik pump	kegagalan fungsi	loading arm tidak dapat digerakkan	pemeriksaan hidrolik pump sebelum
	7201B	karena kerusakan	sehingga mengganggu atau menghenti-	digunakan
		bearing,aus,gesekan	tikan proses pembongkaran muatan	menghentikan sementara proses operasi
		atau kebocoran		MLA kemudian dilakukan penggantian
		pada katub		dengan MLA lain bila ada persetujuan
				discharge master
8	hose hidrolik	kebocoran akibat	loading arm tidak dapat digerakkan	pemeriksaan hose hidrolik sebelum
	7202B	gesekan, temperatur	atau dioperasikan sehingga	mengoperasikan sistem hidrolik
		tinggi, atau fitting	mengganggu atau menghentikan	menghentikan sementara proses operasi
		yang kurang baik	proses pembongkaran	MLA kemudian dilakukan penggantian
				dengan MLA lain bila ada persetujuan
				discharge master
9	power supply	kerusakan/putusnya	MLA tidak dapat dioperasikan	pemeriksaan jaringan dan pengamanan
		jaringan listrik untuk	sehingga mengganggu atau menghenti-	sebelum operasi dilakukan
		penggerak MLA	kan proses pembongkaran muatan	menghentikan proses pengoperasian
		konseleting/hubu-	kemungkinan terhadap munculnya	MLA kemudian dilakukan penggantian
		ngan pendek pada	percikan api yang dapat menyebabkan	supply tenaga listrik untuk MLA dengan
		jaringan	bahaya kebakaran	accu / battery yang ada
				bertaklukan kondisi daurat & dilakukan
				tindakan yang tepat untuk mencegah
				resiko bahaya kebakaran
14	insulating flange	kerusakan insulating	kemungkinan terjadinya electric static	menghentikan proses pembongkaran
	joint cargo pipe	flange joint	& stray curret yang dapat berakibat	untuk dilakukan perbaikan / penggantian
	1011B		munculnya bahaya api/kebakaran	terhadap insulating flange joint
			proses pembongkaran harus	kemungkinan penggantian jalur bila men-
			dihentikan	dapat persetujuan discharge master
15	predischage	kebocoran baik	proses pembongkaran muatan ter-	pemeriksaan predischage pipe sebelum
	pipe 1001B	karena kerusakan	ganggu/tertunda	& saat berlangsungnya proses

		mekanis,sambungan	tumpahan muatan yang berakibat ter	menghentikan sementara proses dan
		kurang baik, karat	hadap pencemaran dan kemungkinan	kemudian dilakukan penggantian jalur
			timbulnya bahaya api/kebakaran	pembongkaran bila ada persetujuan
				discharge master
16	Flange joint	Kebocoran karena	proses pembongkaran muatan ter-	pemeriksaan flange joint sebelum
	1011B	kerusakan atau	ganggu/tertunda	& saat berlangsungnya proses
		sambungan kurang	tumpahan muatan yang berakibat ter	menghentikan sementara proses dan
		baik	hadap pencemaran dan kemungkinan	kemudian dilakukan penggantian jalur
			timbulnya bahaya api/kebakaran	pembongkaran bila ada persetujuan
				discharge master
37	inlet swivel joint	kebocoran karena	proses pembongkaran muatan ter-	pemeriksaan inlet swivel joint sebelum
	7307B	kerusakan mekanis	ganggu/tertunda	& saat berlangsungnya proses
		atau sambungan	tumpahan muatan yang berakibat ter	menghentikan sementara proses dan
		yang kurang baik	hadap pencemaran dan kemungkinan	kemudian dilakukan penggantian jalur
			timbulnya bahaya api/kebakaran	pembongkaran bila ada persetujuan
				discharge master
38	intermediate	kebocoran karena	proses pembongkaran muatan ter-	pemeriksaan intermediate swivel joint
	swivel joint	kerusakan mekanis	ganggu/tertunda	sebelum & saat berlangsungnya proses
	7308B	atau sambungan	tumpahan muatan yang berakibat ter	menghentikan sementara proses dan
		yang kurang baik	hadap pencemaran dan kemungkinan	kemudian dilakukan penggantian jalur
			timbulnya bahaya api/kebakaran	pembongkaran bila ada persetujuan
				discharge master
		kerusakan pada me-	intermediate swivel joint tidak dapat	
		kanisme bola-bola	digerakkan sehingga gerakan	
		untuk menggerakkan	outboard arm tidak berfungsi atau	
		swivel joint	tidak fleksibel	
39	coupler swivel	kebocoran karena	proses pembongkaran muatan ter-	pemeriksaan coupler swivel joint
	joint 7309B	kerusakan mekanis	ganggu/tertunda	sebelum & saat berlangsungnya proses
		atau sambungan	tumpahan muatan yang berakibat ter	menghentikan sementara proses dan
		yang kurang baik	hadap pencemaran dan kemungkinan	kemudian dilakukan penggantian jalur
			timbulnya bahaya api/kebakaran	pembongkaran bila ada persetujuan
				discharge master
		kerusakan pada me-	coupler swivel joint tidak dapat	
		kanisme bola-bola	digerakkan sehingga gerakan	
		untuk menggerakkan	outboard arm tidak berfungsi atau	
		swivel joint	tidak fleksibel	

Komponen pendukung proses pembongkaran muatan dari minimal cut set pada masing-masing sub sistem diatas merupakan komponen-komponen yang memiliki potensi penyebab kegagalan dan kecelakaan kerja, oleh karena itu untuk lebih meningkatkan keamanan dan keselamatan pada saat pengoperasian maka perlu untuk lebih ditingkatkan keandalan komponen-komponen tersebut. Hal ini dapat dilakukan dengan perencanaan perawatan dan pemeriksaan yang lebih intensif. Namun untuk melaksanakan hal tersebut hendaknya juga perlu dipertimbangkan faktor biaya yang harus dikeluarkan untuk proses perawatan dan pemeriksaan yang lebih intensif, walaupun tanpa mengabaikan biaya yang harus dikeluarkan jika kegagalan dan kecelakaan kerja sampai terjadi. Sebagai contoh kerusakan atau kebocoran pada cargo hose yang menyebabkan tumpahan muatan di perairan sekitar dermaga menyebabkan proses pembongkaran muatan harus dihentikan untuk mencegah semakin banyaknya tumpahan muatan serta untuk dilakukan proses penanggulangan terhadap tumpahan muatan agar resiko pencemaran disekitar perairan dapat dikurangi. Proses penghentian pembongkaran muatan menyebabkan berkurangnya efisiensi waktu dan biaya yang ditanggung oleh operasional pembongkaran muatan, belum lagi proses penanggulangan tumpahan muatan yang membutuhkan waktu dan biaya yang tidak sedikit karena dampaknya terhadap lingkungan sekitar. Perlu untuk diingat bahwa lokasi dermaga yang terletak pada area lalu lintas pelayaran yang cukup padat serta dikelilingi oleh berbagai sarana bisnis pelayaran dan industri (dapat dilihat pada layout pelabuhan di lampiran).

Selain itu evaluasi kondisi peralatan perbulan (monthly report) dan juga laporan tahunan (annual report) berguna untuk memantau kondisi peralatan pembongkaran muatan. Dari pemantauan ini akan diketahui performance peralatan, kebutuhan spare part, accident, kebutuhan pemeriksaan dan pengujian serta kejadian penting lainnya yang disebabkan oleh penggunaan peralatan sehingga dapat digunakan sebagai pertimbangan keputusan tentang pemeriksaan dan perawatan peralatan. Disamping itu pemantauan secara berkala akan lebih menjamin keamanan dan keselamatan pada saat pengoperasian komponen-komponen peralatan proses pembongkaran muatan, dengan demikian usaha untuk meminimalkan terjadinya kegagalan dan kecelakaan kerja akibat *troubel equipment* dapat dicapai.

Berdasarkan analisa keselamatan kerja ditinjau dari aspek peralatan kerja yang dilakukan di atas beberapa hal yang perlu untuk menjadi pertimbangan yang mungkin bisa dijadikan sebagai acuan untuk meningkatkan keselamatan komponen-komponen peralatan pendukung proses pembongkaran muatan baik BBM maupun LPG, yaitu sebagai berikut:

- ❖ Untuk komponen yang memiliki severity ranking A (catastrophic) ataupun B (critical) berdasarkan analisa FMEA harus mendapat perhatian serius karena komponen-komponen ini memiliki resiko dan dampak terhadap kecelakaan kerja cukup tinggi. Sebagai contoh adalah untuk insulating flange joint cargo hose, komponen ini harus selalu dipantau kondisinya karena kerusakan / kegagalan pada komponen ini dapat berakibat terjadinya electric static dan stray current yang berpotensi menimbulkan *spark* / percikan api. Apabila spark atau percikan

api ini tidak segera diantisipasi dan ditanggulangi tidak menutup kemungkinan terhadap munculnya bahaya kebakaran dimana perlu diingat bahwa karakteristik muatan itu sendiri yang memiliki resiko bahaya api cukup tinggi. Begitu juga dengan komponen kritis yang lain seperti bond wire, cargo hose, predischarge pipe, power supply MLA, coupler swivel joint dan beberapa komponen lainnya yang juga memiliki dampak atau efek cukup besar bila mengalami kegagalan. Disamping itu dengan metode FMEA ini juga didapatkan bahwa kegagalan atau kerusakan yang terjadi pada peralatan pada jalur pipa pembongkaran muatan menunjukkan 2 sebab utama kegagalan yaitu korosi eksternal dan kerusakan mekanis, maka khusus untuk penanganan terjadinya korosi eksternal dapat dilakukan dengan pemanfaatan catodic protection serta pemanfaatan metode protective coating (metode pelapisa material) secara efektif.

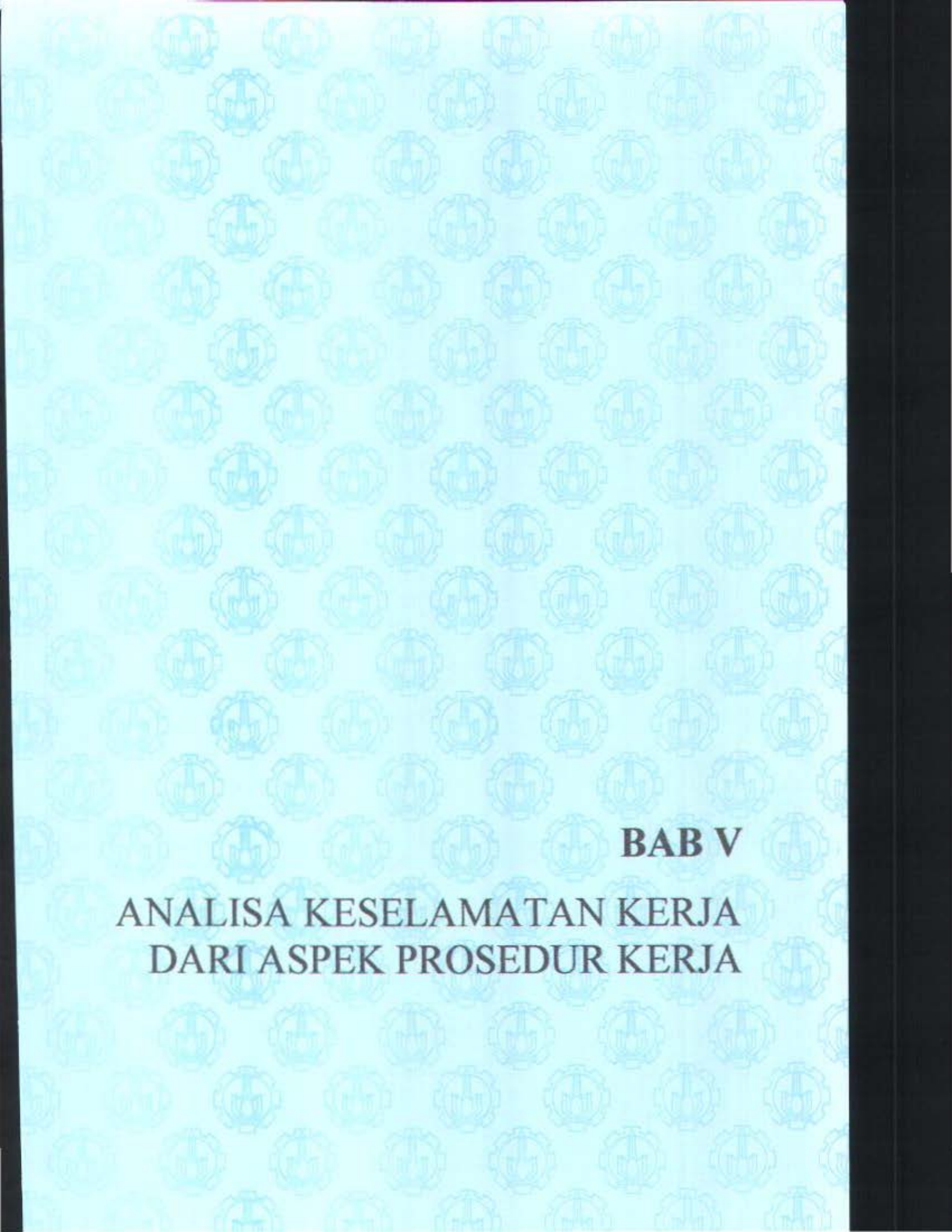
❖ Terjadinya peningkatan tingkat kegagalan atau penurunan tingkat keandalan komponen peralatan yang terjadi dapat disebabkan karena beberapa hal di bawah ini :

- a) Terjadinya kesalahan atau kelemahan pada proses perawatan komponen peralatan pembongkaran muatan yang ada dimana dapat berakibat terjadinya kegagalan atau kerusakan.
- b) Kesalahan operasional (faktor manusia) yaitu kesalahan atau kelalaian dalam mengoperasikan komponen-komponen peralatan yang ada sehingga menyebabkan kegagalan atau kerusakan terjadi.

c) Terjadinya peningkatan kegagalan atau kerusakan komponen sejalan dengan bertambahnya usia komponen yang disebabkan :

- Sejalan dengan bertambahnya usia komponen kekuatan komponen berkurang.
- Sejalan dengan bertambahnya usia komponen perawatan yang dilakukan kurang baik.
- Kelelahan atau fatigue dari komponen.

❖ Untuk menjamin keselamatan peralatan maupun manusia selama proses pengoperasian peralatan pembongkaran muatan maka keandalan dari komponen-komponen tersebut perlu ditingkatkan dengan perawatan dan pemeriksaan secara lebih intensif dan terprogram dengan baik. Hal ini tentunya juga harus mempertimbangkan faktor biaya yang akan dikeluarkan untuk proses perawatan komponen.



BAB V

ANALISA KESELAMATAN KERJA DARI ASPEK PROSEDUR KERJA

BAB V

ANALISA KESELAMATAN KERJA DARI ASPEK

PROSEDUR KERJA

5.1. Umum

Prosedur kerja merupakan aspek penting dalam proses pembongkaran muatan , hal ini karena proses pembongkaran muatan minyak memiliki resiko cukup tinggi terhadap kecelakaan kerja apabila terjadi kesalahan dalam melaksanakan tahapan pekerjaan, mengingat sifat muatan yang mudah menimbulkan bahaya api dan ledakan serta sifat muatan yang dapat mencemari lingkungan perairan apabila sampai tumpah.

Prosedur kerja akan memberikan arah bagi pekerja dalam menjalankan fungsinya dengan baik sehingga tidak menyimpang dari tujuan yang ada. Prosedur kerja yang baik juga dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi pekerjaan , sebaliknya prosedur kerja yang kurang sempurna, misalkan terdapat ketidakjelasan, sulit diterjemahkan atau kurang dapat dipahami oleh pekerja akan memberikan dampak yang merugikan. Salah satu dampaknya misalkan terjadi kegagalan ataupun kecelakaan kerja.

Instalasi pembongkaran muatan minyak "Gospier" milik Pertamina Unit Pemasaran V Surabaya sebagai pelabuhan khusus yang mendukung kegiatan pembongkaran muatan BBM (kerosin, solar/HSD, premium, premix) dan LPG (liquid petroleum gas) tidak terlepas dari prosedur kerja yang harus ditaati dan dijalankan selama proses pembongkaran muatan. Pada tugas akhir ini akan

dibahas sejauhmana pengaruh prosedur kerja terhadap tingkat kegagalan ataupun kecelakaan kerja yang terjadi di area pelabuhan khusus "Gospier" pada saat proses pembongkaran muatan. Prosedur kerja yang dianalisa disini adalah prosedur yang berhubungan dengan proses pembongkaran muatan baik BBM maupun LPG di dermaga khusus "Gospier".

5.2. Tinjauan Prosedur Kerja Pembongkaran Muatan di Pelsus "Gospier"

Prosedur kerja pembongkaran muatan BBM dan LPG di pelabuhan khusus "Gospier" tercantum dalam *"Pedoman Operasi Pembongkaran Muatan BBM dan LPG di Pelsus Gospier"*. Selanjutnya dari pedoman operasi tersebut dibuat prosedur kerja dalam bentuk hirarki gugus tugas (*Hierarki Task Analysis*). Dengan hierarki gugus tugas (HTA) ini kemudian dilakukan analisa terhadap kegagalan dan kecelakaan kerja yang terjadi pada operasi pembongkaran tersebut.

5.3. Analisa Prosedur Kerja Terhadap Kasus Kegagalan dan Kecelakaan Kerja di Pelsus "Gospier"

Analisa kegagalan dan kecelakaan kerja pada proses pembongkaran muatan BBM dan LPG di dermaga khusus "Gospier" didasarkan pada kasus kegagalan dan kecelakaan kerja yang terjadi selama periode kerja tahun 2000 dan 2001. Berdasarkan data-data kegagalan dan kecelakaan kerja pada tahun 2000 tercatat 12 kasus kegagalan dan kecelakaan kerja pada proses pembongkaran muatan baik BBM maupun LPG, dan pada tahun 2001 tercatat 9 kasus. Adapun kasus-kasus yang terjadi adalah sebagai berikut:

❖ Kegagalan Kerja

- Kegagalan karena kerusakan komponen instalasi pembongkaran muatan yang menyebabkan terganggunya proses pembongkaran muatan.
- Kegagalan karena kerusakan komponen instalasi pembongkaran muatan yang mengakibatkan kebocoran atau tumpahan muatan sehingga proses pembongkaran harus dihentikan.
- Kegagalan karena kerusakan pada MLA (sistem hidrolik, swivel joint, electric power MLA) yang menyebabkan proses pembongkaran terganggu.
- Kegagalan proses pembongkaran muatan karena kerusakan fasilitas pelabuhan (fender dermaga, mooring buoy)
- Kegagalan kerja karena pelanggaran atau kelalaian prosedur kerja yang mengakibatkan terjadinya tumpahan minyak.

❖ Kecelakaan Kerja

- Jatuhnya cargo hose saat pengangkatan cargo hose karena sling pengangkat (bridles) lepas.
- Out board arm jatuh membentur deck dan mencederai ABK kapal.
- Jatuhnya petugas dermaga (ass back loading) pada tangga control dermaga.

Selanjutnya dari kasus-kasus tersebut akan dilakukan analisa dengan pendekatan Task Analysis (analisa tahapan pekerjaan) untuk mengetahui sejauhmana pengaruh prosedur kerja terhadap kegagalan dan kecelakaan kerja.

5.3.1 Definisi Masalah

Dengan dilakukan pendefinisian masalah dari kasus-kasus tersebut maka permasalahan yang didapat adalah sebagai berikut :

- ♦ Kesalahan atau kurangnya perawatan peralatan-peralatan pada instalasi pembongkaran muatan disamping usia peralatan yang sudah cukup lama.
- ♦ Kesalahan petugas atau pekerja dalam mengoperasikan peralatan pada unit instalasi pembongkaran muatan.
- ♦ Kesalahan atau kelalaian petugas atau pekerja dalam melaksanakan prosedur kerja.
- ♦ Kekurang hati-hatian petugas atau pekerja pada saat melaksanakan prosedur kerja.

5.3.2. Analisa Tahapan Pekerjaan (Task Analysis)

Berdasarkan prosedur kerja atau pedoman proses pembongkaran muatan yang ada kemudian disusun bentuk hirarki tugas atau pekerjaan seperti terlihat pada susunan tabel di bawah ini.



Tabel 5.1.

Analisa Tahapan Pekerjaan Pembongkaran Muatan BBM

Step No	Discription	Display	Required action	Feedback	Comment	Notes
0	Proses Pembongkaran muatan BBM menggunakan cargo hose				Melakukan konfirmasi dengan Pws.Distribusi,Pws teknik,Pws LK3,Pws PKI ³ ,dan Chief Officer kapal	Pekerjaan pembongkaran muatan akan sukses jika setiap prosedur dilaksanakan dengan baik dan urutan yang benar
1.	Pemeriksaan sebelum pengoperasian					Penting dilakukan untuk mengetahui kesiapan peralatan,fasilitas dan personel untuk memulai operasi
1.1	Perencanaan Pekerjaan					Perencanaan dilakukan dengan cermat
1.1.1	Mempersiapkan rencana kerja, meliputi: * syarat-syarat pekerjaan * prioritas pekerjaan *pedoman dan prosedur kerja *perhatian jumlah muatan		Lihat pedoman proses pembongkaran Sesuaikan dengan keadaan sekitar dermaga	Persiapan rencana kerja telah selesai		
1.1.2	Melakukan pengawasan bahaya yang berkaitan dengan rencana kerja,yaitu: *kecepatan arus *tinggi ombak *kerenggangan kapal *fasilitas-fasilitas lainnya *peralatan *bahan berbahaya		Periksa keadaan sekeliling dermaga (area kerja)	Pengawasan terhadap kemungkinan bahaya selesai	Penting untuk mengetahui kondisi yang memungkinkan munculnya bahaya	Koordinasikan dengan Pws LK3, Pws Teknik ,discharge master, pihak Pelsus
1.1.3	Memastikan bahwa rencana kerja telah selesai disiapkan		Konfirmasikan dengan loading master dan pihak kapal tentang kesiapan kerja			
1.2.	Pemeriksaan keselamatan sebelum pengoperasian					
1.2.1	Memeriksa kondisi sekitar		Memastikan bahwa tidak ada kendala/bahaya yang menghambat	Pemeriksaan selesai	Pastikan kondisi sekitar dalam keadaan aman & terkendali	
1.2.1	Menghentikan kegiatan lain yang mengganggu operasi		Pastikan bahwa tidak ada yang dapat mengganggu operasi	Aksi selesai		Terutama area sekitar dermaga
1.2.2	Persiapan perlengkapan pemadam kebakaran		Chek kondisi dan kesiapannya			Apabila perlu siapkan fire boat
1.2.3.	Persiapan pemasangan bonding cable		Persiapkan bonding wire pada lokasi kerja	Persiapan selesai		
1.2.4.	Persiapkan safety checklist		Persiapan dilakukan dengan LK3	Persiapan secara cermat		Konfirmasikan dengan Pws LK3 dan pihak kapal
1.2.5	Persiapan siaga pengamanan sekitar dermaga		Persiapan dilakukan sebelum operasi	Persiapan selesai	Pastikan dalam keadaan siaga	Dilakukan dengan security, pihak kapal,dan segenap petugas di dermaga
1.2.6.	Persiapan siaga kondisi darurat & warning system		Persiapan dilakukan sebelum operasi	Persiapan selesai	Pastikan dalam keadaan siaga	Dilakukan dengan Pws LK3, pihak kapal,dan segenap petugas di dermaga

1.3	Pemeriksaan persiapan peralatan & fasilitas sebelum operasi, meliputi:		Check kesiapannya sebelum operasi	Pemeriksaan selesai		
1.3.1	Periksa kondisi cargo hose		Check kondisi terhadap kemungkinan adanya kerusakan	Aksi selesai	Dilakukan pengujian setiap tahun sesuai spesifikasi pabrik	Apabila ada kerusakan atau kekurangan maka tidak dapat digunakan
1.3.2	Periksa kondisi katub		Check kondisi terhadap kemungkinan kerusakan	Aksi selesai	Coba buka atau tutup katup, apakah dapat dilakukan dengan lancar	Apabila ada kerusakan maka konfirmasi dengan Pws Teknik & discharge master
1.3.3	Periksa jalur instalasi pipa		Check kondisi jalur instalasi pipa	Aksi selesai	Apakah ada kemungkinan kerusakan atau kebocoran	Apabila ada kerusakan maka tidak dapat digunakan/siapkan jalur alternatif/konfirmasi dengan Pws Teknik
1.3.4	Periksa kondisi pressure indicator	Lihat jarum penunjuk indikator tekanan	Check kondisi pressure indicator	Aksi selesai	Periksa apa jarum penunjuk berfungsi dengan baik	Apabila ada kerusakan maka konfirmasi dengan Pws Teknik & discharge master
1.3.5	Periksa kondisi sambungan-sambungan		Check kondisi dari kemungkinan kerusakan/sambungan kurang baik	Aksi selesai	Periksa kondisi insulating (isolasi) flange joint	Apabila ada kerusakan maka konfirmasi dengan Pws Teknik & discharge master
1.3.6	Periksa kondisi stainer		Check kondisi dari kemungkinan kerusakan	Aksi selesai	Periksa kondisi	Apabila ada kerusakan maka konfirmasi dengan Pws Teknik & m discharge aster
1.3.7	Periksa kondisi fender dermaga		Check kondisi dari kemungkinan kerusakan	Aksi selesai	Dilakukan sebelum kapal bersandar dan setelah bersandar	Apabila ada kerusakan maka konfirmasi dengan Pws Teknik & master discharge
1.3.8	Periksa kondisi mooring buoy		Check kondisi dari kemungkinan kerusakan	Aksi selesai	Dilakukan sebelum kapal ditambatkan dan setelah ditambatkan	bila ada kerusakan maka konfirmasi dengan Pws Teknik, discharge master & mooring master
1.4	Pemeriksaan keselamatan saat operasional					
1.4.1	Periksa jalur instalasi pipa		Check kondisi jalur instalasi pipa	Aksi selesai	Apakah ada kemungkinan kerusakan atau kebocoran	Apabila ada kerusakan maka proses dihentikan sementara & siapkan jalur alternatif/konfirmasi dengan Pws Teknik & discharge master
1.4.2	Periksa tekanan fluida yang mengalir	Lihat pada pressure indicator	Check apakah ada terjadi penurunan atau kelebihan tekanan	Aksi selesai	Lihat toleransi tekanan yang diijinkan pada pedoman	Bila tekanan melebihi batas toleransi konfirmasi dengan discharge mastre
1.4.3	Periksa kondisi sambungan-sambungan		Check kondisi dari kemungkinan kerusakan/sambungan kurang baik	Aksi selesai	Periksa kondisi insulating (isolasi) flange joint	Apabila ada kerusakan maka konfirmasi dengan Pws Teknik & discharge master
1.4.4	Periksa kondisi bond wire		Check kondisi dari kemungkinan kerusakan	Aksi selesai	Dilakukan sebelum operasi dan saat operasi berlangsung	bila ada kerusakan maka proses harus dihentikan, konfirmasi dengan Pws Teknik& discharge master
1.4.5	Periksa kondisi cargo hose		Check kondisi operasi dari kemungkinan kerusakan, batas kelengkungan sesuai aturan	Aksi selesai	Dilakukan pengujian setiap tahun sesuai spesifikasi pabrik	Apabila ada kerusakan atau kekurangan maka proses dihentikan sementara dan konfirmasi dengan Pws Teknik&l discharge master
1.4.6	Periksa operasi katub		Check kondisi operasi katub	Aksi selesai	kondisi buka atau tutup katup, apakah berfungsi dengan baik	Apabila ada kerusakan maka konfirmasi dengan Pws Teknik & discharge master

1.4.7	Periksa lampu lokasi pembongkaran		Check kondisi lampu saat operasi	Lampu menyala	Lampu lokasi harus berada pada tempatnya	Bila diperlukan
1.4.8	Periksa sistem komunikasi		Check radio komunikasi		Sesuai channel yang tersedia	Konfirmasikan bila terjadi kerusakan
1.4.9	Periksa peralatan keselamatan		Check peralatan	Aksi selesai	Meliputi peralatan fire protection & prevention serta peralatan penanggulangan tumpahan	Konfirmasi dengan Pws teknik & Pws LK3
1.5	Pemeriksaan keselamatan setelah operasi					
1.5.1	Periksa jalur instalasi pipa		Check kondisi jalur instalasi pipa	Aksi selesai	Apakah ada kemungkinan kerusakan atau kebocoran	Apabila ada kerusakan maka konfirmasi dengan Pws Teknik
1.5.2	Periksa sistem komunikasi		Check radio komunikasi	Aksi selesai	Sesuai channel yang tersedia	Konfirmasikan bila terjadi kerusakan
1.5.3	Periksa keberadaan fluida didalam jalur pipa		Check kondisi	Aksi selesai	Apakah terdapat sisa muatan didalam pipa	Konfirmasi dengan discharge master
1.5.4	Periksa kondisi katup-katup		Check kondisi	Aksi selesai	Pukal sudah tertutup dengan baik	Apabila ada kerusakan maka konfirmasi dengan Pws Teknik
1.6	Periksa kerenggangan kapal dengan fender pelabuhan		Check kondisi	Aksi selesai	Kerenggangan maksimum 2 meter	Konfirmasi dengan discharge master dan mooring master
1.7	Periksa kerenggangan kapal dengan fender pelabuhan		Check kondisi	Aksi selesai	Kerenggangan maksimum 2 meter	Konfirmasi dengan discharge master dan mooring master
1.8	Periksa tali-tali tambat		Check kondisi	Aksi selesai	Periksa saat operasi berlangsung	Konfirmasi dengan mooring master
1.9	Pemeriksaan dokumen muatan		Check dokumen	Aksi selesai		Setelah proses selesai serahkan ke Chief Officer kapal
2.	Pekerjaan pengangkatan cargo hose					Crane pengangkat harus disediakan kapal
2.1	Memastikan cargo hose siap		Periksa kesiapan cargo hose	Aksi selesai dan cargo hose siap	Pastikan cargo hose dalam kondisi baik	Periksa kondisi dan pastikan ditempat lokasi
2.2	Memastikan crane pengangkat siap		Konfirmasi dengan pihak kapal	Aksi selesai dan telah siap		Koordinasi pekerjaan dengan pihak kapal
2.3	Memastikan selang penghubung (bridles) siap		Siapkan dan tempatkan di lokasi	Bridles telah siap	Pastikan dalam kondisi baik	Konfirmasikan dengan Pws Teknik & discharge master
2.4	Memastikan tempat kedudukan (sadle) siap		Persiapkan	Sadle telah siap	Pastikan dalam kondisi baik	Konfirmasikan dengan Pws Teknik & discharge master
2.5	Memeriksa sarana penopang tambahan (additional support)		Periksa dan persiapkan	Aksi selesai dan siap	Pastikan dalam kondisi baik dan siap	Konfirmasikan dengan Pws Teknik & discharge master
2.6	Memasang pengikat cargo hose		Lakukan sesuai aturan	Aksi selesai	Periksa kembali setelah dipasang	Konfirmasikan dengan Pws teknik & discharge master
2.7	Memasang tempat kedudukan (sadle)		Lakukan sesuai aturan	Aksi selesai	Periksa kembali setelah dipasang	Konfirmasikan dengan Pws Teknik & discharge master
2.8	Memasang selang pengangkat		Lakukan sesuai aturan	Aksi selesai	Periksa kembali setelah dipasang	Konfirmasikan dengan discharge master & pihak kapal
2.9	mempersiapkan instruksi loading master		Lakukan sesuai aturan	Aksi selesai	Periksa kembali sebelum pengangkatan	Menunggu instruksi discharge master setelah siap diangkat

2.10.	Melaksanakan pengangkatan		Lakukan sesuai aturan	Aksi selesai	Periksa kembali sebelum pengangkatan	Koordinasi pekerjaan dengan pihak kapal
3.	Pemasangan dan pengoperasian cargo hose					Setelah cargo hose dipastikan dekat manifold dan siap dipasang
3.1.	Menyesuaikan panjangnya dari manifold ke pipa di dermaga		Perkiraan ukuran panjang yang sesuai	Aksi selesai	Bila cargo hose membengkok, pastikan masih dalam toleransi	Usahakan ukuran sesuai sehingga cargo hose tidak membengkok
3.2.	Meluruskan cargo hose		Perkiraan panjangnya sehingga dapat diluruskan	Aksi selesai	Bila cargo hose membengkok, pastikan masih dalam toleransi	Usahakan tetap lurus
3.3.	Mengatur posisi cargo hose tepat pada manifold		Lakukan dan pasang additional support	Aksi selesai	Pastikan posisi tepat	Additional support dapat berfungsi menjaga posisi cargo hose
3.4.	Mengunci cargo hose pada manifold kapal		Lakukan dan pasang baut –baut pengikat sesuai aturan	Aksi selesai	Periksa kembali setelah dikunci	Konfirmasikan dengan discharge master
3.5.	Mengatur posisi cargo hose pada flens pipa discharge dermaga		Lakukan dan atur sesuai instruksi loading master	Aksi selesai	Pastikan posisi tepat	Konfirmasikan dengan discharge master
3.6.	Mengunci cargo hose pada flens pipa discharge dermaga		Lakukan dan pasang baut –baut pengikat sesuai aturan	Aksi selesai	Periksa kembali setelah dikunci	Konfirmasikan dengan discharge master
3.7.	Memasang penopang (additional support)		Lakukan pemasangan pada beberapa posisi	Aksi selesai	Periksa kembali setelah terpasang	Berfungsi untuk menjaga posisi dan kelurusan cargo hose
4.	Operasi sebelum pemompaan pembongkaran muatan					Lakukan prosedur agar dapat menjamin kelancaran operasi
4.1.	Pemeriksaan jalur instalasi pembongkaran		Check kondisi dan kesiapan operasi	Aksi selesai	Pastikan bahwa dalam kondisi siap operasi	Konfirmasikan dengan discharge master
4.2.	Pemeriksaan sistem komunikasi		Check radio komunikasi	Aksi selesai dan radio berfungsi	Sesuai channel yang tersedia	Konfirmasikan bila terjadi kerusakan
4.3.	Periksa kesiapan tangki penimbunan		Hubungi petugas penerima di terminal penimbunan	Aksi selesai Dan terminal siap menerima muatan		Konfirmasikan dalam beberapa kali guna memastikan bahwa telah siap
4.4.	Kordinasi kesiapan proses dengan pihak kapal, meliputi: *kesepakatan flow rate *sistem pembongkaran *posisi kompartemen *jenis muatan		Hubungi pihak kapal (chief officer)	Aksi selesai	Pastikan kesiapan telah terpenuhi	Menggunakan channel komunikasi yang telah disediakan (16/19/09)
5.	Proses operasi pembongkaran					
5.1.	Periksa jalur instalasi saat awal proses		Check kondisi jalur instalasi pipa	Aksi selesai	Apakah ada kemungkinan kerusakan atau kebocoran	Apabila ada kerusakan maka konfirmasi dengan discharge master dan pihak kapal
5.2.	Periksa flow rate	Lihat flow meter dan pressure indicator pada instalasi	Check flow rate	Aksi selesai	Lihat kembali kesepakatan flow rate	Konfirmasikan dengan kapal apabila flow rate tidak sesuai kesepakatan Catat dalam log book/jurnal loading
5.3.	Periksa tekanan pipa	Lihat pressure indicator	Check pressure indicator	Aksi selesai	Sesuai dengan ketentuan operasi	Catat dalam log book/jurnal discharge record
5.4.	Pengambilan sampel muatan		Drain muatan pada drain cock	Aksi selesai	Sesuai aturan pengambilan sebesar 1000 cc	Dilakukan setelah 30 menit pembongkaran

5.5	Periksa mutu muatan		Check dan uji sampel	Aksi selesai	Sesuai dengan dokumen muatan	Pemeriksaan meliputi warna, density, bau, suhu
5.6	Laporkan jika ada penyimpangan mutu		Hubungi Pws distribusi	Aksi selesai	Perlu dilakukan pemeriksaan lebih lanjut	Untuk diteruskan pada kepala terminal
6	Akhir proses pembongkaran muatan					
6.1	Lakukan pengawasan akhir		Pengawasan secara seksama	Aksi selesai	Lakukan setengah jam sebelum akhir proses	Untuk persiapan penutupan katub
6.2	Menutup katub		Lakukan penutupan katub	Katub telah tertutup	Periksa kembali setelah penutupan	Setelah mendapat instruksi discharge master
6.3	Perhitungan penerimaan		Lakukan perhitungan	Hasil perhitungan	Berdasarkan selisih penerimaan terminal dan jumlah konfirmasi dari kapal	Catat dalam jurnal unloading record Bila selisih melebihi toleransi buat cargo receipt
6.4	Pemeriksaan peralatan setelah proses		Check peralatan	Aksi telah dilakukan	Pastikan dan catat kondisi peralatan	Konfirmasikan pada Pws teknik jika ada kerusakan atau kekurangan
6.5	Kembalikan peralatan pada kondisi tak beroperasi		Lakukan sesuai pedoman	Aksi telah dilakukan	Pastikan telah dilakukan	Konfirmasikan pada Pws teknik jika ada kerusakan atau kekurangan
7	Pelepasan cargo hose					
7.1	Pelepasan flange joint cargo hose dari manifold kapal		Lepas ikatan (baut) pengunci flange joint	Aksi telah dilakukan	Lakukan dengan hati-hati agar tidak merusak isolasi	Setelah dilepas tutup cargo hose dengan bind plate
7.2	Pelepasan flange joint cargo hose dari pipa discharge di dermaga		Lepas ikatan (baut) pengunci flange joint	Aksi telah dilakukan	Lakukan dengan hati-hati agar tidak merusak isolasi	Setelah dilepas tutup cargo hose dengan bind plate
7.3	Menutup cargo hose agar tidak membentuk permukaan tajam		Lakukan proses pelepasan dan pengangkatan dengan hati-hati	Aksi telah dilakukan	Ikuti instruksi discharge master	Agar tidak merusak cargo hose
7.4	Memastikan crane pengangkat siap		Konfirmasi dengan pihak kapal	Aksi selesai dan telah siap		Koordinasi pekerjaan dengan pihak kapal
7.5	Memastikan selang penghiboh (bridles) siap		Siapkan dan tempatkan dilokasi	Bridles telah siap	Pastikan dalam kondisi baik	Konfirmasikan dengan Pws Teknik & discharge master
7.6	Memastikan tempat kedudukan (sadle) siap		Persiapkan	Sadle telah siap	Pastikan dalam kondisi baik	Konfirmasikan dengan Pws Teknik & discharge master
7.7	Memeriksa sarana penopang tambahan (additional support)		Periksa dan persiapkan	Aksi selesai dan siap	Pastikan dalam kondisi baik dan siap	Konfirmasikan dengan Pws Teknik & discharge master
7.8	Memasang pengikat cargo hose		Lakukan sesuai aturan	Aksi selesai	Periksa kembali setelah dipasang	Konfirmasikan dengan Pws teknik & discharge master
7.9	Memasang selang pengangkat		Lakukan sesuai aturan	Aksi selesai	Periksa kembali setelah dipasang	Konfirmasikan dengan loading master & pihak kapal
7.10	mempersiapkan instruksi loading master		Lakukan sesuai aturan	Aksi selesai	Periksa kembali sebelum pengangkatan	Menunggu instruksi discharge master setelah siap diangkat
7.11	Melaksanakan pengangkatan		Lakukan sesuai aturan	Aksi selesai	Periksa kembali sebelum pengangkatan	Koordinasi pekerjaan dengan pihak kapal
7.12	Kembalikan cargo hose pada kondisi tak beroperasi		Lakukan sesuai pedoman	Aksi telah dilakukan	Pastikan telah dilakukan	Konfirmasikan pada Pws teknik jika ada kerusakan atau kekurangan

Tabel 5.2.

Analisa Tahapan Pekerjaan Pembongkaran Muatan LPG

Step No	Discription	Display	Required Action	Feedback	Comments	Note
0	Proses Pembongkaran muatan LPG menggunakan marine loading arm (MLA)				Melakukan konfirmasi dengan Pws.Distribusi,Pws teknik,Pws LK3,Pws PKP,dan Chief Officer kapal	Pekerjaan pembongkaran muatan akan sukses jika setiap prosedur dilaksanakan dengan baik dan urutan yang benar
1.	Pemeriksaan sebelum pengoperasian					Penting dilakukan untuk mengetahui kesiapan peralatan,fasilitas dan personel untuk memulai operasi
1.1	Perencanaan Pekerjaan					Perencanaan dilakukan dengan cermat
1.1.1	Mempersiapkan rencana kerja, meliputi : * syarat-syarat pekerjaan * prioritas pekerjaan * pedoman dan prosedur kerja * perhatian jumlah muatan		Lihat pedoman proses pembongkaran Sesuaikan dengan keadaan sekitar dermaga	Persiapan rencana kerja telah selesai		
1.1.2	Melakukan pengawasan bahaya yang berkaitan dengan rencana kerja,yaitu: *kecepatan arus *tinggi ombak *ketegangan kapal *fasilitas-fasilitas lainnya *peralatan *bahan berbahaya		Periksa keadaan sekeliling dermaga (area kerja)	Pengawasan terhadap kemungkinan bahaya selesai	Penting untuk mengetahui kondisi yang memungkinkan munculnya bahaya	Koordinasikan dengan Pws LK3, Pws Teknik ,discharge master, pihak Pelsus
1.1.3	Memastikan bahwa rencana kerja telah selesai disiapkan		Konfirmasikan dengan loading master dan pihak kapal tentang kesiapan kerja		Pastikan bahwa telah dilakukan	Koordinasikan dengan segenap petugas, pihak kapal, pihak terminal penerima
1.2	Pemeriksaan keselamatan sebelum pengoperasian					
1.2.1	Memeriksa kondisi sekitar		Memastikan bahwa tidak ada kendala/bahaya yang menghambat	Pemeriksaan selesai	Pastikan kondisi sekitar dalam keadaan aman & terkendali	Konfirmasikan bila terdapat kendala pada kondisi sekitar
1.2.1	Menghentikan kegiatan lain yang mengganggu operasi		Pastikan bahwa tidak ada yang dapat mengganggu operasi	Aksi selesai	Pastikan kondisi sekitar dalam keadaan aman & terkendali	Terutama area sekitar dermaga
1.2.2	Persiapan perlengkapan pemadam kebakaran		Chek kondisi dan kesiapannya			Apabila perlu siapkan fire boat
1.2.3	Persiapan pemasangan bonding cable		Persiapkan bond wire pada lokasi kerja	Persiapan selesai		
1.2.4	Persiapkan safety checklist		Persiapan dilakukan dengan LK3	Persiapan secara cermat		Konfirmasikan dengan Pws LK3 & pihak kapal
1.2.5	Persiapan siaga pengamanan sekitar dermaga		Persiapan dilakukan sebelum operasi	Persiapan selesai	Pastikan dalam keadaan siaga	Dilakukan dengan security, pihak kapal,dan segenap petugas di dermaga

1.2.6.	Persiapan siaga kondisi darurat & warning system		Persiapan dilakukan sebelum operasi	Persiapan selesai	Pastikan dalam keadaan siaga	Dilakukan dengan Pws LK3, pihak kapal, dan segenap petugas di dermaga
1.3	Pemeriksaan persiapan peralatan & fasilitas sebelum operasi, meliputi:		Chek kesiapannya sebelum operasi	Pemeriksaan selesai		
1.3.1	Periksa kondisi M.L.A, meliputi:		Chek kondisi terhadap kemungkinan adanya kerusakan	Aksi selesai	sesuai spesifikasi pabrik / pembuat	Apabila ada kerusakan atau kekurangan maka tidak dapat digunakan
1.3.1.1	Periksa kondisi baut-baut dan bearing pada save (roda)		Check kondisi dari kemungkinan kerusakan	Aksi selesai	Dilakukan sebelum operasi dan saat operasi berlangsung	bila ada kerusakan maka proses harus dihentikan, konfirmasi dengan Pws Teknik & discharge master
1.3.1.2	Periksa kondisi dan posisi inboard arm, outboard arm & swivel joint		Check kondisi dari kemungkinan kerusakan	Aksi selesai	Dilakukan sebelum operasi dan saat operasi berlangsung	bila ada kerusakan maka proses harus dihentikan, konfirmasi dengan Pws Teknik & discharge master
1.3.1.3	Periksa kondisi cable & turn buckle inboard arm dan outboard arm		Check kondisi dari kemungkinan kerusakan	Aksi selesai	Dilakukan sebelum operasi dan saat operasi berlangsung	bila ada kerusakan maka proses harus dihentikan, konfirmasi dengan Pws Teknik & discharge master
1.3.1.4	Periksa kondisi inlet swivel joint, intermediate swivel joint, coupler swivel joint		Check kondisi dari kemungkinan kerusakan	Aksi selesai	Dilakukan sebelum operasi dan saat operasi berlangsung	bila ada kerusakan maka proses harus dihentikan, konfirmasi dengan Pws Teknik & discharge master
1.3.1.5	Periksa kondisi dan level hidrolik oil di hidrolik sistem	Lihat pada level oil control	Check kondisi dari kemungkinan kerusakan	Aksi selesai	Dilakukan sebelum operasi dan saat operasi berlangsung	bila ada kerusakan maka proses harus dihentikan, konfirmasi dengan Pws Teknik & discharge master
1.3.1.6	Periksa kondisi balancing M.L.A		Check kondisi dari kemungkinan ketidakseimbangan	Aksi selesai	Dilakukan sebelum operasi	bila ada kerusakan maka proses harus dihentikan, konfirmasi dengan Pws Teknik & discharge master
1.3.1.7	Periksa atau tes speed gerakan M.L.A		Check kecepatan gerakan	Aksi selesai	Dilakukan sebelum operasi	bila ada kecepatan berkurang maka konfirmasi dengan Pws Teknik
1.3.8.	Periksa kondisi mooring buoy		Check kondisi dari kemungkinan kerusakan	Aksi selesai	Dilakukan sebelum kapal ditambatkan dan setelah ditambatkan	bila ada kerusakan maka konfirmasi dengan Pws Teknik, discharge master & mooring master
1.4.	Pemeriksaan keselamatan saat operasional					
1.4.1	Periksa jalur instalasi pipa:		Check kondisi jalur instalasi pipa	Aksi selesai	Apakah ada kemungkinan kerusakan atau kebocoran	Apabila ada kerusakan maka proses dihentikan sementara & siapkan jalur alternatif / konfirmasi dengan Pws Teknik & discharge master
1.4.2	Periksa tekanan fluida yang mengalir	Lihat pressure indicator	Check apakah ada terjadi penurunan atau kelebihan tekanan	Aksi selesai	Lihat toleransi tekanan yang diijinkan pada pedoman	Bila tekanan melebihi batas toleransi konfirmasi dengan discharge master
1.4.3	Periksa kondisi sambungan-sambungan		Check kondisi dari kemungkinan kerusakan/sambungan kurang baik	Aksi selesai	Periksa kondisi insulating (iasolasi) flange joint	Apabila ada kerusakan maka konfirmasi dengan Pws Teknik & discharge master

1.4.4.	Periksa kondisi bond wire		Check kondisi dari kemungkinan kerusakan	Aksi selesai	Dilakukan sebelum operasi dan saat operasi berlangsung	bila ada kerusakan maka proses harus dihentikan, konfirmasi dengan Pws Teknik & discharge master
1.4.5	Periksa kondisi MLA, meliputi :		Check kondisi dari kemungkinan kerusakan, batas kelengkungan sesuai aturan	Aksi selesai	Dilakukan pengujian setiap tahun sesuai spesifikasi pabrik	Apabila ada kerusakan atau kekurangan maka proses dihentikan sementara dan konfirmasi dengan Pws Teknik & discharge master
1.4.5.1	Periksa kondisi selang muatan (inboard arm, outboard arm, base riser)		Check kondisi dari kemungkinan kerusakan atau kebocoran	Aksi selesai	ketika operasi berlangsung 30 menit pertama, dan dilakukan kemudian beberapa kali	bila ada kerusakan/kebocoran maka proses harus dihentikan, konfirmasi dengan Pws Teknik & discharge master
1.4.5.2	Periksa kondisi swivel joint/sambungan (discharge swivel joint, intermediate swivel joint, coupler swivel joint)		Check kondisi dari kemungkinan kerusakan atau kebocoran	Aksi selesai	Dilakukan sebelum operasi dan saat operasi berlangsung	bila ada kerusakan maka proses harus dihentikan, konfirmasi dengan Pws Teknik & discharge master
1.4.6	Periksa operasi katub		Check kondisi operasi katub	Aksi selesai	apakah berfungsi dengan baik	Apabila ada kerusakan maka konfirmasi dengan Pws Teknik & discharge master
1.4.7	Periksa lampu lokasi pembongkaran		Check kondisi lampu saat operasi	Lampu menyala	Lampu lokasi harus berada pada tempatnya	Bila diperlukan
1.4.8	Periksa sistem komunikasi		Check radio komunikasi		Sesuai channel yang tersedia	Konfirmasikan bila terjadi kerusakan
1.4.9	Periksa peralatan keselamatan		Check peralatan	Aksi selesai	Meliputi peralatan fire protection & prevention serta peralatan penanggulangan tumpahan	Konfirmasi dengan Pws teknik & Pws LK3
1.5	Pemeriksaan keselamatan setelah operasi					
1.5.1	Periksa jalur instalasi pipa		Check kondisi jalur instalasi pipa	Aksi selesai	Apakah ada kemungkinan kerusakan atau kebocoran	Apabila ada kerusakan maka konfirmasi dengan Pws Teknik
1.5.2	Periksa sistem komunikasi		Check radio komunikasi	Aksi selesai	Sesuai channel yang tersedia	Konfirmasikan bila terjadi kerusakan
1.5.3	Periksa keberadaan fluida dalam jalur pipa		Check kondisi	Aksi selesai	Apa terdapat sisa muatan dalam pipa	Konfirmasi dengan discharge master
1.5.4	Periksa kondisi katup-katup		Check kondisi	Aksi selesai	Pakah sudah tertutup dengan baik	Apabila ada kerusakan maka konfirmasi dengan Pws Teknik
1.6	Periksa kerenggangan kapal dengan fender pelabuhan		Check kondisi	Aksi selesai	Kerenggangan maksimum 2 meter	Konfirmasi dengan discharge master dan mooring master
1.7	Periksa kerenggangan kapal dengan fender pelabuhan		Check kondisi	Aksi selesai	Kerenggangan maksimum 2 meter	Konfirmasi dengan discharge master dan mooring master
1.8	Periksa tali-tali tambat		Check kondisi	Aksi selesai	Periksa saat operasi berlangsung	Konfirmasi dengan mooring master
1.9	Pemeriksaan dokumen muatan		Check dokumen	Aksi selesai		Setelah proses selesai serahkan ke Chief Officer kapal
2.	Proses penyambungan & pengoperasian MLA, meliputi					

2.1	Memasang bonding cable/bond wire		Lakukan pemasangan bond wire	Aksi selesai	Lakukan sebelum penyambungan	Menghubungkan antara manifold kapal dengan manifold MLA
2.2	Pastikan out board arm dan inboard arm dalam kondisi siap		Check gerakan inboard arm & outboard arm	Aksi selesai	Lakukan sebelum penyambungan	Bila belum siap konfirmasi dengan discharge master & Pws teknik
2.3	Menghidupkan power untuk MLA	Lihat lampu indikator power	Tekan tombol "ON" power pada panel	Aksi selesai	Lakukan sesuai aturan	setelah mendapat instruksi discharge master
2.4	Menghidupkan saklar listrik		Tekan tombol "ON" saklar listrik push button jalur MLA	Aksi selesai	Lakukan sesuai aturan	setelah mendapat instruksi discharge master
2.5	Menghidupkan sistem hidrolik	Lihat lampu indikator Sistem hidrolik	Naikkan tuas reset hidrolik ke posisi "ON"	Aksi selesai	Periksa mekanisme sistem hidrolik (operasi pompa hidrolik)	Perhatikan instruksi discharge master
2.6	Membuka selector valve MLA		Membuka selector valve	Aksi selesai	Apabila operasi dengan salah satu MLA	Perhatikan instruksi discharge master
2.7	Mengarahkan selector valve pada posisi MLA yang akan dioperasikan		Menekan tuas selector ke arah MLA yang akan dioperasikan	Aksi selesai	Apabila operasi dengan salah satu MLA	Perhatikan instruksi discharge master
2.8	Memulai start operasi MLA	Lihat lampu indikator operasi MLA	Tekan tombol di control panel marine arm	Telah dilakukan	Start operasional MLA dilakukan setelah persiapan di dermaga & kapal siap memulai	setelah mendapat instruksi discharge master
2.9	Mengoperasikan MLA					Lakukan prosedur agar dapat menjamin kelancaran operasi
2.9.1	Menggerakkan inboard arm ke depan		Gerakkan handle inboard arm pada panel ke arah depan	Aksi selesai	Lakukan jika perlu, perhatikan posisi manifold kapal dan sesuaikan	Perhatikan instruksi discharge master
2.9.2	Menggerakkan inboard arm ke belakang		Gerakkan handle inboard arm pada panel ke arah belakang	Aksi selesai	Lakukan jika perlu, perhatikan posisi manifold kapal dan sesuaikan	Perhatikan instruksi discharge master
2.9.3	Menggerakkan outboard arm naik		Gerakkan handle outboard arm ke arah "up"	Aksi selesai	Lakukan jika perlu, perhatikan posisi manifold kapal dan sesuaikan	Perhatikan instruksi discharge master
2.9.4	Menggerakkan outboard arm turun		Gerakkan handle outboard arm ke arah "down"	Aksi selesai	Lakukan jika perlu, perhatikan posisi manifold kapal dan sesuaikan	Perhatikan instruksi discharge master
2.9.5	Menggerakkan lengan (inboard & outboard arm) ke kanan		Gerakkan handle horizontal rotation ke arah "kanan/right"	Aksi selesai	Lakukan jika perlu, perhatikan posisi manifold kapal dan sesuaikan	Perhatikan instruksi discharge master
2.9.6	Menggerakkan lengan (inboard & outboard arm) ke kiri		Gerakkan handle horizontal rotation ke arah "kiri/left"	Aksi selesai	Lakukan jika perlu, perhatikan posisi manifold kapal dan sesuaikan	Perhatikan instruksi discharge master
2.10	Mengunci posisi lengan (inboard & outboard arm) ketika pada posisi dekat manifold kapal		Arahkan selector switch dikontrol panel ke posisi netral	Aksi selesai	Lakukan setelah posisi coupler joint dekat dengan manifold dan siap dihubungkan	Perhatikan instruksi discharge master
2.11	Menghubungkan manifold dengan lengan MLA		Hubungkan Coupler swivel joint dengan manifold dan kunci sambungan	Aksi selesai	Lakukan setelah posisi coupler joint dekat dengan manifold dan siap dihubungkan	Perhatikan instruksi discharge master

3.	Operasi sebelum pemompaan pembongkaran muatan					Lakukan prosedur agar dapat menjamin kelancaran operasi
3.1.	Pemeriksaan jalur instalasi pembongkaran		Check kondisi dan kesiapan operasi	Aksi selesai	Pastikan bahwa dalam kondisi siap operasi	Konfirmasikan dengan discharge master
3.2.	Pemeriksaan sistem komunikasi		Check radio komunikasi	Aksi selesai dan radio berfungsi	Sesuai carmel yang tersedia	Konfirmasikan bila terjadi kerusakan
3.3.	Periksa kesiapan langkah penimbunan		Hubungi petugas penerima di terminal penimbunan	Aksi selesai Dan terminal siap menerima muatan	Pastikan bahwa dalam kondisi siap operasi	Konfirmasikan dalam beberapa kali guna memastikan bahwa telah siap
3.4.	Kordinasi kesiapan proses dengan pihak kapal meliputi: *kesepakatan flow rate *sistem pembongkaran *posisi kompartemen *jenis muatan		Hubungi pihak kapal (chief officer)	Aksi selesai	Pastikan kesiapan telah terpenuhi	Menggunakan carmel komunikasi yang telah disediakan (16/19/09)
4.	Proses operasi pembongkaran					Lakukan prosedur agar dapat menjamin kelancaran operasi
4.1.	Periksa jalur instalasi saat awal proses		Check kondisi jalur instalasi pipa	Aksi selesai	Apakah ada kemungkinan kerusakan atau kebocoran	Apabila ada kerusakan maka konfirmasi dengan discharge master dan pihak kapal
4.2.	Periksa flow rate	Lihat flow meter & pressure indicator	Check flow rate	Aksi selesai	Lihat kembali kesepakatan flow rate	Konfirmasikan dengan kapal apabila flow rate tidak sesuai kesepakatan Catat dalam log book/jurnal loading
4.3.	Periksa tekanan pipa	Lihat pressure indicator	Check pressure indicator	Aksi selesai	Sesuaikan dengan ketentuan operasi	Catat dalam log book/jurnal discharge record
4.4.	Pengambilan sampel muatan		Drain muatan pada drain cock	Aksi selesai	Sesuai aturan pengambilan sebesar 1000 cc	Dilakukan setelah 30 menit pembongkaran
4.5.	Laporkan jika ada penyimpangan mutu		Hubungi Pws distribusi	Aksi selesai	Perlu dilakukan pemeriksaan lebih lanjut	Untuk diteruskan pada kepala terminal
5.	Proses Pelepasan MLA					Lakukan prosedur agar dapat menjamin kelancaran operasi
5.1.	Mengosongkan muatan yang masih ada di lengan muatan		Tarik handle vacuum breaker	Aksi selesai, Dan dipastikan tidak ada sisa muatan	Lakukan sebelum coupler dilepas dari MLA	Perhatikan instruksi discharge master
5.2.	Mengosongkan muatan yang masih ada di base riser & selang discharge MLA menuju pipa instalasi		Operasikan pompa drain	Aksi selesai, Dan dipastikan tidak ada sisa muatan	Bila pompa tidak ada/berfungsi buka katup drain unit	Perhatikan instruksi discharge master
5.3.	Lepas bonding cable/bong wire		Lakukan pelepasan	Aksi selesai	Setelah dipastikan proses pemompaan selesai	Sesuai instruksi discharge master & konfirmasikan dengan pihak kapal
5.4.	Melepas coupler swivel joint		Buka kunci pengikat & lakukan pelepasan	Aksi selesai	Setelah dipastikan proses selesai & tidak ada sisa muatan di lengan muatan	Sesuai instruksi discharge master & konfirmasikan dengan pihak kapal
5.5.	Mengembalikan MLA pada posisi tidak beroperasi/posisi semula		Menggerakkan MLA menuju posisi tidak beroperasi	Aksi selesai, MLA berada pada posisi dekat dermaga	Dengan mengendalikannya dari control panel	Sesuai instruksi discharge master

5.6.	Kunci lengan muatan (inboard arm&outboard arm)		Menekan tombol "stop" control pada panel marine arm	Aksi selesai	Setelah itu pastikan lengan muatan sudah terkunci	Untuk menjamam agar lengan muatan tetap pada posisinya
5.7.	Mengembalikan selector valve pada posisi tak beroperasi		Kembalikan switch selector pada posisi "on"	Aksi selesai	Setelah itu pastikan selector pada posisi tidak beroperasi	Sesuai intruksi discharge master
5.8.	Menutup selector valve		Mengembalikan selector valve pada posisi tertutup	Aksi selesai	Setelah itu pastikan selector pada posisi tidak beroperasi	Sesuai intruksi discharge master
5.9.	Minghentikan operasi sistem hidrolik	Lihat lampu indikator telah mati	Menurunkan tuas reset hidrolik unit ke posisi "off"	Aksi selesai, Sistem hidrolik tidak beroperasi	Pastikan bahwa pompa hidrolik telah tidak beroperasi	Sesuai intruksi discharge master
5.10.	Menghentikan operasi saklar power listrik	Lihat lampu indicator telah mati	Menekan tombol "off" saklar push button	Aksi selesai, saklar tidak beroperasi	Pastikan bahwa saklar telah tidak beroperasi	Sesuai intruksi discharge master
5.11.	Menghentikan pwer/tenaga listrik untuk MLA	Lihat lampu indicator power telah mati	Menekan tombol "off" power listrik di panel control	Aksi selesai, Power untuk MLA tidak beroperasi	Lakukan setelah semua komponen sistem MLA sudah dalam kondisi tidak beroperasi	Setelah mendapat instruksi dari discharge master & konfirmasi jika telah dilakukan
6.	Akhir proses pembongkaran muatan					
6.1.	Lakukan pengawasan akhir		Pengawasan secara seksama	Aksi selesai	Lakukan setengah jam sebelum akhir proses	Untuk persiapan penutupan katub
6.2.	Menutup katub		Lakukan penutupan katub	Katub telah tertutup	Periksa kembali setelah penutupan	Setelah mendapat instruksi discharge master
6.3.	Perhitungan penerimaan		Lakukan perhitungan	Hasil perhitungan	Berdasarkan selisih penerimaan termianl dan jumlah konfirmasi dari kapal	Catat dalam jurnal unloading record Bila selisih melebihi toleransi buat cargo receipt
6.4.	Pemeriksaan peralatan setelah proses		Check peralatan	Aksi telah dilakukan	Pastikan dan catat kondisi peralatan	Konfirmasikan pada Pws teknik jika ada kerusakan atau kekurangan
6.5.	Kembalikan peralatan pada kondisi tak beroperasi		Lakukan sesuai pedoman	Aksi telah dilakukan	Pastikan telah dilakukan	Konfirmasikan pada Pws teknik jika ada kerusakan atau kekurangan

5.3.3. Analisa Kesalahan Manusia (Human Error Analysis)

Setelah proses pembuatan tabular task analysis (tabel analisa tahapan pekerjaan) selesai selanjutnya akan didefinisikan semua kesalahan manusia yang akan terjadi dan dapat menyebabkan potensi kegagalan atau kecelakaan kerja. Hasil dari identifikasi ini dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan 5.4 di bawah ini. Pada tabel tersebut berisi tentang kemungkinan-kemungkinan kegagalan (*error modes*), kemungkinan penyebab dan konsekuensinya terhadap proses maupun pekerja.

Tabel 5.3.

HEA Prosedur Kerja Pembongkaran Muatan BBM

Task Step No	Error Modes	Possibel consequences	Remedial Action		
			Design	Training	Procedure
0	Proses Pembongkaran muatan BHM menggunakan cargo hose			Training petugas terhadap persiapan operasi pembongkaran	Check prosedur operasi & lebih diperjelas
1	Pemeriksaan sebelum pengoperasian			Training petugas terhadap persiapan operasi pembongkaran	Check prosedur operasi & lebih diperjelas
1.1	Perencanaan Pekerjaan			Training persiapan operasi pembongkaran	Check prosedur operasi & lebih diperjelas
1.1.1	Mempersiapkan rencana kerja, meliputi * syarat-syarat pekerjaan * prioritas pekerjaan * pedoman dan prosedur kerja * perhatian jumlah muatan	Aksi diabaikan Rencana kerja menjadi tidak siap, menghambat / mengganggu proses		Training persiapan operasi pembongkaran	Check prosedur operasi & lebih diperjelas
1.1.2	Melakukan pengawasan bahaya yang berkaitan dengan rencana kerja, yaitu: * kecepatan arus * tinggi ombak * kerenggangan kapal * fasilitas-fasilitas lainnya * peralatan * bahan berbahaya	Aksi diabaikan Kemungkinan timbul resiko atau bahaya sewaktu bekerja		Training keselamatan kerja terkait dengan operasi pembongkaran	Check prosedur operasi & keselamatan
1.1.3	Memastikan bahwa rencana kerja telah selesai disiapkan	Tidak dilakukan Rencana kerja tidak teratur / berantakan		penginformasian persiapan & operasi pembongkaran	Check prosedur operasi
1.2	Pemeriksaan keselamatan sebelum pengoperasian	Aksi diabaikan Keamanan kurang, kemungkinan timbulnya resiko / bahaya		Training keselamatan kerja terkait dengan operasi pembongkaran	Check prosedur operasi & keselamatan
1.2.1	Memeriksa kondisi sekitar	Aksi diabaikan Keamanan kurang, kemungkinan timbulnya resiko / bahaya			
1.2.1	Menghentikan kegiatan lain yang mengganggu operasi	Tidak dilakukan Dapat mengganggu / menggagalkan proses			Check prosedur operasi
1.2.2	Persiapan perlengkapan pemadam kebakaran	Tidak dilakukan Ketidaksiapan saat terjadi bahaya kebakaran sewaktu-waktu		penginformasian persiapan keselamatan kerja	Check prosedur operasi & keselamatan
1.2.3	Persiapan pemasangan bonding cable	Tidak dilakukan Menimbulkan bahaya percikan api bahkan kebakaran, menggagalkan proses		penginformasian persiapan & pengoperasian alat tersebut	Check prosedur operasi & keselamatan
1.2.4	Persiapkan safety checklist	Tidak dilakukan Keamanan kurang, kemungkinan timbulnya resiko / bahaya		Training keselamatan kerja & rencana tanggap darurat	Check prosedur operasi & keselamatan
1.2.5	Persiapan siaga pengamanan sekitar dermaga	Tidak dilakukan/lupa Ketidaksiapan saat terjadi kondisi darurat/bahaya		Training keselamatan kerja & rencana tanggap darurat	Check prosedur operasi & keselamatan

1.2.6	Persiapan siaga kondisi darurat & warning system	Tidak dilakukan/lupa	Ketidaksiapan saat terjadi kondisi darurat/bahaya	Training keselamatan kerja & rencana tanggap darurat	Check prosedur operasi & keselamatan
1.3	Pemeriksaan persiapan peralatan & fasilitas sebelum operasi, meliputi:	Tidak dilakukan/lupa	Ketidaksiapan penilatan & fasilitas, Mengganggu/menghambat proses	Training persiapan & operasi pembongkaran	Check prosedur operasi pembongkaran & diperjelas
1.3.1	Periksa kondisi cargo hose	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan ada kerusakan / kebocoran menghambat atau mengganggu proses	Training persiapan & pengoperasian alat tersebut	Check prosedur operasi pembongkaran & diperjelas
1.3.2	Periksa kondisi katub	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan ada kerusakan / kebocoran menghambat atau mengganggu proses	penginformasian persiapan & pengoperasian alat tersebut	Check prosedur operasi pembongkaran & diperjelas
1.3.3	Periksa jalur instalasi pipa	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan ada kerusakan / kebocoran menghambat atau mengganggu proses	penginformasian persiapan & pengoperasian pembongkaran	Check prosedur operasi pembongkaran
1.3.4	Periksa kondisi pressure indicator	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan terjadi over pressure tidak dapat diketahui	penginformasian persiapan & pengoperasian pembongkaran	Check prosedur operasi pembongkaran
1.3.5	Periksa kondisi sambungan-sambungan	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan ada kebocoran, kerusakan tidak diketahui	penginformasian persiapan & pengoperasian pembongkaran	Check prosedur operasi pembongkaran & diperjelas
1.3.6	Periksa kondisi strainer	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan kerusakan / kegagalan fungsi tidak diketahui	penginformasian persiapan & pengoperasian alat tersebut	Check prosedur operasi pembongkaran
1.3.7	Periksa kondisi fender dermaga	Tidak dilakukan/lupa	Kerusakan fender tidak diketahui, merusak lambung kapal, mengganggu proses	penginformasian persiapan & pengoperasian pembongkaran	Check prosedur operasi pembongkaran
1.3.8	Periksa kondisi mooring buoy	Tidak dilakukan/lupa	Mengganggu/menghambat proses	penginformasian persiapan & pengoperasian pembongkaran	Check prosedur operasi pembongkaran
1.4	Pemeriksaan keselamatan saat operasional		Keamanan kurang, kemungkinan timbulnya resiko / bahaya yang mengganggu/menghambat proses	Training keselamatan kerja terkait dengan operasi pembongkaran	Check prosedur operasi & keselamatan
1.4.1	Periksa jalur instalasi pipa	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan ada kerusakan / kebocoran menghambat atau mengganggu proses	penginformasian persiapan & pengoperasian pembongkaran	Check prosedur operasi pembongkaran
1.4.2	Periksa tekanan fluida yang mengalir	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan terjadi over pressure	penginformasian pengoperasian pembongkaran	Check prosedur operasi
1.4.3	Periksa kondisi sambungan-sambungan	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan ada kebocoran, kerusakan tidak diketahui yang dapat mengganggu/menghambat proses	penginformasian persiapan & pengoperasian pembongkaran	Check prosedur operasi
1.4.4	Periksa kondisi bond wire	Tidak dilakukan/lupa	Menimbulkan bahaya percikan api bahkan kebakaran, menggagalkan proses	penginformasian persiapan & pengoperasian alat tersebut	Check prosedur operasi & keselamatan
1.4.5	Periksa kondisi cargo hose	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan ada kebocoran, kerusakan tidak diketahui yang dapat mengganggu/menghambat proses	Training persiapan & pengoperasian alat tersebut	Check prosedur operasi dan diperjelas

1.4.6	Periksa operasi katub	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan ada kerusakan / kebocoran menghambat atau mengganggu proses	Training persiapan & pengoperasian alat tersebut	Check prosedur operasi dan diperjelas
1.4.7	Periksa lampu lokasi pembongkaran	Tidak dilakukan/lupa	Lampu tidak menyala, pandangan kurang, mengganggu/menghambat proses	Perlu penginformasian lebih lanjut	
1.4.8	Periksa sistem komunikasi	Tidak dilakukan	Tidak berfungsi hingga menghambat komunikasi	Perlu penginformasian lebih lanjut	Check prosedur operasi dan diperjelas
1.4.9	Periksa peralatan keselamatan		Ketidaksiapan saat menghadapi kondisi bahaya/darurat	Perlu penginformasian lebih lanjut	Check prosedur keselamatan
1.5	Pemeriksaan keselamatan setelah operasi			Perlu penginformasian lebih lanjut	Check prosedur keselamatan
1.5.1	Periksa jalur instalasi pipa	Tidak dilakukan/lupa	Bahaya akibat kerusakan/kebocoran tidak diketahui	Training persiapan & operasi pembongkaran	Check prosedur operasi pembongkaran dan diperjelas
1.5.2	Periksa sistem komunikasi	Tidak dilakukan	Komunikasi tidak berfungsi saat kondisi darurat/bahaya	Perlu penginformasian lebih lanjut	Check prosedur operasi dan diperjelas
1.5.3	Periksa keberadaan fluida didalam jalur pipa	Tidak dilakukan	Sisa muatan yang tertinggal tidak diketahui	Training persiapan & operasi pembongkaran	Check prosedur operasi pembongkaran dan diperjelas
1.5.4	Periksa kondisi katup-katup	Tidak dilakukan/lupa	Kerusakan tidak diketahui	Training persiapan & pengoperasian alat tersebut	Check prosedur operasi dan diperjelas
1.6	Periksa kerenggangan kapal dengan fender pelabuhan	Tidak dilakukan	Menghambat, membahayakan proses	Perlu penginformasian lebih lanjut	Check prosedur operasi
1.7	Periksa tali-tali tambat	Tidak dilakukan	Mengganggu proses	Perlu penginformasian lebih lanjut	Check prosedur operasi
1.8	Pemeriksaan dokumen muatan	Tidak dilakukan/lupa	No error		Check prosedur operasi
2	Pekerjaan pengangkatan cargo hose			Training operasi & penanganan cargo hose	Check prosedur dan diperjelas
2.1	Memastikan cargo hose siap	Tidak dilakukan	Cargo hose tidak siap diangkat, menghambat proses	Training operasi & penanganan cargo hose	Check prosedur operasi
2.2	Memastikan crane pengangkat siap	Diabaikan	Crane belum siap beroperasi, menghambat proses	Perlu penginformasian lebih lanjut	Check prosedur operasi
2.3	Memastikan selang penghisap (bridles) siap	Diabaikan	Bridles tidak siap dipasang sehingga menghambat proses	Perlu penginformasian lebih lanjut	Check prosedur operasi
2.4	Memastikan tempat kedudukan (sadle) siap	Diabaikan	Sadle tidak siap hingga menghambat proses	Perlu penginformasian lebih lanjut	Check prosedur operasi
2.5	Memeriksa sarana penopang tambahan (additional support)	Tidak dilakukan	Additional support tidak siap menyebabkan cargo hose membengkok	Perlu penginformasian lebih lanjut	Check prosedur operasi
2.6	Memasang pengikat cargo hose	Kecelakaan/kelaianan	Cargo hose jatuh saat diangkat	Training operasi & penanganan cargo hose	Check prosedur operasi
2.7	Memasang tempat kedudukan (sadle)	Kecelakaan/kelaianan	Cargo hose membengkok	Training operasi & penanganan cargo hose	Check prosedur operasi

2.8.	Memasang selang pengangkat	Kecerobohan/kelaian	Cargo hose tidak dapat diangkat		Training operasi & penanganan cargo hose	Check prosedur operasi
2.9.	Mempersiapkan instruksi loading master	Diabaikan	Rencana pengangkatan berantakan			
2.10.	Melaksanakan pengangkatan	Kecerobohan/kelaian	Cargo hose lepas/jatuh		Training operasi & penanganan cargo hose	Check prosedur dan diperjelas
3.	Pemosisian dan pengoperasian cargo hose				Training operasi & penanganan cargo hose	Check prosedur dan diperjelas
3.1.	Menyesuaikan panjangnya dari manifold ke pipa di dermaga	Lalai/diabaikan	Cargo hose membengkok	Penggunaan desain yg sesuai	Penginformasian lebih lanjut untuk penanganan cargo hose	Check prosedur operasi
3.2.	Meluruskan cargo hose	Lalai/diabaikan	Cargo hose membengkok menyebabkan kerusakan & kebocoran		Penginformasian lebih lanjut untuk penanganan cargo hose	Check prosedur operasi
3.3.	Mengatur posisi cargo hose tepat pada manifold	Tidak dilakukan	Menghambat proses penyambungan		Penginformasian lebih lanjut untuk penanganan cargo hose	Check prosedur operasi
3.4.	Mengunci cargo hose pada manifold kapal	Tidak dilakukan	Cargo hose lepas saat menerima beban muatan menyebabkan kebocoran		Training operasi penanganan cargo hose	Check prosedur operasi dan diperjelas
3.5.	Mengatur posisi cargo hose pada flens pipa discharge dermaga	Tidak dilakukan	Menghambat proses penyambungan		Training operasi penanganan cargo hose	Check prosedur operasi dan diperjelas
3.6.	Mengunci cargo hose pada flens pipa discharge dermaga	Tidak dilakukan	Cargo hose lepas saat menerima beban muatan menyebabkan kebocoran		Training operasi penanganan cargo hose	Check prosedur operasi dan diperjelas
3.7.	Memasang penopang (additional support)	Tidak dilakukan	Cargo hose membengkok menyebabkan kerusakan		Training operasi penanganan cargo hose	Check prosedur operasi dan diperjelas
4.	Operasi sebelum pemompaan pembongkaran muatan				Training persiapan & operasi pembongkaran	Check prosedur dan diperjelas
4.1.	Pemeriksaan jalur instalasi pembongkaran	Tidak dilakukan	Kerusakan tidak diketahui hingga menghambat operasi		Training persiapan & operasi pembongkaran	Check prosedur operasi
4.2.	Pemeriksaan sistem komunikasi	Tidak dilakukan	Komunikasi tidak berfungsi, menghambat proses		Perlu penginformasian lebih lanjut	Check prosedur operasi
4.3.	Periksa kesiapan tangki penimbunan	Diabaikan	Tangki penerima belum siap menerima muatan		Perlu penginformasian lebih lanjut	Check prosedur operasi
4.4.	Kordinasi kesiapan proses dengan pihak kapal meliputi: *kesepakatan flow rate *sistem pembongkaran *posisi kompartemen *jenis muatan	Diabaikan/tidak dilakukan	Rencana operasi pembongkaran tak terkoordinasi, berantakan, mengganggu, menggagalkan proses			
5.	Proses operasi pembongkaran				Training operasi pembongkaran terhadap petugas	Check prosedur dan diperjelas
5.1.	Periksa jalur instalasi saat awal proses	Tidak dilakukan	Kebocoran / kerusakan tidak diketahui		Training operasi pembongkaran terhadap petugas	Check prosedur operasi
5.2.	Periksa flow rate	Diabaikan/tidak dilakukan	Over load beban dialami peralatan & jalur instalasi		Perlu penginformasian lebih lanjut dalam pemeriksaan flowrate	Check prosedur operasi

5.3	Periksa tekanan pipa	Diabaikan/tidak dilakukan	Over pressure tidak diketahui		Perlu penginformasian lebih lanjut dalam pemeriksaan flowrate	Check prosedur operasi dan diperjelas
5.4	Pengambilan sampel muatan	Tidak dilakukan	Kemungkinan kesalahan muatan yang dibongkar, kemungkinan kontaminasi tidak diketahui		Perlu penginformasian lebih lanjut dalam pengambilan sampel	Check prosedur operasi
5.5	Periksa mutu muatan	Tidak dilakukan	Kontaminasi/tidak sesainya mutu muatan yang dibongkar tidak diketahui		Perlu penginformasian lebih lanjut	Check sesuaikan dengan standar mutu
5.6	Laporkan jika ada penyimpangan mutu	Tidak dilakukan/diabaikan	Komplain / protes dari pihak terminal			
6	Akhir proses pembongkaran muatan				Training petugas tentang pedoman akhir pembongkaran	Check prosedur dan diperjelas
6.1	Lakukan pengawasan akhir	Tidak dilakukan/diabaikan	Proses pembongkaran akhir tak teratur/berantakan		Training petugas tentang pedoman akhir pembongkaran	Check prosedur operasi
6.2	Menutup katub	Tidak dilakukan/lupa	Kembalinya fluida muatan		Training pengoperasian alat tersebut	Check prosedur operasi dan diperjelas
6.3	Perhitungan penerimaan	Tidak dilakukan/lupa	Protes/komplain dari pihak terminal jika ada selisih yg melebihi batas		Perlu diberikan metode perhitungan yg benar	
6.4	Pemeriksaan peralatan setelah proses	Tidak dilakukan/diabaikan	Kerusakan/kegagalan fungsi peralatan tidak diketahui		Training petugas tentang pedoman akhir pembongkaran	Check prosedur dan diperjelas
6.5	Kembalikan peralatan pada kondisi tak beroperasi	Tidak dilakukan/lupa	Peralatan berantakan, menghambat proses selanjutnya			Check prosedur operasi
7	Pelepasan cargo hose				Training operasi penanganan cargo hose	Check prosedur dan diperjelas
7.1	Pelepasan flange joint cargo hose dari manifold kapal	Ceroboh/kurang hati-hati	Kerusakan flange joint		Training operasi penanganan cargo hose	Check prosedur dan diperjelas
7.2	Pelepasan flange joint cargo hose dari pipa discharge di dermaga	Ceroboh/kurang hati-hati	Kerusakan flange joint		Training operasi penanganan cargo hose	Check prosedur dan diperjelas
7.3	Mengatur cargo hose agar tidak membentur permukaan tajam	Ceroboh/lalai	Membentur permukaan tajam yang menyebabkan kerusakan		Training operasi penanganan cargo hose	Check prosedur operasi
7.4	Memastikan crane pengangkat siap	Tidak dilakukan/lupa	Crane belum siap, menghambat proses			
7.5	Memastikan selang penghubung (bridles) siap	Tidak dilakukan/lalai	bridles belum siap, menghambat proses		Training operasi penanganan cargo hose	Check prosedur operasi dan diperjelas
7.6	Memastikan tempat kedudukan (sadle) siap	Tidak dilakukan/lalai	Sadle belum siap, menghambat proses		Training operasi penanganan cargo hose	Check prosedur operasi dan diperjelas
7.7	Memeriksa sarana penopang tambahan (additional support)	Tidak dilakukan/lalai	Cargo hose membengkok saat diangkat		Training operasi penanganan cargo hose	Check prosedur operasi dan diperjelas
7.8	Memasang pengikat cargo hose	Ceroboh/lalai	Cargo hose lepas/jatuh saat diangkat		Training operasi penanganan cargo hose	Check prosedur operasi dan diperjelas
7.9	Memasang selang pengangkat	Ceroboh/lalai	Cargo hose lepas/jatuh saat diangkat		Training operasi penanganan cargo hose	Check prosedur operasi dan diperjelas

7.10	Mempersiapkan instruksi loading master	Tidak dilakukan/diabaikan	Rencana pengangkatan tidak terkoordinasi			
7.11	Melaksanakan pengangkatan	Kecelakaan/kesalahan	Jatuhnya cargo hose saat diangkat		Training operasi penanganan cargo hose	Check prosedur dan diperjelas
7.12	Kembalikan cargo hose pada kondisi tak beroperasi	Tidak dilakukan/diabaikan	Peralatan berantakan sehingga menghambat proses selanjutnya		Perlu penginformasian lebih lanjut	Check prosedur akhir operasi pembongkaran & perlu diperjelas

Tabel 5.4.

HEA Prosedur Kerja Pembongkaran Muatan LPG

Task Step No	Error Modes	Possibel consequences	Remedial Action		
			Design	Training	Procedure
0	Proses Pembongkaran muatan LPG menggunakan MLA			Training tentang pedoman proses pembongkaran	Check prosedur
1	Pemeriksaan sebelum pengoperasian			Training persiapan proses pembongkaran	Check prosedur
1.1	Perencanaan Pekerjaan			Training persiapan proses pembongkaran	Lebih diperjelas
1.1.1	Mempersiapkan rencana kerja, meliputi : * syarat-syarat pekerjaan * prioritas pekerjaan * pedoman dan prosedur kerja * perhatian jumlah muatan	Aksi diabaikan Rencana kerja menjadi tidak siap, menghambat / mengganggu proses		Training persiapan & operasi pembongkaran	Check prosedur operasi & lebih diperjelas
1.1.2	Melakukan pengawasan bahaya yang berkaitan dengan rencana kerja, yaitu: * kecepatan arus * tinggi ombak * kerenggangan kapal * fasilitas-fasilitas lainnya * peralatan * bahan berbahaya	Aksi diabaikan Kemungkinan timbul resiko atau bahaya sewaktu bekerja		Training keselamatan kerja terkait dengan operasi pembongkaran	Check prosedur operasi pembongkaran
1.1.3	Memastikan bahwa rencana kerja telah selesai disiapkan	Tidak dilakukan Rencana kerja tidak teratur / berantakan			Check prosedur operasi
1.2	Pemeriksaan keselamatan sebelum pengoperasian	Aksi diabaikan Keamanan kurang, kemungkinan timbulnya resiko / bahaya		Training tindakan keselamatan & kesehatan kerja	Check prosedur operasi & keselamatan
1.2.1	Memeriksa kondisi sekitar	Aksi diabaikan Keamanan kurang, kemungkinan timbulnya resiko / bahaya			Check prosedur operasi
1.2.1	Menghentikan kegiatan lain yang mengganggu operasi	Tidak dilakukan Dapat mengganggu / menggagalkan proses			
1.2.2	Persiapan perlengkapan pemadam kebakaran	Tidak dilakukan Ketidaksiapan saat terjadi bahaya kebakaran sewaktu-waktu		penginformasian persiapan keselamatan kerja	Check prosedur operasi & keselamatan
1.2.3	Persiapan pemasangan bonding cable	Tidak dilakukan Menimbulkan bahaya percikan api bahkan kebakaran, menggagalkan proses		penginformasian persiapan & pengoperasian alat tersebut	Check prosedur operasi & keselamatan
1.2.4	Persiapkan safety checklist	Tidak dilakukan Keamanan kurang, kemungkinan timbulnya resiko / bahaya		Training tindakan keselamatan & kesehatan kerja	Check prosedur operasi & keselamatan
1.2.5	Persiapan siaga pengamatan sekitar dermaga	Tidak dilakukan/lupa Ketidaksiapan saat terjadi kondisi darurat/bahaya		Training keselamatan kerja & rencana tanggap darurat	Check prosedur operasi & keselamatan
1.2.6	Persiapan siaga kondisi darurat & warning system	Tidak dilakukan/lupa Ketidaksiapan saat terjadi kondisi darurat/bahaya		Training keselamatan kerja & rencana tanggap darurat	Check prosedur operasi & keselamatan
1.3	Pemeriksaan persiapan peralatan & fasilitas sebelum operasi, meliputi:	Tidak dilakukan/lupa Ketidaksiapan peralatan & fasilitas, Mengganggu/memhambat proses		Training persiapan & operasi pembongkaran	Check prosedur operasi & diperjelas
1.3.1	Periksa kondisi MLA, meliputi:	Tidak dilakukan/lupa Kemungkinan ada kerusakan kegagalan		Training persiapan dan	Check prosedur

			fungsi menghambat atau mengganggu proses		pengoperasian MLA	operasi & diperjelas
1.3.1.1.	Periksa kondisi baut-baut dan bearing pada save (roda)	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan kendornya baut-baut/kerusakan bearing save (roda) tidak diketahui, dapat menghambat operasi		Training persiapan dan pengoperasian alat tersebut	Check prosedur operasi
1.3.1.2.	Periksa kondisi dan posisi inboard arm, outboard arm & swivel joint	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan ada kerusakan kegagalan fungsi menghambat atau mengganggu proses		Training persiapan dan pengoperasian MLA	Check prosedur operasi
1.3.1.3.	Periksa kondisi cable & turn buckle inboard arm dan outboard arm	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan kerusakan menggagalkan fungsi dan menghambat proses		Training persiapan dan pengoperasian MLA	Check prosedur operasi
1.3.1.4.	Periksa kondisi swivel joint	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan kerusakan menggagalkan fungsi dan menghambat proses		Training persiapan dan pengoperasian alat tersebut	Check prosedur operasi
1.3.1.5.	Periksa kondisi dan level oil di sistem hidrolik	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan kerusakan menggagalkan fungsi dan menghambat proses		Training persiapan dan pengoperasian alat tersebut	Check prosedur operasi
1.3.1.6.	Memeriksa kondisi balancing MLA	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan ketidakseimbangan dapat menggagalkan fungsi dan menghambat proses		Training persiapan dan pengoperasian MLA	Check prosedur operasi
1.3.1.7.	Periksa atau tes speed gerakan MLA	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan kecepatan gerakan lambat tidak diketahui sehingga menghambat proses		Training persiapan dan pengoperasian MLA	Check prosedur operasi
1.3.2.	Periksa kondisi katub	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan ada kerusakan / kebocoran menghambat atau mengganggu proses		Training persiapan dan pengoperasian alat tersebut	Check prosedur dan diperjelas
1.3.3.	Periksa jalur instalasi pipa	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan ada kerusakan / kebocoran menghambat atau mengganggu proses		Training persiapan dan pengoperasian fasilitas tersebut	Check prosedur operasi pembongkaran
1.3.4.	Periksa kondisi pressure indicator	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan terjadi over pressure tidak dapat diketahui		Training persiapan dan pengoperasian alat tersebut	Check prosedur operasi pembongkaran
1.3.5.	Periksa kondisi sambungan-sambungan	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan ada kebocoran, kerusakan tidak diketahui		Training persiapan dan pengoperasian fasilitas tersebut	Check prosedur operasi pembongkaran
1.3.6.	Periksa kondisi strainer	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan kerusakan / kegagalan fungsi tidak diketahui		Training persiapan dan pengoperasian alat tersebut	Check prosedur dan diperjelas
1.3.7.	Periksa kondisi fender demaga	Tidak dilakukan/lupa	Kerusakan fender tidak diketahui, merusak lambung kapal, mengganggu proses		Training persiapan dan pengoperasian fasilitas tersebut	Check prosedur operasi pembongkaran
1.3.8.	Periksa kondisi mooring buoy	Tidak dilakukan/lupa	Mengganggu/menghambat proses		Training persiapan dan pengoperasian fasilitas tersebut	Check prosedur operasi pembongkaran
1.4.	Pemeriksaan keselamatan saat operasional		Keamanan kurang, kemungkinan timbulnya resiko / bahaya yang mengganggu/menghambat proses		Training lindungan keselamatan dan kesehatan kerja	Check prosedur operasi & keselamatan kerja

1.4.1	Periksa jalur instalasi pipa	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan ada kerusakan / kebocoran menghambat atau mengganggu proses		Training persiapan proses pembongkaran	Check prosedur operasi pembongkaran
1.4.2	Periksa tekanan fluida yang mengalir	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan terjadi over pressure		Training persiapan proses pembongkaran	Check prosedur operasi pembongkaran
1.4.3	Periksa kondisi sambungan-sambungan	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan ada kebocoran, kerusakan tidak diketahui yang dapat mengganggu/menghambat proses		Training persiapan proses pembongkaran	Check prosedur operasi pembongkaran
1.4.4	Periksa kondisi bond wire	Tidak dilakukan/lupa	Menimbulkan bahaya percikan api bahkan kebakaran, menggagalkan proses		penginformasian persiapan & pengoperasian alat tersebut	Check prosedur operasi & keselamatan
1.4.5	Periksa kondisi M.L.A. meliputi:	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan ada kerusakan/kegagalan fungsi menghambat atau mengganggu proses		Training /Penginformasian lebih lanjut untuk penanganan M.L.A	Check prosedur operasi
1.4.5.1	Periksa kondisi selang muatan (inboard arm,outboard arm,base riser)	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan ada kerusakan/kebocoran tidak diketahui sehingga menghambat atau mengganggu proses		Training /Penginformasian lebih lanjut untuk penanganan M.L.A	Check prosedur operasi
1.4.5.2	Periksa kondisi swivel joint (intermediate swivel joint,inlet swivel joint,coupler swivel joint)	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan ada kerusakan/kegagalan fungsi tidak diketahui sehingga menghambat atau mengganggu proses		Training /Penginformasian lebih lanjut untuk penanganan M.L.A	Check prosedur operasi
1.4.6	Periksa operasi katub	Tidak dilakukan/lupa	Kemungkinan ada kerusakan / kebocoran menghambat atau mengganggu proses		Training persiapan & pengoperasian alat tersebut	Check prosedur operasi
1.4.7	Periksa lampu lokasi pembongkaran	Tidak dilakukan/lupa	Lampu tidak menyala, pandangan kurang, mengganggu/menghambat proses			
1.4.8	Periksa sistem komunikasi	Tidak dilakukan	Tidak berfungsi hingga menghambat komunikasi			
1.4.9	Periksa peralatan keselamatan		Ketidaksiapan saat menghadapi kondisi bahaya/darurat		Training lindungan keselamatan dan kesehatan kerja & operasional alat keselamatan	
1.5	Pemeriksaan keselamatan setelah operasi				Training lindungan keselamatan dan kesehatan kerja	Check prosedur dan diperjelas proses yang harus dilakukan
1.5.1	Periksa jalur instalasi pipa	Tidak dilakukan/lupa	Bahaya akibat kerusakan/kebocoran tidak diketahui		Training persiapan & operasi pembongkaran	Check prosedur
1.5.2	Periksa sistem komunikasi	Tidak dilakukan	Komunikasi tidak berfungsi saat kondisi darurat/bahaya		Penginformasian/ persiapan operasi pembongkaran	Check prosedur
1.5.3	Periksa keberadaan fluida didalam jalur pipa	Tidak dilakukan	Sisa muatan yang tertinggal tidak diketahui		Penginformasian/ Training persiapan & operasi pembongkaran	Check prosedur dan diperjelas proses yang harus dilakukan
1.5.4	Periksa kondisi katup-katup	Tidak dilakukan/lupa	Kerusakan tidak diketahui		Penginformasian/ Training persiapan dan pengoperasian alat tersebut	Check prosedur dan diperjelas proses yang harus dilakukan

1.6.	Periksa kerenggangan kapal dengan fender pelabuhan	Tidak dilakukan	Menghambat, membahayakan proses		Perlu penginformasian lebih lanjut	Check prosedur
1.7.	Periksa tali-tali tambat	Tidak dilakukan	Mengganggu proses		Perlu penginformasian lebih lanjut	Check prosedur
1.8.	Pemeriksaan dokumen muatan	Tidak dilakukan/lupa	No error			
2.	Proses penyambungan & pengoperasian MLA meliputi:				Training pengoperasian MLA	Check prosedur dan diperjelas
2.1.	Memasang bonding cable/bond wire	Tidak dilakukan	Bahaya stray current dan electric static yang menyebabkan percikan api		penginformasian persiapan & pengoperasian alat tersebut	Check prosedur operasi dan keselamatan kerja
2.2.	Pastikan out board arm dan inboard arm dalam kondisi siap	Tidak dilakukan	Inboard arm dan outboard arm tidak siap sehingga menghambat operasi		Training pengoperasian MLA	Check prosedur operasi
2.3.	Menghidupkan power untuk MLA	Tidak dilakukan	MLA tidak dapat dioperasikan		Training pengoperasian MLA	Check prosedur operasi
2.4.	Menghidupkan saklar listrik	Tidak dilakukan	saklar tidak dapat dioperasikan		Training pengoperasian MLA	Check prosedur operasi
2.5.	Menghidupkan sistem hidrolik	Tidak dilakukan	Sistem tidak dapat dioperasikan		Training pengoperasian MLA	Check prosedur operasi
2.6.	Membuka selector valve MLA	Tidak dilakukan	MLA yang akan dioperasikan tidak dapat berfungsi		Training pengoperasian MLA	Check prosedur dan diperjelas
2.7.	Mengarahkan selector valve pada posisi MLA yang akan dioperasikan	Tidak dilakukan	MLA yang akan dioperasikan tidak dapat berfungsi		Training pengoperasian MLA	Check prosedur dan diperjelas
2.8.	Memulai start operasi MLA	Tidak dilakukan	MLA tidak dapat dioperasikan		Training pengoperasian MLA	Check prosedur dan diperjelas
2.9.	Mengoperasikan MLA	Diabaikan	Rencana pengoperasian berantakan		Training pengoperasian MLA	Check prosedur dan diperjelas
2.9.1	Menggerakkan inboard arm ke depan	ceroboh	Gerakan tak teratur & berbahaya		Training pengoperasian MLA	Check prosedur dan diperjelas
2.9.2	Menggerakkan inboard arm ke belakang	ceroboh	Gerakan tak teratur & berbahaya		Training pengoperasian MLA	Check prosedur dan diperjelas
2.9.3.	Menggerakkan outboard arm naik	ceroboh	Gerakan tak teratur & berbahaya		Training pengoperasian MLA	Check prosedur dan diperjelas
2.9.4.	Menggerakkan outboard arm turun	ceroboh	Gerakan tak teratur & berbahaya		Training pengoperasian MLA	Check prosedur dan diperjelas
2.9.5.	Menggerakkan lengan (inboard & outboard arm) ke kanan	ceroboh	Gerakan tak teratur & berbahaya		Training pengoperasian MLA	Check prosedur dan diperjelas
2.9.6.	Menggerakkan lengan (inboard & outboard arm) ke kiri	ceroboh	Gerakan tak teratur & berbahaya		Training pengoperasian MLA	Check prosedur dan diperjelas
2.10.	Mengunci posisi lengan (inboard & outboard arm) ketika pada posisi dekat manifold kapal	Tidak dilakukan	Lengan muatan masih dapat bergerak & tidak stabil		Training pengoperasian MLA	Check & lihat pedoman
2.11.	Menhubungkan manifold dengan lengan MLA	Ceroboh/lalai	Coupler joint lepas saat menerima beban muatan menyebabkan kebocoran		Training pengoperasian MLA	Check sesuai dengan prosedur
3.	Operasi sebelum pemompaan pembongkaran muatan				Training petugas tentang proses	Check prosedur dan diperjelas

					persiapan sebelum pemompaan	guna kejelasan proses
3.1.	Pemeriksaan jalur instalasi pembongkaran	Tidak dilakukan	Kerusakan tidak diketahui hingga menghambat operasi		Training persiapan proses pembongkaran	Check prosedur operasi pembongkaran
3.2.	Pemeriksaan sistem komunikasi	Tidak dilakukan	Komunikasi tidak berfungsi, menghambat proses		Perlu penginformasian lebih lanjut	Check prosedur operasi
3.3.	Periksa kesiapan tangki penimbunan	Diabaikan	Tangki penerima belum siap menerima muatan		Perlu penginformasian lebih lanjut	Check prosedur operasi pembongkaran
3.4.	Kordinasi kesiapan proses dengan pihak kapal meliputi: *kesepakatan flow rate *sistem pembongkaran *posisi kompartemen *jenis muatan	Diabaikan/tidak dilakukan	Rencana operasi pembongkaran tak terkoordinasi, berantakan, mengganggu, menggagalkan proses		Penginformasian/ Training petugas tentang kesiapan proses pembongkaran	Check prosedur operasi pembongkaran
4.	Proses operasi pembongkaran				Training petugas tentang proses operasi pembongkaran	Check prosedur dan diperjelas
4.1.	Periksa jalur instalasi saat awal proses	Tidak dilakukan	Kebocoran / kerusakan tidak diketahui		Training petugas tentang proses operasi pembongkaran	Check prosedur operasi pembongkaran
4.2.	Periksa flow rate	Diabaikan/tidak dilakukan	Over load beban dialam peralatan & jalur instalasi		Perlu penginformasian lebih lanjut dalam pemeriksaan flowrate	Check sesuaikan dengan flow rate kesepakatan
4.3.	Periksa tekanan pipa	Diabaikan/tidak dilakukan	Over pressure tidak diketahui		Perlu penginformasian lebih lanjut dalam pemeriksaan tekanan pipa	Check Sesuaikan dengan tekanan kerja yang diijinkan
4.4.	Pengambilan sampel muatan	Tidak dilakukan	Kemungkinan kesalahan muatan yang dibongkar kemungkinan kontaminasi tidak diketahui		Perlu penginformasian lebih lanjut dalam pengambilan sampel	Check sesuaikan dengan pedoman yg ada
4.5.	Periksa mutu muatan	Tidak dilakukan	Kontaminasi/tidak sesuatunya mutu muatan yang dibongkar tidak diketahui		Perlu penginformasian lebih lanjut pedoman mutu muatan	Check sesuaikan dengan standar mutu
4.6.	Laporkan jika ada penyimpangan mutu	Tidak dilakukan/diabaikan	Komplain / protes dari pihak terminal			
5.	Proses Pelepasan MIA				Training petugas tentang pengoperasian MIA	Check prosedur dan diperjelas
5.1.	Mengosongkan muatan yang masih ada di lengan muatan	Tidak dilakukan/diabaikan	Masih terdapat sisa muatan yang tidak diketahui didalam lengan muatan		Perlu penginformasian lebih lanjut	Check prosedur operasi
5.2.	Mengosongkan muatan yang masih ada di base riser & selang discharge MIA menuju pipa instalasi	Tidak dilakukan/diabaikan	Masih terdapat sisa muatan yang tidak diketahui didalam base riser & selang discharge MIA		Training petugas tentang pengoperasian MIA	Check prosedur operasi
5.3.	Lepas bonding cable/bong wire	No error			Perlu penginformasian lebih lanjut	Check prosedur operasi dan keselamatan kerja

5.4	Melepas coupler swivel joint	Ceroboh / lalai	Kerusakan pada coupler swivel joint		Training petugas tentang pengoperasian coupler joint	Check prosedur dan diperjelas
5.5	Mengembalikan MLA pada posisi tidak beroperasi/posisi semula	Tidak dilakukan/diabaikan	Posisi MLA dapat mengganggu proses selanjutnya		Perlu penginformasian lebih lanjut	Check procedure operasi
5.6	Kunci lengan muatan (inboard arm/outboard arm)	Tidak dilakukan/diabaikan	Resiko kerusakan pada lengan muatan		Perlu penginformasian lebih lanjut	Check procedure operasi
5.7	Mengembalikan selector valve pada posisi tak beroperasi	Tidak dilakukan/diabaikan	Resiko kerusakan selector valve		Training persiapan dan pengoperasian alat tersebut	Check procedure operasi
5.8	Menutup selector valve	Tidak dilakukan/diabaikan	Resiko kerusakan selector valve		Training persiapan dan pengoperasian alat tersebut	Check procedure operasi
5.9	Menghentikan operasi sistem hidrolik	Tidak dilakukan/diabaikan	Resiko kerusakan pada sistem hidrolik (pompa hidrolik rusak)		Training persiapan dan pengoperasian alat tersebut	Check procedure operasi
5.10	Menghentikan operasi saklar power listrik	Tidak dilakukan/diabaikan	Resiko kerusakan pada saklar (resiko bahaya listrik)		Perlu penginformasian lebih lanjut	Check procedure operasi
5.11	Menghentikan power/tenaga listrik untuk MLA	Tidak dilakukan/diabaikan	Resiko kerusakan pada sistem supply power/listrik (resiko bahaya listrik)		Perlu penginformasian lebih lanjut	Check procedure operasi
6	Akhir proses pembongkaran muatan				Training petugas tentang pedoman akhir pembongkaran	Check prosedur dan diperjelas
6.1	Lakukan pengawasan akhir	Tidak dilakukan/diabaikan	Proses akhir pembongkaran tak teratur/berantakan		Perlu pengawasan terhadap proses dan peralatan	Check procedure operasi
6.2	Menutup katub	Tidak dilakukan/lupa	Kembalinya fluida muatan		Penginformasian/ Training persiapan dan pengoperasian alat tersebut	Check procedure operasi
6.3	Perhitungan penerimaan	Tidak dilakukan/lupa	Protes/komplain dari pihak terminal jika ada selisih yg melebihi batas		Perlu guna memastikan apakah ada selisih jumlah yang diluar toleransi	
6.4	Pemeriksaan peralatan setelah proses	Tidak dilakukan/diabaikan	Kerusakan/kegagalan fungsi peralatan tidak diketahui		Perlu pengawasan terhadap proses dan peralatan	Check procedure akhir operasi
6.5	Kembalikan peralatan pada kondisi tak beroperasi	Tidak dilakukan/lupa	Peralatan berantakan, menghambat proses selanjutnya		Perlu pengawasan terhadap proses dan peralatan	Check procedure akhir operasi

5.3.4. Representasi Kegagalan dan Kecelakaan Kerja di Pelsus "Gospier"

Representasi atau penggambaran ulang kegagalan dan kecelakaan kerja yang terjadi pada proses pembongkaran muatan di dermaga khusus "Gospier" selama periode tahun 2000 dan 2001 dengan menggunakan *Fault Tree Analysis* adalah untuk menggambarkan sejumlah error atau kegagalan yang mempengaruhi tujuan sistem. Pada tahapan ini akan dimodelkan kesalahan manusia yang berpotensi menyebabkan kecelakaan. Pemodelan FTA ini berdasarkan kasus yang terjadi pada saat proses pembongkaran muatan di dermaga khusus "Gospier" selama periode tahun 2000 dan 2001. Gambaran FTA untuk kegagalan kerja dapat dilihat Gambar 5.1 dan kecelakaan kerja Gambar 5.2 pada lampiran C. Dari gambaran FTA tersebut kemudian didapatkan minimal cut set sebagai berikut:

Tabel 5.5
Mocus FTA kegagalan kerja di dermaga khusus "Gospier"

<u>G1 is or gate</u>	<u>G4 is or gate</u>	<u>Minimal cut set</u>
G2	1	1
G3	2	2
G4	3	3
	4	4
<u>G2 is or gate</u>	5	5
1	6	6
2	7	7
3	8	8
G3	9	9
G4	10	10
<u>G3 is or gate</u>		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
G4		

Tabel 5.6
Mocus FTA kecelakaan kerja di dermaga khusus "Gospier"

<u>G1 is or gate</u>	<u>G4 is or gate</u>	<u>Minimal cut set</u>
G2	1	1
G3	2	2
G4	3	3
	4	4
<u>G2 is or gate</u>	7	7
1	8	8
2	G5	9
3	4	10
G3	5	11
G4	6	12
		4
<u>G3 is or gate</u>	<u>G5 is or gate</u>	5
1	1	6
2	2	
3	3	
7	4	
8	7	
G5	8	
G4	9	
	10	
	11	
	12	
	4	
	5	
	6	

5.4. Kekritisan Prosedur Kerja Pembongkaran Muatan di Pelsus "Gospier"

Berdasarkan analisa prosedur kerja pada proses pembongkaran muatan di dermaga khusus "Gospier" maka didapatkan cut set dari kecelakaan kerja yang berhubungan dengan prosedur kerja yang berpotensi menyebabkan kegagalan dan kecelakaan kerja sebagai berikut :

A. Kegagalan Kerja

Deskripsi	Jumlah Cut set	Keterangan Cut set
Kerusakan fasilitas dermaga	10	(1) = kesalahan dalam perawatan atau kurangnya perawatan yang dilakukan terhadap fasilitas dermaga
		(2) = kecerobohan / kurang hati-hati dalam memanfaatkan fasilitas dermaga
		(3) = kegagalan dalam memeriksa kemungkinan kerusakan pada fasilitas dermaga (pemeriksaan tidak dilakukan)
Terjadinya kebocoran / tumpahan muatan		(4) = kesalahan dalam penyambungan instalasi pipa
		(5) = kegagalan dalam memeriksa kemungkinan kerusakan pada instalasi pipa (pemeriksaan tidak dilakukan)
		(6) = kesalahan / kelalaian dalam memastikan keberadaan sisa muatan didalam cargo hose
		(7) = kegagalan memeriksa kemungkinan kerusakan atau kebocoran pada cargo hose (pemeriksaan tidak dilakukan)
Kerusakan komponen/ peralatan pembongkaran muatan		(8) = kesalahan dalam perawatan atau kurangnya perawatan yang dilakukan terhadap peralatan pembongkaran muatan
		(9) = kegagalan memeriksa kemungkinan kerusakan pada peralatan pembongkaran muatan (pemeriksaan tidak dilakukan)
		(10) = kecerobohan/kelalaian petugas dalam pengoperasian peralatan pembongkaran muatan

B. Kecelakaan Kerja

Deskripsi	Jumlah Cut set	Keterangan Cut set
Jatuhnya Cargo hose saat diangkat	12	(1) = cargo hose belum terikat dengan baik
		(2) = kecerobohan dalam proses pengangkatan (tergesa-gesa dalam menaikkan atau menurunkan)
		(3) = kegagalan dalam memeriksa kemungkinan kondisi kerusakan pada sling-sling pengangkat (pemeriksaan tidak dilakukan)
Jatuhnya Petugas dari tangga control MLA		(4) = kerusakan pada tangga
		(5) = kegagalan dalam memeriksa kondisi tangga terhadap kemungkinan rusak (pemeriksaan tidak dilakukan)
		(6) = kecerobohan petugas dalam bertindak
Outboard arm jatuh membentur deck kapal		(7) = kegagalan memeriksa / memastikan kondisi penggerak outboard arm (pemeriksaan tidak dilakukan)
		(8) = kegagalan memeriksa / memastikan kondisi cable turn buckle pada inboard arm dan outboard arm (pemeriksaan tidak dilakukan)
		(9) = tidak dilakukannya pengujian kecepatan gerakan outboard arm.
		(10) = terlalu cepat dalam menurunkan outboard arm
		(11) = kecerobohan / kurang hati-hati dalam menggerakkan handle pada panel control
		(12) = kurangnya pemahaman dalam mengoperasikan gerakan outboard arm

Berdasarkan cut set di atas maka akan diketahui bahwa prosedur kerja yang berpotensi menyebabkan kegagalan dan kecelakaan kerja pada proses pembongkaran muatan di dermaga khusus "Gospier" selalu terkait dengan human error ataupun error dari peralatan, yaitu :

A. Kegagalan Kerja

❖ Untuk kasus kerusakan fasilitas dermaga

- ◆ Prosedur pemeriksaan sebelum pengoperasian
 - prosedur persiapan perencanaan pekerjaan tidak dilakukan
 - prosedur melakukan pengawasan bahaya yang berkaitan dengan fasilitas dermaga tidak dilakukan.
 - prosedur pemeriksaan persiapan peralatan dan fasilitas sebelum operasi tidak dilakukan, terutama beberapa fasilitas dermaga untuk proses penambatan kapal seperti kondisi fender dermaga dan mooring buoy.
- ◆ Prosedur pemanfaatan dan penggunaan fasilitas dermaga
 - prosedur pemanfaatan dan penggunaan fasilitas dermaga yang kurang hati-hati.
 - Informasi atau panduan terhadap penggunaan dan pemanfaatan fasilitas dermaga kurang diperhatikan.
- ◆ Prosedur proses pembongkaran muatan
 - prosedur pengawasan terhadap kondisi fasilitas dermaga yang dapat mempengaruhi proses diabaikan.
 - prosedur pengawasan akhir pembongkaran yang terkait dengan kondisi peralatan dan fasilitas dermaga yang ada diabaikan.

- ❖ Untuk kasus terjadinya kebocoran atau tumpahan muatan
- ◆ Prosedur perencanaan pekerjaan pembongkaran muatan
 - prosedur persiapan rencana kerja pembongkaran diabaikan atau tidak dilakukan.
 - prosedur pengawasan bahaya atau kondisi tanggap darurat yang berkaitan dengan kemungkinan terjadinya kebocoran atau tumpahan muatan diabaikan atau tidak dilakukan.
- ◆ Prosedur pemeriksaan keselamatan sebelum pengoperasian
 - prosedur persiapan rencana kerja tidak dilakukan
 - prosedur pengawasan bahaya terhadap kemungkinan terjadinya kebocoran atau tumpahan muatan diabaikan / tidak dilakukan.
 - prosedur pemeriksaan kondisi peralatan tidak dilakukan, seperti pemeriksaan kondisi peralatan pada jalur instalasi pembongkaran muatan terhadap kemungkinan kebocoran atau terjadinya tumpahan muatan diabaikan, misal jalur pipa pembongkaran, sambungan pipa-pipa jalur pembongkaran, cargo hose dan beberapa peralatan lain pada jalur pembongkaran muatan.
- ◆ Prosedur proses pembongkaran muatan
 - prosedur pemeriksaan kondisi peralatan saat berlangsungnya proses pembongkaran muatan terhadap kemungkinan terjadinya kebocoran atau tumpahan muatan tidak dilakukan.
 - kesalahan atau kelalaian dalam melaksanakan prosedur penyambungan cargo hose ataupun instalasi pipa pada jalur pembongkaran muatan.

- kesalahan atau kelalaian dalam menjalankan prosedur kerja yang menyebabkan terjadinya kebocoran atau tumpahan muatan.
- prosedur pemeriksaan untuk memastikan keberadaan sisa muatan pada cargo hose saat akan dilepas tidak dilakukan.
- ❖ Untuk kasus kerusakan peralatan pembongkaran muatan.
 - ◆ Prosedur pemeriksaan sebelum pengoperasian
 - prosedur persiapan perencanaan pekerjaan tidak dilakukan
 - prosedur melakukan pengawasan bahaya yang berkaitan dengan peralatan dan fasilitas pembongkaran tidak dilakukan.
 - prosedur pemeriksaan persiapan peralatan dan fasilitas sebelum operasi tidak dilakukan, seperti kerusakan pada MLA misalnya kerusakan pada sistem hidrolik, electric power supply atau kerusakan pada swivel joint.
 - ◆ Prosedur pemanfaatan dan penggunaan fasilitas dermaga
 - prosedur pemanfaatan dan penggunaan peralatan dan fasilitas pembongkaran yang kurang hati-hati.
 - Informasi atau panduan terhadap penggunaan dan pemanfaatan peralatan dan fasilitas pembongkaran kurang diperhatikan.
 - ◆ Prosedur proses pembongkaran muatan
 - prosedur pengawasan saat proses dan akhir pembongkaran terhadap kondisi peralatan yang dapat mempengaruhi proses pembongkaran diabaikan / tidak dilakukan.
 - kesalahan atau kelalaian dalam menjalankan prosedur kerja yang menyebabkan terjadinya kebocoran atau tumpahan muatan.

B. Kecelakaan Kerja

❖ Untuk kasus jatuhnya cargo hose saat diangkat

- ◆ Prosedur perencanaan pekerjaan
 - prosedur untuk mempersiapkan rencana kerja tidak dilaksanakan.
 - prosedur pengawasan bahaya yang berkaitan dengan rencana kerja tidak dilaksanakan
 - prosedur pemeriksaan keselamatan sebelum pengoperasian tidak dilaksanakan
- ◆ Prosedur pemeriksaan persiapan peralatan sebelum operasi
 - prosedur pemeriksaan persiapan peralatan seperti kesiapan cargo hose, peralatan untuk pengangkatan dan sarana pendukung operasi lainnya tidak dilakukan.
- ◆ Prosedur pekerjaan pengangkatan cargo hose
 - prosedur pemeriksaan guna memastikan persiapan cargo hose untuk diangkat tidak dilakukan dengan baik.
 - Prosedur pemeriksaan kesiapan peralatan pendukung seperti tempat kedudukan (sadler), selang pengangkat (bridles) tidak dilakukan
 - Prosedur pemasangan selang pengangkat tidak dilakukan dengan baik.
 - Prosedur pemasangan pengikat pada cargo hose tidak dilakukan dengan baik.
 - Prosedur untuk mempersiapkan dan melaksanakan instruksi loading master tidak dilaksanakan dengan baik.

- Kesalahan dalam menjalankan prosedur pengangkatan yang menyebabkan kecelakaan kerja.
- Prosedur pelaksanaan pengangkatan tidak dilakukan dengan baik misalnya terlalu cepat mengangkat atau menurunkan cargo hose dan gerakan pengangkatan yang kurang stabil.
- ♦ Prosedur pelepasan cargo hose
 - prosedur pemeriksaan persiapan crane pengangkat tidak dilakukan
 - prosedur pemeriksaan persiapan selang pengangkat (bridles) & tempat kedudukan (sadler) tidak dilakukan dengan baik.
 - Kesalahan dalam menjalankan prosedur pemasangan selang pengangkat dan pengikat cargo hose.
 - Prosedur persiapan instruksi pengangkatan diabaikan
 - Kesalahan dalam menjalankan prosedur pengangkatan.
- ❖ Untuk kasus jatuhnya petugas dari tangga control MLA
 - ♦ Prosedur perencanaan pekerjaan
 - prosedur untuk mempersiapkan rencana kerja tidak dilaksanakan.
 - prosedur pengawasan bahaya yang berkaitan dengan rencana kerja tidak dilaksanakan
 - ♦ Prosedur pemeriksaan keselamatan sebelum operasi
 - prosedur pemeriksaan fasilitas kerja sebelum operasi tidak dilakukan
 - prosedur pemeriksaan keselamatan pada kondisi sekitar area kerja sebelum operasi tidak dilakukan
 - ♦ Prosedur pemeriksaan keselamatan saat operasi

- prosedur pemeriksaan keselamatan pada kondisi fasilitas dan area kerja saat operasi diabaikan
- ♦ Kecerobohan dalam tindakan saat melaksanakan proses pengoperasian MLA sehingga mengakibatkan kecelakaan.
- ❖ Untuk kasus jatuhnya outboard arm membentur deck kapal
 - ♦ Prosedur perencanaan pekerjaan
 - prosedur untuk mempersiapkan rencana kerja tidak dilaksanakan.
 - prosedur pengawasan bahaya yang berkaitan dengan rencana kerja tidak dilaksanakan
 - ♦ Prosedur pemeriksaan persiapan peralatan sebelum operasi
 - prosedur pemeriksaan kondisi dan persiapan peralatan sebelum operasi tidak dilakukan, misalnya pemeriksaan kondisi komponen-komponen pada MLA.
 - Prosedur pemeriksaan kondisi dan posisi inboard arm dan outboard arm tidak dilakukan dengan baik.
 - Prosedur pemeriksaan kondisi cable & turn buckle inboard arm and outboard arm tidak dilakukan.
 - Prosedur pemeriksaan speed atau kecepatan gerakan MLA diabaikan.
 - ♦ Prosedur proses penyambungan dan pengoperasian MLA
 - prosedur persiapan outboard arm and inboard arm tidak dilakukan
 - kecerobohan / kesalahan dalam menjalankan prosedur mengoperasikan MLA
 - prosedur mengoperasikan gerakan MLA kurang dipahami.

Berdasarkan fenomena kekritisian prosedur kerja di atas maka untuk mencegah kemungkinan kegagalan dan kecelakaan kerja serupa terjadi maka error atau kesalahan dari prosedur kerja harus diminimalkan. Adapun saran dan pertimbangan yang dapat diberikan untuk permasalahan tersebut adalah sebagai berikut :

- ♦ Human error merupakan permasalahan yang rumit dan tidak bisa dihilangkan begitu saja, oleh karena itu adanya pengabaian prosedur kerja, tidak dilakukannya suatu tahapan pekerjaan, atau bahkan kesalahan atau kecerobohan dalam menjalankan tahapan pekerjaan yang ada adalah fakta yang harus dipertimbangkan oleh pihak manajemen Pertamina UPMS V Surabaya. Adapun yang sebaiknya dilakukan oleh pihak manajemen adalah dengan melaksanakan training tentang keselamatan dan kesehatan kerja, serta training yang berkaitan dengan tahapan pekerjaan atau prosedur kerja yang ada misalkan training tentang pengoperasian dan penanganan peralatan yang ada secara berkala. Namun untuk melaksanakan beberapa training secara berkala hendaknya juga perlu dipertimbangkan faktor biaya yang harus dikeluarkan. Untuk mengantisipasi hal ini saran yang perlu untuk menjadi pertimbangan yang mungkin bisa diambil adalah melaksanakan program sosialisasi atau penginformasian lebih lanjut secara berkala terhadap training-training yang dilakukan dalam kaitanya untuk meningkatkan keselamatan dari aspek prosedur kerja. Hal ini dimaksudkan untuk mengingatkan kepada petugas atau operator akan pentingnya keselamatan baik manusia, alat, lingkungan maupun proses kerja. Perlu digunakannya cecklist untuk memberi

gambaran yang jelas mengenai tahapan proses yang akan dilakukan serta untuk memudahkan pemantauan pekerjaan. Adanya error pada peralatan penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada bab empat

- ♦ Prosedur akan dapat dilakukan dengan baik apabila prosedur kerja tersebut mudah dipahami dan jelas. Berdasarkan fakta bahwa adanya prosedur yang kurang jelas atau sulit dipahami oleh petugas atau operator seharusnya dilakukan peninjauan atas prosedur yang sudah ada dan jika perlu dilakukan revisi, perubahan atau penambahan terhadap substansi prosedur sejalan dengan program yang selama ini telah ada yaitu peninjauan terhadap kemungkinan perubahan prosedur yang ada. Sebagai pertimbangan disini adalah prosedur kerja untuk mengoperasikan MLA, mengangkat cargo hose, pengoperasian peralatan, perencanaan pembongkaran dan juga yang paling penting adalah prosedur pemeriksaan keselamatan dan cecklist operasional.
- ♦ Tahapan prosedur kerja pengoperasian MLA, misalkan prosedur menggerakkan outboard arm dan inboard arm pada dasarnya dalam pedoman proses pembongkaran mudah dipahami oleh petugas atau operator namun yang perlu ditekankan disini adalah prosedur komunikasi antara operator di dekat panel control dengan petugas di lapangan, karena sering terjadi keterlambatan informasi saat menggerakkan outboard arm dengan kondisi di lapangan. Oleh karena itu sebaiknya komunikasi antara operator dan petugas di lapangan yang semula menggunakan radio / HT untuk lebih dilengkapi dengan pengeras suara agar keterlambatan informasi yang mengakibatkan kesalahan dapat dicegah. Begitu juga dengan prosedur pengangkatan cargo

hose. Untuk prosedur perencanaan pembongkaran sebelum, saat proses dan akhir pembongkaran hendaknya lebih diperjelas mengenai tahapan-tahapan prosesnya atau sebagai pertimbangan digunakannya ceklist untuk tahapan proses pekerjaan sehingga tahapan tersebut dapat dilaksanakan dengan urutan yang jelas dan dapat dipertanggungjawabkan. Untuk prosedur pemeriksaan keselamatan sebelum pengoperasian maupun pada saat pengoperasian hendaknya lebih diperjelas mengenai dampak atau kemungkinan yang akan timbul jika tahapan tersebut tidak dilakukan atau diabaikan. Sebagai contoh kasus tumpahan muatan dari kerusakan atau kebocoran peralatan instalasi pembongkaran, maka perlu dipertimbangkan untuk merevisi atau memperjelas item-item pemeriksaan kondisi peralatan instalasi pembongkaran, misalkan dengan menambahkan ceklist terhadap tahapan atau prosedur yang berkaitan dengan pemeriksaan peralatan sehingga dari ceklist tersebut diharapkan tahapan pekerjaan pemeriksaan keselamatan yang berkaitan dengan peralatan dapat dilaksanakan dengan jelas dan dipantau secara bertanggungjawab.

- ♦ Peralatan keselamatan meliputi alat pelindung bagi pekerja, peralatan perlindungan keselamatan seperti bond wire, peralatan pemadam api maupun sistem peringatan atau warning system sebagai sarana penunjang respon tanggap darurat serta beberapa peralatan lain yang termasuk dalam sistem keselamatan untuk dermaga khusus bongkar muat minyak harus dipenuhi sesuai standard keselamatan yang ada. Tindakan tegas juga sebaiknya dipertimbangkan manajemen terhadap kelalaian petugas atau pekerja dalam

penggunaan peralatan keselamatan saat operasi mengingat dampak yang mungkin akan timbul jika kegagalan atau kecelakaan kerja terjadi.

The background of the page is a light blue color with a repeating pattern of a circular logo. The logo features a stylized building or monument inside a circle, surrounded by a decorative border. The pattern is dense and covers the entire page.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian kesimpulan dan saran ini memberikan suatu hasil analisa yang telah dilakukan dan merupakan interaksi dari permasalahan yang ada, disamping itu juga akan memberikan suatu saran atau rekomendasi kepada pengelola *pelabuhan khusus pembongkaran muatan BBM dan LPG "Gospier"* dalam hal ini Pertamina UPMS V Surabaya, tentang hasil studi evaluasi berupa kelayakan dan kesiapan operasional proses pembongkaran muatan dari sisi teknik keselamatan (*Safety Engineering*). Adapun kesimpulan dan saran adalah sebagai berikut :

- ❖ Pada analisa keselamatan ditinjau dari aspek peralatan
- Analisa menggunakan metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) untuk sub sistem pembongkaran muatan BBM (kerosin, solar, premium, premix) didapatkan bahwa komponen yang memiliki tingkat kekritisitas cukup tinggi yaitu komponen insulating flange joint No. 501 pada pipa predischarge. Sesuai letak komponen ini dalam critical matrik dipengaruhi oleh laju kegagalan dan tingkat severitynya. Pada komponen ini kegagalan yang sering terjadi yaitu kerusakan pada material insulating dan pemasangan insulating flange joint yang kurang baik. Sehingga untuk mengatasi hal ini maka tindakan yang diperlukan yaitu mekanisme pemasangan dan perawatan insulating flange joint sebaik mungkin. Disamping itu terdapat komponen yang perlu mendapat perhatian dan penanganan baik mengingat komponen ini

memiliki severity ranking paling tinggi (catastrophic) yaitu komponen Bond wire / bonding cable. Tingkat kekritisannya ini dipengaruhi oleh dampak yang diakibatkan jika komponen ini mengalami kegagalan fungsi. Sehingga perhatian dan penanganan yang perlu dilakukan meliputi pemeriksaan dan perawatan secara periodik serta segera dilakukan penggantian jika mengalami kerusakan.

- Analisa menggunakan metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) untuk sub sistem pembongkaran muatan LPG menggunakan MLA didapatkan bahwa komponen yang memiliki tingkat kekritisannya cukup tinggi yaitu komponen insulating flange joint pada pipa predischarge No.1011. Sesuai letak komponen ini dalam critical matrik yang dipengaruhi oleh laju kegagalan dan tingkat severitynya cukup tinggi. Disamping itu juga terdapat komponen yang memiliki laju kegagalan cukup tinggi yaitu komponen coupler swivel joint. Pada komponen kedua ini kegagalan yang sering terjadi yaitu kerusakan pada saat pemasangan yang kurang baik. Sehingga untuk mengatasi hal ini maka tindakan yang diperlukan yaitu mekanisme pemasangan dan perawatan sebaik mungkin. Dari analisa ini juga didapat komponen yang perlu mendapat penanganan cukup baik yaitu komponen instalasi listrik untuk suplai energi operasional MLA, dimana pada komponen ini laju kegagalan dan severity ranking cukup tinggi mengingat bahwa komponen yang memiliki *potensial electric* mengandung resiko bahaya api cukup tinggi. Untuk itu perlu dilakukan pemeriksaan dan perawatan secara periodik untuk memastikan kondisi komponen ini selalu dalam kondisi baik.

- Analisa menggunakan metode FTA (Fault Tree Analysis) sehingga didapatkan minimal cut set komponen pada masing-masing sub sistem dimana minimal cut set ini menunjukkan komponen-komponen yang langsung dapat menggagalkan proses pada sub sistem tersebut. Adapun komponen-komponen tersebut yaitu :
 - a) Pada sub sistem pembongkaran muatan BBM yaitu komponen cargo pipe , predischarge pipe dan flange joint dengan insulating flange jointnya.
 - b) Pada sub sistem pembongkaran muatan LPG yaitu komponen inboard arm, outboard arm, hidrolik pump, hose hidrolik, electrical power supply MLA, predischarge pipe, flange joint dengan insulating flange jointnya, inlet swivel joint, intermediate swivel joint dan coupler swivel joint.

Dari minimal cut set ini maka tindakan yang perlu dilakukan untuk mencegah kegagalan pada komponen-komponen ini yaitu program perencanaan pemeriksaan dan perawatan yang lebih intensif sehingga resiko kegagalan komponen-komponen ini dapat dikurangi.

- ❖ Pada analisa keselamatan ditinjau dari aspek prosedur kerja dengan menggunakan metode Task Analysis maka didapatkan beberapa tahapan atau prosedur kerja yang perlu untuk ditinjau kembali antara lain :
 - a) Menyangkut kasus kegagalan kerja
 - Prosedur perencanaan pekerjaan pembongkaran muatan
 - Prosedur pemeriksaan keselamatan sebelum dan saat operasi pembongkaran
 - Prosedur persiapan dan pengoperasian peralatan serta fasilitas yang ada
 - Prosedur persiapan dan operasi pembongkaran muatan

b) Menyangkut kasus kecelakaan kerja, yaitu:

- Prosedur perencanaan pekerjaan pembongkaran muatan
- Prosedur pemeriksaan keselamatan sebelum dan saat operasi pembongkaran
- Prosedur persiapan dan pengoperasian peralatan yang ada
- Prosedur persiapan dan operasi pembongkaran muatan

Berdasarkan fenomena kekritisitas prosedur kerja di atas maka untuk mencegah kemungkinan kegagalan dan kecelakaan kerja serupa terjadi maka error atau kesalahan dari prosedur kerja harus diminimalkan. Adapun saran dan pertimbangan yang dapat diberikan untuk permasalahan tersebut adalah:

- ♦ Melaksanakan training tentang keselamatan dan kesehatan kerja, serta training yang berkaitan dengan tahapan pekerjaan atau prosedur kerja yang ada misalkan training tentang pengoperasian dan penanganan peralatan yang ada secara berkala, disertai dengan program sosialisai atau penginformasian lebih lanjut secara rutin dan terencana.
- ♦ Peninjauan atas prosedur yang sudah ada dan jika perlu dilakukan revisi, perubahan atau penambahan terhadap substansi prosedur sejalan dengan program yang selama ini telah ada yaitu peninjauan terhadap kemungkinan perubahan prosedur untuk lebih memperjelas prosedur yang ada.
- ♦ Menambahkan ceklist terhadap tahapan atau prosedur yang untuk lebih mempermudah melaksanakan tahapan pekerjaan serta pengawasannya
- ♦ Pertimbangan bagi manajemen untuk memberlakukan sanksi terhadap petugas atau pekerja yang mengabaikan program keselamatan meliputi penggunaan peralatan keselamatan dan warning system yang ada.

❖ Dari analisa terhadap dampak kerugian yang diakibatkan oleh kegagalan dan kecelakaan kerja didapatkan beberapa unsur faktor kerugian yang dapat timbul yaitu :

1. Faktor kerugian produktifitas pembongkaran muatan.
2. Faktor kerugian biaya operasional kapal bersandar
3. Faktor biaya kerugian kerusakan materi peralatan dan fasilitas yang ada.
4. Faktor biaya penanggulangan dampak kegagalan dan kecelakaan
5. Faktor biaya claim terhadap pihak yng dirugikan

Setelah dilakukan perhitungan faktor kerugian terhadap produktifitas pembongkaran muatan didapatkan

- total faktor kerugian untuk tahun 2000 sebesar 2499,6 kiloliter untuk BBM dan 1110 M ton untuk LPG,
- sedangkan di tahun 2001 sebesar 4333,2 kiloliter untuk BBM dan 630 M ton untuk LPG

Untuk perhitungan faktor kerugian terhadap biaya operasional kapal bersandar di Gospier didapat hasil yaitu :

- total faktor kerugian tahun 2000 sebesar \$ 62.103,5 atau senilai Rp. 561.281.433,00
- tahun 2001 total faktor kerugian sebesar \$ 43.197,5 atau senilai Rp.390.419.005,00

Nilai ini menunjukkan besarnya claim yang harus dibayar oleh pengelola Pelsus "Gospier" terhadap pihak pengelola kapal yang merasa dirugikan.



DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- ❑ American Institute of Chemical Engineers (1992), " Guidelines For Hazard Evaluation Procedures ", Center for Chemical Process Safety, New York.
- ❑ Apostokis, Goerge (1991), " Probabilistic Safety Assesment and Management", Volume 1.
- ❑ Pertamina, Unit Pembekalan & Pemasaran Dalam Negeri V (1999), " Pedoman Operasi Pembongkaran dan Pemuatan BBM di Terminal Transit Manggis ".
- ❑ Pertamina, Unit Pemasaran V Surabaya (2000), " Pedoman Operasi Pembongkaran Muatan di Pelsus Gaspier".
- ❑ Pertamina, Unit Pemasaran V Surabaya (1998), " Pedoman Rencana Tanggap Darurat Penanggulangan Tumpahan Minyak di Perairan Pelsus Surabaya".
- ❑ Pertamina Technology Advancement, " Fire Protection Pier and Wharves, Environmental Health Safety ", PLPK, Jakarta.
- ❑ Hobson, GD, " Modern Petroleum Technology ", part 1, fifth edition.
- ❑ Dr. Miroslav Nedved & Dr. Soemanto Imam Khasani, " Fundamental of Chemical Safety & Major Hazard Control".
- ❑ Downie, N.A (1997), " Industrial Gases ", Chapman & Hall , London, UK.
- ❑ Saccato, J.A. " Developing Safety Training Programs, Preventing Accident and Improving Workers Performance Through Quality Training".
- ❑ Priyanta, Dwi [1994], "Modul Keandalan dan Perawatan : Metode Pengkajian Keandalan", Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS Surabaya.
- ❑ Bukowski, R.W (1993), " Review of International Fire Risk Prediction Methods, Fire Hazard Analysis".
- ❑ Walton, W.D & Thomas, P.H. " Hazard Analysis Calculation ", Fire Research Station, Borehamwood England & Centre for Fire Research, National Bureau of Standart.