

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Berdasarkan beberapa kasus kecelakaan kerja yang terjadi pada saat proses produksi di galangan, terdapat ketidakpastian dan perbedaan persepsi mengenai latar belakang kejadian kasus tersebut. Kerja pada proses produksi umumnya di karenakan keteledoran pekerja dalam menerapkan seluruh prosedur kerja yang sudah ditentukan, di samping dari pihak dok dan galangan kapal seringkali mengabaikan faktor keselamatan kerja demi produktifitas.

Jenis kecelakaan kerja, misalkan pada penerangan tabung bertekanan dengan cara penanganan yang tidak benar akan dapat mengakibatkan ledakan dan atau kebakaran yang akan membahayakan keselamatan manusia dan lingkungannya. Resiko serupa juga bisa terjadi pada pengerjaan tangki bahan bakar di dasar ganda yaitu proses pemotongan dan pengelasan pelat yang sering dilakukan dalam proses produksi kapal di galangan. Untuk itu diperlukan sebuah pendekatan yang komprehensif dalam proses produksi untuk menekan angka kecelakaan kerja.

Pada galangan kapal dengan jumlah tenaga dan sarana produksi yang terbatas serta tingkat teknologi yang ada di tuntutnuntuk menerapkan sistem keselamatan kerja ini sehingga kecelakaan kerja dapat dikurangi atau dihindari. Atas dasar hal inilah penulis

mencoba meneliti lebih lanjut mengenai masalah tersebut dan menjadikan sebagai tema dalam penyusunan tugas akhir dengan judul :

”ANALISA SISTEM KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA DI GALANGAN KAPAL ”

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Dengan melihat sering terjadinya kecelakaan kerja terutama pada saat berlangsungnya proses produksi pada dok dan galangan kapal di Indonesia, maka penulis perlu menentukan rumusan masalah dalam penulisan sebagai berikut :

1. Bagaimana penerapan sistem keselamatan kerja pada industri dok dan galangan kapal.
2. Faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab serta akibat dari terjadinya kecelakaan kerja dan cara-cara mengatasinya.
3. Bagaimana prosedur tindakan pencegahan kecelakaan kerja sebelum, selama, dan sesudah proses produksi / reparasi berlangsung.

1.3 TUJUAN DAN MANFAAT PENULISAN

Adapun tujuan dan manfaat tugas akhir ini adalah :

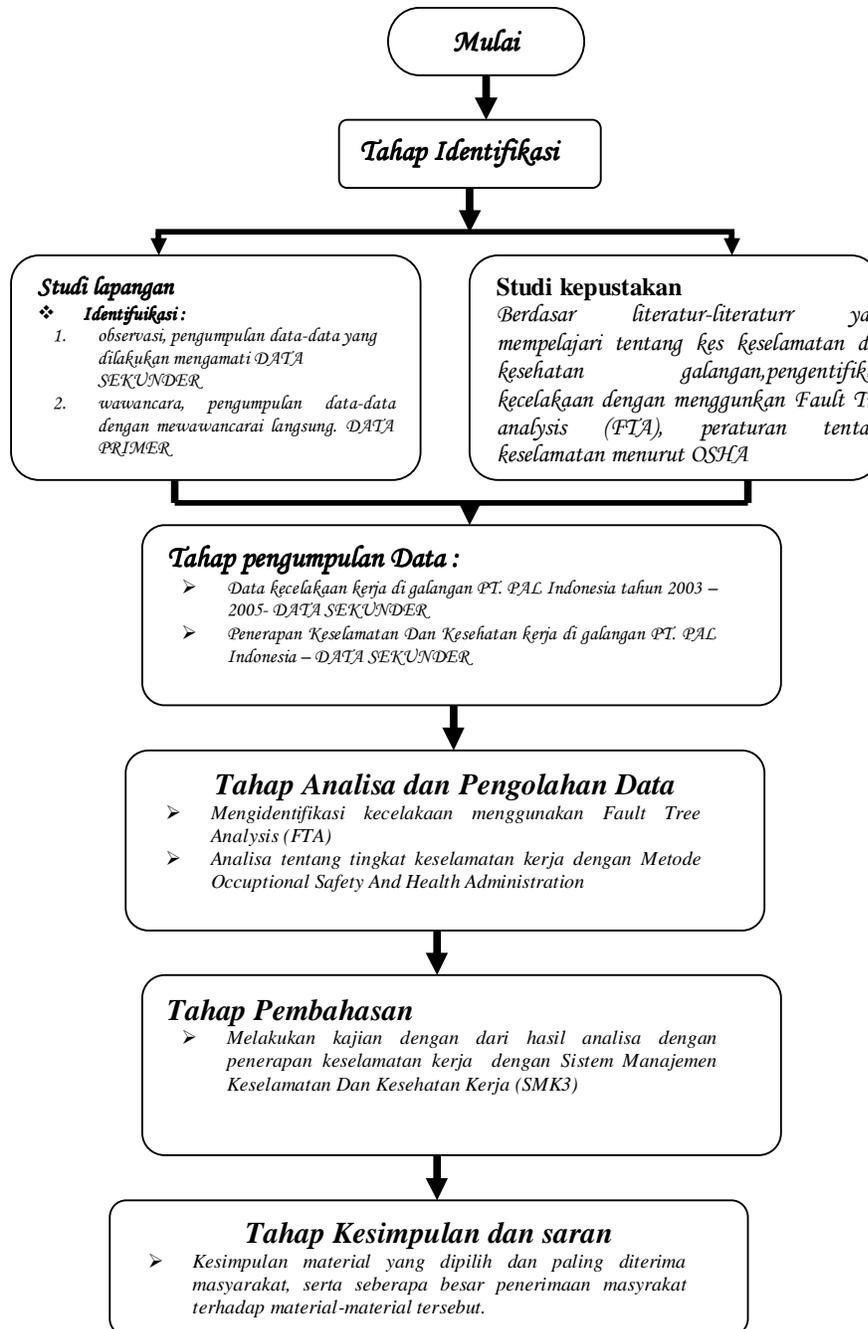
1. untuk mengetahui berbagai penyebab kecelakaan kerja serta potensi – potensi yang dapat menimbulkan bahaya berdasar pada kecelakaan kerja yang ada.
2. untuk mengetahui peta potensi bahaya kecelakaan kerja
3. untuk mengetahui tingkat tingkat keselamatan tingkat keselamatan kerja yang terjadi di galangan kapal

1.4 BATASAN MASALAH

perlu dilakukan batasan – batasan masalah agar penulisan skripsi ini lebih terarah yaitu meliputi :

1. Penelitian dilakukan di galangan di Surabaya dalam hal ini dok dan galangan kapal PT. PAL Indonesia
2. Penelitian dilakukan pada unsur – unsur produksi, lokasi dan roses produksi
3. penulis tidak menyinggung masalah ekonomi

Flowchart Metodologi Penelitian dan Analisa Data



Gambar 3.1 diagram alur metodologi dan analisis penelitian

1.6. SISTEMATIKA PENULISAN

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memberikan uraian tentang latar belakang masalah, perumusan masalah asumsi, tujuan dan manfaat penelitian dan sistematiak penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini mencantumkan tentang peraturan – peraturan cara penanganan material, peralatan dan prosedur kerja pada proses produksi kapal secara umum.

BAB III METODOLOGI PENULISAN

Bab ini dikemukakan dasar penelitian, cara pengumpulan daya, jenis data dan variable, metode yang digunakan serta kerangkla pemikiran untuk penyelesaian masalah.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan pembahasan dan uraian mengenai masalah yang terjadi pada pekerjaan-pekerjaan dalam proses produksi kapal, dengan mengambil beberapa faktor penyebab kecelakaan serta prosedur kerja pada pelaksanaan pekerjaan di lapangan dengan membandingkan peraturan yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Kecelakaan Kerja

Kecelakaan adalah suatu kejadian tiba-tiba yang tidak diinginkan yang mengakibatkan kematian, luka-luka, kerusakan harta benda atau kerugian waktu. Biasanya di dahului oleh keadaan dan atau tindakan membahayakan (H.W Heinrich)

Luka-luak selalu terjadi sebagai akibat dari terselesaikannya urutan-urutan faktor yang mana faktor terakhir dari urutan kejadian tersebut adalah luka-luka itu sendiri. Kecelakaan yang menyebabkan luka-luka tersebut selalu disebabkan oleh tindakan berbahaya dari orang dan atau bahaya mekanik / fisik (H.W. Heinrich)

Down Grading Incident : adalah keadaan yang diakibatkan oleh keadaan atau tindakan menyimpang dari standart pelaksanaan kerja yang mengakibatkan penurunan nilai dari efisiensi suatu bisnis (Frank E, Biro Yr,)

Keselamatan : dalam arti kata luas adalah keutuhan hidup, dalam arti sempit adalah keutuhan hidup fisis, yang secara tidak langsung menyatakan penghindaran kecelakaan (whitney)

2.2. Sebab-Sebab Terjadinya Kecelakaan Kerja

Secara umum kecelakaan kerja disebabkan oleh dua golongan penyebab :

1. Tindakan perbuatan manusia yang tidak memenuhi syarat keselamatan (unsafe human act)

Pada umumnya bahaya-bahaya kecelakaan yang disebabkan oleh faktor manusia yang berupa tindakan-tindakan tidak aman (tidak memenuhi keselamatan adalah sebagai berikut :

- a. Bekerja pada mesin yang bukan haknya, merlupakan keamanan atau peringatan.
 - b. Bekerja dengan kecepatan yang berbahaya (terlalu lambata, terlalu cepat, tergesa-gesa)
 - c. Tidak memasang, menyetel alat pengamanan mesin.
 - d. Mempergunakan alat yang aman, mempergunakan tangan sebagai pengganti peralatan / memprergunakan alat yang tidak aman.
 - e. Menempatkan posisi diri yang tidak aman, bekrja pada beban yang menggantung.
 - f. Bekerja pada peralatan / mesin yang bergerak atau berbahaya.
 - g. Tidak emeperhatikan peraturan, bercanda, emosi, dll
 - h. Bekerja dengan tidak mengguanakan alat pelindung (goggles, respiratir, helmet, sarung tangan, sepatu, masker, dll)
2. Keadaan lingkungan yang tidak aman (unsafe condition)

Sebab-sebab kecelakaan kerja oleh lingkungan yang tidaka aman akan meliputi mesin, kendaraan, alat-alat penyalur tenaga, bahan kimia, bahan-bahan yang mudah terbakar / meledak, debu, iritasi, dll.

Dapat dikelompokan sebagai berikut :

- a. Keadaan lingkungan yang tidak diinginkan. Misalnya, banyak timbunan-timbunan,tempat berjubel, suhu yang tidak tepat,

pertukaranudara yang kurang, tidak ada penghisap debu, keadaan lingkungan yang kurang sehar.

- b. Keadaan gedung yang berbahaya, misalkan lantai rusak, tidak ada bak sampah, lantai tidak rata/licin, tangga dan pintu darurat rusak, dll.

Mengapa Kecelakaan Sering Terjadi ?

Teori H.w. Heinrich :

Terjadi kecelakaan / insiden disebabkan adanya kekurangan atau kesalahan manajemen perusahaan baik bentuk pengawasan, kesalahan prosedur kerja dan lingkungan tempat kerja dan lingkungan tempat kerja. Berikut adalah pernyataan

H.W. Heinrich :

- A. 80% = Tindakan bahaya, 10% = keadaan bahaya, 2 % = Diluar kemampuan orang, yang termasuk faktor diluar kemampuan orang diantaranya :

1. Lingkungan yang tak menentu
2. Kesalahan orang, baik disengaja ataupun tak sengaja
3. Keadaan bahaya bisa datang secara tiba-tiba
4. Luka-luka yang ditimbulkan akibat kecelakaan

- B. Jika tindakan / keadaan berbahaya tidak digilangkan, maka situasidemikian dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan

- C. Meskipun terjadi kesalahan orang, kalau sebab langsung telah dihilangkan maka kecelakaan tidak lagi terjadi, termasuk sebab langsung meliputi :

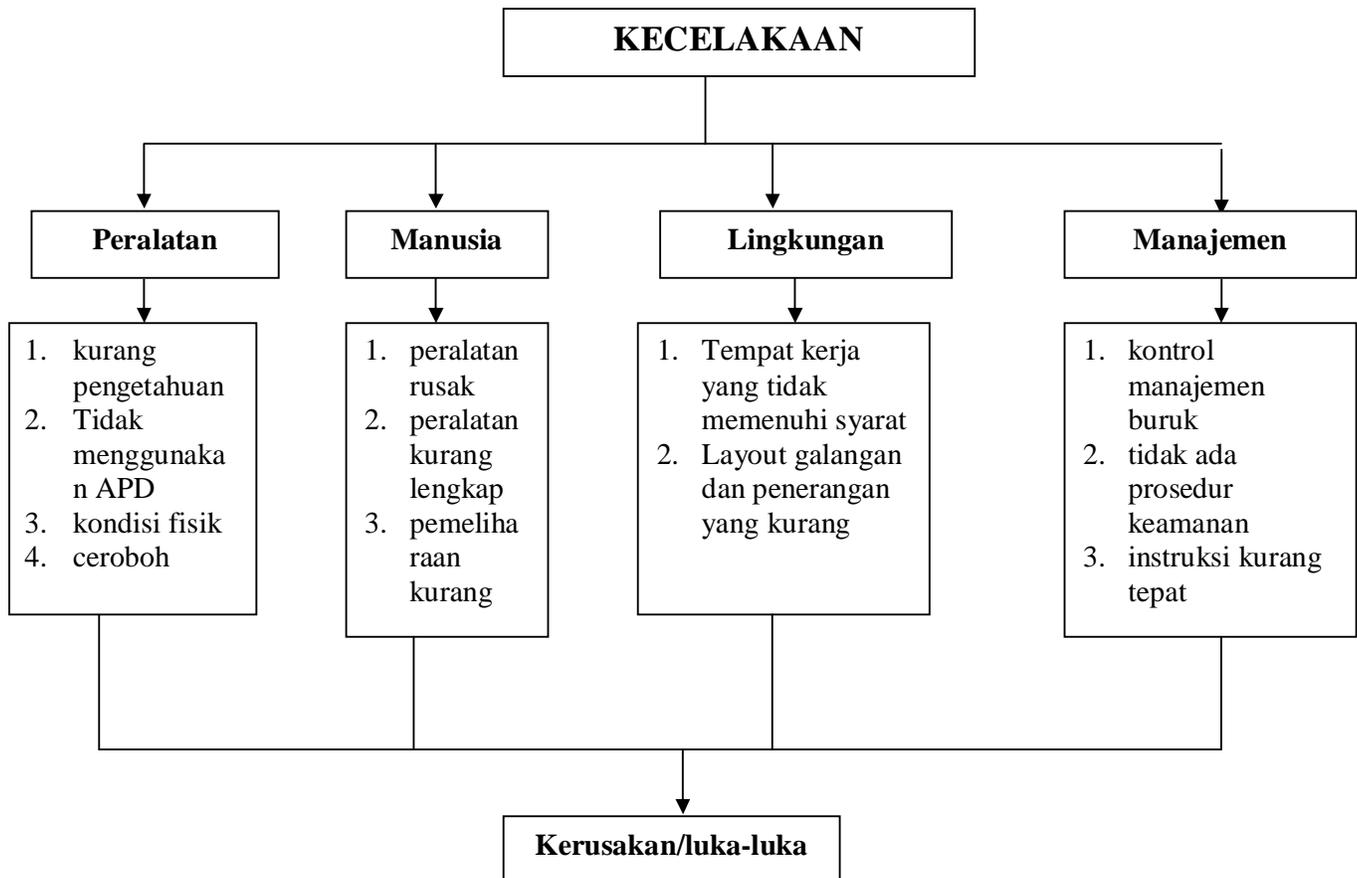
1. Lingkungan sosial, yaitu keadaan lingkungan yang tidak aman dan kurang sehat.
2. kesalahan orang, yaitu ketidaktahuan mengenai peraturan dan prosedur kerja ataupun bekerja asal-asalan.
3. kecelakaan yaitu kejadian yang tidak kita inginkan atau diluar perkiraan yang dapat menyebabkan kerugian, luka-luka atau bahkan kematian.
4. luka-luka, yaitu dampak yang ditimbulkan akibat dari kecelakaan

D. Lingkungan sosial , kesalahan orang, dan tindakan atau keadaan bahaya adalah tigafaktor yang merupakan area pengendalian, yang satu sama lainnya tidak dapat dipisahkan dalam mengadakan program pencegahan kecelakaan

E. Dilihat dengna kacamta manajemen, yang paling penting dalam usaha pencegahan dan pengendalian kecelakaan adalah tindakan dini terhadap faktor pertama dari urit-urutan dari proses kejadian kecelakaan.

Untuk lebih jelasnya, teoro H.W. Heinrich bisa dilihat pada hukum sebab akibat dari kecelakaan.

Sebab-Sebab Terjadinya Kecelakaan :



Tabel 2.1 Sebab akibat dari kecelakaan

Dari tabel penyebab kecelakaan diatas, diketahui bahwa penyebab kecelakaan bisa berasal dari semua faktor. Hal ini dimungkinkan karena melihat kondisi lingkungan yang buruk, misalkannya: suhu, debu dan lingkungan yang kotor. Disamping itu faktor manusia dan peralatan yang dipakai bisa menjadi penyebab dari kecelakaan yang tidak dikehendaki, oleh karena itu manajemen galangn harus segera membenahi hal tersebut dengan menerapkan prosedur keselamatan pada saat bekerja.

2.3. Akibat dari kecelakaan

Kecelakaan dapat menimbulkan kerugian baik bagi karyawan, perusahaan maupun masyarakat, ini juga disebut biaya nyata.

Kerugian-kerugian ini dapat berbentuk :

1. Bagi karyawan, yaitu :
 - Kematian / cacat tetap
 - Persoalan kejiwaan akibat cacat, kerusakan bentuk tubuh
 - Kesedihan / penderitaan keluarga akibat kehilangan salah satu anggota keluarga
 - Beban masa depan
2. Bagi perusahaan, yaitu :
 - Biaya pengobatan dan kegiatan pertolongan
 - Biaya ganti rugi yang harus dibayar
 - Upah yang dibayar selama korban tidak bekerja
 - Hilangnya kepercayaan masyarakat
 - Penurunan produktifitas korban setelah kembali bekerja
3. Bagi masyarakat, yaitu :
 - Menimbulkan korban jiwa / cacat
 - Menimbulkan lingkungan
 - Kerusakan harta, dll

2.4. Faktor – Faktor Kebijakan Keselamatan Dan kesehatan kerja (K3)

⇒ Undang_undang No. 1 Th. 1970 tentang keselamatan kerja terdiri dari 11

Bab 18 pasal. Undang-undang ini mempunyai sasaran dan tujuan sebagai :

Umum :

- Memberikan perlindungan terhadap tenaga kerja agar selalu dalam keadaan selamat dan sehat dalam melaksanakan pekerjaan, untuk meningkatkan kesejahteraan, produksi dan produktifitas nasional
- Memberikan perlindungan terhadap orang lain yang berada di tempat kerja agar selalu selamat dan sehat
- Memberikan perlindungan terhadap sumber produksi agar selalu dapat dipakai dan digunakan secara aman dan efisien

Khusus :

- Mencegah dan atau mengurangi kecelakaan dan akibatnya
- Mengamankan mesin pesawat mesin, pesawat, instalasi, alat peralat kerja, bahan dan hasil produksi.

⇒ Menurut I.L.O dan W.H. O Joint Committee on Occupational Health 1950,

Kesehatan kerja ditujukan untuk :

- Meningkatkan dan memelihara kesehatan karyawan
- Menghindarkan para karyawan dari gangguan kesehatan yang mungkin timbul akibat kerja
- Melindungi karyawan dari pekerjaan yang mungkin dapat mempengaruhi kesehatan.

⇒ SOLAS (Safety Of Live At Sea).

1. Peraturan Tentang Ventilasi :

- a. Tata susunan dan penempatan bukaan-bukaan di geladak tangki muatan dimana terdapat gas keluar harus di desain khusus sehingga dapat

menurunkan serendah-rendahnya kemungkinann masuknya gas ke dalam ruangan-ruangan tertutup yang mengandung sumber penyalaan, atau mengumpul disekitar permesinan dan perlengkapan yang dapat mengakibatkan terjadinya bahaya kebakaran.

- b. Ruang pompa muatan harus dilengkapi dengan ventilasi mekanik dan udara buangan harus bisa disalurkan ke tempat yang aman digeladak terbuka. Ventilasi ruangan juga harus memiliki kapasitas yang cukup untuk mengurangi seminim mungkin mengumpulnya uap-uap yang dapat menyala. Jumlah penggantian udara harus di tata sedemikian rupa sehingga semua ruangan memperoleh ventilasi secara merata dan efektif.

2. Peraturan Lubang angin Tangki Muatan, Pembersihan Tangki Muatan/Pembersihan.

a. Lubang Angin Tangki Muatan

- a.1. Sistem lubang angin pada tangki-tangki muatan seluruhnya harus terpisah z dari saluran pipa udara kompartemen-kompartemen lain kapal. Perencanaan dan posisi bukaan tangki geladak ruang muat dimana terdapat emisi zat yang mudah terbakar dapat terjadinya atau dikumpulkan disekitar geladak mesin dan perlengkapan yang rentan terhadap resiko pengapian.
- a.2. Perencanaan dari sistem lubang angin seharusnya di desain dan bisa dioperasikan untuk memastikan bahwa tidak ada tekanan ataupun tangki muatan yang hampa dan juga harus memperhatikan hal berikut :

- ✚ Aliran uap dalam jumlah kecil, udara, ataupun campuran gas lamban (iner gas mixtures) yang disebabkan oleh suhu panas yang bervariasi dalam tangki ruang muat.
 - ✚ Aliran uap dalam jumlah yang besar, udara ataupun campuran gas lamban yang terjadi selama waktu bongkar muat.
- a.3. Sistem lubang angin seharusnya dilengkapi dengan alat-alat untuk mencegah menyalaan sumber api keruang tangki muat. Mengenai desain, pengujian, dan lokasi dari alat-alat tersebut harus sesuai dengan ketentuan dari badan pemerintah.
- a.4. Syarat bukaan untuk pembebasan tekanan seperti yang disyaratkan pada point a.2. seharusnya:
- ✚ Mempunyai ketinggian yang cukup dan bisa dioperasikan diatas geladak tangki muatan untuk mendapatkan hamburan maksimal dari uap panas tetapi dalam hal ini tidak kurang dari 2 m diatas geladak tangki muatan.
 - ✚ Disusun pada jarak pengoperasian yang jauh tetapi tidak bolehkurang dari 5 m dari jarak ember udara dan lokasi bukaan untuk menetralsir ruangan-ruangan yang diperkirakan bisa timbul sumber nyala api dan juga perlengkapan-perengkapan yang dapat menimbulkan nyala api.

b. Pembersihan Tangki / Pembebasan Gas

Pembebasan gas ditujukan untuk meminimalisir resiko terhadap bahaya yang mudah terbakar pada ruangan hampa dan campuran bahan yang mudah terbakar dalam tangki muatan menurut :

ketika dalam kapal tersedia sistem gas lamban, maka tangki-tangki muatan harus lebih dahulu dibersihkan sesuai dengan ketentuan peraturan sehingga konsentrasi tekanan hydrocarbon bisa dikurangi lebih kecil 2 % dari volume nya. Pembebasan gas dapat dilaksanakan tepat dari geladak tangki muatan.

2.5. Faktor Keselamatan Kerja di Lihat Dari Unsur-Unsur Galangan

2.5.1. Sumber Daya Manusia

Peningkatan mutu sumber daya manusia pada dasarnya dimulai di lingkungan keluarga, ditingkatkan melalui pendidikan formal dan atau latihan kerja, kemudian dikembangkan dalam masyarakat terutama di lingkungan pekerjaan. Dengan kata lain, peningkatan mutu tenaga kerja merupakan proses berlanjut kearah terciptanya tenaga kerja yang produktif, disiplin, kreatif , dinamis dengan kemampuan profesional yang tinggi. Mutu sumber daya manusia ditingkatkan melalui upaya kesehatan di dalam masyarakat, upaya keselamatan dan kesehatan kerja, dan peningkatan pengetahuan dan keterampilan.

Ada tiga (3) jalur yang dapat dikembangkan untuk meningkatkan mutu dan keterampilan :

Jalur pertama, adalah jalur pendidikan formal baik pendidikan umum maupun pendidikan kejuruan, dari tingkat dasar sampai perguruan tinggi. Jalur

pendidikan sangat penting guna memberikan dasar-dasar pengetahuan, pengembangan bakat, kepribadian, sikap mental, kreatifitas dan sebagainya. Unsur-unsur ini sangat penting artinya untuk membentuk tenaga kerja yang bermutu.

Jalur kedua, adalah jalur latihan kerja. Latihan kerja adalah prose pengembangan keahlian dan keterampilan kerja. Oleh karenanya latihan kerja lebih menekankan pada aspek kemampuan, keahlian atau keterampilan teknis (*technical know-how*) di bidang tertentu, yang sering pula disebut profesionalisme. Oleh karena latihan kerja lebih menekankan pada pembentukan, pengembangan ataupun peningkatan profesional, maka metode latihan kerja lebih mengutamakan praktek daripada teori.

Jalur ketiga, adalah jalur pengalaman kerja, melalui pengalaman kerja, pengalaman teknis dan keterampilan kerja dapat ditingkatkan dan dikaitkan dengan perencanaan karier karyawan. Pendekatan pengalaman dan latihan dapat dilakukan bersama-sama melalui system magang (*apprenticeship*) dan latihan ditempat kerja (*on job training*). Jalur pengalaman kerja akan lebih efektif bila yang bersangkutan telah memiliki dasar pengetahuan dan kemampuan hasil jalur pendidikan dan latihan.

2.5.2. Lingkungan Kerja

Faktor dalam lingkungan kerja menunjukkan pengaruh-pengaruh yang jelas terhadap keselamatan dan kesehatan tenaga kerja. Beban kerja yang berlebihan menyebabkan meningkatnya resiko kecelakaan kerja.

Faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut :

1. Tekanan panas

Untuk pekerjaan di tempat-tempat yang suhu tinggi misalnya pada proses pemotongan las, pengelasan dan bekerja di area terbuka maka diperlukan kekuatan fisik yang prima karena terjadi proses penguapan cairan tubuh serta memakai pelindung tubuh agar terhindar dari tekanan suhu yang berlebihan.

2. Pengaruh Bahan Kimia Dan Limbah

Pengaruh bahan kimia dan bahan akut maupun kronis terhadap kesehatan tergantung pada konsentrasi dan lama kontak terhadap bahan kimia efeknya dapat menyebabkan:

- a. Menyebabkan iritasi, yaitu terjadi luka bakar setempat akibat kontak dengan bahan kimia dengan organ tubuh seperti kulit, mata dan saluran pernafasan.
- b. Menimbulkan keracunan sistemik, bahan kimia yang dapat mempengaruhi bagian-bagian tubuh, di antara merusak hati, ginjal, susunan syaraf, dll
- c. Menyebabkan pneumokoniosis, yaitu timbunan debu dalam paru-paru sehingga kemampuan paru-paru untuk menyerap oksigen menjadi kurang, akibatnya penderita mengalami nafas pendek.
- d. Menyebabkan kanker, akibat efek jangka panjang bahan kimia dan limbah sehingga merangsang pertumbuhan sel-sel tumor ganas.

3. Parasit dan Mikro Organisme

Di tempat kerja, mungkin pekerja terjangkit parasit atau bakteri yang tidak mereka sadari. Hali ini dapat mengganggu kesehatan para pekerja yang berdampak pada turunnya tingkat prodktifitas kerja.

Golongan Mikro organisme antara lain :

- Virus
- Serangga
- Bakteri
- Cacing
- Jamur
- Parasit, dll

4. Dampak psikologis

Akibat dari posisi kerja/cara kerja yang salah seperti membungkuk, terdiri yang menyebabkan: sakit otot, sakit pingagng, cidera punggung, dll

2.5.3. Material

Material dalam proses produksi pada industri dok dan galangan kapal diantaranya lembaran-lembaran pelat, kawal tembaga, kawat las, gas)Lpg, asetilyn, O₂, (CO₂,dll). Sedangkan material-material produk adalah bahan mentah yang setelah diproses menghasilkan suatu produk lanjut, salah satu contoh dari material produk adalah hasil las-lasan (weldments). Dari uraian di atas, faktor material juga berpotensi tinggi menyebabkan kecelakaan kerja jika tidak melihat bagaimana cara penempatan material yang benar serta tidak melaksanakan tata cara menggunakan material sesuai dengan prosedur keselamatan kerja yang benar.

Salah satu contoh jenis material yang sangat berbahaya misalnya :

➤ **Gas**

Karakteristik Gas

Karakteristik (sifat-sifat khusus) gas-gas yang dimaksud antara lain adalah susunan kimia gas, sifat fisik gas dan jenis-jenis gas.

• **Susunan Kimia Gas**

Susunan kimia / komposisi dari gas bumi dalam volume persen adalah sebagai berikut : Metan CH_4 (82,3 %), Etan C_2H_6 (14,4 %), karbondioksida (0,5 %), Nitrogen N_2 (2,8 %).

• **Sifat Gas Kimia**

Gas biasanya di ukur dalam m^3 atau kaki kubik dalam keadaan standart, yaitu pada temperature $60,7^0$ F dan tekanan 76 mm Hg. Seringkali dipergunakan temperatur 20^0C .

• **Jenis – jenis Gas**

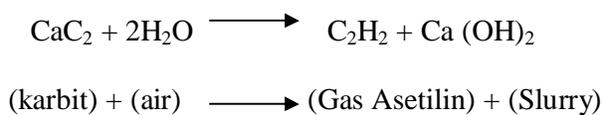
a. **Fuel Gases, antara lain :**

Gas Alam (Natural Gas) adalah gas yang terkumpul dibawah tanah dengan berbagai macam komposisi, yaitu berupa campuran *Hidrokarbon* yang mempunyai daya tekan tinggi dan daya kembang besar dengan berat jenis spesifik yang rendah dan secara alamiah terdapat dalam bentuk gas, komponen utama dari gas alam diantaranya : Metan, Etan, Propan, Isobuton, Pentan, Nitrogen, Helium, Karbondioksida dan gas lain.

Petro Gas Cair (LPG) : Liquefied Petroleum Gas adalah gas propan atau gas butan atau campuran dari kedua gas tersebut yang diperoleh dari hasil penyulingan minyak mentah pada tekanan biasa (1 atm) dan suhu kamar (28%) yang berbentuk gas Elpiji mempunyai daya pemanasan yang tinggi, tidak ada abu, hangus maupun debu, tidak mengandung racun dan berbau khusus (merkaptan) yang dapat segera diketahui bila terjadi kebocoran pada salurannya

b. Gas-gas lain :

Acetylene (C₂H₂) ; Gas ini juga disebut karbit, yaitu jenis gas yang dibuat dengan cara menambah air pada sejumlah karbit, sehingga terjadi reaksi kimia sebagai berikut :



Gas ini tidak berwarna, larut dalam alkohol, aseton maupun didalam air, serta mudah terbakar. Konsumsi gas Asetilin terutama untuk keperluan pengelasan (welding) dan pemotongan besi baja (cutting).

Argon (Ar) adalah gas mulia (inert gas) yang tidak berwarna, tidak berbau, tidak memiliki rasa, tidak reaktif dan tidak larut dalam air. Bahan kimia ini membeku pada suhu -189⁰C. Gas argon memiliki banyak fungsi diantaranya sebagai pendingin di bidang pengerjaan logam.

Karbondioksida (CO₂) adalah gas mulia (inert) yang diperoleh dari proses pembakaran solar dan juga bisa di dapat dari tambang gas alam. Gas ini mempunyai banyak fungsi, diantaranya bisa dipakai sebagai pendingin dalam pengerjaan logam.

Nitrogen (N₂) adalah gas mulia (inert gas) yang dihasilkan dari proses destilasi fraksinasi udara atau reaksi amonia. Gas ini memiliki sifat tidak berwarna, tidak berbau dan tidak rasa, umum digunakan dalam industri kimia untuk pencucian tangki dan pipa minyak.

Oksigen (O₂) merupakan gas yang di proses dan di peroleh dari udara bebas, tidak berbau dan tidak memiliki rasa, banyak di gunakan dalam pengerjaan logam, misalnya , untuk gas welding, heat treating dan sebagainya.

1 Material las

Kelas-kelas dari bahan las untuk pembangunan kapal besar ditentukan oleh Biro Klasifikasi, yaitu sebagai berikut :

a. Pengelasan Baja Karbon

↳ Low Carbon (%C < 0,3%)

Tidak menimbulkan masalah, selama tebal kurang dari 1 inch, tidak memerlukan Pre dan Post Heating. Umumnya menggunakan electrode Low Carbon.

↳ Medium Carbon (0,3% ≤ C% ≤ 0,5%)

Memerlukan preheating atau kadang kedua-duanya memakai kampuh bebas. Untuk mengurangi kecepatan pendinginan dan memperkecil retak dengan

adanya multiple. Pemilihan electrode low hidrogen dengan kadar karbon juga medium.

☛ High Carbon (%C > 0,5%)

Bahan materialnya cenderung retak jika dilas. Pengelasan busur listrik lebih kritis dibandingkan dengan gas welding. diperlukan pre dan post atau stress relieving atau mutlak low hydrogen, kadang-kadang untuk karbon yang tinggi sekali memakai electrode low carbon untuk menambah ketahanan terhadap retak las.

b. Pengelasan Baja Cor

Banyak digunakan las busur lindung (SMAW) karena ketidakrataan sifat baja cor, maka banyak dipilih electrode low hydrogen. Sedangkan untuk sambungan sederhana dapat dipakai las busur rendam (SAW), fluxnya bersifat netral atau basa. Kawat las menggunakan baja karbon rendah dengan kadar Mn.

c. Pengelasan Besi

Besi mempunyai kandungan C antara 0 – 0,02% . Pengelompokan besi dibagi menjadi 2 yaitu :

- ☉ Besi murni : mempunyai kemurnian yang tinggi, butir grain homogen, tidak ada elemen-elemen yang dapat menghasilkan gas, weldabilitynya baik jika diberikan post heat (stress relieving) $\pm 400^{\circ}\text{C}$.
- ☉ Besi tempa : hampir sama dengan besi murni tapi input panas rendah untuk mendapatkan penetrasi dangkal. Menggunakan las busur electrode terbungkus dengan arus listrik dan kecepatan pengelasan rendah.

d. Pengelasan Besi Cor

Besi cor merupakan paduan besi karbon dengan kadar $C > 2\%$ dan unsur tambahan Si, Mn, P, S. Besi cor mempunyai weldability sebagai berikut :

- a) Pada kecepatan pendinginan tinggi semua besi cor berubah menjadi besi cor putih yang keras dan getas.
- b) Kandungan O_2 yang besar akibat kontaminasi udara dan zat-zat lain juga membentuk besi cor putih.
- c) Karena % karbon yang besar dan bereaksi dengan O_2 dari atmosfer akan terbentuk gas CO dan lubang halus.
- d) Pada saat pemanasan yang lama menyebabkan besi cor keras dan rapuh.

Prosedur pengelasan :

- a. Menggunakan filler jenis Cast Iron dengan Preheat 550
- b. Menggunakan filler dengan nikel Base atau copper base atau baja karbon rendah untuk membentuk struktur grafik plus Preheat dengan suhu 200 C.
- c. Mengurangi jumlah input panas yang diberikan sehingga kalor hanya tepat untuk mencairkan filler dan logam induk

e. Pengelasan Alumunium

Sifat-sifat aluminium :

- *Adanya aluminium oxide surface coating*

Aluminium adalah logam aktif yang bereaksi dengan O_2 di udara membentuk lapisan aluminium oksida pada permukaannya. Oksida aluminium ini harus dihilangkan terlebih dahulu sebelum pengelasan, karena partikel oksida ini jika tidak leleh akan terjebak dalam weld pool yang akan

menyebabkan ductility, lack of fusion atau cracking. Untuk menghilangkan lapisan oksida tersebut dapat dilakukan dengan mekanik, kimia ataupun dengan elektrik (Cathodic kombardment). Pengelasan harus segera dilakukan paling tidak 8 jam dari pembersihan lapisan oksida.

- *Low melting temperature*

Aluminium dapat dibagi menjadi aluminium murni dengan titik leleh ± 660 °C dan aluminium alloy (Al_2O_3) mempunyai titik leleh ± 1926 °C. Al_2O_3 mampu menyerap kelembapan udara dan saat dilas akan menjadi sumber gas H_2 yang akan menyebabkan terjadinya porosity.

- *High thermal conductivity*

Thermal conductivity yang tinggi (5x baja) mengakibatkan aluminium memerlukan lebih banyak panas meskipun titik lelehnya hanya $\frac{1}{2}$ dari baja. Maka dari itu mengharuskan pengelasan dengan kecepatan tinggi dengan high heat input (MIG dan TIG). Preheat sering kali diperlukan untuk pengelasan yang tebal-tebal dan tidak boleh melebihi 200 °C.

- *High thermal expansion coefficient*

Thermal expansion aluminium 2x baja. Logam lasnya mengalami penyusutan volume sebesar 6% saat pembekuan, sehingga aluminium sangat rentan terhadap distorsi dan crack.

2.5.4. Peralatan

Peralatan yang terdapat di dalam bengkel pada galangan kapal mencakup alat-alat kerja dan alat bantu misalnya : alat angkat (crane), kabel las, gerinda, blande potong, bor listrik dll digunakan untuk membantu proses pembuatan

kapal,, maka semua peralatan yang ada haruslah benar-benar diperhitungkan dari segi standart keselamatan kerja.

Adapun syarat-syarat keselamatan yang harus diperhatikan digalangan adalah sebagai berikut :

- Ukuran dan jumlah alat angkat harus sesuai dengan fungsi kebutuhan bengkel dan material yang harus diangkat dan kapasitas harus sesuai dengan batas keselamatan pemakaian.
- Peralatan tersebut harus mempunyai kualitas terbaik dari segimaterial dan aman digunakan
- Peralatan yang digunakan di bengkel tidak mengganggu aktifitas karyaman waktu bekerja.
- Peralatan yang diunakan harus satandart layak pakai dalam pengoperasiannya.

2. Mesin

Pada bengkel mesin terdapat proses memasang / mengganti / memperbaiki / membuat suku cadang yang mungkin dapat dibuat di bengkel. Pekerjaan yang dilakukan antara lain pembubutan, pengeboran, pelurusan (balncing). Guna menunjang faktor keselamatan bagi karyawan, pernesinan harus melalui tingkat pemeliharaan/ perbaikan yang di lakukan oleh operator untuk mengecek keausan/kerusakan yang terjadi pada mesin tersebut.

Secara garis besar standart keselamatan kerja juga di lihat dari faktor permesinan yang antara lain adalah :

- a. Memperhatikan kondisi sekitar mesin, misalkan : pengendoran baut-baut, sistem pelumasan termasuk kebersihan peralatan, hal ini harus di kontrol sebelum mesin di jalankan/ di operasikan.
 - b. Pemeliharaan permesinan secara berkala, misalnya: penggantian minyak pelumasan, filter-filter, penyetelan unit-unit yang kecil.
 - c. Memperhatikan kondisi mesin, pergantian spare part jika ada yang perlu di ganti.
 - d. Perbaikan over hull, misalnya : ganti bearing, pistol, linear dll
3. Peralatan Keselamatan Kerja Menurut ” **International Code For Fire Safety System**” (FSS CODE) :

a. Alat Pemadam Api ringan

1) Perlengkapan Pemadam kebakaran

Sebuah perlengkapan pemadam kebakaran terdiri dari satu set perlengkapan perorangan dan alat pernafasan.

2) Perlengkapan Individu

Perlengkapan Individu terdiri atas :

- c. Pakaian pelindungan yang terbuat dari bahan yang mampu melindungi kulit dari radiasi panas dari api dan bahaya kebakaran serta uap panas, adapun lapisan terluar pakaian tahan air.
- d. Sepatu boot dari karet atau bahan yang bukan pengahantar panas.

- e. Helm yang mampu memberikan perlindungan efektif terhadap benturan
 - f. Lampu listrik (lampu senter) yang mempunyai ketahanan dari kebakaran selama 3 jam.
- 3) Alat pernafasan yang berupa tabung udara yang mampu berfungsi paling sedikit 30 menit atau alat pernafasan berupa tabung udara yang mempunyai volume paling sedikit 1200 liter.

4) Tali Penyelamat.

Untuk setiap peralatan pernafasan harus dilengkapi dengan tali penyelamat yang tahan api dengan panjang tidak kurang dari 30 m. Tali penyelamat tersebut harus telah lulus uji beban statis 3.5 KN untuk selang waktu 5 menit tanpa ada masalah. Tali penyelamat ini dihubungkan dengan pengait/ hook ke peralatan pernafasan.

b. Emergency Escape device (Alat Bantu pernafasan untuk penyelamatan diri)

1. Umum

- EEBD merupakan peralatan pensuplai udara atau oksigen yang hanya digunakan untuk menyelamatkan diri dari ruangan yang secara tiba-tiba mempunyai kandungan udara yang berbahaya.
- EEBD tidak boleh digunakan sebagai pemadam kebakaran, alat pelengkap untuk memasuki ruangan/tangki dengan kadar oksigen yang terbatas

2. Definisi

- Pelindung Muka adalah bahan yang di desain khusus untuk melindungi muka termasuk mata, hidung dan mulut dari berbagai posisi
- Kerudung adalah bahan penutup kepala hingga ke leher termasuk juga sebagian dari bahu.

3. Aplikasi

- EEBD harus mampu melayani paling lama 10 menit
- EEBD yang belum aktif / terpakai digunakan harus mudah bisa dibawa dengan tangan biasa (portable)
- Penempatan EEBD harus diatur dan di usahakan pada lokasi yang mudah dijangkau dari berbagai posisi
- Semua sumber pengapian/penyalaaan harus di jauhi dari tempat gas yang mungkin terbakar.
- Untuk tujuan pemadam api, daerah deck diatas cofferdam, ballast atau daerah sebelum dan sesudah ruang muat harus diberlakukan sebagai daerah tempat barang.

c. Pemadam Kebakaran :

1. Pemadam Api ringan

➤ Jumlah Bahan

Masing-masing pemadam kebakaran dengan bubuk atau karbon dioksida harus berkapasitas paling sedikit 5 kg dan untuk pemadam kebakaran

dengan foam (busa) dengan kapasitas paling sedikit 9 liter. Massa total dari peralatan pemadam portable ini tidak boleh melebihi 23 kg.

➤ **Pengisian**

Pengisian hanya diperoleh untuk jenis alat pemadam kebakaran tertentu saja yang diijinkan untuk isi ulang.

4. Peralatan Busa (Foam) Pemadam

Satu unit peralatan busa pemadam portable terdiri dari sepasang nozzle busa yang dihubungkan oleh slang ke tabung isi utama yang bersama dengan sebuah tangki busa yang berisi paling sedikit 20 liter dari cairan busa yang telah berbentuk dan sebuah tangki cadangan. Nozzle tersebut harus mampu menghasilkan busa yang cukup rata-rata $1,5 \text{ m}^3/\text{min}$ untuk memadamkan api yang disebabkan oleh minyak.

c. Sistem Penyemprotan Air

- Pada kapal-kapal yang membawa barang-barang yang mudah terakar atau mengandung racun, harus di pasang sistem penyemprotan air untuk pendingin, pencegahan kebakaran dan perlindungan terhadap ABK harus di pasang.
- Sistem tersebut harus mampu menjangkau semua daerah, dengan mendistribusikan semprotan air sekitar 10 L/m^2
- Kapasitas pompa penyemprot air harus mampu menyemprotkan air dalam jumlah yang telah ditentukan secara simultan atau secara sistem di bagi atas bagian-bagian pengaturan kapasitas persediaan dari seksi atau seksi lain. Alternatif lain pompa utama pemadam yang diperlukan untuk melayani

sistem ini diperbesar kapasitasnya sesuai yang dibutuhkan oleh sistem/pompa penyemprot.

- Pompa yang dalam keadaan normal dipergunakan untuk menyuplai air kebutuhan, harus dapat juga digunakan untuk membantu pompa penyemprot utama.
- Semua pipa, katup nozzle dan persambungan system penyompratan air harus tahan terhadap nozzle.

d. Sistem pemadam Kebakaran api dengan serbuk kimia kering

kapal-kapal yang membawa barang-barang yang mudah terbakar harus dipasang serbuk kimia yang merupakan salah satu tipe pemadam kebakaran yang di pasang diatas deck, pada daerah ruang muat untuk penanganan muatan jika diperlukan.

2.6. Fault Tree Analysis

Fault Tree Analysis merupakan analisa dengan pendekatan atas-bawah (top – down approach). FTA juga merupakan suatu alat untuk menganalisa penyebab kecelakaan yang potensial. Analisa berawal dari kejadian kecelakaan yang speifik sampai penyebab – penyebab yang paling bawah.

Output yang akan dihasilkan analisa FTA adalah :

- a) Diagram logic yang detail dan berdasarkan penyebab – penyebab yng berdasar
- b) Didapatkan suatu kombinasi kemungkinan penyebab kecelakaan dari faktor lingkungan, kesalahan manusia, kejadian biasa dan kerusakan komponen yang akhirnya didapat komponen kritis dalam system sebuah

fault tree mengilustrasikan keadaan dari komponen – kmponen system (basic event) dengan hubungan antara basic event dan top event.

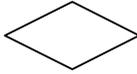
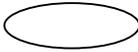
Simbol grafis yang dipakai untuk menyatakan hubungan tersebut disebut dengan gerbang logika.

Sebuah top event merupakan definisi dari kecelakaan kerja, harus ditentukan terlebih dahulu dalam pengkonstruksi FTA. Sistem kemudian dianalisa untuk semua kemungkinan penyebab yang mendefinisikan pada top event. Setelah mengidentifikasika top event, event – event yang memberikan kontribusi secara langsung terjadinya top event diidentifikasi, dan dihubungkan ke top event dengan pemakaian hubungan logika dengan memakai hubungan gerbang AND (*AND gate*) dan gerbang OR (*OR gate*) sampai dicapai event dasar.

Pengkonstruksian fault tree di mulai dari event top. System di analisa untuk menentukan semua kemungkinan yang menyebabkan suatu system mengalami kegagalan (*kecelakaan*) seperti yang didefinisikan pada top event. Oleh karena itu, berbagai fault event yang secara langsung menjadi penyebab terjadinya top event harus secara teliti diidentifikasi. Berbagai penyebabab ini di koneksikan ke evet oleh sebuah gerbang lohika.

Simbol dari fault tree adalah sebagai berikut :

Nama Simbol	Symbol	Deskripsi
Or - Gate		Karena output akan terjadi hanya jika semua input terjadi
And - Gate		Kejadian output akan terjadi jika beberapa kejadian input terjadi

Intermediate Event		Event kegagalan hasil kombinasi dari event kegagalan lainnya dan output ke logic gate
Undeveloped Event		Event yang tidak di analisa lebih jauh karena keterbatasan informasi atau alasan
Basic Event		Event kegagalan paling bawah dari fault tree

Tabel 2.1 simbol fault tree

Langkah – langkah untuk pengerjaan dengan menggunakan FTA adalah

- a) Definisi masukan dan kondisi batas (*boundary condition*)

Prinsip dasar analisa dengan menggunakan FTA terdiri dari dua hal, yaitu mengidentifikasi kejadian kecelakaan yang akan di analisa (top event) dan definisi kondisi batas untuk analisa. Definisi dilakukan dengan pernyataan apakah, dimana, dan kapan

- b) Menggunakan konstruksi fault tree

Konstruksi fault tree selalu dimulai pada kejadian paling atas (top event) kemudian sampai pada analisa kejadian pada level atau tinkatan yang paling bawah

Aturan pembuatan fault tree ada tiga tahap, yaitu ;

1. Deskripsi kejadian permasalahan (fault event)
2. evaluasi kejadian kesalahan
3. melengkapi diagram logic (logic gate)

- c) Identifikasi cut sets

Cut set dapat diperoleh dengan menggunakan MOCUS (*metode for obtaining Cut Set*)

d) Analisa dengan menggunakan cut set

Jika ada satu cut set pada basic event maka hal ini akan menyebabkan kejadian pada top event secara langsung. Ketika ada dua cut set pada basic event (*kejadian dasar*), dua kejadian pada komponen ini akan menyebabkan kejadian pada top event. Dari berbagai kombinasi kesalahan ini dapat disusun cut set dan minimal cut set. Cut set yaitu serangkaian komponen system, apabila terjadi kegagalan dapat berakibat kegagalan system. Sedangkan minimal cut set yaitu set minimal yang dapat menyebabkan kegagalan pada system. Untuk mencari minimal cut set digunakan MOCUS (*Method for obtaining cut set*) yaitu merupakan sebuah algoritma yang dipakai untuk mendapatkan minimal cut set.

2.7. Menurut Tingkat Keselamatan Menurut OSHA

Peraturan dari OSHA tahun 1970 mengharuskan semua instalasi yang dibawah undang-undang keselamatan dan kesehatan kerja, untuk membuat catatan dari semua cedera dari penyakit akibat terjadi pada atau setelah 1 juli 1971.

Catatan harus berisi :

- a. Sebuah buku harian tentang cedera dan penyakit akibat kerja
- b. Catatan tambahan tentang cedera dan penyakit akibat kerja
- c. Ikhtisar tahunan tentang cedera dan penyakit akibat kerja

Syarat – syarat pencacatan tertulis dalam “*code of federal regulation*” dan juga kewajiban bagi atasan (*unplalyer*) untuk mencacatan kasus yang

diragukan membuat tidak mungkin untuk memperoleh pencacatan yang seragam secara sempurna. Biasanya akan ada kasus yang kurang jelas dan akan diberi interpretasi yang berlainan.

Petunjuk (*guide lines*) berikut akan mengurangi kasus seperti ijin dan menambah keyakinan serta akan membuat laporan yang lebih seragam dengan menggunakan sistem pencacatan OSHA. Harus ditekankan bahwa petunjuk ini bukan merupakan pengganti bagi syarat-syarat OSHA yang berlaku sekarang dan tidak juga dimaksud untuk mengubahnya.

Tiga keputusan harus diambil untuk mencatat suatu kasus, pertama harus ditentukan apakah kasus ini ada hubungannya dengan pekerjaan, kedua harus ditetapkan apakah kasus ini memenuhi syarat keputusan ketiga harus diambil untuk menentukan luka atau penyakit yang tepat.

Petunjuk tersebut ada 3 seksi yang sesuai dengan keputusan ini :

- a. Seksi I : kasus yang berhubungan dengan pekerjaan konsep luas adalah bahwa tiap cedera atau penyakit yang terjadi di lingkungan kerja adalah hubungan dengan pekerjaan. Dimana ikhtisar cedera dan penyakit akibat pekerjaan memberikan definisi berikut :

Lingkungan kerja terdiri dari lokasi fisik, peralatan material yang telah diproses atau digunakan dan jenis kegiatan yang dilakukan oleh karyawan sewaktu kerja bekerja. Apakah hal tersebut di tempat atasan atau tidak. Tidak ada batasan dari tempat atau keadaan yang ditentukan, oleh sebab itu cedera dan penyakit yang terjadi pada tempat seperti ruang karyawan, ruang makan, makan siang, ruang istirahat, ketika istirahat, di

tempat atasan dianggap berhubungan dengan pekerjaan. Keputusan terakhir apakah kasus ini berhubungan dengan pekerjaan atau tidak, harus diambil oleh atasan.

- b. Seksi II : Apakah dapat dicatat (recordability) kasusu yang berhubungan dengan pekerjaan dapat dicatat apabila termasuk hal berikut :

Kematian

Semua kematian akibat pekerjaan tanpa menghiraukan waktu antara cedera dan kematian atau lamanya penyakit.

Cidera (injuries).

Semua cedera akibat pekerjaan yang menyebabkan hal-hal tersebut :

- a. Kehilangan hari kerja (*loss work days*) penderita tidak masuk kerja atau bekerja dengan aktifitas terbatas.
- b. Pengobatan selain pertolongan pertama
- c. Tidak sadar
- d. Keterbatasan dalam bekerja
- e. Pengalihan kelain pekerjaan
- f. Penghentian bekerja karena penyakit/cidera

Penyakit (illness)

Semua penyakit akibat pekerjaan dengan kategori yang tidak terbatas ;

- a. Penyakit kulit
- b. Penyakit debu, paru – paru
- c. Sulit bernapas
- d. Keracunan

- e. Pengaruh fisika
- f. Trauma
- g. Penyakit karena pekerjaan
- c. Seksi III : Identifikasi menurut cideranya atau penyakitnya, ada 4 kelas tingkatan cidera yang digunakan dalam OSHA.
 - a. Mati (deaths)
 - b. Kehilangan hari kerja meliputi hari-hari tidak bekerja (loss workday case in volving days always from work)
 - c. Kasus kehilangan hari kerja dengan aktifitas kerja terbatas (loss workdays cases dirth days of restricted work activity)
 - d. Kasus tidak fatal tanpa kehilangan hari kerja (non fatal cases whitout loss workdays)

Disamping 4 kategori di atas masih ada kategori tambahan untuk kasus dimana cidera atau penyakit mengakibatkan penghentian atau penundaan pekerjaan yang tetap. Kasus apapun yang meliputi penghentian atau pnundaan tetap juga diklasifikasikan menurut tingkat cidera atau penyakit.

Suatu cidera harus dicatat pada tanggal cidera tersebut terjadi bukan pada hari sewaktu cidera tersebut dilaporkan dan diberitahukan kepada atasan. Jika tingkatan cideranya berubah seperti kasusu yang pada mulanya tercatat sebagai kasus yang tidak fatal, tanpa kehilangan hari kerja, tanggal pencatatan tidak berubah.

Untuk penyakit akibat pekerjaan kasus ini dicatat pada tanggal penyakit itu diagnosa atau di beritahukan keatasan. Sama dengan kasus cidera penilaian apapun data kasus ini tidak akan mengubah lagi tanggal penyakit tersebut dicatat.

Tingkat insiden OSHA (incident rates)

Prestasi atau karya (performance) keselamatan kerja adalah relative hanya apabila suatu permasalahan membandingkan kasus kecelakaan dengan pengalaman perusahaan yang sama atau dengan permasalahan dari seluruh industri dimana permasalahan tersebut merupakan satu bagian.

Untuk membuat perbandingan seperti itu suatu metode diperlukan untuk mengukur yang akan mengatur efek variable tertentu yang menghasilkan perbedaan dalam pengalaman kasusu cidera, karena 2 sebab “jumlah cidera” tidak dapat digunakan.

- I. Suatu permasalahan dengan karyawan yang banyak, maka akan mempunyai lebih banyak kasusu cidera daripada suatu perusahaan dengan karyawan yang lebih sedikit.
- II. Jika catatan dan suatu perusahaan meliputi cidera yang diakibat yang mengakibatkan debu pebyembuhan di ruang pertolongan pertama sedangkan catatan dari perusahaan yang sam meliputi kasusu yang cukup serius untuk mengakibatkan kehilangan waktu kerja, sudah jelas jumlah yang dicatat perusahaan pertama akan lebih besar dari jumlah perusahaan kedua.

Prosedur standar untuk mencatat yang menghasilkan variable-variabel termasuk dalam syarat-syarat system pencatatan OSHA adalah :

- I. prosedur ini menggunakan tingkat insiden (*incident rates*) yang menghuungkan kasus cedera, penyakit dan kehilangan hari kerja karena dengan jumlah jam kerja karyawan dengan demikian tingkat ini otomatis menyatukan perbedaan dalam jam terjadi cedera
- II. Prosedur ini menginspeksi jenis cedera dan penyakit yang harus diikutsertakan dalam tingkat insiden, tingkat standart tersebut yang mudah dihitung dan di mengerti telah umum di temui sebagai prosedur yang seragam dalam dan menghasilkan keputusan serta perbandingan yang ideal.

Peraturan secara kronologis dari tingkat insiden ini untuk suatu perusahaan akan memperlihatkan apakah tingkatan prestasi (*performance*) keselamatan kerja menjadi lebih baik atau lebih buruk.

Dalam lingkungan suatu suatu perusahaan pengaturan yang sama dapat dijalankan antara bagian yang tidak hanya memperlihatkan kecenderungan (*trend*) dari prestasi keselamatan kerja setiap bagian. Tetapi mungkin akan menyingkapkan informasi kepada manajemen yang akan membuat usaha keselamatan kerja lebih efisien.

Jika umpamanya ditemukan bahwa kecenderungan tingkat insiden perusahaan meningkat, peninjauan kembali dari tingkat kecenderungan dari tiap departemen, mungkin akan menyingkapkan bahwa ini terjadi karena jumlah

insiden beberapa departemen. Dengan mengetahui tingkat sumber yang tertinggi, usaha keselamatan kerja dapat dikonsentrasi pada titik dimana pengalaman kasus kecelakaan paling buruk.

Formula Tingkat Insiden

Tingkat berdasarkan pada bekerja 100 pekerja – pekerja tetap (*full time*) menggunakan 200 000 jam kerja karyawan yang ekuivalen yaitu 100 karyawan yang bekerja 40 jam seminggu untuk 50 minggu pertahun. Tingkat insiden dapat diperhitungkan untuk setiap kategori kasus atau jumlah hari (*daylost*) tergantung dari nilai apa yang dimasukkan sebagai pembulatan dari rumus tersebut.

Penyebut dari rumus merupakan jumlah dari jam semua karyawan yang bekerja selama jangka waktu yang sama seperti yang di cakup untuk jumlah kasus – kasus penilaian.

$$\text{IR} = \frac{nCx200000}{N}$$

atau $\text{IR} = \frac{LWx20000}{N}$ (2.1)

Dimana :

IR : Tingkat insiden

nC : Jumlah kasus cedera dan penyakit (no of injuries)

Lw : Jumlah kehilangan hari kerja (no of loss workdays)

N : Jumlah jam kerja semua pekerja selama periode tercakup

Nilai – T – Selamat (Safe –T- Score)

Prestasi masa lalu suatu kelompok merupakan patokan yang sangat baik untuk dijadikan pegangan prestasi saat ini. Biasanya patokan prestasi kelompok lebih mudah di mengerti dan diterima oleh kelompok itu sendiri dari pada bila digunakan patokan yang berasal dari luar. Hal ini disebabkan anggapan bahwa bersaing dengan sekelompok yang menghadapi tantangan/bahaya yang sama besar.

demikian pula manajemen, lebih tertarik terutama pada kemajuan yang terjadi di dalam perusahaan itu sendiri. untuk mencapai tujuan ini maka di kembangkan suatu cara pengukuran yang berusaha membandingkan hasil tingkat kekerapan ” cidera ” suatu unit kerja pada masa lalu dan masa kini sehingga diketahui tingkat permanen kecelakaan kerja yang di capai unit tersebut.

pada masa lalu, sangat sulit bagi kita untuk mengetahui apakah perubahan yang terjadi karena kebetulan saja atau usaha dari kelompok. Nilai - T – selamat didasarkan pada uji pengawasan mutu produksi secara statistik. Metode pengujian yang digunakan adalah ”T” (student T). Metode ini diterapkan untuk memiliki perkembangan tingkat kecelakaan pada masing – masing jangka waktu (masa lalu dan masa kini) dimana formula ad2alah sebagai berikut :

$$STS = \frac{(IR_2 - IR_1)}{\sqrt{(IR_1 + IR_2)}} \quad (2.2)$$

Dimana :

STS = Nilai – T – selamat

IR1 = tingkat kecelakaan tahun lalu

IR2 = tingkat kecelakaan tahun sebelumnya

penerapan nilai - T - selamat sebagai berikut :

- a) STS antara + 2.00 dan - 2.00 tidak menunjukkan perubahan berarti secara statistik
- b) STS diatas + 2.00 berarti terjadi penurunan prestasi pencegahan kecelakaan di banding tahun lalu
- c) STS di bawah - 2.00 berarti terjadi peningkatan prestasi keselamatan kerja di banding masa lalu

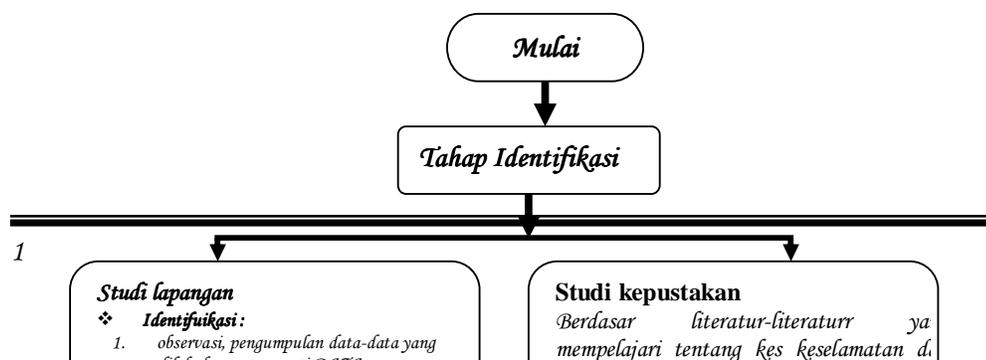
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi Penelitian merupakan uraian sistematis yang terstruktur dari penelitian agar proses penelitian yang dilakukan tidak menyimpang dari sasaran yang akan dicapai. Pada penelitian ini terdapat lima tahap utama yang akan dilakukan, yaitu :

1. Studi lapangan
2. Studi kepustakaan
3. Analisa dan Pengolahan Data
4. Pembahasan dan Hasil Diskusi Penelitian
5. Kesimpulan dan Saran.

Untuk lebih jelasnya, metodologi penelitian diatas dapat digambarkan dalam bagan di bawah ini :



Gambar 3.1 diagram alur metodologi dan analisis penelitian

3.1 Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan guna mengumpulkan data-data secara langsung dengan beberapa cara yaitu :

- Observasi, yaitu pengumpulan data-data yang dilakukan dengan cara mengamati secara langsung semua kondisi pada perusahaan dok dan galangan kapal yang berhubungan dengan masalah yang di bahas pada tugas akhir ini.
- Interview, yaitu pengumpulan data-data dengan mewawancarai langsung karyawan yang terlibat langsung dalam kondisi dan proses produksi.

3.2 Studi Kepustakaan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah berdasarkan studi literatur yang mempelajari tentang keselamatan dan kesehatan kerja yang ada. Selain itu juga dipelajari literatur-literatur yang menunjang untuk menganalisa kecelakaan kerja yaitu analisa penyebab kecelakaan kerja dengan Fault Tree Analysis (FTA) untuk mengidentifikasi kecelakaan kerja, Occupational Safety And Health Administration) untuk menganalisa tingkat kecelekaan kerja.

3.3 Tahap Pengumpulan Data

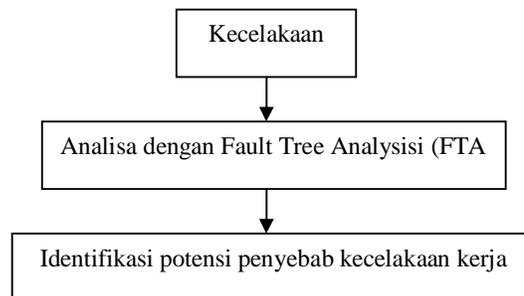
Dalam melakukan analisa terhadap penyebab – penyebab terjadinya kecelakaan, tidak terlepas akan ketersedianya data yang akan diolah. Untuk mendapatkan data yang digunakan untuk dapat ditempuh dengan melakukan studi lapangan, tanya jawab dengan orang di lapangan serta menghubungi manajemen perusahaan

Adapun data yang dilakukan dalam penulisan Tugas akhir ini adalah data kecelakaan kerja di galangan, data peralatan dan perlengkapan, dan data – data penunjang kemudian dilakukan mengelolahan

3.4 Analisa Dan Pengolahan Data

Untuk mengetahui faktor – faktor kecelakaan yang berpotensi menyebabkan terjadinya kecelakaan dapat dilakukan dengan cara mengidentifikasi jenis kecelakaan serta hal – hal yang berhubungan pada saat terjadinya kecelakaan. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab kecelakaan dalam Tugas Akhir ini adalah *Fault Tree Analysis (FTA)*

Fault Tree Analysis (FTA) ini adalah suatu metode untuk mengidentifikasi suatu penyebab kecelakaab dengan pendekatan atas – bawah (*top down approach*). Dengan demikian dilakukan dengan menurunkan bentuk kecelakaan, seperti alur di bawah ini.



Adapun Langkah – langkah untuk pengerjaan dengan menggunakan FTA, sebagai berikut:

- e) Definisi masukan dan kondisi batas (*boundary condition*)

Prinsip dasar analisa dengan menggunakan FTA terdiri dari dua hal, yaitu mengidentifikasi kejadian kecelakaan yang akan di analisa (top event) dan definisi kondisi batas untuk analisa. Definisi dilakukan dengan pernyataan apakah, dimana, dan kapan

f) Menggunakan konstruksi fault tree

Konstruksi fault tree selalu dimulai pada kejadian paling atas (top event) kemudian sampai pada analisa kejadian pada level atau tingkatan yang paling bawah

Aturan pembuatan fault tree ada tiga tahap, yaitu ;

1. Deskripsi kejadian permasalahan (fault event)
2. evaluasi kejadian kesalahan
3. melengkapi diagram logic (logic gate)

g) Identifikasi cut sets

Cut set dapat diperoleh dengan menggunakan MOCUS (*metode for obtaining Cut Set*)

h) Analisa dengan menggunakan cut set

Jika ada satu cut set pada basic event maka hal ini akan menyebabkan kejadian pada top event secara langsung. Ketika ada dua cut set pada basic even (*kejadian dasar*), dua kejadian pada komponen ini akan menyebabkan kejadian pada top event. Dari berbagai kombinasi kesalahan ini dapat di susun cut set dan minimal cut set. cut set yaitu serangkaian komponen system, apabila terjadi kegagalan dapat berakibat kegagalan system. Sedangkan minimal cut set yaitu set minimal yang dapat

menyebabkan kegagalan pada system. Untuk mencari minimal cut set digunakan MOCUS *Method for obtaining cut set*) yaitu merupakan sebuah algoritma yang dipakai untuk mendapatkan minimal cut set.

Setelah melakukan identifikasi kecelakaan dengan menggunakan FTA maka untuk mengetahui tingkat keselamatan kerja dilakuakn analisa perhitungan. Dimana pada analisa ini dilakukan perhitungan terhadap angka kecelakaan yang terjadi pada beberapa tahun terakhir. Perhitungan ini mengikuti metode OSHA (*Occupational Safety and Healt administration*).

Tujuan menggunakan metode ini adalah untuk mengetahui tingkat atau kualitas keselamatan kerja digalangan dengan melihat angka kecelakaan

3.5 TAHAP PEMBAHASAN DAN DISKUSI HASIL PENELITIAN

Pada tahap ini dilakukan pembahasan dan diskusi hasil penelitian dengan melakukan kajian dari hasil analisa keselamatan dan kesehatan kerja dengan Sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3).

Tujuan dalam pengkajian menggunakan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja yaitu, untuk :

- a) Mencegah dan mengurangi kecelakaandan penyakit akibat kerja
- b) Menciptakan tempat kerja yang aman terhadap kebakaran,peledakan dan kerusakan yang pada akhirnya akan melindungi investasi yang ada serta membuat tempat kerja yang sehat.
- c) Menciptakan efisiensi dan produktifitas kerja sama karena menurunnya biaya kompensasi akibat sakit atau kecelakaan kerja.

3.6 TAHAP KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan analisa dengan menggunakan dua cara yaitu mengidentifikasi bahaya kecelakaan kerja dengan menggunakan FTA dan perhitungan tingkat keselamatan kerja dengan menggunakan OSHA, langkah selanjutnya adalah melakukan kajian terhadap hasil analisa diatas dengan menggunakan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3), dari hasil kajian itu dapat memberikan masukan untuk langkah pencegahan dan peningkatan keselamatan kerja, langkah terakhir menarik kesimpulan tentang kondisi galangan.

BAB IV

ANALISA KECELAKAN KERJA DENGAN FAULT TREE ANALYSIS (FTA)

4.1. Umum

Peralatan merupakan aspek yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja selain itu produser dan proses kerja itu sendiri merupakan aspek yang tidak kalah penting dalam terjadinya kecelakaan kerja khususnya di lingkungan galangan. Pada tugas akhir ini akan menganalisa sejauh mana pengaruh produser dan proses kerja dalam kegiatan perbaikan dan perawatan kapal terhadap pengaruh kecelakaan kerja.

Untuk menganalisa keselamatan kerja ini menggunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)*. Dimana penganalisaan berdasarkan data kecelakaan kerja yang ada. Untuk mempermudah dalam penganalisaan maka data kecelakaan dikelompokkan berdasarkan jenis pekerjaannya, jadi untuk jenis kecelakaan yang sama tidak di bahas dua kali.

Hasil pengelompokkan kecelakaan sesuai dengan jenis pekerjaan dan kecelakaan yang sama adalah sebagai berikut ;

1. Mengangkat plat secara manual
 - Tangan terjepit plat waktu di yard
 - Kaki tersandung besi
 - Kaki kejatuhan plat

2. Mengangkat plat dengan crane
 - Kaki dan tangan terluka menurunkan plat dari crane di yard
3. Penelasan listrik
 - Kabel las listrik konslet waktu mengelas di yard
 - Mata pedih
4. pengelasan asetelin
 - Selang las asetilen bocor waktu pengelasan di yard
5. Menggerinda
 - Mata terkena gram logam
 - Tangan terkena percikan api
6. Mengebor
 - Badan terkena gram besi waktu mengebor
 - Tangan terkena mata bor
7. Membubut
 - Tangan tersengat gram panas waktu membubut benda kerja
 - Kaki terkena gram panas waktu membubut
8. merepair roda gigi transmisi dari kamar mesin
 - Kaki tergecet roda gigi waktu memasang roda gigi di kamar mesin
9. Memblasting
 - Badan terkena gram besi blasting dinding kapal
 - Mata terkena material abrasif

10. Bekerja di ruang pompa

- Tangan terluka plat floor waktu merepair pompa

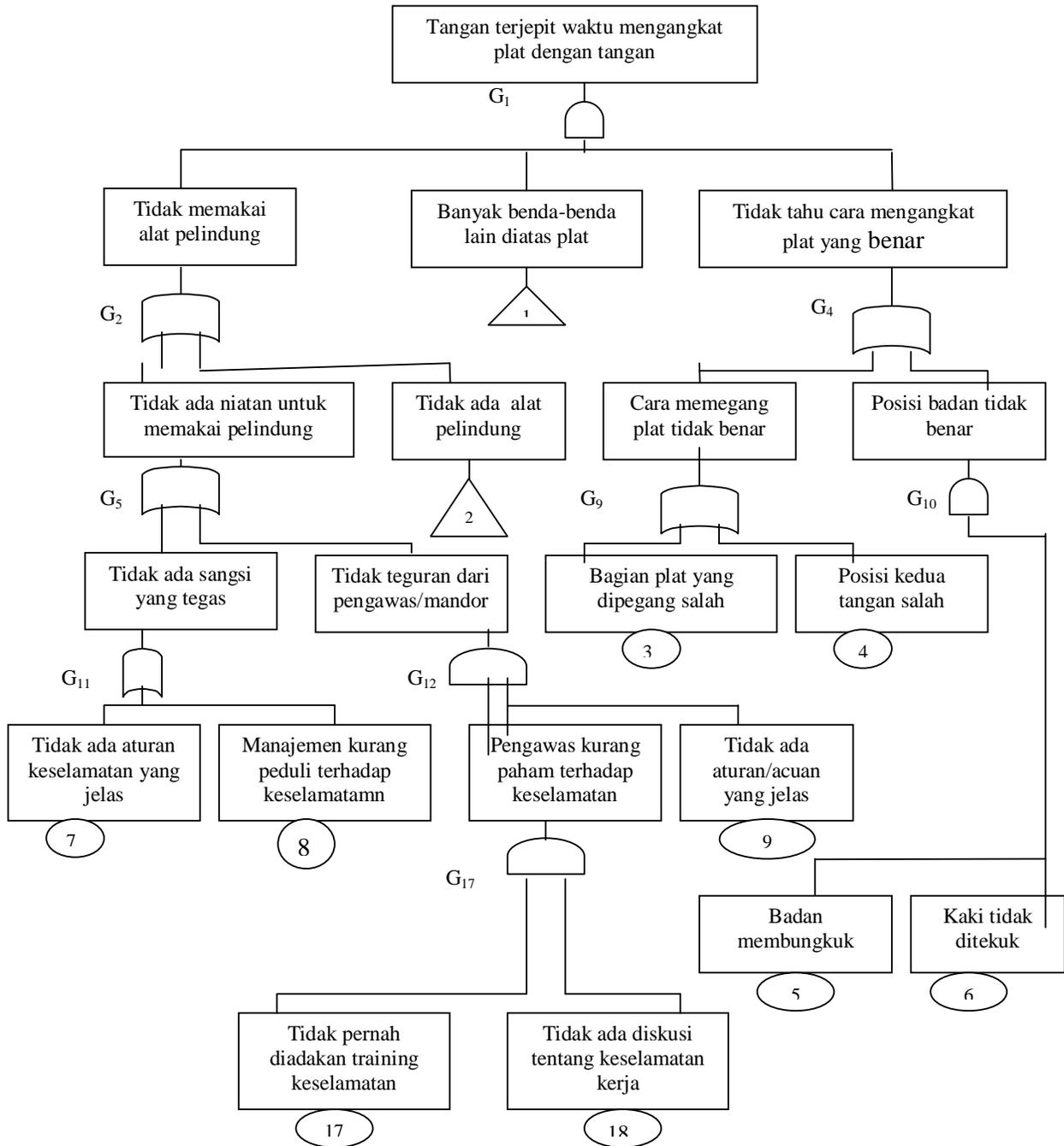
4.2. Analisa Kecelakaan Kerja Dengan Metode FTA

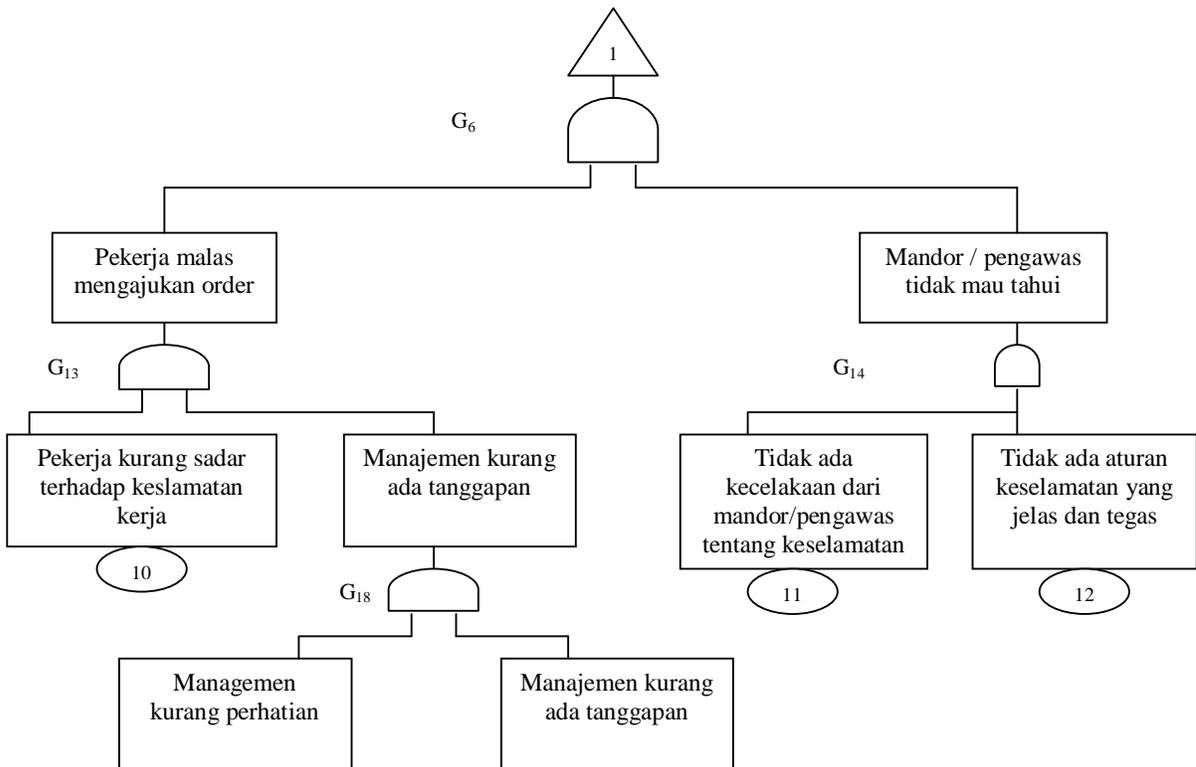
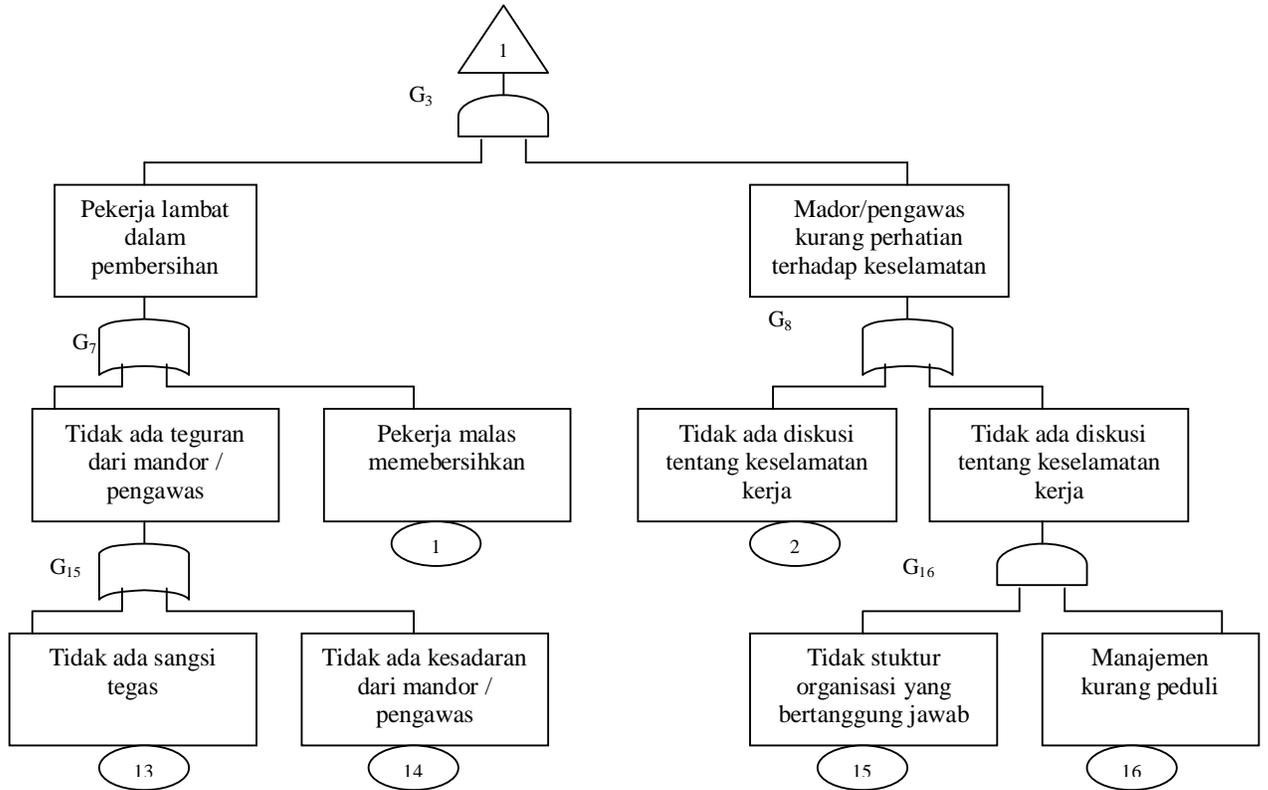
FTA (*Fault Tree Analysis*) merupakan analisa yang lebih menekankan pada Top down approach. Penjelasan lebih lanjut FTA telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Dimana dari data kecelakaan kerja di atas dikelompokkan menjadi beberapa jenis pekerjaan yang nantinya setiap kecelakaan akan di analisa dalam bab ini. Analisa ini akan mengidentifikasi penyebab terjadinya kecelakaan kerja akibat pekerjaan.

4.2.1. Pengangkutan secara manual

Untuk pekerjann pengangkutan plat dengan manual komponen – komponen yang mempengaruhi terjadinya kecelakaan kerja pada pekerjaan yang dilakukan tersebut dapat terlihat dengan mlakukan analisa baik itu dengan metode *Fault Tree Analysis*

Evaluasi FTA mempunyai beberapa keuntungan diantaranya adalah dapat memberikan informasi penyebab kegagalan system yang mana berpotensi menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja. Untuk mengetahui komponen – komponen yang berpotensi menyebabkan kecelakaan pada suatu system dapat dilakukan dengan MOCUS (*method Obtain Cut Set*).





19

20

Dari gambar fault tree diatas maka dapat ditulis mocus seperti dibawah ini :

G ₁ is And gate	G ₇ is Or gate	G _{8,15} Or gate	G _{9,15} Or gate	G ₁₀ is And gate
G ₂ ,G ₃ ,G ₄	G ₁₁ ,G ₁₅ ,G ₈ ,G ₉	G ₁₁ ,G ₁₅ ,2,G ₉	G ₁₁ ,G ₁₅ ,2,3	G ₁₁ ,G ₁₅ ,2,3
	G ₁₁ ,1,G ₈ ,G ₉	G ₂ ,G ₃ ,G ₄	G ₁₁ ,G ₁₅ ,2,4	G ₁₁ ,G ₁₅ ,2,4
G ₂ is Or gate	G ₁₂ ,G ₁₅ ,G ₈ ,G ₉	G ₁₁ ,1,2,G ₉	G ₁₁ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,3	G ₁₁ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,3
G ₅ ,G ₃ ,G ₄	G ₁₂ ,1,G ₈ ,G ₉	G ₁₁ ,1,G ₁₆ ,G ₉	G ₁₁ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,4	G ₁₁ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,4
G ₆ ,G ₃ ,G ₄	G ₁₁ ,G ₁₅ ,G ₈ ,G ₁₀	G ₁₂ ,G ₁₅ ,2,G ₉	G ₁₁ ,1,2,3	G ₁₁ ,1,2,3
	G ₁₁ ,1,G ₈ ,G ₁₀	G ₁₂ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,G ₉	G ₁₁ ,1,2,4	G ₁₁ ,1,2,4
G ₃ is Or gate	G ₁₂ ,G ₁₅ ,G ₈ ,G ₁₀	G ₁₂ ,1,2,G ₉	G ₁₁ ,1,G ₁₆ ,3	G ₁₁ ,1,G ₁₆ ,3
G ₅ ,G ₇ ,G ₈ ,G ₄	G ₁₂ ,1,G ₈ ,G ₁₀	G ₁₂ ,1,G ₁₆ ,G ₉	G ₁₁ ,1,G ₁₆ ,4	G ₁₁ ,1,G ₁₆ ,4
G ₆ ,G ₇ ,G ₈ ,G ₄	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₈ ,G ₉	G ₁₁ ,G ₁₅ ,2,G ₁₀	G ₁₂ ,G ₁₅ ,2,3	G ₁₂ ,G ₁₅ ,2,3
	G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,G ₈ ,G ₉	G ₁₁ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,G ₁₀	G ₁₂ ,G ₁₅ ,2,3	G ₁₂ ,G ₁₅ ,2,3
G ₄ is Or gate	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₈ ,G ₉	G ₁₁ ,G ₁₂ ,G ₁₀	G ₁₂ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,3	G ₁₂ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,3
G ₅ ,G ₇ ,G ₈ ,G ₉	G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,G ₈ ,G ₁₀	G ₁₁ ,1,G ₁₆ ,G ₁₀	G ₁₂ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,4	G ₁₂ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,4
G ₅ ,G ₇ ,G ₈ ,G ₁₀		G ₁₂ ,G ₁₅ ,2,G ₁₀	G ₁₂ ,1,2,3	G ₁₂ ,1,2,3
G ₆ ,G ₇ ,G ₈ ,G ₉		G ₁₂ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,G ₁₀	G ₁₂ ,1,2,4	G ₁₂ ,1,2,4
G ₆ ,G ₇ ,G ₈ ,G ₁₀		G ₁₂ ,1,2,G ₁₀	G ₁₂ ,1,G ₁₆ ,3	G ₁₂ ,1,G ₁₆ ,3
		G ₁₂ ,1,2,G ₁₆ ,G ₁₀	G ₁₂ ,1,G ₁₆ ,4	G ₁₂ ,1,G ₁₆ ,4
G ₅ is Or gate		G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,2,G ₉	G ₁₁ ,G ₁₅ ,2,G ₁₀	G ₁₁ ,G ₁₅ ,2,5,6
G ₁₁ ,G ₇ ,G ₈ ,G ₉		G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,G ₉	G ₁₁ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,G ₁₀	G ₁₁ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6
G ₁₂ ,G ₇ ,G ₈ ,G ₉		G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,G ₁₆ ,G ₉	G ₁₁ ,1,2,G ₁₀	G ₁₁ ,1,2,5,6
G ₁₁ ,G ₇ ,G ₈ ,G ₁₀		G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,G ₁₆ ,G ₉	G ₁₁ ,1,G ₁₆ ,G ₁₀	G ₁₁ ,1,G ₁₆ ,5,6
G ₁₂ ,G ₇ ,G ₈ ,G ₁₀		G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,2,G ₁₀	G ₁₂ ,G ₁₅ ,2,G ₁₀	G ₁₂ ,G ₁₅ ,2,5,6
G ₆ ,G ₇ ,G ₈ ,G ₉		G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,G ₁₀	G ₁₂ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,G ₁₀	G ₁₂ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6
G ₆ ,G ₇ ,G ₈ ,G ₁₀		G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,2,G ₁₀	G ₁₂ ,1,2,G ₁₀	G ₁₂ ,1,2,5,6
		G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,G ₁₆ ,G ₁₀	G ₁₂ ,1,G ₁₆ ,G ₁₀	G ₁₂ ,1,G ₁₆ ,5,6
G ₆ is And gate			G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,2,3	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,2,3
G ₁₁ ,G ₇ ,G ₈ ,G ₉			G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,2,4	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,2,4
G ₁₂ ,G ₇ ,G ₈ ,G ₉			G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,3	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,3
G ₁₁ ,G ₇ ,G ₈ ,G ₁₀			G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,4	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,4
G ₁₂ ,G ₇ ,G ₈ ,G ₁₀			G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,2,3	G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,2,3
G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₇ ,G ₈ ,G ₉			G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,2,4	G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,2,4
G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₇ ,G ₈ ,G ₁₀			G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,G ₁₆ ,3	G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,G ₁₆ ,3
			G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,G ₁₆ ,4	G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,G ₁₆ ,4
			G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,2,G ₁₀	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,2,5,6
			G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,G ₁₀	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6
			G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,2,G ₁₀	G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,2,5,6
			G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,G ₁₆ ,G ₁₀	G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,G ₁₆ ,5,6
G ₆ is And gate	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,2,3	G ₁₇ ,9,1,G ₁₆ ,4	7,1,G ₁₆ ,3	G ₆ is And gate
7,G ₁₅ ,2,3	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,2,4	7,1,G ₁₅ ,2,5,6	8,1,G ₁₆ ,3	7,G ₁₅ ,2,3
8,G ₁₅ ,2,3	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,3	8,1,G ₁₅ ,2,5,6	7,1,G ₁₆ ,4	8,G ₁₅ ,2,3
7,G ₁₅ ,2,4	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,4	7,1,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6	8,1,G ₁₆ ,4	7,G ₁₅ ,2,4
8,G ₁₅ ,2,4	G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,2,3	8,1,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6	G ₁₇ ,9,G ₁₅ ,2,3	8,G ₁₅ ,2,4
7,G ₁₅ ,G ₁₆ ,3	G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,2,3,4	7,1,2,5,6	G ₁₇ ,9,G ₁₅ ,2,4	7,G ₁₅ ,G ₁₆ ,3
8,G ₁₅ ,G ₁₆ ,4	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,2,5,6	8,1,G ₁₆ ,5,6	G ₁₇ ,9,1,2,3	8,G ₁₅ ,G ₁₆ ,4
7,1,2,3	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6	G ₁₇ ,9,G ₁₅ ,2,5,6	G ₁₇ ,9,1,2,4	7,1,2,3
8,1,2,3	G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,2,5,6	G ₁₇ ,9,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6	G ₁₇ ,9,1,G ₁₆ ,3	8,1,2,3
7,1,2,4	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6	G ₁₇ ,9,1,2,5,6	G ₁₇ ,9,1,G ₁₆ ,4	7,1,2,4
8,1,2,4		G ₁₇ ,9,G ₁₆ ,5,6	7,G ₁₅ ,2,5,6	8,1,2,4
7,1,2,4	G ₁₂ is And gate	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,2,3	8,G ₁₅ ,2,5,6	7,1,G ₁₆ ,3
8,1,2,4	7,G ₁₅ ,2,3	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,2,4	7,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6	8,1,G ₁₆ ,3
7,1,G ₁₆ ,3	8,G ₁₅ ,2,3	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,3	8,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6	7,1,G ₁₆ ,4
8,1,G ₁₆ ,3	7,G ₁₅ ,2,4	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,4	7,1,5,6	8,1,G ₁₆ ,4
7,1,G ₁₆ ,4	8,G ₁₅ ,2,4	G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,2,3	8,1,2,5,6	G ₁₇ ,9,G ₁₅ ,2,3
8,1,G ₁₆ ,4	7,G ₁₅ ,G ₁₆ ,3	G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,2,4	8,1,G ₁₆ ,5,6	G ₁₇ ,9,G ₁₅ ,2,4
G ₁₂ ,G ₁₅ ,2,3	8,G ₁₅ ,G ₁₆ ,3	G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,G ₁₆ ,3	8,1,G ₁₆ ,5,6	G ₁₇ ,9,G ₁₅ ,G ₁₆ ,3
G ₁₂ ,G ₁₅ ,2,4	7,G ₁₅ ,G ₁₆ ,4	G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,G ₁₆ ,3	G ₁₃ ,G ₁₄ ,2,5,6	G ₁₇ ,9,G ₁₅ ,G ₁₆ ,4
G ₁₂ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,3	8,G ₁₅ ,G ₁₆ ,4	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,2,5,6	G ₁₇ ,9,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6	G ₁₇ ,9,1,2,3
G ₁₂ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,4	7,1,2,3	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6	G ₁₇ ,9,1,2,5,6	G ₁₇ ,9,1,2,4
	8,1,2,3	G ₁₃ ,G ₁₄ ,1,2,5,6	G ₁₇ ,9,1,G ₁₆ ,5,6	G ₁₇ ,9,1,G ₁₆ ,3
	7,1,2,4	G ₁₃ ,G ₁₄ ,G ₁₆ ,5,6	10,G ₁₈ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,2,3	G ₁₇ ,9,1,G ₁₆ ,4

G ₁₂ ,I,G ₁₆ ,3	8,1,2,4		10,G ₁₈ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,2,4	7,G ₁₅ ,2,5,6
G ₁₂ ,I,G ₁₆ ,4	7,1,2,4	G ₁₃ is And gate	10,G ₁₈ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,3	8,G ₁₅ ,2,5,6
7,G ₁₅ ,2,5,6	8,1,2,4	7,G ₁₅ ,2,3	10,G ₁₈ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,4	7,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6
8,G ₁₅ ,2,5,6	7,1,G ₁₆ ,3	8,G ₁₅ ,2,3	10,G ₁₈ ,G ₁₄ ,1,2,3	8,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6
7,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6	8,1,G ₁₆ ,3	7,G ₁₅ ,2,4	10,G ₁₈ ,G ₁₄ ,1,2,4	7,1,2,5,6
8,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6	7,1,G ₁₆ ,4	8,G ₁₅ ,2,4	10,G ₁₈ ,G ₁₄ ,1,G ₁₆ ,3	8,1,2,5,6
7,1,2,5,6	8,1,G ₁₆ ,4	7,G ₁₅ ,G ₁₆ ,3	10,G ₁₈ ,G ₁₄ ,1,G ₁₆ ,4	7,1,G ₁₆ ,5,6
8,1,2,5,6	G ₁₇ ,9,G ₁₅ ,2,3	8,G ₁₅ ,G ₁₆ ,3	10,G ₁₈ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,2,5,6	8,1,G ₁₆ ,5,6
7,1,G ₁₆ ,5,6	G ₁₇ ,9,G ₁₅ ,2,4	7,G ₁₅ ,G ₁₆ ,4	10,G ₁₈ ,G ₁₄ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6	G ₁₂ ,G ₁₅ ,2,5,6
8,1,G ₁₆ ,5,6	G ₁₇ ,9,G ₁₅ ,G ₁₆ ,3	8,G ₁₅ ,G ₁₆ ,4	10,G ₁₈ ,G ₁₄ ,1,2,5,6	G ₁₇ ,9,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6
G ₁₂ ,G ₁₅ ,2,5,6	G ₁₇ ,9,G ₁₅ ,G ₁₆ ,4	7,1,2,3	10,G ₁₈ ,G ₁₄ ,1,G ₁₆ ,5,6	G ₁₇ ,9,1,2,5,6
G ₁₂ ,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6	G ₁₇ ,9,1,2,3	8,1,2,3		G ₁₇ ,9,1,G ₁₆ ,5,6
G ₁₂ ,1,2,5,6	G ₁₇ ,9,1,2,4	7,1,2,4		7,G ₁₅ ,2,5,6
G ₁₂ ,I,G ₁₆ ,5,6	G ₁₇ ,9,1,G ₁₆ ,3	8,1,2,4		8,G ₁₅ ,2,5,6
7,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6	8,14,G ₁₆ ,4	7,13,2,5,6	G ₁₆ is And gate	8,13,2,5,6
8,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6	7,1,2,3	7,14,2,5,6	7,13,14,2,5,6	8,14,2,5,6
7,1,2,5,6	8,1,2,3	7,13,G ₁₆ ,5,6	7,14,14,2,3	7,13,15,16,5,6
8,1,2,5,6	7,1,2,4	7,14,G ₁₆ ,5,6	8,13,2,3	7,14,15,16,5,6
7,1,G ₁₆ ,5,6	8,1,2,4	8,13,G ₁₆ ,5,6	8,14,2,3	8,13,15,16,5,6
8,1,G ₁₆ ,5,6	7,1,G ₁₆ ,3	8,14,G ₁₆ ,5,6	7,13,2,4	8,14,15,16,5,6
G ₁₇ ,9,G ₁₅ ,2,5,6	8,1,G ₁₆ ,3	7,1,2,5,6	7,14,2,4	7,1,2,5,6
G ₁₇ ,9,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6	7,1,G ₁₆ ,3	8,1,2,5,6	8,13,2,4	8,1,2,5,6
G ₁₇ ,9,1,2,5,6	8,1,G ₁₆ ,3	7,1,G ₁₆ ,5,6	8,14,2,4	7,1,15,16,5,6
G ₁₇ ,9,1,G ₁₆ ,5,6	G ₁₇ ,9,13,2,3	8,1,G ₁₆ ,5,6	7,13,15,16,3	8,1,15,16,5,6
10,G ₁₈ ,11,12,G ₁₅ ,2,3	G ₁₇ ,9,14,2,3	G ₁₇ ,9,14,2,5,6	7,14,15,16,3	G ₁₇ ,9,13,2,5,6
10,G ₁₈ ,11,12,G ₁₅ ,2,4	G ₁₇ ,9,13,2,4	G ₁₇ ,9,13,2,5,6	8,13,15,16,3	G ₁₇ ,9,14,2,5,6
10,G ₁₈ ,11,12,G ₁₅ ,G ₁₆ ,3	G ₁₇ ,9,14,2,4	G ₁₇ ,9,13,G ₁₆ ,5,6	8,14,15,16,3	G ₁₇ ,9,13,15,16,5,6
10,G ₁₈ ,11,12,G ₁₅ ,G ₁₆ ,4	G ₁₇ ,9,13,G ₁₆ ,3	G ₁₇ ,9,14,G ₁₆ ,5,6	7,13,15,16,3	G ₁₇ ,9,14,15,16,5,6
10,G ₁₈ ,11,12,1,2,3	G ₁₇ ,9,14,G ₁₆ ,3	G ₁₇ ,9,14,1,2,5,6	7,14,15,16,4	G ₁₇ ,9,1,2,5,6
10,G ₁₈ ,11,12,1,2,4	G ₁₇ ,9,13,G ₁₆ ,4	G ₁₇ ,9,1,G ₁₆ ,5,6	8,13,15,16,4	G ₁₇ ,9,13,15,16,5,6
10,G ₁₈ ,11,12,1,G ₁₆ ,3	G ₁₇ ,9,14,G ₁₆ ,4	10,G ₁₈ ,11,12,G ₁₃ ,2,3	8,14,15,16,4	G ₁₇ ,9,14,15,16,5,6
10,G ₁₈ ,11,12,1,G ₁₆ ,4	G ₁₇ ,9,1,2,3	10,G ₁₈ ,11,12,13,2,4	7,1,2,3	7,14,2,5,6
10,G ₁₈ ,11,12,G ₁₅ ,2,5,6	G ₁₇ ,9,1,2,4	10,G ₁₈ ,11,12,14,2,4	8,1,2,3	7,13,15,16,5,6
10,G ₁₈ ,11,12,G ₁₅ ,G ₁₆ ,5,6	G ₁₇ ,9,1,G ₁₆ ,3	10,G ₁₈ ,11,12,13,G ₁₆ ,3	7,1,2,4	7,14,15,16,5,6
10,G ₁₈ ,11,12,1,2,5,6	G ₁₇ ,9,1,G ₁₆ ,4	10,G ₁₈ ,11,12,14,G ₁₆ ,3	8,1,2,4	8,13,15,16,5,6
10,G ₁₈ ,11,12,1,G ₁₆ ,5,6	7,13,2,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,13,G ₁₆ ,4	7,1,15,16,3	8,14,15,16,5,6
	7,14,2,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,14,G ₁₆ ,4	8,1,15,16,3	7,1,2,5,6
G ₁₅ is And gate	8,13,2,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,1,2,3	7,1,15,16,4	8,1,2,5,6
7,13,14,2,3	8,14,2,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,1,2,4	8,1,15,16,4	7,1,15,16,5,6
7,14,14,2,3	7,13,G ₁₆ ,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,1,G ₁₆ ,3	G ₁₇ ,9,13,2,3	8,1,15,16,5,6
8,13,2,3	7,14,G ₁₆ ,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,1,G ₁₆ ,4	G ₁₇ ,9,14,2,3	G ₁₇ ,9,13,2,5,6
8,14,2,3	8,13,G ₁₆ ,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,13,2,5,6	G ₁₇ ,9,13,2,4	G ₁₇ ,9,14,2,5,6
7,13,2,4	8,14,G ₁₆ ,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,14,G ₁₆ ,5,6	G ₁₇ ,9,14,2,4	G ₁₇ ,9,13,15,16,5,6
7,14,2,4	7,1,2,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,1,2,5,6	G ₁₇ ,9,13,15,16,3	G ₁₇ ,9,14,15,16,5,6
8,13,2,4	8,1,2,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,1,G ₁₆ ,5,6	G ₁₇ ,9,14,15,16,3	G ₁₇ ,9,1,2,5,6
8,14,2,4	7,1,G ₁₆ ,5,6		G ₁₇ ,9,13,15,16,4	G ₁₇ ,9,1,15,16,5,6
7,13,G ₁₆ ,3	8,1,G ₁₆ ,5,6		G ₁₇ ,9,14,15,16,4	10,G ₁₈ ,11,12,13,2,3
7,14,G ₁₆ ,3	G ₁₇ ,9,13,2,5,6		G ₁₇ ,9,1,2,3	10,G ₁₈ ,11,12,14,2,3
8,13,G ₁₆ ,3	G ₁₇ ,9,14,2,5,6		G ₁₇ ,9,1,2,4	10,G ₁₈ ,11,12,13,2,4
8,14,G ₁₆ ,3	G ₁₇ ,9,13,G ₁₆ ,5,6		G ₁₇ ,9,1,15,16,3	10,G ₁₈ ,11,12,14,2,4
7,10,G ₁₈ ,11,12,G ₁₆ ,4	G ₁₇ ,9,14,G ₁₆ ,5,6		G ₁₇ ,9,1,15,16,4	10,G ₁₈ ,11,12,13,15,16,3
7,14,G ₁₆ ,4	G ₁₇ ,9,1,2,5,6		7,13,2,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,14,15,16,4
10,G ₁₈ ,11,12,14,15,16,4	17,18,9,13,15,16,3	17,18,9,14,15,16,5,6	7,1,2,4	8,14,15,16,5,6
10,G ₁₈ ,11,12,1,2,3	17,18,9,14,15,16,3	17,18,9,1,2,5,6	8,1,2,4	7,2,5,6
10,G ₁₈ ,11,12,1,2,4	17,18,9,13,15,16,4	17,18,9,1,15,16,5,6	7,1,15,16,3	8,1,2,5,6
10,G ₁₈ ,11,12,1,15,16,3	17,18,9,14,15,16,4	10,G ₁₈ ,11,12,13,2,3	8,1,15,16,3	7,1,15,16,5,6
10,G ₁₈ ,11,12,1,15,16,4	17,18,9,1,2,3	10,G ₁₈ ,11,12,14,2,3	7,1,15,16,4	8,1,15,16,5,6
10,G ₁₈ ,11,12,13,2,5,6	17,18,9,1,2,4	10,G ₁₈ ,11,12,13,2,4	8,1,15,16,4	17,18,9,13,2,5,6
10,G ₁₈ ,11,12,14,15,16,5,6	17,18,9,1,15,16,3	10,G ₁₈ ,11,12,14,2,4	17,18,9,13,2,3	17,18,9,13,2,3
10,G ₁₈ ,11,12,1,2,5,6	17,18,9,1,15,16,4	10,G ₁₈ ,11,12,13,15,16,3	17,18,9,14,2,3	17,18,9,13,15,16,5,6
10,G ₁₈ ,11,12,1,15,16,5,6	7,13,2,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,14,15,16,3	17,18,9,13,15,16,3	17,18,9,14,15,16,5,6
	7,14,2,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,13,15,16,4	17,18,9,14,15,16,3	17,18,9,1,2,5,6

G ₁₅ is And gate	8,13,2,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,14,15,16,4	17,18,9,13,15,16,4	17,18,9,1,15,16,5,6
7,13,14,2,3	8,14,2,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,1,2,3	17,18,9,14,15,16,4	10,19,20,11,12,13,2,3
7,14,14,2,3	7,13,15,16,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,1,2,4	17,18,9,1,2,3	10,19,20,11,12,14,2,3
8,13,2,3	7,14,15,16,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,1,15,16,3	17,18,9,1,2,4	10,19,20,11,12,13,2,3
8,14,2,3	8,13,15,16,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,1,15,16,4	17,18,9, 1,15,16,3	10,19,20,11,12,14,2,4
7,13,2,4	8,14,15,16,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,13,2,5,6	17,18,9, 1,15,16,4	10,19,20,11,12,13,15,16,3
7,14,2,4	7,1,2,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,14,15,16,5,6	7,13,2,5,6	10,19,20,11,12,14,15,16,3
8,13,2,4	8,1,2,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,1,2,5,6	7,14,2,5,6	10,19,20,11,12,13,15,16,4
8,14,2,4	7,1,15,16,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,1,15,16,5,6	8,13,2,5,6	10,19,20,11,12,14,15,16,4
7,13,15,16,3	8,1,15,16,5,6		8,14,2,5,6	10,19,20,11,12, 1,2,3
7,14,15,16,3	17,18,9,13,2,5,6	G ₁₈ is And gate	7,13,15,16,5,6	10,19,20,11,12, 1,2,4
8,13,15,16,3	17,18,9,14,2,5,6	7,13,14,2,3	7,14,15,16,5,6	10,19,20,11,12,1,15,16,3
8,14,15,16,3	17,18,9,13,15,16,5,6	7,14,14,2,3	8,13,15,16,5,6	10,19,20,11,12,1,15,16,3
7,13,15,16,4	17,18,9,14,15,16,5,6	8,13,2,3	8,14,15,16,5,6	10,19,20,11,12,13,2,5,6
7,14,15,16,4	17,18,9,1,2,5,6	8,14,2,3	7,1, 15,16,3	10,19,20,11,12,14,15,16,5,6
8,13,15,16,4	17,18,9,1,15,16,5,6	7,13,2,4	8,1,2, 5,6	10,G ₁₈ ,11,12,1,2,5,6
8,14,15,16,4	7,13,2,5,6	7,14,2,4	7,1,15,16,5,6	10,G ₁₈ ,11,12,1, 15,16,5,6
7,1,2,3	7,14,2,5,6	8,13,2,4	8,1,15,16,5,6	
8,1,2,3	7,13,15,16,5,6	8,14,2,4	17,18,9,13,2,5,6	
7,1,2,4	7,14,15,16,5,6	7,13,15,16,3	17,18,9,14,2,5,6	
8,1,2,4	8,13,15,16,5,6	7,14,15,16,3	17,18,9,13,15,16,5,6	
7,1, 15,16,3	8,14,15,16,5,6	8,13,15,16,3	17,18,9,14,15,16,5,6	
8,1, 15,16,3	7,1, 2,5,6	8,14,15,16,3	17,18,9,1,2,5,6	
7,1, 15,16,4	8,1, 2,5,6	7,13,15,16,4	17,18,9,1,15,16,5,6	
8,1, 15,16,4	7,1,15,16,5,6	7,14,15,16,4	7,13,2,5,6	
17,18,9,13,2,3	8,1,15,16,5,6	8,13,15,16,4	7,14,2,5,6	
17,18,9,14,2,3	17,18,9,13,2,5,6	8,14,15,16,4	7,13,15,16,5,6	
17,18,9,13,2,4	17,18,9,14,2,5,6	7,1,2,3	7,14,15,16,5,6	
17,18,9,14,2,4	17,18,9,13,15,16,5,6	8,1,2,3	8,13,15,16,5,6	

Cut set	(8,1,15,16,3)	(17,18,9,13,2,3)	(17,18,9,14,15,16,5,6)
(7,1,2,3)	(7,1,15,16,4)	8,13,15,16,3)	(17,18,9,1,15,16,5,6)
(8,1,2,3)	(8,1,15,16,4)	(8,1,15,16,5,6)	(17,18,9,1,15,16,5,6)
(8,13,2,3)	(8,14,2,5,6)	(17,18,9,13,2,3)	(10,19,20,11,12,13,2,3)
(8,14,2,3)	(7,1, 2,5,6)	(7,13,15,16,5,6)	(10,19,20,11,12,14,2,3)
(7,13,2,4)	(7,13,2,5,6)	(7,14,15,16,5,6)	(10,19,20,11,12,13,2,4)
(7,14,2,4)	(7,14,2,5,6)	(8,13,15,16,5,6)	(10,19,20,11,12,14,2,4)
(8,13,2,4)	(8,13,2,5,6)	(17,18,9,1,2,5,6)	(10,19,20,11,12, 1,2,3)
(8,14,2,4)	(7,1, 2,5,6)	(17,18,9,13,2,5,6)	(10,19,20,11,12, 1,2,4)
(7,1,2,4)	(8,1, 2,5,6)	(17,18,9,14,2,5,6)	(10,G ₁₈ ,11,12,1,2,5,6)**
(8,1,2,4)	(7,13,2,5,6)	(17,18,9,13,2,5,6)	17,18,9,14,15,16,3)
(7,13,15,16,3)	(7,14,2,5,6)	(17,18,9,14,2,5,6)	(10,19,20,11,12,14,15,16,4)
(7,14,15,16,3)	(8,1, 2,5,6)	(17,18,9,1,15,16,4)	(10,19,20,11,12,1,15,16,3)
(8,13,15,16,3)	(17,18,9,1,2,4)	(17,18,9,1,15,16,3)	(10,19,20,11,12,1,15,16,4)
(8,14,15,16,3)	(7,13,15,16,3)	(17,18,9,13,15,16,3)	(10,19,20,11,12,13,2,5,6)
(7,13,15,16,4)	(8,1,15,16,5,6)	(17,18,9,14,15,16,3)	(10,G ₁₈ ,11, 12,1,15,16,3)
(7,14,15,16,4)	(8,14,15,16,5,6)	(17,18,9,13,15,16,4)	(10,19,20,11,12,13,15,16,3)
(8,13,15,16,4)	(17,18,9,1,2,3)	(17,18,9,14,15,16,4)	(10,19,20,11,12,14,15,16,3)
(8,14,15,16,4)	(7,13,15,16,5,6)	(17,18,9,1,2,5,6)	(10,19,20,11,12,14,15,16,5,6)
(7,13,14,2,3)	(7,14,15,16,5,6)	(17,18,9,13,15,16, 5,6)	
(7,14,14,2,3)	(8,13,15,16,5,6)	(17,18,9,14,15,16, 5,6)	
(7,1,15,16,3)	(8,14,15,16,5,6)	(17,18,9,14,15,16, 5,6)	

4.1.1 Mocus FTA kegagalan mengangkat plat secara manual

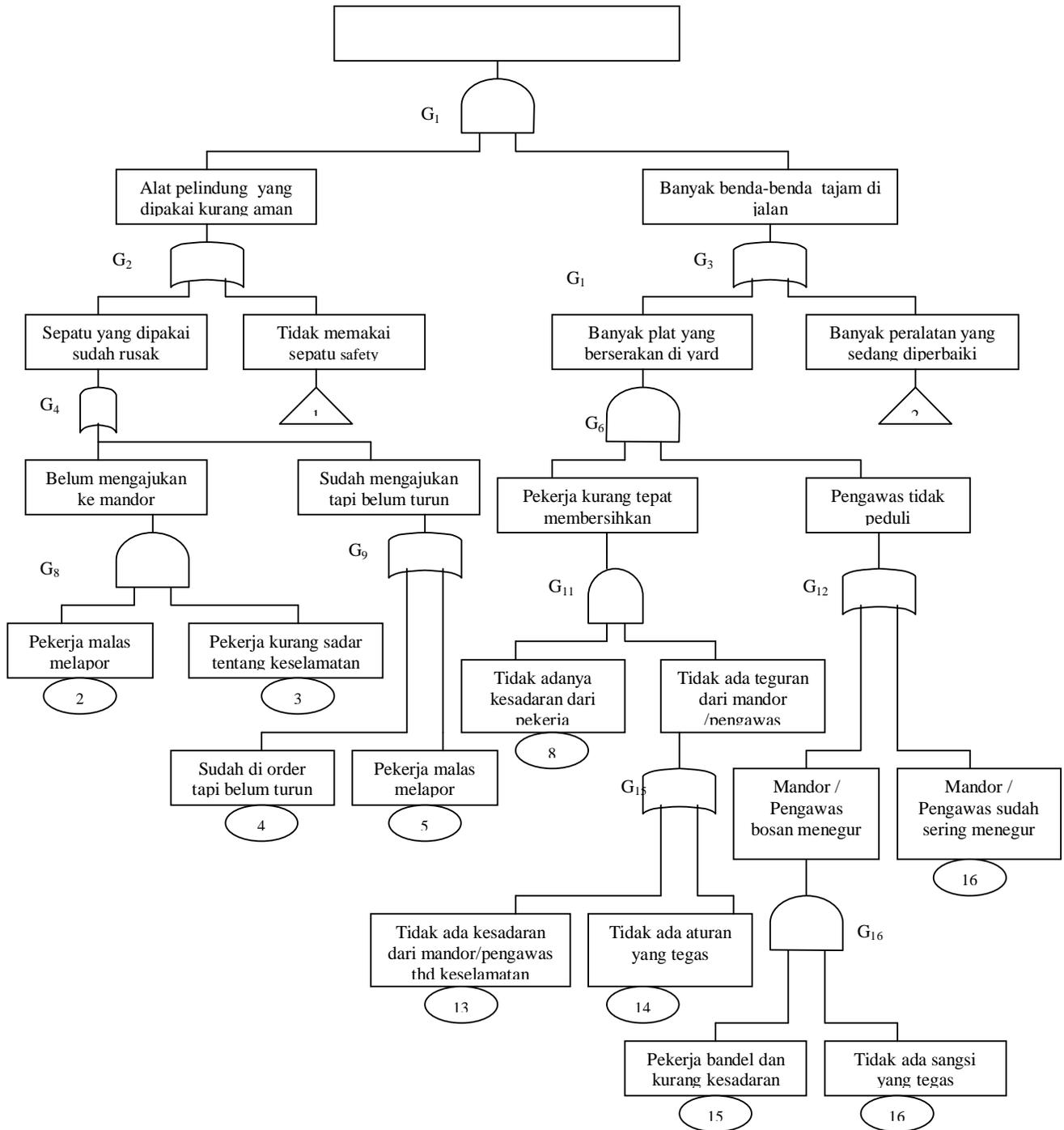
Dari hasil analisa Fault Tree Analisa (FTA) diatas,manghasilkan sebanyak 20 basic even yang mana dikelompokkan menjadi empat penyebab kecelakaan

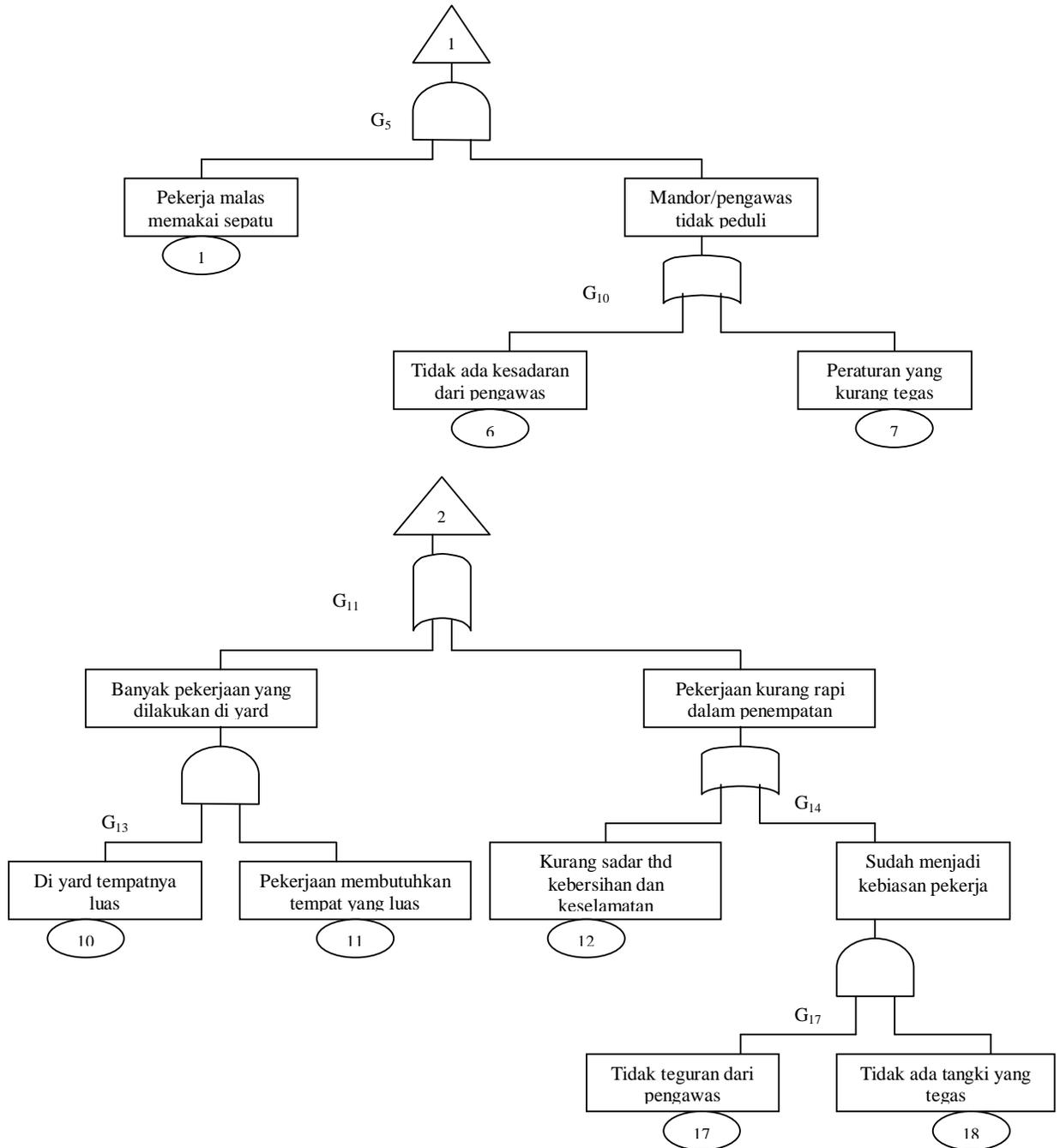
utama. Dari hasil cut sets kemudian dimasukkan ke dalam empat penyebab utama yang menghasilkan prosentase sebagai berikut:

- Karena kelalaian dari pekerja adalah sebesar 32.7 %
- Karena kelalaian dari pengawas atau mandor sebesar 15.6%
- Karena kesalahan atau kekurangan dari manajemen sebesar 38,7%

Penyebab terbesar kecelakaan tangan plat waktu mengangkat plat dengan manual adalah :

- a) Dikarenakan kesalahan atau kurangnya tanggapan dari pihak manajemen terhadap keselamatan pekerja
- b) Karena kelalaian pekerja itu sendiri dalam menerapkan keselamatan kerjanya
- c) Karena kelalaian dari pengawas/mandor terhadap keselamatan kerja
- d) Karena peraturan yang kurang jelas dan kurang tegas.





Gambar 4.1.2 FTA untuk kecelakaan pengangkatan plat dengan manual

Or gate	G ₅ is and gate	G ₈ ,G ₁₄	G ₉ is and gate	4,G ₁₃	5,G ₁₄
G ₂ ,G ₃	G ₈ ,G ₆	G ₉ ,G ₁₃	1,2,G ₁₁ ,G ₁₂	5,G ₁₃	1,6,8,G ₁₅ ,G ₁₂
	G ₉ ,G ₆	G ₉ ,G ₁₄	4,G ₁₁ ,G ₁₂	4,G ₁₄	1,7,8,G ₁₅ ,G ₁₂
G ₂ is and gate	G ₈ ,G ₇	1,G ₁₀ ,G ₁₁ ,G ₁₂	5,G ₁₁ ,G ₁₂	5,G ₁₄	1,6,G ₁₃
G ₄ ,G ₃	G ₉ ,G ₇	1,G ₁₀ ,G ₁₃	2,3,G ₁₃	1,6, G ₁₁ ,G ₁₂	1,7,G ₁₃
G ₅ ,G ₄	1,G ₁₀ ,G ₆	1,G ₁₀ ,G ₁₄	2,3,G ₁₄	1,7, G ₁₁ ,G ₁₂	1,6,G ₁₄
	1,G ₁₀ ,G ₇		4,G ₁₃	1,6, G ₁₃	1,7,G ₁₄
G ₃ is Or gate		G ₈ is and gate	5,G ₁₃	1,7, G ₁₃	
G ₄ ,G ₆	G ₆ is and gate	1,2,G ₁₁ ,G ₁₂	4,G ₁₄	1,6, G ₁₄	G ₁₂ is or gate
G ₄ ,G ₇	G ₈ ,G ₁₁ ,G ₁₂	G ₉ ,G ₁₁ ,G ₁₂	5,G ₁₄	1,7, G ₁₄	1,2,8,G ₁₅ , G ₁₆
G ₅ ,G ₆	G ₉ ,G ₁₁ ,G ₁₂	2,3,G ₁₃	1,G ₁₀ ,G ₁₁ ,G ₁₂		1,2,8,G ₁₅ ,9
G ₅ ,G ₇	G ₈ ,G ₇	2,3,G ₁₄	1,G ₁₀ ,G ₁₃	G ₁₁ is and gate	4,8,G ₁₅ ,G ₁₆
	G ₉ ,G ₇	G ₉ ,G ₁₃	1,G ₁₀ ,G ₁₃	1,2,8,G ₁₅ ,G ₁₂	4,8,G ₁₅ ,9
G ₄ is Or gate	1,G ₁₀ ,G ₁₁ ,G ₁₂	G ₉ ,G ₁₄		4,8,G ₁₅ ,G ₁₂	5,8,G ₁₅ ,G ₁₆
G ₈ ,G ₆	1,G ₁₀ ,G ₇	1,G ₁₀ ,G ₁₁ ,G ₁₂	G ₁₀ is and gate	5,8,G ₁₅ ,G ₁₂	4,8,G ₁₅ ,9
G ₉ ,G ₆		1,G ₁₀ ,G ₁₃	1,2,G ₁₁ ,G ₁₂	2,3,G ₁₃	2,3,G ₁₃
G ₈ ,G ₇	G ₇ is and gate	1,G ₁₀ ,G ₁₄	4,G ₁₁ ,G ₁₂	2,3,G ₁₄	2,3,G ₁₄
G ₉ ,G ₇	G ₈ ,G ₁₁ ,G ₁₂		5,G ₁₁ ,G ₁₂	4,G ₁₃	4,G ₁₃
G ₅ ,G ₆	G ₉ ,G ₁₁ ,G ₁₂		2,3,G ₁₃	5,G ₁₃	5,G ₁₃
G ₅ ,G ₇	G ₈ ,G ₁₃		2,3,G ₁₄	4,G ₁₄	4,G ₁₄
5,G ₁₄	G ₁₄ is Or gate	G ₁₅ is Or gate	G ₁₆ is and gate	G ₁₇ is and gate	Cut set
1,6,8,G ₁₅ ,G ₁₆	1,2,8,G ₁₅ ,G ₁₆	1,2,8,13,G ₁₆	1,2,8,13,15,16	1,2,8,13,15,16	(4,12)
1,7,8,G ₁₅ ,9	1,2,8,G ₁₅ ,9	1,2,8,14,G ₁₆	1,2,8,14,15,16	1,2,8,14,15,16	(5,12)
1,6, G ₁₃	4,8,G ₁₅ ,G ₁₆	1,2,8,13,9	1,2,8,13,9	1,2,8,13,9	(1,6,12)
1,7, G ₁₃	4,8,G ₁₅ ,9	1,2,8,14,9	1,2,8,14,9	1,2,8,14,9	(1,7,12)
1,6, G ₁₄	5,8,G ₁₅ ,G ₁₆	4,8,13, G ₁₆	4,8,13, G ₁₆	4,8,13, G ₁₆	(2,3,12)
1,7, G ₁₄	5,8,G ₁₅ ,9	4,8,14, G ₁₆	4,8,14, G ₁₆	4,8,14, G ₁₆	(4,10,11)
	2,3,10,11	4,8,13,9	4,8,13,9	4,8,13,9	(4,17,18)
G ₁₃ is Or gate	2,3,12	4,8,14,9	4,8,14,9	4,8,14,9	(5,10,11)
1,2,8,G ₁₅ ,G ₁₆	2,3,G ₁₇	5,8,13, G ₁₆	5,8,13,15,16	5,8,13,15,16	(5,17,18)
1,2,8,G ₁₅ ,9	4,10,11	5,8,14, G ₁₆	5,8,14,15,16	5,8,14,15,16	(1,7,10,11)
4,8,G ₁₅ ,G ₁₆	5,10,11	5,8,13,9	5,8,13,9	5,8,13,9	(1,6, 10,11)
4,8,G ₁₅ ,9	4,12	5,8,14,9	5,8,14,9	5,8,14,9	(1,6, 10,11)
5,8,G ₁₅ ,G ₁₆	4, G ₁₇	2,3,10,11	2,3,10,11	2,3,10,11	(1,7, 17,18)
5,8,G ₁₅ ,9	5,12	2,3,12	2,3,12	2,3,12	(2,3, 10,11)
2,3, 10,11	5, G ₁₇	2,3,G ₁₇	2,3,G ₁₇	2,3, 17,18	(2,3, 17,18)
2,3, G ₁₄	1,6,8, G ₁₅ ,G ₁₆	4,10,11	4,10,11	4,10,11	(4,8,13,9)
4,10,11	1,7,8, G ₁₅ ,9	5,10,11	5,10,11	5,10,11	(4,8,14,9)
5,10,11	1,6, 10,11	4,12	4,12	4,12	(5,8,13,9)
4, G ₁₄	1,7, 10,11	4, G ₁₇	4, G ₁₇	4, G ₁₇	(5,8,14,9)
5, G ₁₄	1,6,12	5,12	5,12	5,12	(1,7, 8,13,9)
1,6,8,G ₁₅ ,G ₁₆	1,6, G ₁₇	5, G ₁₇	5, G ₁₇	5, 17,18	(1,7, 8,14,9)
1,7,G ₁₅ ,G ₁₆	1,7, 12	1,6,8, 13, G ₁₆	1,6,8,13,15,16	1,6,8,13,15,16	(1,2, 8,14,9)
1,6, 10,11	1,7,G ₁₇	1,6,8, 14, G ₁₆	1,6,8,13,15,16	1,6,8,13,15,16	(1,2, 8,13,9)
1,7, 10,11		1,7, 8,13,9	1,7, 8,13,9	1,7, 8,13,9	(4,8,14,15,16)
1,6, G ₁₄		1,7, 8,14,9	1,7, 8,14,9	1,7, 8,14,9	(4,8,13,15,16)
1,7, G ₁₄		1,6, 10,11	1,6, 10,11	1,6, 10,11	(5,8,13,15,16)
		1,7, 10,11	1,7, 10,11	1,7, 10,11	(5,8,14,15,16)
		1,6, 12	1,6, 12	1,6, 12	(1,2, 8, 13,15,16)
		1,6, G ₁₇	1,6, G ₁₇	1,6, 17,18	(1,2, 8, 14,15,16)
		1,7, 12	1,7, 12	1,7, 12	(1,6, 8, 13,15,16)
		1,7, G ₁₇	1,7, G ₁₇	1,7, 17,18	(1,6, 8, 14,15,16)

Tabel mocus FTA kegagalan mengangkat plat secara manual

Dari analisa Fault Tree Analysis (FTA) diatas, sebanyak 16 basic event yang mana dikelompokkan menjadi lima penyebab utama kecelakaan. Dari hasil cut set

kemudian dikelompokkan kedalam lima penyebab utama yang menghasilkan prosentase sebagai berikut :

- Karena kelalaian dari pekerja adalah sebagai 43,2 %
- Karena kesalahan dari pengawas atau mandor sebesar 13,1%
- Karena peraturan yang tidak jelas/tegas sebesar 18,4%
- Karena kesalahan atau kekurangan dari manajemen sebesar 15,4%
- Karena kondisi keadaan sebesar 10,7 %

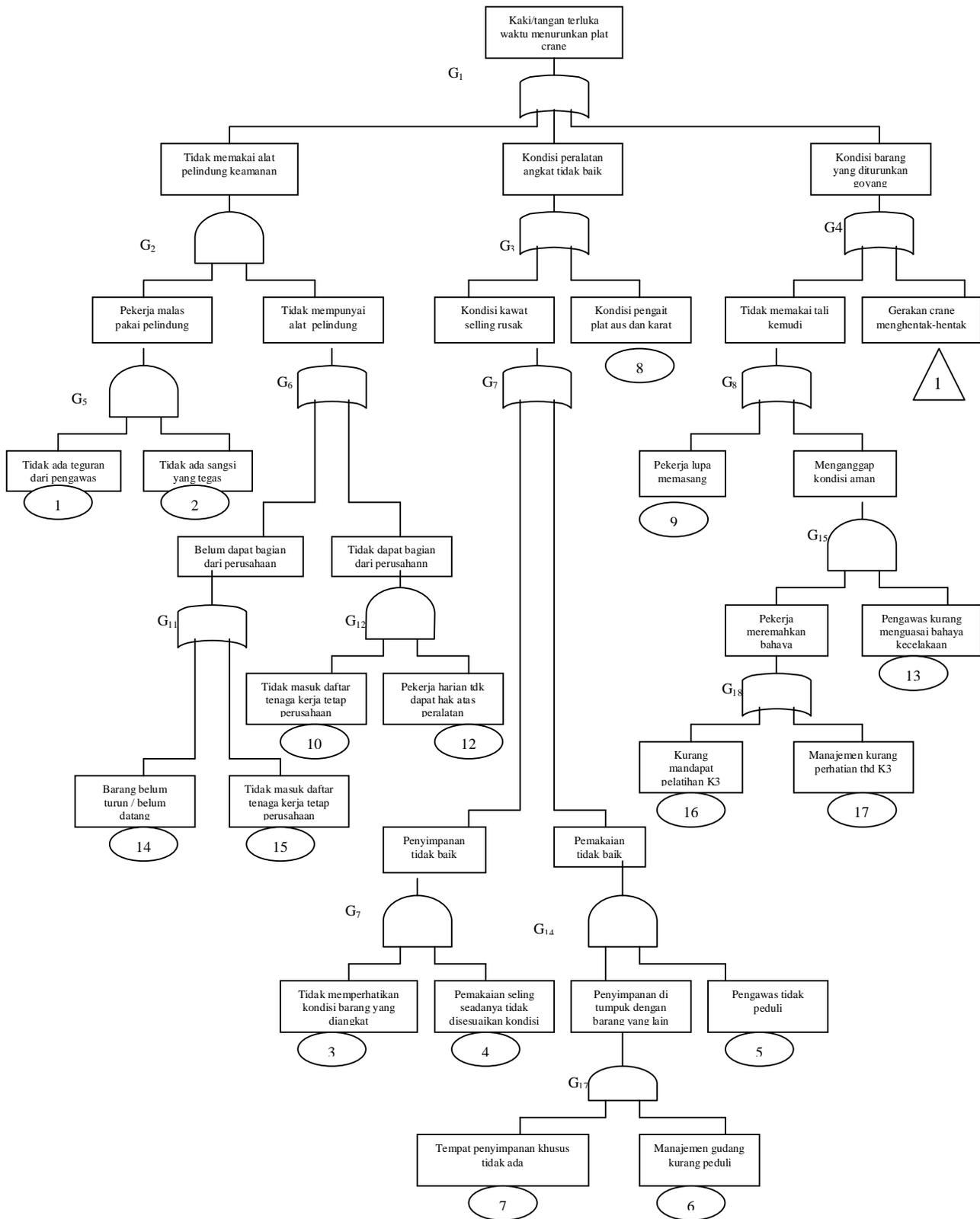
Dari prosentase penyebab terbesar atau yang mendominasi terjadinya kecelakaan kerja kaki terluka karena terkena plat tajam waktu berjalan di yard adalah dikarenakan.

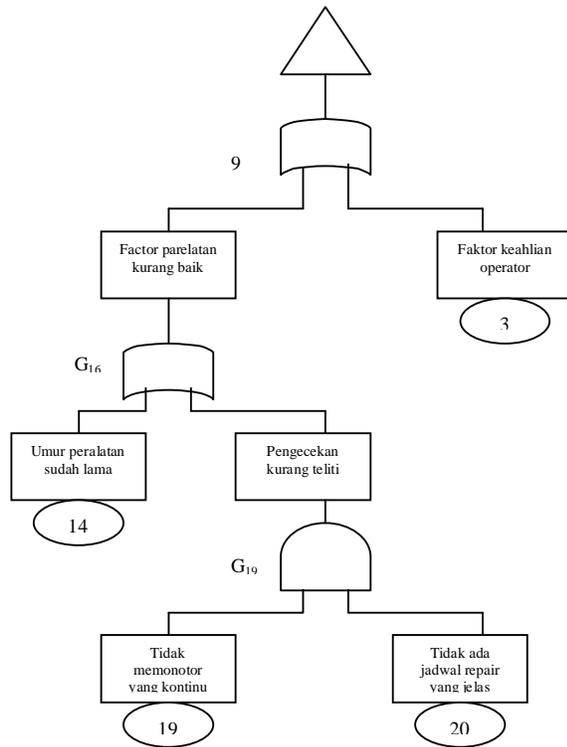
- a) Kelalaian/ketidaktahuan pekerja dalam menerapkan keselamatan kerja dalam bekerja
- b) Peraturan yang tidak jelas dan tegas menjadi penyebab kedua kemudian
- c) Kesalahan dari manajemen
- d) Kesalahan dari mandor/pengawas dan disebabkan karena kondisi lingkungan

4.2.3. Pengangkatan Plat dengan Crane

Untuk pekerjaan pengangkatan plat dengan crane banyak sekali komponen – komponen yang mempengaruhi terjadinya kecelakaan kerja pada pekerjaan yang dilakukan tersebut, hal ini dapat dilakukan penganalisaan baik itu dengan metode *Fault Tree Analysis*

Evaluasi FTA mempunyai beberapa keuntungan diantaranya adalah dapat memberikan informasi penyebab terjadinya kecelakaan kerja. Untuk mengetahui komponen-komponen yang berpotensi menyebabkan kecelakaan pada suatu dapay dilakukan dengan MOCUS (*method Obtain Out Sat*).





Gambar 4.2 FTA untuk kecelakaan karena pengangkat plat dengan crane

G ₁ is Or gate	G ₅ And Or gate	G ₈ is And gate	G ₁₀ is And gate	G ₁₂ is And gate	G ₁₄ is And gate	G ₁₆ is And gate
G ₂	1, G ₁₀ , G ₆	1, G ₁₀ , G ₁₁	1,4,5, G ₁₁	1,4,5,6	1,4,5,6	1,4,5,6
G ₃	G ₇	1, G ₁₀ , G ₁₂	1,4,5, G ₁₂	1,4,5,7	1,4,5,7	1,4,5,7
G ₄	7	G ₁₃	G ₁₃	1,4,5,8,9	1,4,5,8,9	1,4,5,8,9
	G ₈	G ₁₄	G ₁₄	G ₁₃	10,11	10,11
G ₂ is And gate	G ₉	7	7	G ₁₄	G ₁₇ ,12	G ₁₇ ,12
G ₅ , G ₆		2	2	7	7	7
G ₃	G ₆ is Or gate	G ₁₅	G ₁₅	2	2	2
G ₄	1, G ₁₀ , G ₁₁	G ₉	G ₁₆	G ₁₅	G ₁₅	G ₁₈ ,13
	1, G ₁₀ , G ₁₂		3	G ₁₆	G ₁₆	14
G ₃ is Or gate	G ₇	G ₉ is Or gate		3	3	G ₁₉
G ₅ , G ₆	6	1, G ₁₀ , G ₁₁	G ₁₁ is Or gate			3
G ₇	G ₈	1, G ₁₀ , G ₁₂	1,4,5,6	G ₁₃ is And gate	G ₁₅ is Or gate	
7	G ₉	G ₁₃	1,4,5,7	1,4,5,6	1,4,5,6	
G ₄		G ₁₄	1,4,5, G ₁₂	1,4,5,7	1,4,5,7	
	G ₇ is Or gate	7	G ₁₃	1,4,5,8,9	1,4,5,8,9	
G ₄ is Or gate	1, G ₁₀ , G ₁₁	2	G ₁₄	10,11	10,11	
G ₅ , G ₆	1, G ₁₀ , G ₁₂	G ₁₅	7	G ₁₄	G ₁₇ ,12	
7	G ₁₄	3	G ₁₅	2	2	
G ₈	7		G ₁₆	G ₁₅	G ₁₈ ,13	
	G ₉			3	3	

G ₁₇ is And gate	G ₁₈ is Or gate	G ₁₉ is Or gate	Cut sets
-----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------

1,4,5,6	1,4,5,6	1,4,5,6	(2)
1,4,5,7	1,4,5,7	1,4,5,7	(3)
1,4,5,8,9	1,4,5,8,9	1,4,5,8,9	(7)
10,11	10,11	10,11	(14)
15,16,12	15,16,12	15,16,12	(10,11)
7	7	7	(13,17)
2	2	2	(18,17)
G _{18,13}	17,13	17,13	(19,20)
14	18,13	18,13	(12,15,16)
G ₁₉	14	14	(1,4,5,6)
3	G ₁₉	19,20	(1,4,5,7)
	3	3	(1,4,5,8,9)

Dari analisa Fault Tree Analysis (FTA) diatas, menghasilkan sebanyak 20 basic event yang mana dikelompokkan menjadi empat penyebab utama kecekaan. Dari hasil cut set kemudian dikelompokkan ke dalam penyebab utama yang dihasilkan prosentasi sebagai berikut ;

- Karena kelalaian dari pekerja adalah sebagai 22.2 %
- Karena kelalaian dari pengawas atau mandor sebesar 19.4%
- Karena peraturan yang tidak jelas/tegas sebesar 24.4%
- Karena kesalahan atau kekurangan dari manajemen sebesar 19.3 %

Dari hasil prosentasi di atas penyebab potensial terjadinya kecelakaan kaki/tangan terluka waktu menurunkan plat dari crane dari yang terbesar adalah :

- a) Karena kelalaian dari pekerja adalah sebesar 22.2%
- b) Karena kelalaian dari pengawas atau mandor sebesar 19.4%
- c) Karena peraturan yang tidak jelas/tegas sebesar 24.4 %
- d) Karena kesalahan atau kekurangan dari manajemen sebesar 19.3%

Dari hasil prosentase di atas penyebab potensial terjadi kecelakaan kaki / tangan terluka waktu menurunkan plat dari crane dari yang terbesar adalah:

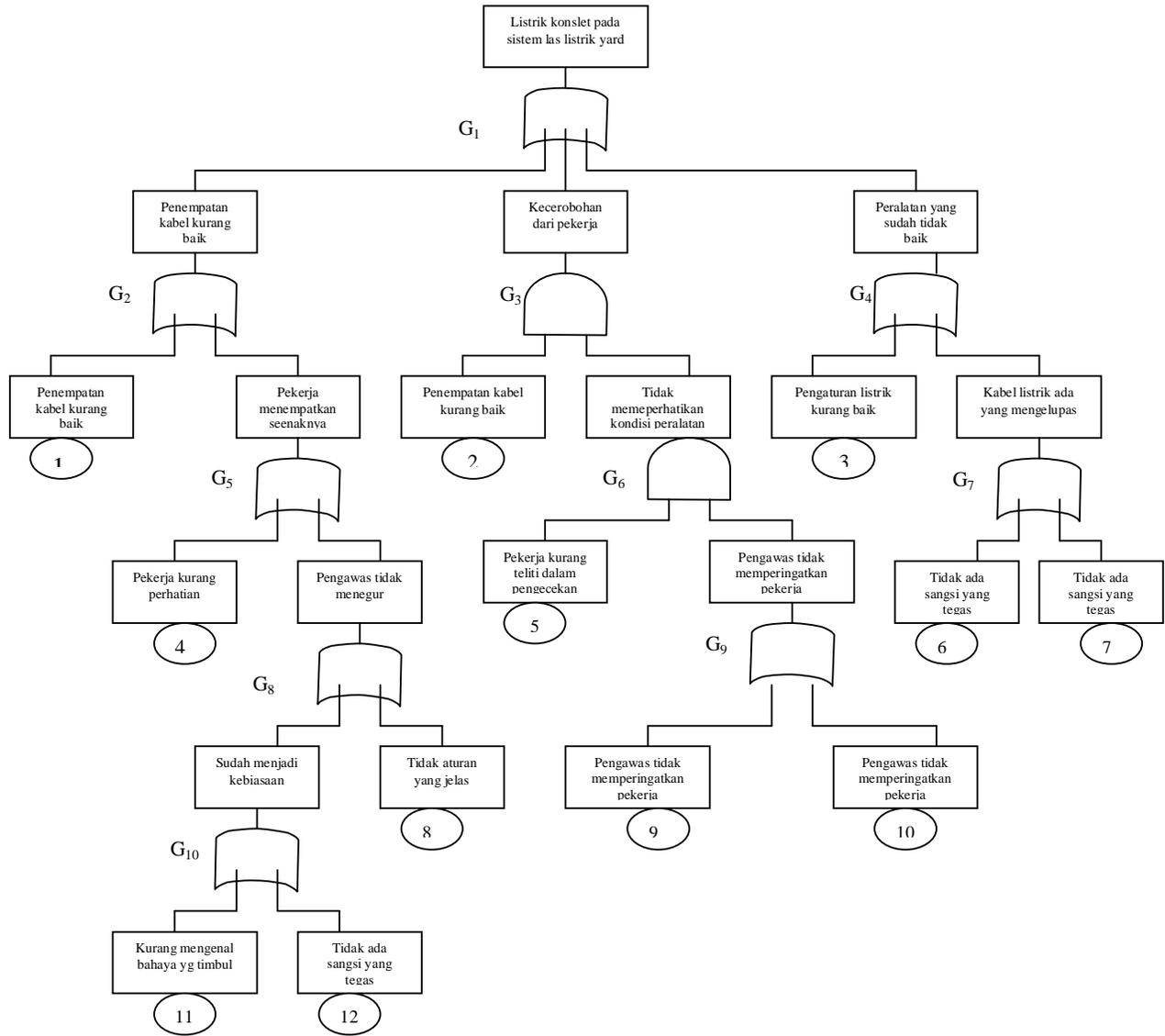
- a) Disebabkan oleh adanya peraturan yang tidak jelas

- b) Kerena ketidakmengertian dari pekerja terhadap keselamatan kerja
- c) Kerena kesalahan atau kekurangan dari manajemen
- d) Kerena kelalaian dari pengawas atau mandor

4.2.3. Pengelasan Dengan Las listrik

Berdasarkan data kecelakaan kerja, selanjutnya dikelompokkan sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan sehingga dari jenis pekerjaan pengelasan listrik itu dapat dilakukan analisa dengan *Fault Tree Analysis*.

Evakuasi FTA mempunyai beberapa keuntungan diantaranya adalah dapat memberikan informasi penyebab kegagalan sistem yang mana berpotensi menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja. Untuk mengetahui komponen-komponen yang berpotensi menyebabkan kecelakaan pada suatu system dapat dilakukan dengan MOCUS (*Method Obtain Cut Set*).



Gambar 4.3.2. MOCUS FTA kecelakaan listrik konslet plat sistem las

G ₁ is And gate	G ₄ is Or gate	G ₆ is And gate	G ₈ is Or gate	G ₁₀ is Or gate	Cut set
G ₂	1	1	1	1	(1)
G ₃	G ₅	4	2	2	(2)
G ₃	2, G ₆	G ₈	G ₁₀	11	(3)
	3	2,5	8	12	(6)
G ₂ is Or gate	G ₇	2, G ₉	2,5	8	(7)
1		3	2, G ₉	2,5	(8)
G ₅	G ₅ is Or gate	G ₇	3	2,9	(11)
G ₃	1		6	2,10	(12)
G ₄	4	G ₇ is And gate	7	3	(2,5)
	G ₈	1		6	(2,9)
G ₃ is Or gate	2, G ₆	4	G ₉ is Or gate	7	(2,10)
1	3	G ₈	1		
G ₅	G ₇	2,5	2		
2, G ₆		2, G ₉	G ₁₀		
4		3	8		
		6	2,5		
		7	2,9		
			2,10		
			3		
			6		
			7		

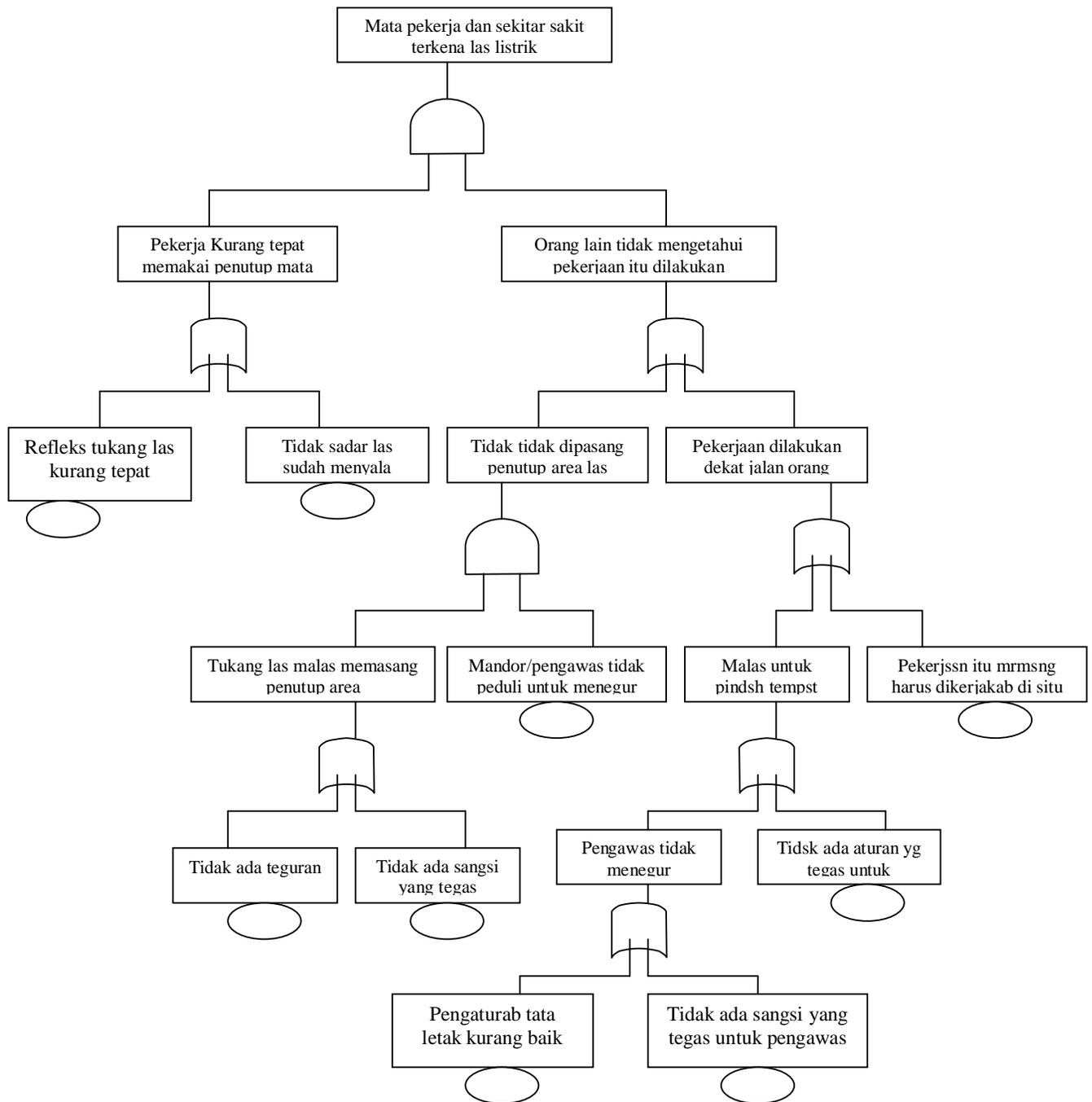
Dari analisa Fault Tree Analysis (FTA) di atas, menghasilkan sebanyak 12 basic event yang mana dikelompokkan menjadi lima penyebab utama kecelakaan. Dari hasil cut sets kemudian dikelompokkan ke dalam lima penyebab utama yang menghasilkan prosentase sebagai berikut :

- karena kelalaian dari pekerja adalah sebesar 36,36 %
- karena kelalaian dari pengawas atau mandor sebesar 9,1 %
- karena kesalahan atau kekurangan dari manajemen sebesar 18,2 %
- karena kondisi peralatan dan lingkungan dari sebesar 27,3 %

dari hasil cut sets di atas dapat dikelompokkan ke dalam penyebab terjadinya kecelakaan kerja dari yang paling dominan adalah :

- a) Karena kelalaian atau ketidaktahuan pekerja terhadap keselamatan kerja
- b) Karena kondisi peralatan dan lingkungan kerja
- c) Karena peraturan yang tidak jelas dan tidak tegas

- d) Karena kurang perhatian dari manajemen terhadap keselamatan
- e) Karena kelalaian dari manajemen



G ₁ is And gate	G ₅ is or gate	G ₇ is or gate	G ₈ is or gate	G ₉ is or gate	Cut sets
G ₂ ,G ₃	1,	1,4,6,7	1,4,6,7	1,4,6,7	(1,3)
	1, G ₃	1,5,6,7	1,5,6,7	1,5,6,7	(1,8)
G ₂ is And gate	1,3	1, G ₈	1, G ₉	1,9	(1,9)
1, G ₃	2,G ₆ ,G ₇	1,3	1,8	1,10	(1,10)
2, G ₃	2, G ₈	2,4,6,7	1,3	1,8	(2,3)
	2,3	1,5,6,7	2,4,6,7	1,3	(2,8)
G ₃ is Or gate		2, G ₈	2,5,6,7	2,4,6,7	(2,9)
1, G ₄	G ₆ is or gate	2,3	2, G ₉	2,5,6,7	(2,10)
1, G ₅	1,4,G ₇		2,8	2,9	1,4,6,7
2, G ₄	1,5,G ₇		2,3	2,10	
2, G ₄	1, G ₈			2,8	
	1,3			2,3	
G ₄ is And gate	2,4,G ₇				
1,G ₆ , G ₇	2,5,G ₇				
1, G ₅	2, G ₈				
2,G ₆ , G ₇	2,3				
2, G ₅					

Dari analisa Fault Tree analysis (FTA) diatas, menghasilkan sebanyak-banyaknya 10 basic event yang mana dikelompokkan menjadi lima penyebab utama kecelakaan. Dari hasil cut sets kemudian di kelompokkan ke dalam lima penyebab utama yang menghasilkan prosentase sebagai berikut :

- Karena kelalaian dari pekerja adalah sebagai 50 %
- Karena kesalahan dari pengawas atau mandor sebesar 4,2 %
- Karena peraturan yang tidak jelas//tegas sebesar 29,2 %
- Karena kesalahan atau kekurangan dari manajemen sebesar 8,3%
- Karena kondisi peralatan dan lingkungan sebesar 8,3%

Dari hasil cut sets di atas, dikelompokkan ke dalam lima kelompok penyebab utama kecelakaan mata pekerja/orang sekitar terkenne sinar las listrik di mulai dari yang paling besar prosentase nya :

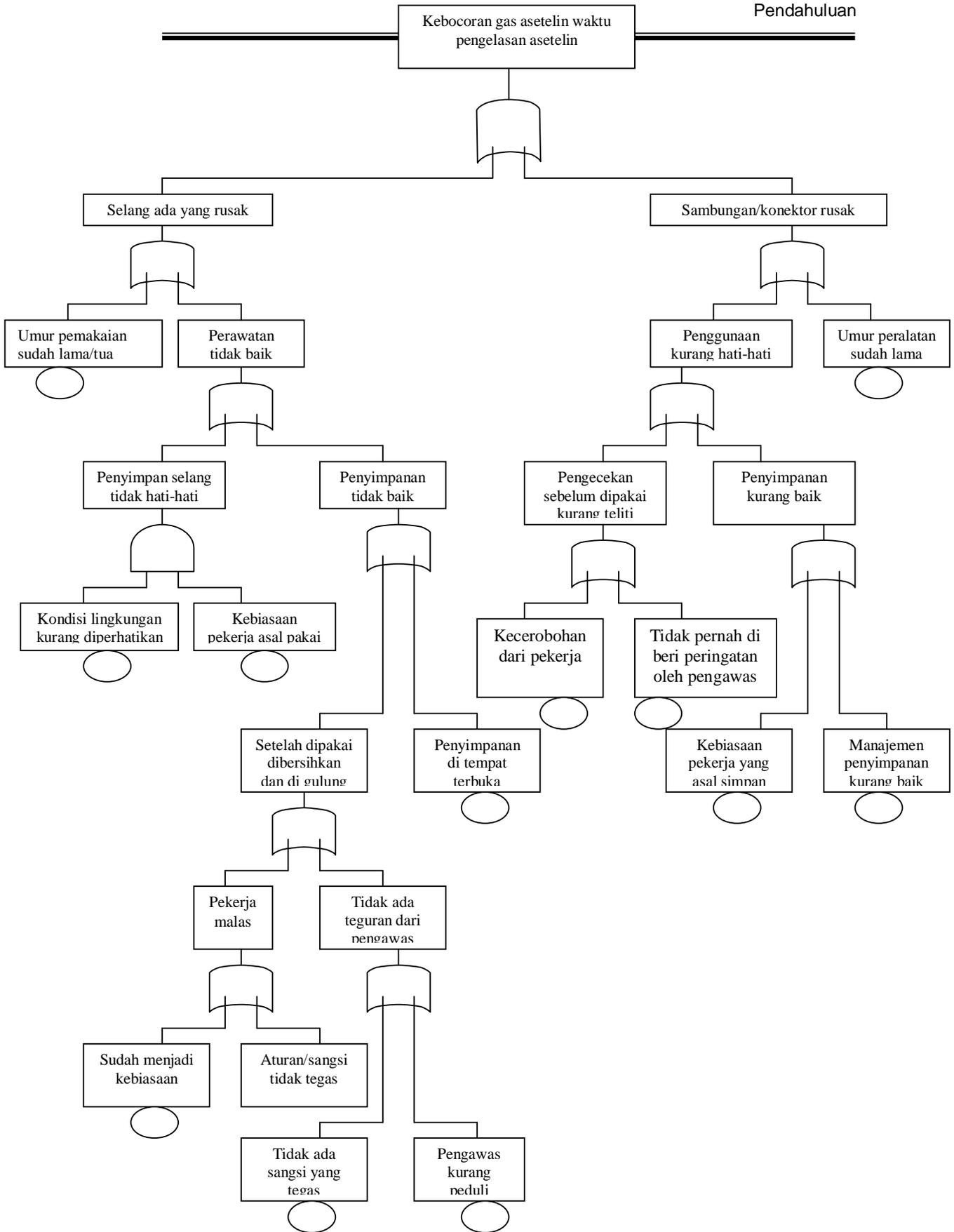
- a) Disebabkan oleh kelalaian atau ketidaktahuan pekerja terhadap keselamatan kerja

- b) Karena peraturan yang kurang jelas atau kurang tegas
- c) Karena manajemen yang peduli
- d) Karena kondisi peralatan atau lingkungan
- e) Karena kelalaian dari pengawas/mandor

4.2.4. Pengelasan dengan las Asetelin

berdasarkan data kecelakaan kerja, selanjutnya dikelompokkan sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan sehingga dari jenis pekerjaan itu dapat dilakukan analisa dengan *Fault Tree Analysis (FTA)*

evaluasi FTA mempunyai beberapa keuntungan diantaranya adalah dapat memberikan info penyebab kegagalan sistem yang mana berpotensi menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja. Untuk mengetahui komponean – komponen yang berpotensi menyebabkan kecelakaan pada suatu sistem dapat dilakukan dengan MOCUS (*method Obtain Cut Sets*).



G ₁ is or gate	G ₅ is or gate	G ₇ is Or gate	G ₉ is Or gate	G ₁₁ is Or gate	G ₁₃ is Or gate	Cut sets
G ₂	G ₆	G ₈	G ₁₁	G ₁₂ , G ₁₃	11,13	(1)
G ₃	G ₇	G ₉	G ₁₁	9	11,14	(2)
	1	3,4	3,4	10	12,13	(5)
G ₂ is or gate	G ₈	1	1	3,4	12,14	(6)
G ₄	G ₉	G ₈	5	1	9	(7)
1	2	G ₉	6	5	10	(8)
G ₃		2	7	6	3,4	(9)
	G ₆ is or gate		8	7	7	(10)
G ₃ is or gate	G ₁₀	G ₈ is or gate	2	8	5	(3,4)
G ₄	G ₁₁	G ₁₀		2	6	(11,13)
1	G ₇	G ₁₁	G ₁₀ is or gate		7	(11,14)
G ₅	1	3,4	G ₁₂ , G ₁₁	G ₁₂ is or gate	8	(12,13)
2	G ₈	1	G ₁₁	11, G ₁₃	2	(12.14)
	G ₉	5	3,4	12, G ₁₃		
G ₄ is or gate	2	6	1	9		
G ₆		G ₉	5	10		
G ₇		2	6	3,4		
1		7				
G ₅		8	5			
2		2	6			
			7			
			8			
			2			

Dari hasil analisa Fault Tree Analysis (FTA) di atas, menghasilkan sebanyak 14 basic event yang mana dikelompokkan menjadi lima penyebab utama kecelakaan. Dari hasil cut sets kemudian dikelompokkan kedalam lima utama yang menghasilkan prosentase sebagai berikut :

- Karena kelalaian dari pekerja adalah sebesar 30.4 %
- Karena kelalaian dari pengawas atau mandor sebesar 15.4 %
- Karena peraturan yang tidak jelas/tegas sebesar 15.4 %
- Karena kesalahan atau kekurangan dari manajemen sebesar 7.7 %
- Karena kondisi peralatan dan lingkungan sebesar 30.7 %

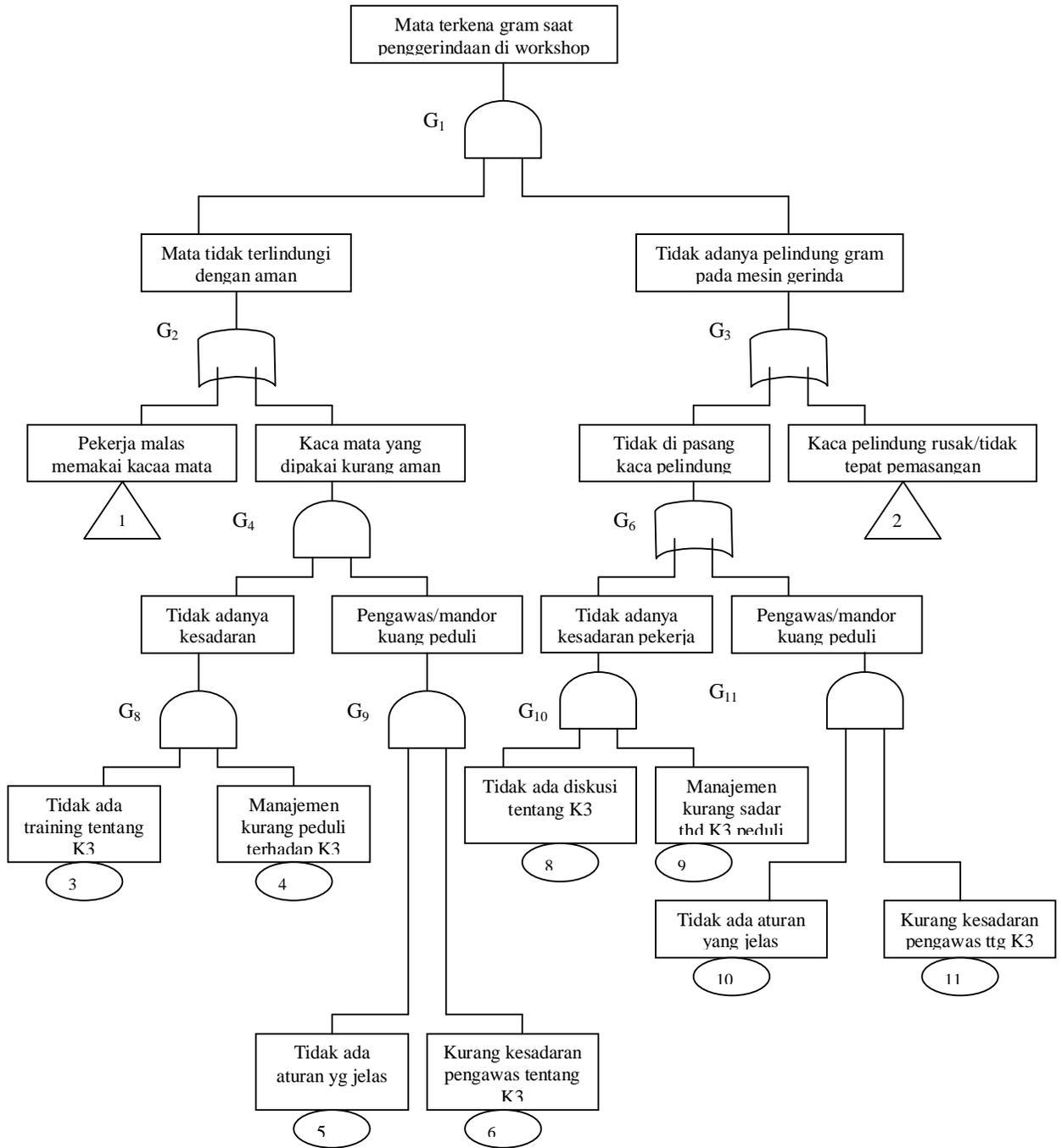
Dari hasil cut sets di atas, dikelompokkan ke dalam lima kelompok penyebab utama kecelakaan kebocoran gas asetilin waktu pengelasan dimulai dari paling esar prosentasenya :

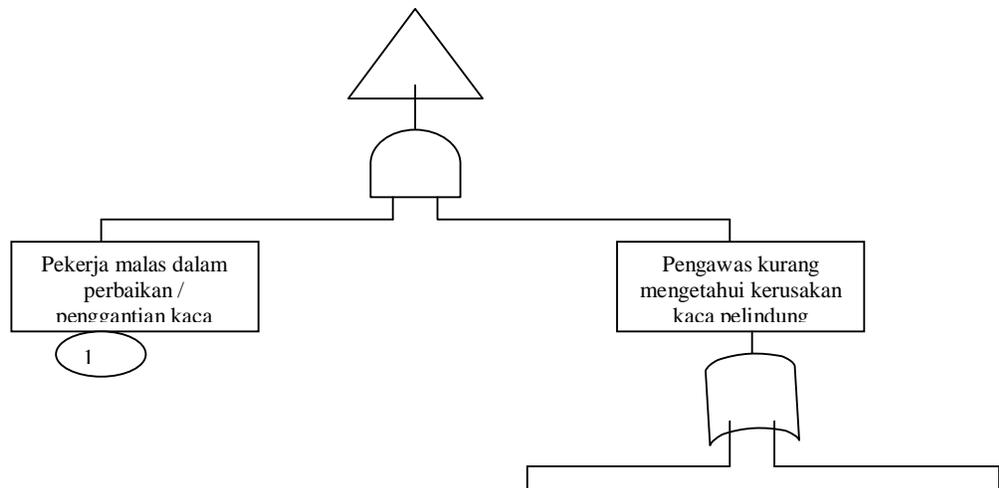
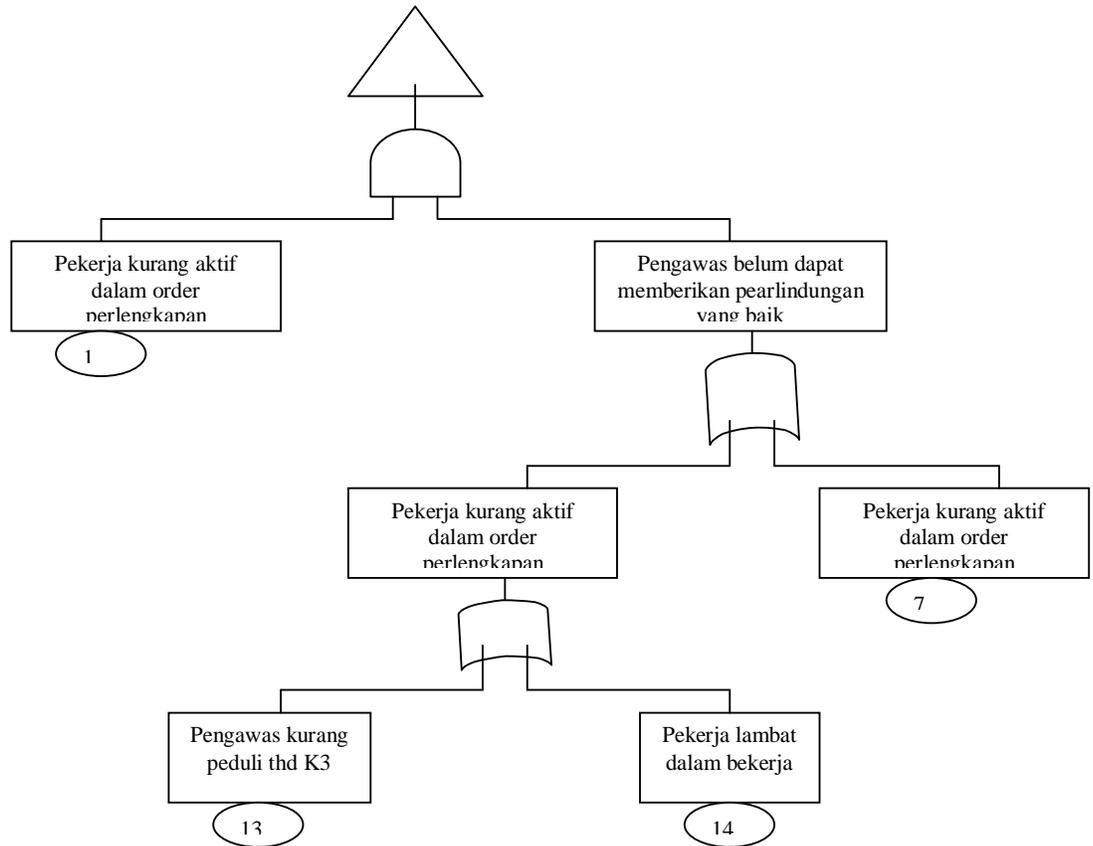
- a) Disebabkan karena kondisi peralatan yang kurang baik
- b) Disebabkan oleh kelalaian atau ketidakmengertian pekerja terhadap keselamatan kerja
- c) Dikarenakan oleh kelalain dari mandor/pengawas
- d) Disebabkan oleh peraturan yang kurang tegas
- e) Dikarenakan manajemen kurng perhatian terhadap kondisi keselamatan kerja

4.2.5. Penggerindaan Benda Kerja

Berdasarkan data kecelakaan kerja, selanjutnya dikelompokkan sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan sehingga dari jenis pekerjaan itu dapat dilakukan analisa dengan *Fault Tree Analysis*.

Evaluasi FTA mempunyai beberapa keuntungan diantaranya adalah dapat memberikan informasi penyebab kegagalan system yang mana berpotensi menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja. Untuk mengetahui komponen – komponen yang berpotensi menyebabkan kecelakaan pada suatu system dapat dilakukan MOCUS (*method Obtain Cut Set*).





Pengawas kurang mengetahui inspeksi rutin

Pekerja tidak melapor kepada pengawas

G ₁ is Or gate	G ₅ And Or gate	G ₈ is And gate	G ₁₀ is And gate	G ₁₂ is And gate	G ₁₄ is And gate	G ₁₆ is And gate
G ₂	1, G ₁₀ ,10, G ₆	1, G ₁₀ ,10, G ₁₁	1,4,5, G ₁₁	1,4,5,6	1,4,5,6	1,4,5,6
G ₃	G ₇	1, G ₁₀ ,10, G ₁₂	1,4,5, G ₁₂	1,4,5,7	1,4,5,7	1,4,5,7
G ₄	7	G ₁₃	G ₁₃	1,4,5,8,9	1,4,5,8,9	1,4,5,8,9
	G ₈	G ₁₄	G ₁₄	G ₁₃	10,11	10,11
G ₂ is And gate	G ₉	7	7	G ₁₄	G ₁₇ ,12	G ₁₇ ,12
G ₅ , G ₆		2	2	7	7	7
G ₃	G ₆ is Or gate	G ₁₅	G ₁₅	2	2	2
G ₄	1, G ₁₀ , G ₁₁	G ₉	G ₁₆	G ₁₅	G ₁₅	G ₁₈ ,13
	1, G ₁₀ , G ₁₂		3	G ₁₆	G ₁₆	14
G ₃ is Or gate	G ₇	G ₉ is Or gate		3	3	G ₁₉
G ₅ , G ₆	6	1, G ₁₀ , G ₁₁	G ₁₁ is Or gate			3
G ₇	G ₈	1, G ₁₀ , G ₁₂	1,4,5,6	G ₁₃ is And gate	G ₁₅ is Or gate	
7	G ₉	G ₁₃	1,4,5,7	1,4,5,6	1,4,5,6	
G ₄		G ₁₄	1,4,5, G ₁₂	1,4,5,7	1,4,5,7	
	G ₇ is Or gate	7	G ₁₃	1,4,5,8,9	1,4,5,8,9	
G ₄ is Or gate	1, G ₁₀ , G ₁₁	2	G ₁₄	10,11	10,11	
G ₅ , G ₆	1, G ₁₀ , G ₁₂	G ₁₅	7	G ₁₄	G ₁₇ ,12	
7	G ₁₄	3	G ₁₅	2	2	
G ₈	7		G ₁₆	G ₁₅	G ₁₈ ,13	
	G ₉			3	3	

G ₁₇ is And gate	G ₁₈ is Or gate	G ₁₉ is Or gate	Cut sets
1,4,5,6	1,4,5,6	1,4,5,6	(2)
1,4,5,7	1,4,5,7	1,4,5,7	(3)
1,4,5,8,9	1,4,5,8,9	1,4,5,8,9	(7)
10,11	10,11	10,11	(14)
15,16,12	15,16,12	15,16,12	(10,11)
7	7	7	(13,17)
2	2	2	(18,17)
G ₁₈ ,13	17,13	17,13	(19,20)
14	18,13	18,13	(12,15,16)
G ₁₉	14	14	(1,4,5,6)
3	G ₁₉	19,20	(1,4,5,7)
	3	3	(1,4,5,8,9)

Dari analisa Fault Tree Analysis (FTA) di atas menghasilkan sebanyak 14 basic event yang mana dikelompokkan menjadi empat penyebab utama

kecelakaan. Dari hasil cut sets kemudian dikelompokkan ke dalam empat penyebab utama yang menghasilkan prosentase sebagai berikut :

- Karena kelalaian dari pekerja adalah sebesar 10 %
- Karena kelalaian dari pengawas atau mandor sebesar 49.1 %
- Karena peraturan yang tidak jelas/tegas sebesar 14 %
- Karena kesalahan atau kekurangan dari manajemen sebesar 30.3 %

Dari hasil cut sets di atas, dikelompokkan ke dalam lima kelompok penyebab utama kecelakaan mata terkena gram waktu menggerinda di mulai dari yang paling besar prosentasenya :

- a) Dikarena oleh kelalaian dari mandor/pengawas
- b) Dikarena manajemen kurang perhatian terhadap keselamatan kerja
- c) Disebabkan oleh peraturan yang kurang tegas
- d) Disebabkan oleh kelalaian atau ketidaktahuan pekerja terhadap keselamatan kerja

4.2.6. Pengeboran Benda Kerja

Berdasarkan kecelakaan kerja, selanjutnya dikelompokkan sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan sehingga dari jenis pekerjaan itu dapat dilakukan dengan Fault Tree Analysis.

Evaluasi FTA mempunyai beberapa keuntungan diantara adalah dapat memberikan ini mempunyai beberapa keuntungan diantaranya adalah dapat memberikan informasi penyebab kegagalan system yang mana berpotensi menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja. Untuk mengetahui komponen yang berpotensi menyebabkan kecelakaan pada suatu system dapat dilakukan dengan MOCUS.

BAB V

ANALISA TINGKAT KESELAMATAN KERJA

5.1. Unsafe Act dan Unsafe Condition

Untuk menganalisa tingkat keselamatan di lokasi galangan kapal PT.Pal Indonesia pada periode tahun 2001 sampai dengan 2005 dengan membagi menurut penyebab utama kecelakaan sebagai berikut:

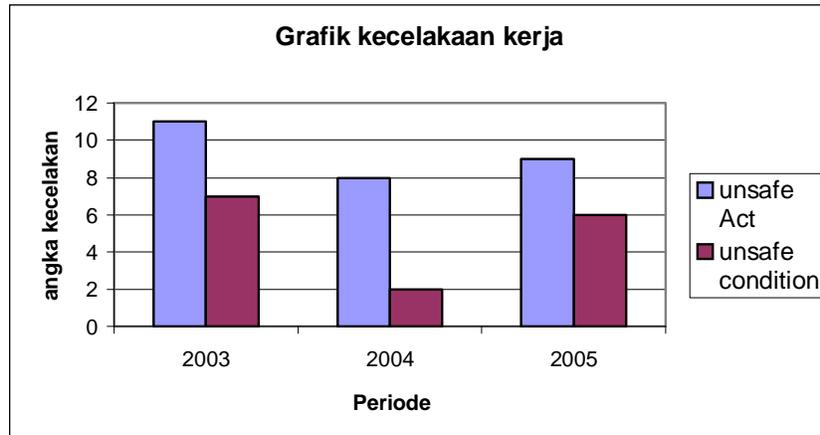
1. Unsafe Act
2. Unsafe Condition

Sehingga berdasarkan tabel kecelakaan kerja maka untuk tiap periode dapat di bagi menjadi :

Tabel 5.1 kecelakaan kerja berdasarkan penyebab

Penyebab	Kecelakaan periode 2003-2005		
	2003	2004	2005
Unsafe Act	37	60	28
Unsafe Condition	2	5	1

Dari tabel diatas maka dapat dibuat grafik kecelakaan kerja sehingga dapat dilihat tingkat kecelakaan kerja untuk tiap periode berdasarkan penyebabnya :



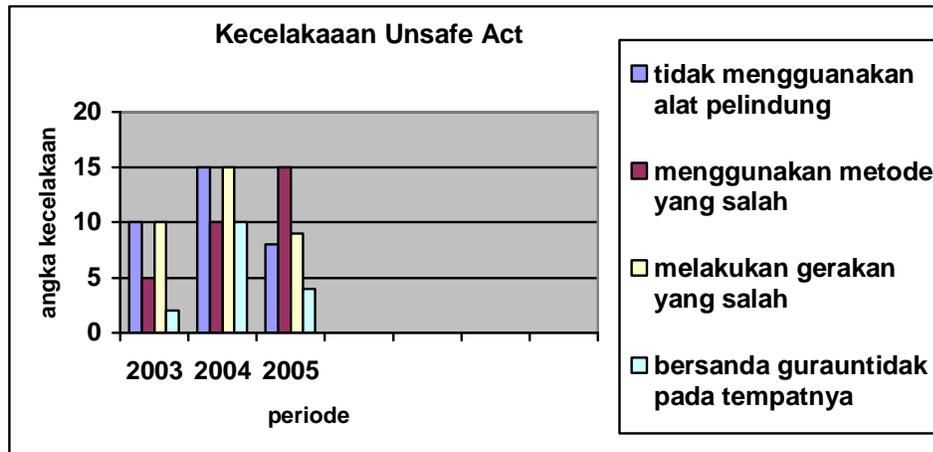
Gambar 5.1 kecelakaankerja berdasarkan penyebab

Dari grafik di atas terlihat bahwa kecelakaan kerja yang diakibatkan unsafe Act dan unsafe condition tidak stabil, ini hal ini dikarenakan pekerjaan pada tiap tahunnya tidak selalu sama.

Dimana grafik pada unsafe act adalah tiap periode dibagi menjadi beberapa tindakan perbuatan yang tidak memenuhi keselamatan kerja :

Tabel 5.2. kecelakaan unsafe act

Tindakan tidak aman	Periode		
	2003	2004	2005
Tidak menggunakan peralatan pelindung	10	15	8
Menggunakan metode yang salah	15	10	7
Melakukan gerakan yang berbahaya	10	15	9
Bersenda gurau bukan pada tempatnya	2	10	4



Dari grafik diatas terlihat bahwa kecelakaan kerja disebabkan karena kebanyakan pekerja melakukan metode yang salah, ini menunjukkan bahwa penggunaan metode yang tepat sangat sulit diterapkan bagi para pekerja.

Sedangkan untuk Unsafe condition dibagi menjadi beberapa keaaan lingkungan yang tidak aman

Kondisi tidak aman	Periode		
	2003	2004	2005
Peralatan kerja/mesin yang kurang efektif	-	1	-
Temperature kurang aman	-	-	-
Lingkungan kurang aman	1	2	1
Kondisi bahaya atmosfer	-	-	-
Ventilasi kurang baik	1	2	-

Tidak ada tanda peringatan	-	-	-
----------------------------	---	---	---

5.2. Tingkat Keparahan

Tingkat keparahan pada kecelakaan para pekerja dilingkungan kapal dibagi menjadi

1. Kematian
2. Cidera yaitu menyebabkan cidera di bagi menjadi :
 - minor
 - moderate
 - serious

dimana masing – masing cidera tersebut mengakibatkan :

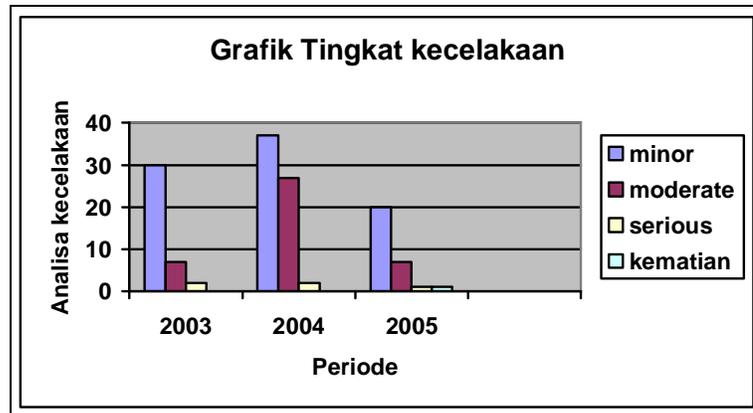
- Hilangkan jam kerja
- Tidak hilangnya hari kerja

Dibawah menunjukkan pengelompokkan kecelakaan kerja berdasarkan akibat dan jenis :

Tabel 5.2 kecelakaan ketja Unsafe condition

Tingkat Cidera	LTA/NLTA	periode		
		2003	2004	2005

Minor	NLTA	30	-	1
Moderate	LTA	7	29	7
Serious	LTA	2	37	21
Kematian	LTA	-	-	1



Gambar 5.2 gambar tingkat kecelakaan kerja

5.3. Analisa Tingkat Keselamatan

Untuk mrngukur tingkat kekerapan kecelakaan kerja berdasarkan kategori kecelakaan kerja yang kehilangan hari kerja yang terjadi selama periode tertentu. Maka digunakan rumus sebagai berikut :

$$Fr = \frac{nCx200000}{N}$$

Dimana :

Fr : Tingkat kekerapan kecelakaan kerja

nC : Jumlah jumlah kecelakaan kerja

N : Jumlah jam orang

Untuk menghitung tingkat keparahan kecelakaan kerja (Sr) :

$$Sr = \frac{nCx1000000}{N}$$

Dimana :

Sr : tingkat keparahan kecelakaan

nC : jumlah hari kerja yang hilang

N : Jumlah jam orang

Untuk Nilai – T – Selamat

$$STS = \frac{IR2 - IR1}{\sqrt{IR1 + IR2}}$$

Dimana :

$IR1$: Tingkat kecelakaan tahun lalu

$IR2$: Tingkat kecelakaan tahun sekarang

Berdasarkan Data dari data yang diperoleh maka:

➤ Data kecelakaan per tri wulan pada tahun 2003 sebagai berikut :

Tabel 5.3 data kecelakaan tahun 2003

	Tri Wulan I	Tri wulan II	Tri wulan III	Tri wulan IV	Total
Jam Orang efektif	143.807 jam orang	190.851 Jam Orang	170.266 Jam Orang	176.343 Jam Orang	681267 jam orang
Tingkat kekerapn kerja (Fr)	34 Jam Orang	47 jam orang	29 jam orang	34 jam orang	144 jam orang

Tingkat keparahan kecelakaan kerja (Sr)	417 Jam orang	686 jam orang	35 jam Orang	73.72 Jam Orang	1212 jam orang
Safe Time score (STS)*	-1.151	1.2	-0.036	-1.36	-1.374

Ket ; (-) berarti terjadi penurunan pada tingkat keselamatan dan kesehatan kerja, tanda (+) berarti terjadi kenaikan pada tingkat keselamatan dan kesehatan kerja*

➤ Data kecelakaan per tri wulan tahun 2004

Tabel 5.3 data kecelakaan tahun 2004

	Tri Wulan I	Tri wulan II	Tri wulan III	Tri wulan IV	Total
Jam Orang efektif	170.347 jam orang	178.556 Jam Orang	184.556 Jam Orang	176.343 Jam Orang	709.802
Tingkat kekerapn kerja (Fr)	0	16.8 jam orang	10.8 jam orang	34 jam orang	61.6
Tingkat keparahan kecelakaan kerja (Sr)	0	0 jam orang	35 jam Orang	73.72 Jam Orang	108.72
Safe Time score	0	-2	-0.71	-1.36	-4.07

Ket ; (-) berarti terjadi penurunan pada tingkat keselamatan dan kesehatan kerja, tanda (+) berarti terjadi kenaikan pada tingkat keselamatan dan kesehatan kerja*

➤ Data kecelakaan per tri wulan tahun 2005

Tabel 5.5 data kecelakaan tahun 2005

	Tri Wulan I	Tri wulan II	Tri wulan III	Tri wulan IV	Total
Jam Orang efektif	187.831 jam orang	241.675 Jam Orang	302.206 Jam Orang	312.239 Jam Orang	1043.951
Tingkat kekerapn kerja (Fr)	26 Jam Orang	27 jam orang	62 jam orang	86 jam orang	201
Tingkat keparahan kecelakaa n kerja (Sr)	26 Jam Orang	200.3 jam orang	95 jam Orang	365.10 Jam Orang	686.4
Safe Time score	0.55	0.009	-1.1	1.25	0.709

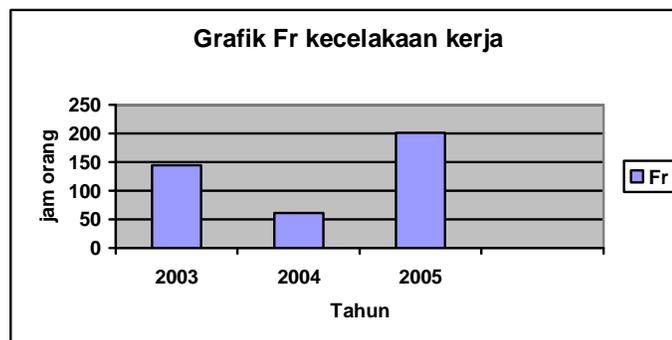
Ket ; (-) berarti terjadi penurunan pada tingkat keselamatan dan kesehatan kerja, tanda (+) berarti terjadi kenaikan pada tingkat keselamatan dan kesehatan kerja*

a) Kecelakaan dibedakan menjadi beberapa kategori :

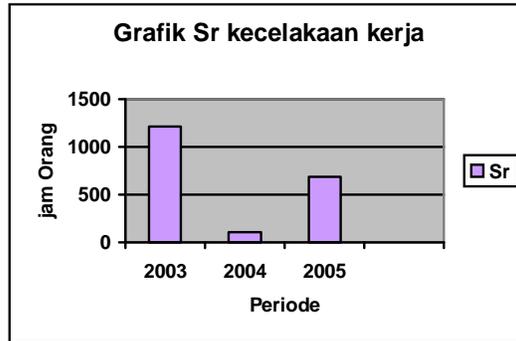
Tabel 5.6 ukuran statistik kecelakaan menurut OSHA

Tahun	Kecelakaan	Fr	Sr	STS
2003	681.267	144	1212	-1.374
2004	709.802	61.6	108.72	-4.07
2005	1043.951	201	686.4	0.709

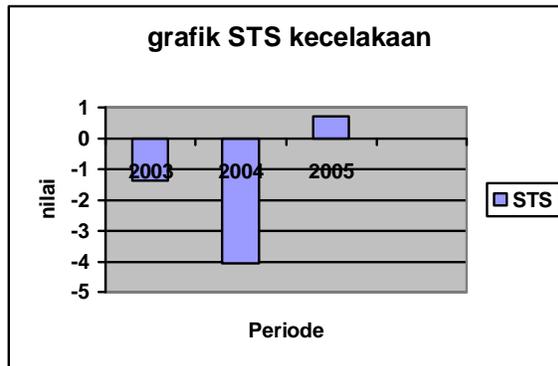
Ket ; (-) berarti terjadi penurunan pada tingkat keselamatan dan kesehatan kerja, tanda (+) berarti terjadi kenaikan pada tingkat keselamatan dan kesehatan kerja*



Gambar 5.5 tingkat kecelakaan kerja menurut OSHA



Gambar 5.6. STS kecelakaan kerja menurut OSHA



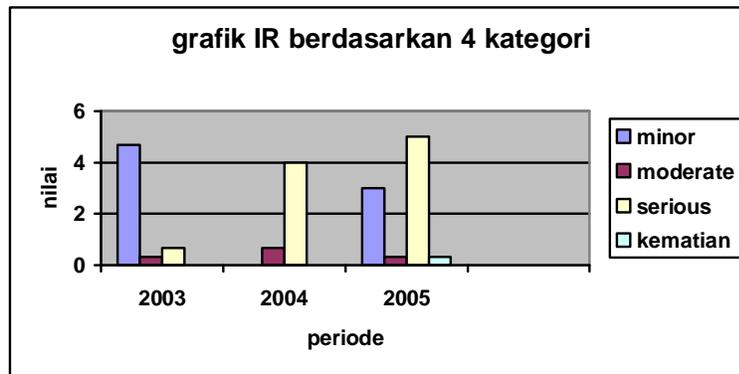
Gambar 5.7 STS kecelakaan kerja menurut OSHA

Dari garfik diatas terlibat bahwa tingkat kekerapan dari tahun ke tahun mengalami naik turun, ini dikarenakan dari pekerjaan yang dilakukan pada setiap periode tidak selalu sama tergantung dari pesanan atau proyek dari PT.Pal Indonesia dan jika dilihat dari grafik nilai tingkat keselamatan periode 2003-2004 adalah -0.10 dan periode tahun 2004 – 2005 adalah -0,44. Hal ini belum mengalami perubahan yang berarti, tetapi jika dibandingkan nilai dua periode tersebut terlihat ada kenaikan nilai, ini ada berarti peningkatan hasil.

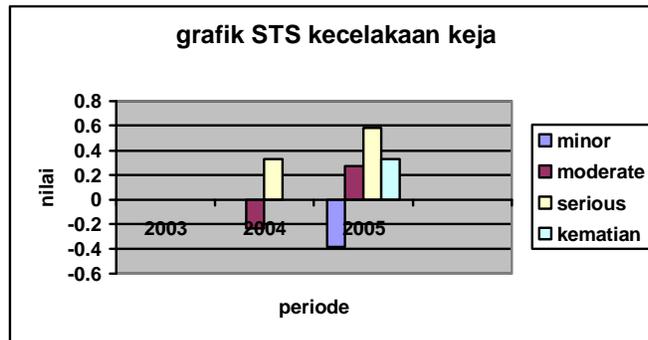
b) Kecelakaan yang dibedakan menjadi 4 kategori :

Tabel 5.7. kecelakaan kerja menurut kategori

Kategori	Tahun	Kec. Kerja	Fr	STS
Minor	2003	30	4.67	
Moderate		7	0.33	
Serious		2	0.67	
kematian		-	0.0	
Minor	2004	-	0.00	
Moderate		29	0.67	-0.23
Serious		37	4.00	0.33
kematian		-	0.00	0.00
Minor	2005	1	3.00	-0.38
Moderate		7	0.33	0.27
Serious		21	5.00	0.58
kematian		1	0.33	0.33



Gambar 5.7 Tingkat keparahan menurut kategori



Gambat 5.8 STS menurut kategori

Nilai tingkat kekerapan kecelakaan yang mengakibatkan kehilangan jam kerja mengalami kenaikan pada 2003 dan tahun 2005 mengalami penurunan seperti tahun 2004. nilai tingkat keselamatan kerja (STS) secara umum masih dalam batas tidak mengalami perubahan berarti (antara -2 sampai +2) tetapi jika dibanding tiap periode maka terlihat peningkatan keselamatan.

BAB VI

TINJAUAN PELAKSANAAN SISTEM MANAJEMEN K3

GALANGAN KAPAL

VI. 1. Tinjauan Umum

Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (SMK3) wajib diterapkan diterapkan di tempat kerja sebanyak seratus atau lebih dan atau mengandung potensi bahaya yang ditimbulkan oleh karakteristik proses atau bahan produksi yang dapat mengakibatkan kecelakaan kerja seperti peledakan, kebakaran, pencemaran, dan penyakit akibat kerja, dimana SMK3 di tempat kerja dilaksanakan oleh pengurus, pengusaha dan keseluruhan tenaga kerja sebagai satu kesatuan terpadu.

Adapun wajib perusahaan dalam penerapan SMK3 adalah :

- a) Menetapkan kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dan manajemen komitmen terhadap penerapan SMK3. pengusaha dan pengurus tempat kerja harus menetapkan kebijakan K3 serta menunjukkan komitmennya terhadap K3 yang diwujudkan dengan menempatkan organisasi K3, menyediakan anggaran, tenaga kerja dibidang K3 di samping itu pengusaha dan pengrus juga melakukan koordinasi terhadap perencanaan K3, melakukan penilaian kerja dan tindak lanjut pelaksanaan K3
- b) Merencanakan pemenuhan kebijakan, tujuan, dan sasaran penerapan K3. dalam merencanakan kegiatan K3 perusahaan harus memuat

tujuan , sasaran dan inikator kinerja dengan mempertimbangkan identifikasi sumber bahaya, penilaian resiko bahaya, dan tingkat pengendalian bahaya sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

- c) Menetapkan kebijakan K3 secara efektif dengan mengembangkan kemampuan dan mekanisme pendukung yang diperlukan untuk mencapai kebijakan, tujuan, dan sasaran K3. suatu tempat kerja dalam menerapkan kebijakan K3 harus dapat mengintegrasikan Sistem Manajemen K3 dalam sistem manajemen perusahaan yang sudah ada.
- d) Mengukur, memantau dan mengevaluasi kinerja K3 serta melakukan tindakan perbaikan dan pecegahan. Dalam mengukur dan mengevaluasi kinerja K3 untuk menentukan tingkat keberhasilan serta menetapkan tindakan perbaikan yang diambil, perusahaan dapat melakukan dengan inspeksi, audit internal SMK3 dan audit Sistem Manajemen K3 yang dilakukan oleh badan audit independen.
- e) Meninjau secara teratur dan meningkatkan pelaksanaan SMK3 secara berkesinambungan dengan tujuan meningkatkan kinerja K3. Perusahaan harus meninjau secara teratur dan selalu meningkatkan kinerja K3 yang telah dicapai agar selalu efektif sesuai tuntutan yang ada.

6.2. Tinjauan Pelaksanaan SMK3 di galangan kapal

Manajemen keselamatan kerja galangan kapal dalam hal ini penulis melakuakn penelitian di galangan kapal PT. Pal Indonesia . telah diberikan selama ini, dapat dilihat pada bab IV dan Bab V sesuai dengan pedoman penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) sebagai berikut :

- 1) **Komitmen Dan Kebijakan**
 - a) Kepemimpinan dan Komitmen pengurus terhadap keselamatan dan kesehatan kerja masih kurang jelas dan tegas, terlihat terhadap penempatan organisasi yang menentukan keputusan perusahaan, walaupun organisasi K3 disamakan dengan organisasi perusahaan tetapi dalam kenyataan organisasi K3 tidak dapat berjalan sesuai fungsi dan perannya. Karena personel kurang mempunyai tanggung jawab, wewenang dan kewajiban yang kurang jelas terhadap K3. Komitmen terhadap anggaran, tenaga kerja yang berkualitas dan saran-sarana lain tidak terlihat di lapangan terbukti untuk peralatan pelindung dan tanda-tanda peringatan bahaya kerja di lapangan.
 - b) Komitmen dan kebijakan terhadap tinjauan awal keselamatan dan kesehatan kerja sudah cukup, walaupun komitmen hanya sebatas pada lisan dan tidak terlihat secara langsung atau tidak tertulis dan terprosedur yang jelas.
 - c) Tidak ada kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja yang dibuat tertulis dan ditandatangani oleh pengusaha atau pengurus yang memuat visi dan tujuan perusahaan, komitmen dan tekad melaksanakan K3.

2) Perencanaan

- a) Perencanaan terhadap indentifikasi bahaya, penilaian da pengendalian resiko dari kegiatan sudah ada tetapi tidak pernah dibuat dalam bentuk tertulis.
- b) Perencanaan untuk peraturan perundangan tentang K3 oleh pengurus belum pernah dilakukan.
- c) Perencanaan tujuan dan sasaran kebijakan K3 dibuat dengan tidak memenuhi kualifikasi, perencanaan indikator kinerja tidak menggunakan indikator yang dapat di ukur, serta perencanaan kegiatan awal dan yang sedang berlangsung tidak menyesuaikan dengan fungsi dan tingkat manajemen perusahaan yang bersangkutan.

3) Penerapan

- a) Penerapan terhadap jaminan kemajuan kemampuan sumber daya manusia yang memiliki kualifikasi sudah berjalan terbukti dengan personalyang mempunyai kualitas yang cukup baik, tetapi untuk masalah sarana dan dana yang memadai sesuai dengan Sistem Manajemen K3 belum dapat terpenuhi. Jaminan terhadap integrasi sistem Manajemen K3 ke dalam sistem manajemen perusahaan sudah cukup baik, sedangkan untuk jaminan kemampuan tanggung jawab dan tanggung gugat belum berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pengurus belum mennjukkan komitmen terhadap K3 melalui konsultasi dalam menerapkan Sistem Manajemen K3.

terlihat dengan tidak ikutnya tenaga kerja dalam pertemuan dan konsultasi. Tidak pernah adanya kompetensi kerja dan pelatihan dari setiap tenaga kerja di perusahaan.

- b) Kegiatan komunikasi dua arah yang efektif belum berjalan dengan manajemen K3 ini dimungkinkan kurang adanya keterbukaan antara kedua belah pihak pengurus maupun tenaga kerja, belum ada kejelasan prosedur pelaporan informasi yang terkait dan tepat waktu dalam usaha menjamin SMK3 dipantau dan ditingkatkan.
- c) Identifikasi terhadap sumber bahaya sudah dilakukan walaupun hanya sebatas identifikasi secara umum dan belum terdokumentasi tetapi untuk lanjutnya seperti penilaian resiko, tindakan pengendalian terhadap sumber-sumber bahaya yang ditemukan dalam identifikasi belum berjalan. Pembuatan prosedur dan intruksi kerja hanya memuat jenis pekerjaan yang dilakukan belum memuat prosedur kerja, perusahaan juga belum mempunyai prosedur menghadapi insiden (penyediaan fasilitas P3K belum memadai), serta prosedur rencana pemulihan keadaan darurat.

5) Pengukuran Dan Evaluasi

Perusahaan telah melakukan inspeksi keselamatan kerja tetapi belum mempunyai prosedur yang jelas untuk inspeksi, pengujian dan pemantauan yang terkait dengan tujuan sasaran K3.

6) Tinjauan Ulang dan Peningkatan

Untuk pelaksanaan tinjauan ulang sistem Manajemen K3 secara berkala untuk menjamin kesesuaian dan keefektifan yang berkesinambungan dalam pencapaian kebijakan dan tujuan keselamatandan Kesehatan Kerja (K3) belim melaksanakan digalangan PT. Pal Indonesia.

BAB VII

KESIMPULAN

Dari hasil analisa kecelakaan kerja dengan FTA (Fault Tree Analisis), Analisa tingkat keselamatan kerja dengan standart OSHA (*Ocupation Safety And Healt Administration*) dan ditinjau dari pelaksanaan SMK3 (*Sistem Keselamatan Dan Kesehatan Kerja*), maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Dari data – data kecelakaan kerja yang dapat, diketahui lokasi – lokasi di area galangan kapal di PT. Pal Indonesia yang mempunyai potensi terhadap terjadinya kecelakaan lokasi itu adalah :
 - a) Pada bengkel assembly dan sub assembly, terutama pada proses pengelasan.
 - b) Pada bengkel fabrikasi terutama pada pemotongan plat, material handling.
 - c) Di yard terutama pada mesin blasting
- 2) Dari analisa dengan Fault Tree analysis didapatkan faktor-faktor penyebab terjadinya kecelakaan yang terperinci. Penyebab-penyebab tersebut dikelompokkan menjadi lima penyebab utama dan kemungkinan:
 - a) Karena kesalahan/ktidak mengertian pekerja terhadap keselamatan kerja di tempat kerja sebesar 36.3 %

- b) Karena kesalahan/kelalaian dari mandor/pengawas pekerjaan terhadap pekerjaan pekerja dan diri pekerja sebesar 18.1%
 - c) Karena manajemen kurang memberi perhatian terhadap keselamatan kerja di perusahaan
 - d) Karena kurang jelas dan tidak tegas dari peraturan yang berlaku
 - e) Karena faktor dari peralatan dan kondisi lingkungan yang tidak baik/aman
- 3) Dari analisa tingkat keselamatan kerja kecelakaan yang terjadi anatar tahun 2003 – 2005.sebesar disebabkan oleh tindakan/perbauatan yang berbahaya, kemudian karena kondisi yang aman.
- 4) Secara umum pelaksanaan sistem Manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3) digalangan kapal PT. Pal Indonesia masih perlu peningkatan yang lebih besar.

