BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Profil Konstruksi *Spherical Tank* PT. Pertamina Persero Balikpapan

Tangki industri minyak merupakan salah satu tempat pengolahan dan penyimpanan produk-produk minyak bumi beserta hasilnya. Dimana tangki berperan dalam bidang industri minyak sangatlah berpengaruh dalam proses produksi produk-produk minyak bumi. Secara garis besar biasanya hasil produksi minyak bumi bersifat cair, tetapi tidak menutup kemungkinan produk hasil minyak bumi dapat berbentuk padat.

Spherical tank yang berlokasi di Kalimantan Timur, Balikpapan. Dimana tangki *Spherical tank* ini dibangun untuk menyimpan sifat cair maupun gas yang dimana biasa *Spherical Tank* disebut dengan LPG *Storage tank.* Dimana *Spherical tank* dengan tekanan 75 psi dan volume mencapai 50.000 *barrel* atau 8.000.000 liter yang berfungsi menyimpan LNG denga suhu mencapai hingga -190^0. Oleh Karena itu, *spherical Tank* menyimpan hasil produk minyak bumi dengan tekanan tinggi, maka dari itu tangki ini memiliki dinding *double* yang di isi dengan *polyorethane foam.*

Gambar 4.1 Konstruksi *Spherical Tank*

4.2. Pekerjaan Perbaikan (*Maintenance*) Tangki LPG 8.000.000 Liter

1. Pekerjaan Persiapan

   Pekerjaan persiapan ini merupakan langkah awal sebelum melakukan pekerjaan baik pembangunan atau perbaikan dari sebuah konstruksi. Oleh karena itu dalam *maintenance* konstruksi tangki LPG (*Liquified Petroleum Gas*) hal yang harus di persiapkan adalah Pelaksana dan pekerja diharuskan membuat atau mengurus pas izin kerja, bukti surat *check up* kesehatan dan lainnya. Pekerja dan pelaksana juga diharuskan mengurus alat-alat keselamatan seperti topi, sarung tangan, sepatu, kacamata dan *full body harness* untuk digunakan di dalam area kilang. Setelah mengurus surat izin dan sebagainya pekerja menyiapkan material dan alat kerja di dalam area kilang seperti menyiapkan dari material yaitu PFP, Cat, *Thinner* dan lain-lain. Dan kemudian, menyiapkan tenaga *safety man* selama pekerjaan berlangsung untuk 63 hari ke depan dalam *maintenance* tangki LPG (*Liquified Petroleum Gas*). Setelah semua sudah di persiapkan baik surat izin kerja, alat *safety*. Pekerja melakukan bongkar pasang *Scaffolding* sebagai alat bantu untuk melakukan pekerjaan di ketinggian.

2. Pekerjaan Perbaikan *Colomn* Utama *Sphere tank* C-20-01-B

   Pada pekerjaan *maintenance* ini melakukan pengerjaan *chipping* pada *beton* yang merupakan pekerjaan mengupas beton yang sudah mengalami *crack* atau retak. Pekerjaan mengupas beton ini dilakukan dengan ketebalan tertentu atau sampai tulangan pada *colomn* terlihat. Dimana *Chipping* ini menggunakan alat *concerete Drill*, pahat dan palu. Penggunaan alat *chipping* berupa *concerete Drill* merupakan alat yang yang berpontensi untuk menimbulkan terjadinya kebakaran atau ledakan pada konstruksi. Sementara untuk penggunaan pahat pada pekerjaan *chipping* dapat memberikan dampak terkenanya tangan pada saat pekerjaan berlangsung.

Gambar 4.2 *Colomn* yang telah dilakukan *chipping*

Setelah proses *chipping* pada beton selesai selanjutnya melakukan pekerjaan *preparasi mechanical colomn* yaitu pekerjaan untuk menghaluskan atau mengikis permukaan yang telah dilakukan pengerjaan *chipping*. Setelah pengerjaan *chipping* dan *preparasi mechanical colomn* dilakukan maka selanjutnya melakukan pekerjaan pengecatan pada *colomn* dengan *material* material PFP *Epoxy Intumescent* yang menggunakan bahan *primer, intermidiate, thinner* dan *Pitt-chart-xp Mesh.* Dimana pengecatan dilakukan untuk memberikan perlindungan pada *colomn* utama pada *sphere tank* C-20-01-B yang termasuk dalam proteksi kebakaran pasif yaitu *fireproofing.* Agar perlindungan dapat menahan *colomn* dari kebakaran dengan *rating* waktu yang ditentukan pengaplikasian *Pitt-chart-xp* dengan ketebalan 15 cm.

Gambar 4.3 Pekerjaan setelah dilakukan pengecatan

3. Pekerjaan Perbaikan *tie rod colomn* utama *tank sphere* C-20-01-B

   Pada pekerjaan perbaikan *tie road colom* pada tangki C-20-01-B memiliki 2 tahap pekerjaan yaitu pekerjaan *preparasi mechanical colomn* dan Pekerjaan pengecatan *colomn* dengan *material PFP Epoxy Intumescent.* Dimana *preparasi mechanical* pada perbaikan *tie road* menggunakan alat *grinding Wheel* untuk mengikis permukaan *tie road* yang berbahan besi. Setelah mengikis *tie road* dengan alat *grinding Wheel* selain menggunakan alat tersebut, untuk memperhalus bagian yang telah di kikis dapat menggunakan amplas untuk memberikan permukaan yang halus agar memudahkan dalam pekerjaan selanjutnya. Dan, setelah mengikis semua *tie road* pada *colomn* utama *sphere tank* C-20-01-B melakukan pekerjaan kedua yaitu mengecat *colomn* dengan *material PFP Epoxy intumescent.* Dimana, pengecatan ini menggunakan bahan yang sama dengan pekerjaan perbaikan *colomn* utama *sphere tank* C-20-01-B yaitu menggunakan bahan *primer, intermidiate, thinner, Pitt-Chart XP* dimana pengerjaan ini dilakukan untuk menahan *collapse* pada *konstruksi* saat kebakaran terjadi. Untuk pengaplikasian *Pitt-Chart XP* dilakukan dengan ketebalan hingga 20-30 cm.

Gambar 4.4 Pekerjaan *maintenance Tie Road*

4. Pekerjaan Penggantian *bordes* di bawah *tank sphere* C-20-01-B

   Pada pekerjaan perggantian *bordes* di bawah *tank sphere* C-20-01-B memiliki 5 pekerjaan yaitu pekerjaan pembongkaran *bordes existing,* Pekerjaan pemasangan pondasi setinggi 50 cm, Pekerjaan pemasangan

bordes 1.5 x 2.5 M *complete* tangga dan Pekerjaan pengecatan *bordes complete.* Pekerjaan pertama yaitu pembongkaran *bordes existing* merupakan pekerjaan pemotongan pada *bordes* dengan menggunakan alat *cutting torch* dimana alat ini merupakan alat yang dapat menimbulkan terjadinya kebakaran pada saat pekerjaan berlangsung. Selanjutnya dilakukan pekerjaan pemasangan pondasi Setinggi 50 cm pada pekerjaan ini membutuhkan bahan seperti batu belah, *semen portland*, pasir beton, kerikil, besi beton, dan kawat beton sementara dalam penggunaan alat menggunakan *excavator* dan *dump truck.* Selanjutnya pekerjaan pemasangan *bordes 1.5 x 2.5 M complete.* Setelah pemasangan bordes melakukan pekerjaan pengecatan *bordes complete.* Untuk Pengecatan pada *bordes* menggunakan cat yang biasa pada umumnya, tidak seperti pada pengecatan *colomn* dan *tie road* utama pada *sphere tank* C-20-01-B.

Gambar 4.5 Pekerjaan *maintenance* Penggantian *bordes* di bawah *tank sphere* C-20-01-B

5. Pekerjaan perbaikan tiang *support* pipa di bawah *tank sphere*

Pekerjaan *maintenance* pada pipa tiang *Support* memiliki 2 kegiatan yaitu Pekerjaan perbaikan tiang *support* dan Pekerjaan pengecatan tiang *support* pipa *material PFP Epoxy intumescent.* Dimana pada kegiatan pertama merupakan kegiatan *maintenance* pada pipa *support* pada tangki. Dalam perbaikan tiang *support* pipa membutuhkan alat seperti *grinding wheel* untuk mengkikis permukaan pada pipa *support.* Dan di haluskan kembali dengan menggunakan amplas agar permukaan tidak

meninggalkan pori-pori. Setelah itu dilanjutkan ke tahap pengecatan tiang pipa *support* dengan *material PFP Epoxy intumescent* yang berfungsi selain memberikan nilai keindahan tetapi memberikan kekuatan untuk menahan panas pada saat kebakaran terjadi dengan *rating* yang telah menjadi standar.

Gambar 4.6 Pekerjaan *maintenance* perbaikan tiang *support* pipa di bawah *tank sphere*

6. Pekerjaan Pembersihan Area Kerja

Pekerjaan pembersihan area kerja pada suatu proyek sangatlah penting untuk menjaga kebersihan pada sekitar lingkungan konstruksi. Dan memudahkan dalam mengakses jalan disekitar proyek.

4.3. Analisis Pengamatan Lapangan

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui potensi kebakaran dan ledakan pada konstruksi *Spherical Tank.* Dalam pengamatan ini berfokus tentang Sistem Proteksi Kebakaran dan Potensi kebararan pada tangki minyak di PT. Pertamina Persero Balikpapan. Dimana Hasil analisis berupa kuisioner dan pengamatan secara langsung di lapangan. Oleh karena itu, pada pengamatan ini berpedoman pada NFPA (*National Fire Protection Association*). Dimana sebagai acuan dalam pengamatan penelitian ini

4.3.1. Penilaian antara potensi kejadian dan Dampak pada *Spherical Tank*

Penilaian kejadian dan dampak pada *Spherical Tank* dapat di identifikasi melalui sebuah analisa yaitu mempertimbangkan kemungkinan ringan atau fatalnya dari potensi yang ditimbulkan dan melakukan kuisioner atau pertanyaan

pada pihak yang bersangkutan dalam *Spherical Tank.* Dalam Penelitian ini melakukan penilaian melalui analisa potensi bahaya dan resiko dimana dari dua parameter ini akan di dapatkan tingkat bahaya pada suatu kegiatan. Untuk mengetahui seberapa besar tingkat bahaya yang di terjadi pada sebuah konstruksi dapat melalui tabel *Risk Matrikx* seperti dibawah ini yaitu:

a. Penilaian Komponen Pada Setiap Pekerjaan Perbaikan *(Maintenance)* Tangki LPG 8.000.000 Liter

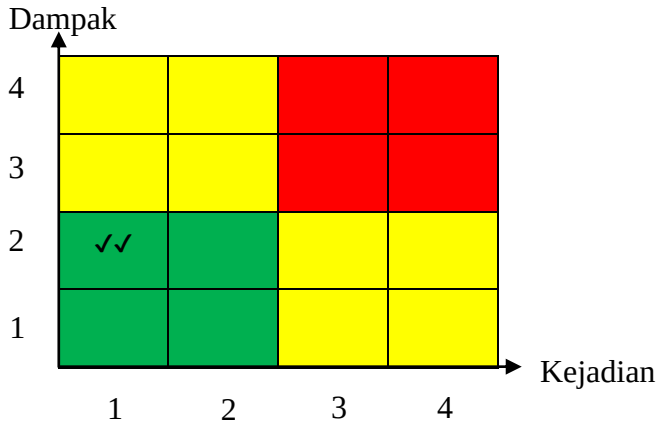
1) Pekerjaan Persiapan

Pada penilaian pekerjaan persiapan ini merupakan kegiatan awal sebelum melakukan pekerjaan selanjutnya. Oleh karena itu, dalam menyiapkan material dan alat kerja di dalam area kilang terbagi menjadi 2 kegiatan yaitu menyiapkan *tenaga safety man* selama pekerjaan berlangsung dan Bongkar pasang *scaffolding.* Pada pekerjaan ini potensi kejadian dan dampak yang terjadi yaitu kegiatan bongkar pasang *scaffolding* dapat berpotensi kejadian terjatuh dengan skala 2(Jarang) dan terpeleset dengan skala 2 (jarang). Untuk kedua potensi kejadian yang terjadi menimbulkan dampak patah tulang dengan skala 2 (Ringan).

Tabel 4.1 Potensi kejadian dan Dampak pekerjaan Persiapan

No	Kegiatan Pekerjaan	Potensi Kejadian	Skala Kejadian				Dampak	Skala Dampak				Risiko Bahaya
			1	2	3	4		1	2	3	4	
1	2	3	4				5	6				7
Paket A	Menyiapkan Material dan alat kerja di dalam area kilang											
	Menyiapkan Tenaga *Safety Man* Selama Pekerjaan Berlangsung	Tidak ada					Tidak ada					0
	Bongkar Pasang *Scaffolding*	Terjatuh	✓				Patah tulang		✓			2
		Terpeleset	✓				Patah tulang		✓			2

Tabel 4.2 *Matriks* Potensi Kejadian Dan Dampak Dari Pekerjaan Persiapan



Keterangan:

Dari hasil tabel potensi kejadian dan dampak pada persiapan pekerjaan risiko yang terjadi pada kegiatan pekerjaan persiapan masih termasuk dalam kategori "Risiko Kecil"

Rata-rata dari hasil dari pekerjaan persiapan ini sebesar:

$$\frac{\Sigma Risiko\ Bahaya}{\Sigma Kegiatan\ pekerjaan} = \frac{2+2}{2} = 2 \text{ Peringkat risiko rendah}$$

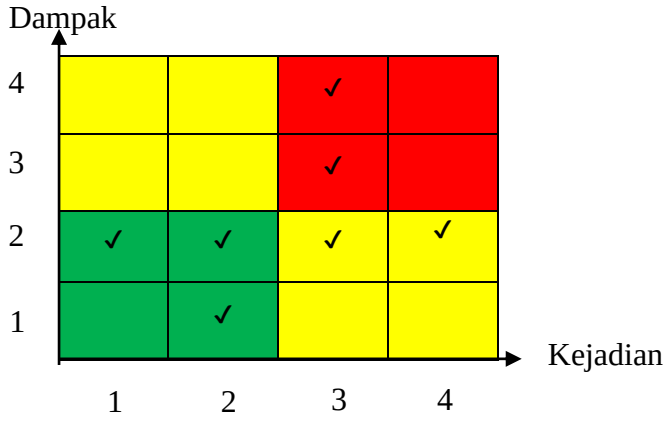
2) Pekerjaan Perbaikan *Colomn* Utama *Tank Sphere* C-20-01-B

Pekerjaan perbaikan *colomn* utama *tank sphere C-20-01-B* adalah pekerjaan yang berfokus pada *colomn* pada tangki yaitu pekerjaan *chipping*, pekerjaan *preparasi mechanical colomn* dan pengecatan pada *colomn.* Pada pekerjaan ini mempunyai dampak dan potensi kejadian baik untuk pekerja maupun konstruksi di area kilang.

Tabel 4.3 Potensi kejadian dan Dampak pada Pekerjaan *Chipping* Beton *Existing* Termasuk Pembersihan Anchor/*Wiremesh*

No	Kegiatan Pekerjaan	Potensi Kejadian	Skala Kejadian				Dampak	Skala Dampak				Risiko Bahaya
			1	2	3	4		1	2	3	4	
1	2	3	4				5	6				7
Paket A	Pekerjaan *Chipping* Beton *Existing* Termasuk Pembersihan Anchor/*Wiremesh*											
	Pekerjaan *Chipping* beton	Debu berterbangan				✓	Terpapar Debu, Iritasi mata dan saluran pernafasan		✓			8
		Aliran Listrik	✓				Luka Bakar		✓			2
	Pembersihan Anchor	Tidak Ada										
	Membuat dan menyetel Bekisting untuk Pesiapan Perbaikan *colomn*	Terjatuh, Terpeleset		✓			Patah Tulang		✓			4
	Mengecor *colomn* Utama *Tank*	Debu Silika			✓		Iritasi mata dan saluran Pernafasan			✓		9
		Kebisingan		✓			Kemampuan berkurang Pendengaran	✓				2
	Mengecat *Colomn* utama	Terpapar debu uap cat			✓		Infeksi Saluran		✓			6
		Thinner *Flammable* / Mudah terbakar			✓		Mudah menyala/Kebakaran				✓	12

Tabel 4.4 Matrik Potensi kejadian dan Dampak pada pekerjaan *Chipping Beton*



Keterangan:

: Risiko Tinggi
: Risiko Sedang
: Risiko Rendah

Dari tabel potensi kejadian dan dampak pada *maintenance colomn* utama pada saat pekerjaan berlangsung yang dapat menimbulkan dampak ledakan atau kebaran adalah pengecatan *colomn utama* dengan material PFP *Epoxy Intumescent* dengan skala 12 yang termasuk dalam kategori "Risiko Besar". Sementara untuk dampak yang dialami oleh pekerja pada pekerjaan *chipping* beton *existing* termasuk pembersihan anchor/*wiremesh* merupakan risiko sedang dimana diantara lainnya adalah patah tulang, iritasi mata, saluran pernafasan dan lain-lainnya.

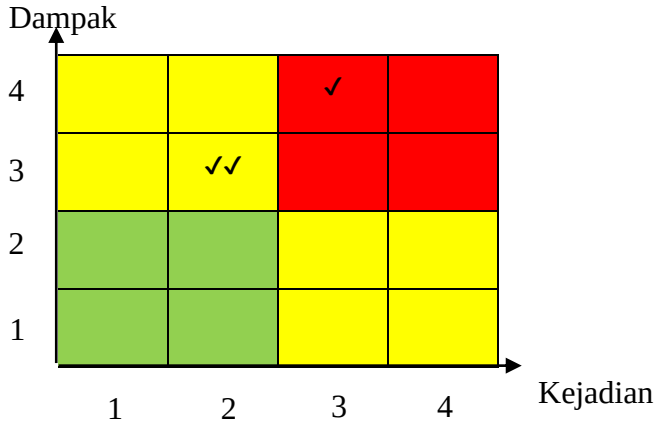
Hasil dari rata-rata dari pekerjaan ini adalah

$$\frac{\Sigma Risiko\ Bahaya}{\Sigma Kegiatan\ pekerjaan} = \frac{8+2+4+9+2+6+12}{7} = 6.14 \text{ Peringkat Risiko Rendah}$$

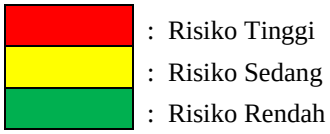
Tabel 4.5 Potensi kejadian dan Dampak pada pekerjaan *Preparasi Mechanical Colomn*

No	Kegiatan Pekerjaan	Potensi Kejadian	Skala Kejadian				Dampak	Skala Dampak				Risiko Bahaya
			1	2	3	4		1	2	3	4	
1	2	3	4				5	6				7
Paket B	Pekerjaan Preparasi Mechanical Colomn											
	Grinding Wheel	Percikan Api,			✓		kebakaran/Luka bakar				✓	12
		Aliran Listrik.		✓			Luka Bakar			✓		6
		Terkena mata pisau		✓			Tergores/terpotong			✓		6

Tabel 4.6 Matrik Potensi kejadian dan Dampak pada pekerjaan *Preparasi Mechanical Colomn*



Keterangan:



Berdasarkan hasil penilaian risiko pada pekerjaan *preparasi mechanical colomn* diperoleh bahwa pekerjaan ini dengan menggunakan alat *grinding wheel* dapat menimbulkan percikan api yang terjadi pada saat penggunaan alat ini.. Hasil dari penilaian risiko penggunaan *grinding wheel* dengan skala 12 dan termasuk dalam kategori "Risiko Besar". Sementara untuk hasil penilaian risiko terhadap pekerja masih termasuk dalam kategori "Risiko Sedang" dimana pekerja mengalami luka bakar, tergores atau terpotongnya tangan.

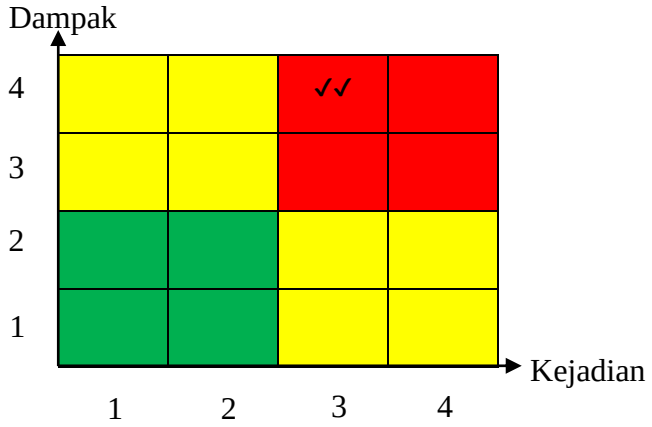
Hasil rata-rata risiko bahaya yang disebabkan pada pekerjaan *preparasi colomn* adalah sebesar :

$$\frac{\Sigma Risiko\ Bahaya}{\Sigma Kegiatan\ pekerjaan} = \frac{12+6+6}{3} = 8 \text{ Peringkat Risiko Sedang}$$

Tabel 4.7 Potensi kejadian dan Dampak pada Pekerjaan Pengecatan Colomn dengan Material PFP *Epoxy Intumescent*

No	Kegiatan Pekerjaan	Potensi Kejadian	Skala Kejadian				Dampak	Skala Dampak				Risiko Bahaya
			1	2	3	4		1	2	3	4	
1	2	3	4				5	6				7
Paket C	Pekerjaan Pengecatan Colomn dengan Material PFP *Epoxy Intumescent*											
	Pekerjaan Pengecatan	*Thinner Flammable atau* Mudah terbakar			✓		Kebakaran/Mudah menyala				✓	12
		Bekerja di ketinggian			✓		Patah Tulang/Kematian				✓	12

Tabel 4.8 Matrik Potensi kejadian dan Dampak pada Pekerjaan Pengecatan Colomn dengan Material PFP *Epoxy Intumescent*



Keterangan:

: Risiko Tinggi
: Risiko Sedang
: Risiko Rendah

Dari tabel potensi kejadian dan dampak yang disebabkan pada pekerjaan perbaikan *colom* utama *tank sphere* C-20-01-B dapat di lihat bahwa yang memiliki "Risiko Tingkat besar" dengan skala 12 yaitu melakukan pengecatan dengan *material PFP Epoxy intumescent*.

Dari data yang ada maka rata-rata dari penilaian risiko dari pekerjaan pengecatan PFP *epoxy intumescent* sebesar :

$$\frac{\Sigma Risiko\ Bahaya}{\Sigma Kegiatan\ pekerjaan} = \frac{12+12}{2} = 12 \text{ Peringkat Risiko Tinggi}$$

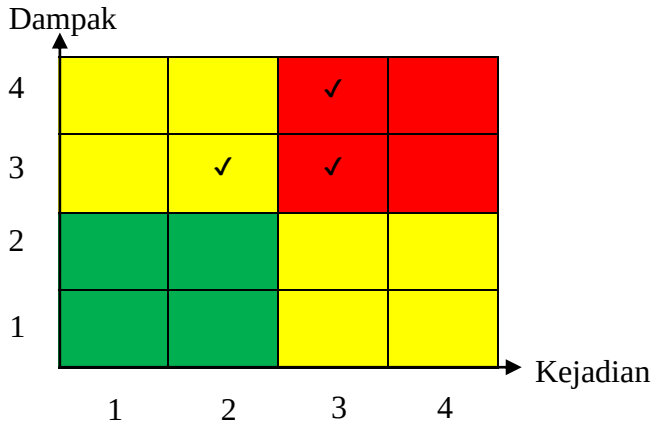
3) Pekerjaan Perbaikan *Tie Road Colomn* Utama *Tank Sphere* C-20-01-B

Pada pekerjaan *tie road colomn* merupakan pekerjaan *maintenance* yang dilakukan untuk mengikis permukaan besi yang mengikat antar *colomn*. Pekerjaan ini dilakukan dengan tujuan untuk menghaluskan permukaan pada. Dimana potensi kejadian dan dampak pada pekerjaan ini yaitu sebagai berikut.

Tabel 4.9 Potensi kejadian dan Dampak pada pekerjaan *preparasi mechanical colomn*

No	Kegiatan Pekerjaan	Potensi Kejadian	Skala Kejadian				Dampak	Skala Dampak				Risiko Bahaya
			1	2	3	4		1	2	3	4	
1	2	3	4				5	6				7
Paket A	Pekerjaan Preparasi *Mechanical Colomn*											
	Grinding Wheel	Aliran Listrik			✓		Tersentrum			✓		9
		Percikan Api			✓		Kebakaran dan kesetrum				✓	12
		Terkena mata pisau		✓			Tergores / terpotong			✓		6

Tabel 4.10 Matrik Potensi kejadian dan Dampak pada pekerjaan *preparasi mechanical colomn*



Keterangan:

: Risiko Tinggi
: Risiko Sedang
: Risiko Rendah

Berdasarkan hasil potensi kejadian dan dampak yang diperoleh dari penilaian risiko pada pekerjaan *tie road colomn* termasuk dalam 2 kategori yaitu "Risiko kecil" dan " Risiko Besar", dimana risiko besar merupakan risiko yan terjadi disebabkan oleh penggunaan alat *grinding wheel* dimana pada saat penggunaannya dapat menimbukan percikan api yang berdampak pada kebakaran atau ledakan pada konstruksi. Sementara risiko kecil disebabkan oleh aliran listrik atau terkena mata pisau.

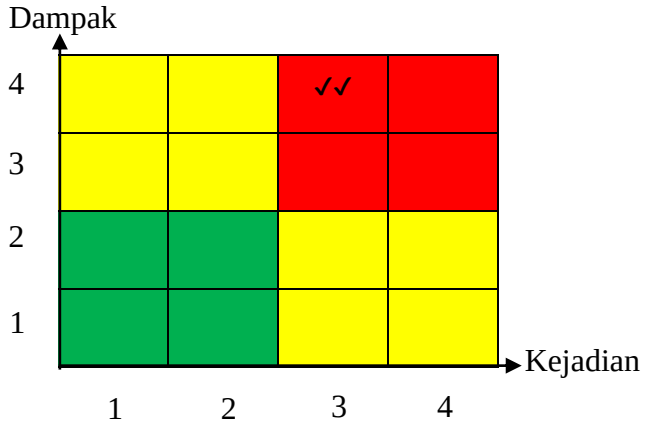
Rata-rata hasil dari penilaian pada pekerjaan ini sebesar:

$$\frac{\Sigma Risiko\ Bahaya}{\Sigma Kegiatan\ pekerjaan} = \frac{9+12+6}{3} = 9 \text{ Peringkat Risiko Tinggi}$$

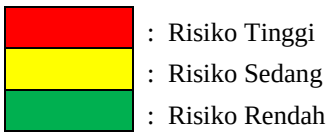
Tabel 4.11 Potensi kejadian dan Dampak pada pekerjaan Pengecatan *Colomn* dengan *Material PFP Epoxy Intumescent*

No	Kegiatan Pekerjaan	Potensi Kejadian	Skala Kejadian				Dampak	Skala Dampak				Risiko Bahaya
			1	2	3	4		1	2	3	4	
1	2	3	4				5	6				7
Paket B	Pekerjaan Pengecatan *Colomn* dengan *Material PFP Epoxy Intumescent*											
	Pekerjaan Pengecatan	*Thinner Flammable/* Mudah terbakar			✓		Kebakaran/Mudah menyala				✓	12
		Bekerja di ketinggian			✓		Patah Tulang/Kematian				✓	12

Tabel 4.12 Matrik Potensi kejadian dan Dampak pada pekerjaan Pengecatan *Colomn* dengan *Material PFP Epoxy Intumescent*



Keterangan:



Dari tabel diatas pada pekerjaan pengecatan dengan material *epoxy intumescent* merupakan pekerjaan yang dapat menimbulkan dampak negatif baik pada konstruksi maupun pada pekerja dimana pekerjaan ini memiliki dampak kebakaran pada konstruksi dan patah tulang/kematian bagi pekerja.

Rata-rata dari hasil penilaian risiko pada pekerjaan pengecatan *colomn* dengan *material* PFP *epoxy intumescent* sebesar:

$$\frac{\Sigma Risiko\ Bahaya}{\Sigma Kegiatan\ pekerjaan} = \frac{12+12}{2} = 12 \text{ Peringkat Risiko Tinggi}$$

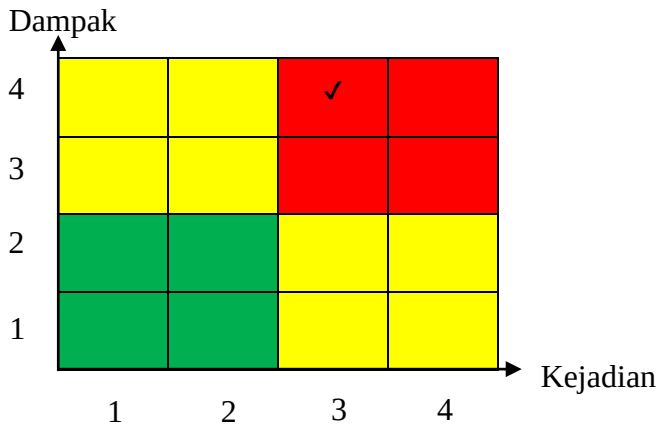
4) Pekerjaan perggantian *bordes* di bawah *tank sphere* C-20-01-B

Pekerjaan ini meliputi beberapa aspek kegiatan mulai dari perggantian bordes di bawah tangga, Pekerjaan pondasi, pemasangan lantai kerja, pemasangan *bordes complete* tangga dan Pengecatan *bordes tangga*. Dari pekerjaan ini potensi kejadian dan dampak yang ditimbulkan dari setiap pekerjaan yang ada yaitu:

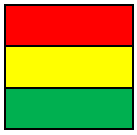
Tabel 4.13 Potensi kejadian dan Dampak pada pekerjaan pembongkaran tiang *colomn bordes*

No	Kegiatan Pekerjaan	Potensi Kejadian	Skala Kejadian				Dampak	Skala Dampak				Risiko Bahaya
			1	2	3	4		1	2	3	4	
1	2	3	4				5	6				7
Paket A	Pekerjaan pembongkaran tiang *colomn bordes*	Percikan api, Cahaya *torch,*			✓		Kebakaran dan luka bakar				✓	12

Tabel 4.14 Matrik Potensi kejadian dan Dampak pada pekerjaan pembongkaran tiang *colomn bordes*



Keterangan:



: Risiko Tinggi

: Risiko Sedang

: Risiko Rendah

Pada pekerjaan pembongkaran tangga diperoleh hasil penilaian risiko yang dapat menyebabkan kebakaran atau luka bakar pada pekerja karena penggunaan alat *cutting torch*. Dimana alat *cutting torch* dapat menimbulkan percikan api pada saat digunakan.

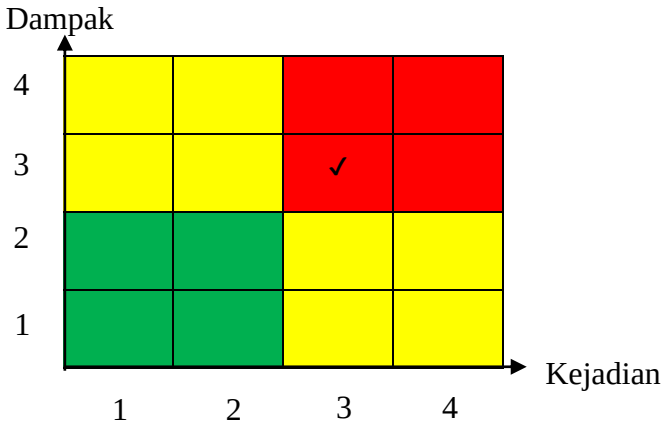
Oleh karena itu, penilaian risiko pada pekerjaan ini termasuk dalam kategori "risiko besar" dengan skala 12. Sementara untuk hasil rata-rata dari pekerjaan ini sebesar:

$$\frac{\Sigma Risiko\ Bahaya}{\Sigma Kegiatan\ pekerjaan} = \frac{12}{1} = 12 \text{ Peringkat Risiko Sedang}$$

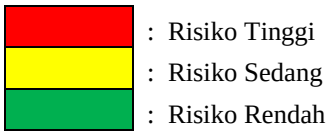
Tabel 4.15 Potensi kejadian dan Dampak pada pemasangan Pondasi Setinggi 50 cm

No	Kegiatan Pekerjaan	Potensi Kejadian	Skala Kejadian				Dampak	Skala Dampak				Risiko Bahaya
			1	2	3	4		1	2	3	4	
1	2	3	4				5	6				7
Paket B	Pemasangan Pondasi Setinggi 50 cm											
	Penggalian Pondasi	Kurang Fokus			✓		Menabrak pekerja di sekitar proyek			✓		9

Tabel 4.16 Matrik Potensi kejadian dan Dampak pada Pemasangan Pondasi Setinggi 50 cm



Keterangan:



Dari tabel penilaian risiko potensi kejadian dan dampak pada pekerjaan penggalian pondasi dimana pekerjaan ini menggunakan *dump tuck* dan *excavator*. Oleh karena itu, untuk membawa alat berat seperti 2 alat yang digunakan membutuhkan konsentrasi dan fisik yang sehat. Jika, tidak dalam keadaan sehat dan tidak konsentrasi maka dapat menimbulkan dampak yaitu menabrak pekerja di sekitar area.

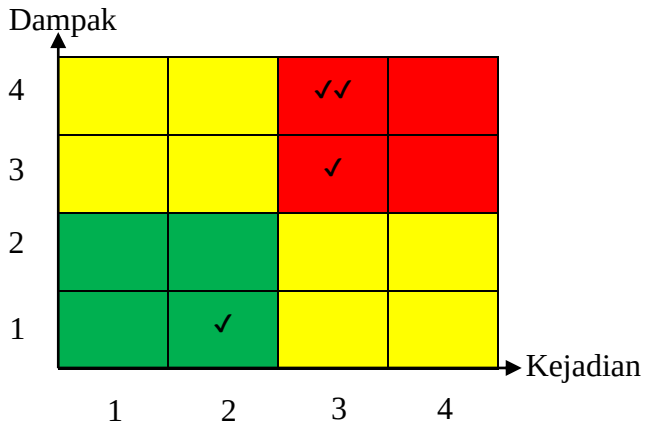
Dimana risiko ini termasuk dalam kategori “Risiko Sedang”. Hasil rata-rata dari pekerjaan ini sebesar :

$$\frac{\Sigma Risiko\ Bahaya}{\Sigma Kegiatan\ pekerjaan} = \frac{9}{1} = 9 \text{ Peringkat Risiko Tinggi}$$

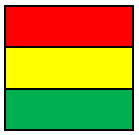
4.17 Potensi kejadian dan Dampak pada Pekerjaan Pemasangan Lantai baja

No	Kegiatan Pekerjaan	Potensi Kejadian	Skala Kejadian				Dampak	Skala Dampak				Risiko Bahaya
			1	2	3	4		1	2	3	4	
1	2	3	4				5	6				7
Paket C	Pemasangan Lantai baja											
	Pekerjaan Pembesian	Bekerja di ketinggian			✓						✓	12
	Pekerjaan Bekisting	Bekerja di ketinggian			✓						✓	12
	Pekerjaan Mengecor	Debu Silika			✓		Iritasi mata dan saluran Pernafasan			✓		9
		Kebisingan		✓			Kemampuan berkurang Pendengaran	✓				2

Tabel 4.18 Matrik Potensi kejadian dan Dampak pada Pekerjaan Pemasangan Lantai baja



Keterangan:



: Risiko Tinggi
: Risiko Sedang
: Risiko Rendah

Dampak Berdasarkan Tabel potensi kejadian dan Dampak pada pekerjaan pemasangan lantai baja dapat disimpulkan bahwa potensi terjadinya kecelakaan terjadi pada *human error* yaitu pada saat melakukan pekerjaan pembesian dan pekerjaan bekisting yang

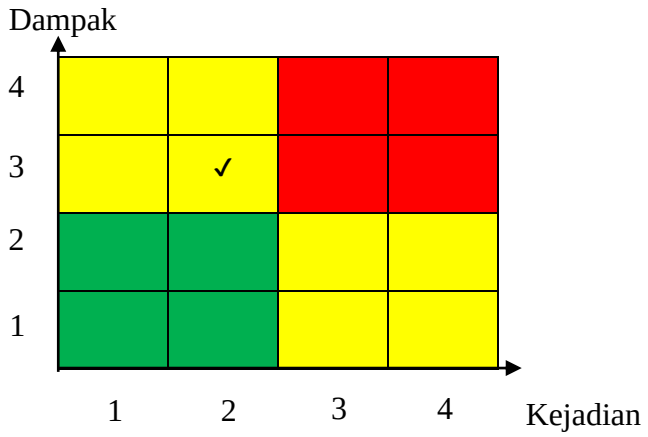
disebakan karena bekerja di ketinggian selain dapat mengalami terjatuh pekerja dapat mengalami terkena besi saat bekerja skala 12 yang termasuk dalam tingkat "Risiko besar". Hasil rata-rata dari pekerjaan ini sebesar:

$$\frac{\Sigma Risiko\ Bahaya}{\Sigma Kegiatan\ pekerjaan} = \frac{12+12+9+2}{4} = 8{,}75 \text{ Peringkat Risiko Tinggi}$$

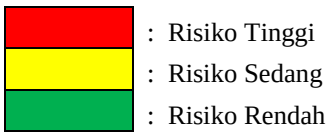
Tabel 4.19 Potensi kejadian dan Dampak pada Pekerjaan Pemasangan Bordes 1.5 x 2.5 M *complete* tangga

No	Kegiatan Pekerjaan	Potensi Kejadian	Skala Kejadian				Dampak	Skala Dampak				Risiko Bahaya
			1	2	3	4		1	2	3	4	
1	2	3	4				5	6				7
Paket D	Pekerjaan Pemasangan Bordes 1.5 x 2.5 M *complete* tangga											
	Fabrikasi Bordes	Terkena bordes		✓			Terbentur pada saat pemasangan bordes			✓		6

Tabel 4.20 Matrik Potensi kejadian dan Dampak pada Pekerjaan Pemasangan Bordes 1.5 x 2.5 M *complete* tangga



Keterangan:



Dampak Berdasarkan penilaian dari pekerjaan pemasangan bordes 1.5 X 2.5 m didapatkan bahwa potensi pada pekerjaan ini tidak termasuk dalam kategori risiko besar. Akan tetapi, walaupun tidak termasuk

dalam kategori risiko besar. Pekerja harus tetap melakukan pekerjaan dengan SOP yang ada atau Metode pekerjaan yang sesuai arahan.

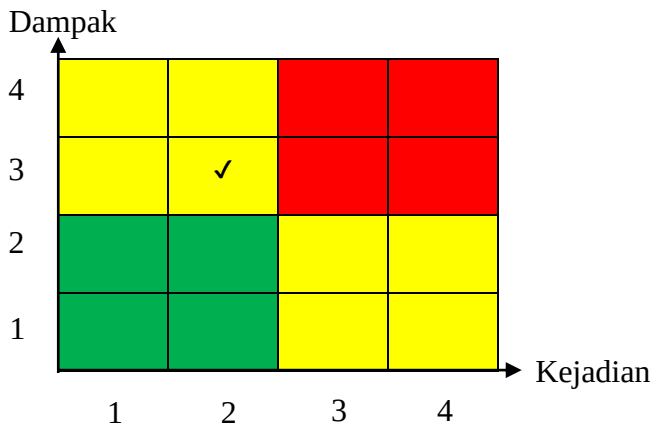
Hasil rata-rata penilaian risiko dari pekerjaan ini sebesar:

$$\frac{\Sigma Risiko\ Bahaya}{\Sigma Kegiatan\ pekerjaan} = \frac{6}{1} = 6 \text{ Peringkat Risiko Sedang}$$

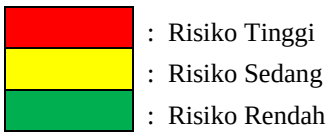
Tabel 4.21 Potensi kejadian dan Dampak pada Pekerjaan Pengecatan *Bordes Complete*

No	Kegiatan Pekerjaan	Potensi Kejadian	Skala Kejadian				Dampak	Skala Dampak				Risiko Bahaya
			1	2	3	4		1	2	3	4	
1	2	3	4				5	6				7
Paket E	Pekerjaan Pengecatan *Bordes Complete*	Terpapar uap cat	✓				Saluran pernafasan	✓				6

Tabel 4.22 Matrik Potensi kejadian dan Dampak pada Pekerjaan Pengecatan *Bordes Complete*



Keterangan:



Dampak Berdasarkan penilaian dari pengecatan *bordes complete* merupakan pekerjaan yang tidak menimbulkan dampak yang fatal.

Karena, material yang digunakan tidak bersifat mudah terbakar. Tetapi dampak yang ditimbulkan dapat mengganggu sistem pernapasan pekerja. Pada pekerjaan ini termasuk dalam kategori " Risiko Rendah"

Dan hasil rata-rata dari pekerjaan pengecatan *bordes complete* sebesar:

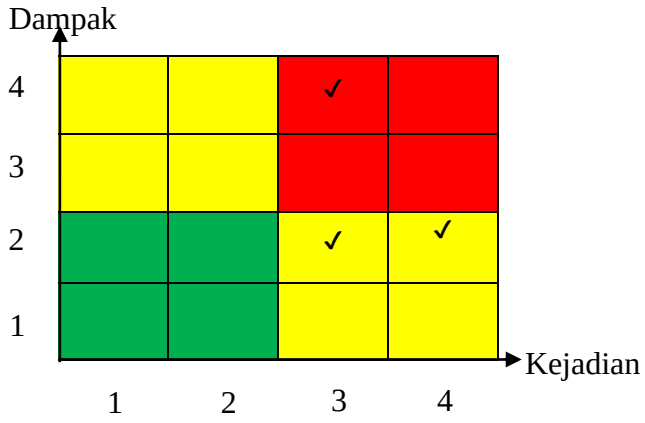
$$\frac{\Sigma Risiko\ Bahaya}{\Sigma Kegiatan\ pekerjaan} = \frac{6}{1} = 6 \text{ Peringkat Risiko Sedang}$$

5) Pekerjaan Perbaikan *Support* Pipa di bawah *Tank Sphere* C-20-01-B

Tabel 4.23 Potensi kejadian dan Dampak pada Pekerjaan Perbaikan Tiang *Support* Pipa di bawah *Tank Sphere* C-20-01-B

No	Kegiatan Pekerjaan	Potensi Kejadian	Skala Kejadian				Dampak	Skala Dampak				Risiko Bahaya
			1	2	3	4		1	2	3	4	
1	2	3	4				5	6				7
Paket A	Pekerjaan Perbaikan Tiang *support*											
	Grinding Wheel	Percikan Api			✓		Kebakaran/Luka Bakar				✓	12
		Cahaya Torch				✓	Terpapar cahaya: Iritasi Mata		✓			8
		Debu			✓		Iritasi mata, dan Saluran Pernafasan		✓			6

Tabel 4.24 Matrik Potensi kejadian dan Dampak pada Pekerjaan Perbaikan Tiang *Support* Pipa di bawah *Tank Sphere* C-20-01-B



Keterangan:

: Risiko Tinggi
: Risiko Sedang
: Risiko Rendah

Dampak pada penilaian risiko pekerjaan perbaikan tiang *support* adalah pekerjaan yang menimbulkan dampak yang tidak diinginkan baik pada konstruksi maupun pekerja. Dimana dampak yang terjadi seperti percikan api, cahaya *torch* dan debu. Yang mana, dapat dari percikan api atau cahaya torch dapat menyebabkan kebakaran dan ledakan pada area proyek.

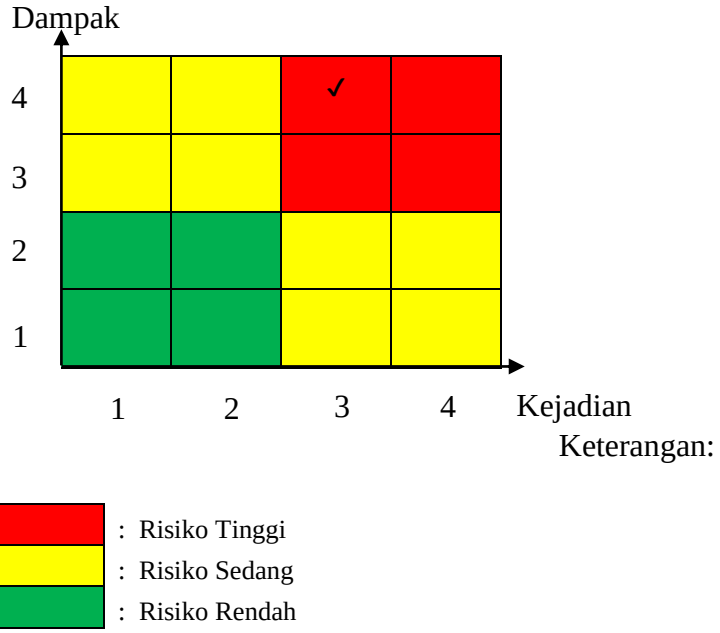
Hasil rata-rata dari penilaian risiko pada pekerjaan tiang *support* sebesar

$$\frac{\Sigma Risiko\ Bahaya}{\Sigma Kegiatan\ pekerjaan} = \frac{12+8+6}{3} = 8.6$$ Peringkat Risiko Sedang

Tabel 4.25 Potensi kejadian dan Dampak pada Pekerjaan Pengecatan *colomn* dengan *material PFP*

No	Kegiatan Pekerjaan	Potensi Kejadian	Skala Kejadian				Dampak	Skala Dampak				Risiko Bahaya
			1	2	3	4		1	2	3	4	
1	2	3	4				5	6				7
Paket B	Pekerjaan Pengecatan *colomn* dengan *material PFP Epoxy Intumescent*	Terpapar uap cat dan *Thinner* mudah terbakar			✓		Kebakaran dan Ledakan				✓	12

Tabel 4.26 Matrik Potensi kejadian dan Dampak pada Pekerjaan Perbaikan *Support* Pipa di bawah *Tank Sphere* C-20-01-B



Dampak Berdasarkan Tabel potensi kejadian dan Dampak pada pekerjaan Pengecatan *colomn* dengan *material PFP Epoxy Intumescent* dapat disimpulkan bahwa potensi terjadinya kebakaran atau ledakan pada tangki disebabkan karena pekerjaan pengecatan menggunakan material *thinner* yang mudah terbakar oleh karena itu pekerjaan ini termasuk dalam kategori "Risiko Besar" dengan skala 12.

Rata-rata penilaian risiko dari pekerjaan pengecatan *colomn* dengan *material PFP Epoxy Intumescent* sebesar

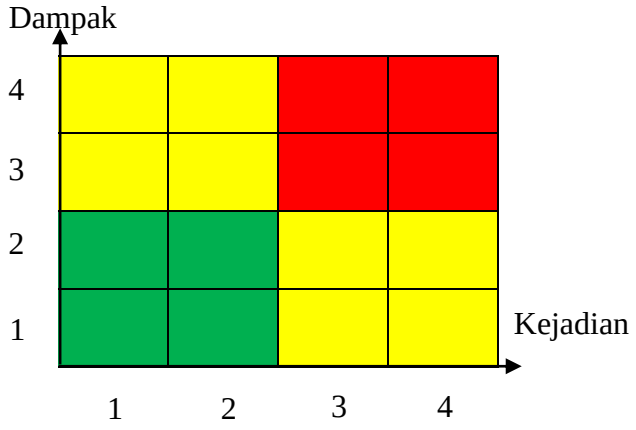
$\frac{\Sigma Risiko\ Bahaya}{\Sigma Kegiatan\ pekerjaan} = \frac{12}{1}$ = 12 Peringkat Risiko Tinggi

6) Pekerjaan Pembersihan Lahan

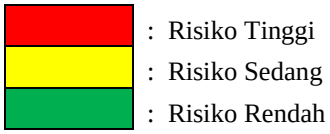
Tabel 4.27 Potensi kejadian dan Dampak pada Pekerjaan Pembersihan Lahan

No	Kegiatan Pekerjaan	Potensi Kejadian	Skala Kejadian				Dampak	Skala Dampak				Risiko Bahaya
			1	2	3	4		1	2	3	4	
1	2	3	4				5	6				7
Paket A	Pekerjaan Pembersihan Alat dan Kerja	Tidak Ada					Tidak Ada					0

Tabel 4.28 Matrik Potensi kejadian dan Dampak pada Pekerjaan Pembersihan Lahan



Keterangan:



Dampak Dari tabel Potensi kejadian dan Dampak pada pekerjaan pembersihan lahan di area *sphere tank* C-20-01-B tidak memberikan dampak atau risiko apapun.

b. Penilaian terhadap faktor kebakaran dan ledakan diluar pekerjaan *maintenance* pada tangki 8.0000.000 Liter

1) BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion)

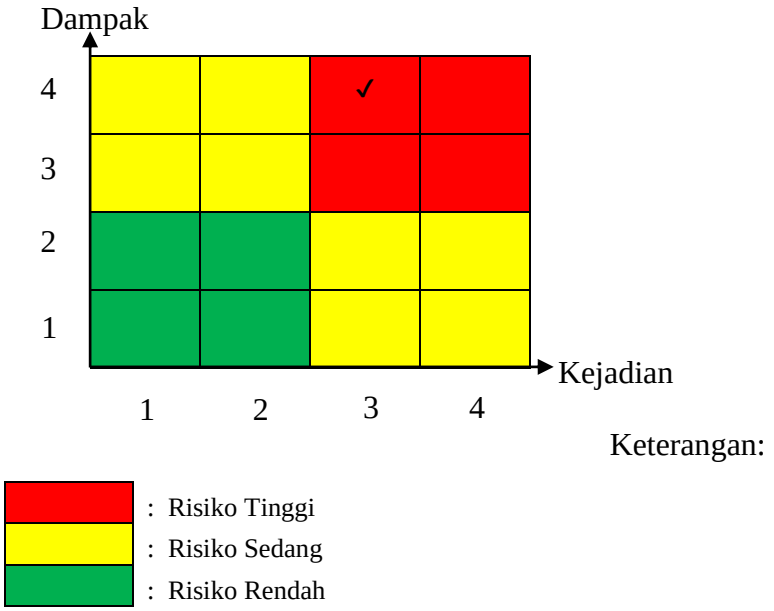
Bleve merupakan kejadian dimana tekanan atmosfer lebih tinggi dari batas yang ada. Sehingga menyebabkan terjadinya ledakan dan

kebaran pada tabung yang menampung minyak atau gas yang bertekanan tinggi.

Tabel 4.29 Potensi kejadian dan Dampak pada BLEVE

No	Kegiatan Pekerjaan	Potensi Kejadian	Skala Kejadian				Dampak	Skala Dampak				Risiko Bahaya
			1	2	3	4		1	2	3	4	
1	2	3	4				5	6				7
A	Bleve	Tekanan melebihi batas yang ada			✓		Kebakaran atau ledakan				✓	12

Tabel 4.30 Matrik Potensi kejadian dan Dampak pada *(Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion)*



Dampak Berdasarkan tabel potensi kejadian dan Dampak pada pada *BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion)* yang dapat disimpulkan bahwa potensi terjadinya kebakaran atau ledakan pada tangki disebabkan karena meningkatnya suhu pada tempat penyimpanan minyak atau gas.Oleh karen itu, *Bleve* termasuk dalam kategori "Risiko Besar" dengan skala 12.

Dan hasil rata-rata dari penilaian risiko *Bleve sebesar:*

$$\frac{\Sigma Risiko\ Bahaya}{\Sigma Kegiatan\ pekerjaan} = \frac{12}{1} = 12 \text{ Peringkat Risiko Tinggi}$$

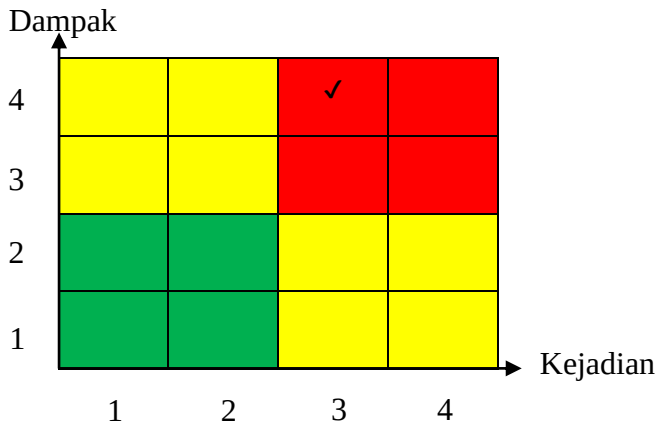
2) Vapour Cloud Explosion

Vapour Cloud Explosion merupakan bahan yang mudah terbakar yang keluar dari tangki dan menuju atmosfer lalu membentuk sebuah awan uap yang terus bergerak. Dan VCE ini akan terbakar jika pada konsentrasi awan uap berada di antara LEL dan UEL (Permatasari, desy indah:2015).

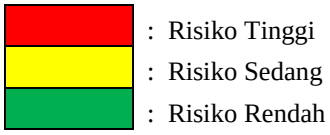
Tabel 4.31 Potensi kejadian dan Dampak pada *Vapour Cloud Explosion*

No	Kegiatan Pekerjaan	Potensi Kejadian	Skala Kejadian				Dampak	Skala Dampak				Risiko Bahaya
			1	2	3	4		1	2	3	4	
1	2	3			4		5		6			7
1	*Vapour Cloud Explosion*	Terdispersinya bahan bakar dengan udara			✓		Ledakan				✓	12

Tabel 4.32 Matrik Potensi kejadian dan Dampak pada *Vapour Cloud Explosion*



Keterangan:



Dampak Pada penilaian risiko Potensi kejadian dan Dampak pada *Vapour Cloud Explosion* adalah terdispersinya bahan bakar dengan

oksigen yang menimbulkan dampak yang tidak diinginkan baik pada konstruksi maupun pekerja. Dimana dampak yang terjadi seperti percikan api, cahaya *torch* dan debu. Yang mana, dapat dari percikan api atau cahaya torch dapat menyebabkan kebakaran dan ledakan pada area proyek.

Hasil rata-rata dari penilaian risiko pada pekerjaan tiang *support* sebesar

$\frac{\Sigma Risiko\ Bahaya}{\Sigma Kegiatan\ pekerjaan} = \frac{12}{1}$ = 12 Peringkat Risiko Tinggi

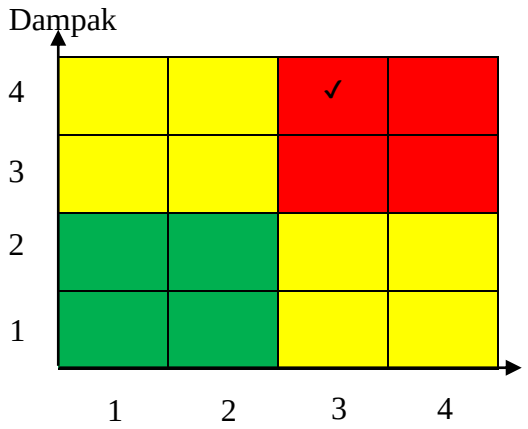
3) **Kebocoran**

Kebocoran dapat terjadi pada tangki atau pipa penyaluran yang. Karena kurangnya pengecekan atau perawatan yang tidak sesuai dengan standar yang ada. Oleh karena itu, Kebocoran pada tangki atau pipa penyalur produk-produk hasil bumi dapat menimbulkan terjadi kebakaran dan ledakan.

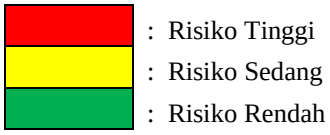
Tabel 4.33 Potensi kejadian dan Dampak pada Kebocoran

No	Kegiatan Pekerjaan	Potensi Kejadian	Skala Kejadian				Dampak	Skala Dampak				Risiko Bahaya
			1	2	3	4		1	2	3	4	
1	2	3	4				5	6				7
1	kebocoran	Kurangnya perawatan pada tangki atau pengecekan			✓		Kebakaran atau ledakan				✓	12

Tabel 4.34 Matrik Potensi kejadian dan Dampak pada Kebocoran



Keterangan:



Dari tabel penilaian risiko potensi kejadian dan dampak pada kebocoran tempat penyimpanan minyak dan gas serta hasil produk-produk minyak bumi, disebabkan kurangnya melakukan pengecekan terhadap tangki penyimpanan. Dimana dampak yang ditimbulkan dapat terjadinya kebakaran dan ledakan yang tidak diinginkan

Dimana risiko ini termasuk dalam kategori "Risiko Besar". Hasil rata-rata dari pekerjaan ini sebesar :

$$\frac{\Sigma Risiko\ Bahaya}{\Sigma Kegiatan\ pekerjaan} = \frac{12}{1} = 12 \text{ Peringkat Risiko Besar}$$

4.3.2 Penilaian Sistem Proteksi Kebakaran

Dalam Proteksi Kebakaran dan ledakan pada tangki industri minyak sangat membutuhkan sarana proteksi dalam kebakaran dan ledakan yang terjadi. Berdasarkan, Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. Kep 186/ MEN/1999 tentang Penanggulangan Kebakaran di tempat kerja. Oleh karena itu, dalam memproteksi kebakaran dan ledakan pada tempat kerja mengharuskan setiap instansi untuk melakukan tindakan mitigasi pada tempat kerja yang dapat menyebabkan kerugian materiil maupun tenaga kerja. Dalam Sistem proteksi kebakaran terbagi menjadi dua bagian dimana yaitu:

a. Sistem proteksi aktif

Sistem Proteksi Aktif merupakan sistem yang bergerak dengan tujuan untuk memadamkan api. Dimana sistem proteksi api ini yang di gerakkan oleh manusia itu sendiri. Dalam Sistem proteksi aktif terbagi menjadi beberapa kelompok yaitu:

1. Sistem deteksi dan alarm kebakaran

   Dalam konstruksi tangki minyak untuk sistem deteksi alarm kebakaran sudah termasuk baik dan berfungsi sesuai dengan fungsinya.

2. Sistem Air pemadaman

   Sistem air pemadaman adalah proteksi kebakaran berupa air dimana dari titik awal sampai terpancarnya air ke titik kejadian kebakaran dan ledakan. Sistem air pemadaman terbagi menjadi beberapa komponen yang termasuk dalam kategori sistem air pemadaman yaitu:

   a) Sumber dan air pemadaman

      Sumber dan air pemadaman pada konstruksi tangki industri minyak

b. Sistem proteksi Pasif

Sistem Proteksi pasif ini merupakan sistem yang berproteksi pada sebuah kesatuan dari sebuah konstruksi yang ada. Dimana penilaian sistem proteksi pasif ini yaitu:

1) Penghalang (*Barrier*)

   Pada sistem proteksi penghalang pada tangki industri minyak sudah cukup memadai dalam penanganan pemadaman api.

2) Jarak aman

   Dalam penanganan jarak aman pada sebuah konstruksi A ke konstruksi B membutuhkan sekitar 6 m untuk mencegah terjadinya kebakaran dan ledakan pada area. Oleh karena itu,penilaian dalam jarak aman untuk konstruksi tangki minyak termasuk dalam kategori baik. Karena telah sesuai dengan standar yang ada dan berlaku.

3) Pelindung tahan api

Pelindung tahan api ini digunakan pada bagian konstruksi yang merupakan struktur penyangga atau kolom utama yang mudah terbakar. Dimana setiap penyangga atau kolom diberikan lapisan agar dapat menahan panas bila terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki. Dan penilaian pada Pelindung tahan api ini cukup baik karena dapat menahan dalam *rating* 2 jam untuk menahan penyangga tidak roboh dengan cepat karena adanya kebakaran dan ledakan yang terjadi.

4.4 Analisis Risiko secara menyeluruh

Setelah dilakukan pendekatan menggunakan rumus *risk* = *event* x *impact*, dan digambarkan dengan tabel *risk matrix*, lalu rata-rata nilai risiko dari masing-masing pekerjaan dihitung dengan rumus $\overline{X} = \frac{Julah\ potensi\ kejadian\ x\ \ Nilai\ risiko}{Total\ jumlah\ potensi\ kejadian}$. Hasil yang diperoleh dirangkum dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 4.35 Analisis risiko secara menyeluruh

No	Kegiatan Pekerjaan	Sub-Pekerjaan	Hasil Rata-Rata	Kategori Risiko
1	Pekerjaan Persiapan	- Menyiapkan Material dan alat kerja di dalam area kilang	2	Risiko Rendah
2	Pekerjaan Perbaikan *Colomn utama tank sphere* C-20-01-B	- Pekerjaan *chipping* beton *existing* termasuk pembersihan *anchor/Wiremesh* - Pekerjaan *preparasi mechanical colomn* - Pekerjaan pengecatan *colomn* dengan material *PFP Epoxy intumescent*	7.58	Risiko Sedang
3	Pekerjaan Perbaikan *Tie road colomn* utama *tank sphere* C-20-01-B	- Pekerjaan *Preparasi mechanical colomn* - Pekerjaan pengecatan *colomn* dengan material *PFP epoxy intumescent*	10.2	Risiko Tinggi
4	Pekerjaan Penggantian *Bordes* dibawah *tank sphere* C-20-01-B	- Pekerjaan pembongkaran tangga - Pemasangan Pondasi setinggi 50 cm - Pemasangan Lantai baja - Pekerjaan pemasangan *Bordes* 1.5x2.5 M *complete* tangga	8.5	Risiko Sedang

		- Pekerjaan pengecatan *bordes* tangga		
5	Pekerjaan perbaikan *Support pipa* dibawah *tank sphere* C-20-01-B	- Pekerjaan *preparasi mechanical colomn* - Pekerjaan pengecatan *colomn* dengan material *PFP epoxy intumescent*	9.5	Risiko Tinggi
6	Pekerjaan Pembersihan Lahan	- Pekerjaan pembersihan alat kerja	0	Risiko Rendah

Hasil dari tabel menyeluruh penilaian risiko menunjukkan bahwa pekerjaan yang memiliki tingkat risiko paling tinggi adalah pekerjaan perbaikan *tie road colomn* utama *sphere tank* C-20-01-B dengan nilai rata-rata 10.2 risiko tinggi dan pekerjaan perbaikan *support* pipa dibawah *tank sphere* C-20-01-B dengan nilai rata-rata risiko sebesar 9.5 risiko tinggi,

Menurut NFPA (*National Fire Protection Association*) 58-59, standar desain yang digunakan dalam konstruksi pembangunan *spherical tank* meliputi *API (American Petrolium Institute)* dan *ASME (American Society of Mechanical Engineering).* Dimana tanki harus di desain, Di fabrikasi, di uji, dan berstandar *DOT*, *ASME Boiler and pressure vessel/code section* VIII atau *API*. *ASME code for unfired pressure vessel for petroleum Liquid and Gas*. Standar desain yang digunakan dalam pembangunan *spherical tank* Pertamina ini menggunakan *ASME Section VIII* divisi 2, dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 4.36 Desain data dari *shopdrawing*

Design Data		
Code		*ASME Sec.VIII Div.2-1980*
Content		*LPG*
Capacity Actual (Operating)		42000 (53000) *bbl*
Press	*Design*	*See note*
	Operating	-
Temp	*Design*	25-60 ^{o}C

Operating	-
Corrosion Allowance	3.0 mm
Inside Diameter	2350 mm
Height Of Tank Equator	15650 mm (*From* G2)
No. Of Colomn	φ812.8-18 *sets*
Joint Efficiency	1.0
Radiograph	100% (*By Ethers*)
Seismic Factor	0.07875
Wind Velocity	35 m/*sec*
Hydro Test Pressure	16.4922 kg/g
Leak Test Pressure	-
No.Of Required	1 Sets
Empty Weight	886011 Kg
Print	Per Spec x-1 code c
Insulation	*No*

Berdasarkan standar yang ada pada *NFPA* (*National Fire Protection Association*) dan yang ada pada pertamina sebagai berikut:

Tabel 4.37 Perbandingan konstruksi menurut NFPA dengan di Lapangan (Pertamina)

No	*NFPA*	Pertamina
1	Tanki harus di desain, di uji, dan berstandar dengan *US Departement Transportasi (DOT), ASME Boiler and Pressure vessel code*	Sesuai dengan standar yang ada.
2	Kapasitas tanki tidak lebih dari 120.000 gal (454 m^3)	Sesuai dengan standar yang ada.
3	Desain Tekanan yang digunakan harus berstandar pada *ASME*.	Sesuai dengan standar yang ada.