



TESIS - BM185407

**MITIGASI RISIKO KEBAKARAN DENGAN METODE
HIRARC PADA BAGIAN PERCETAKAN PLASTIK
FLEKSIBEL PT. XYZ**

RABBANI ARIEZA SATYA YOGA
09211750014010

Dosen Pembimbing:
Dr. Ir. MOKH. SUEF, M.Sc. (Eng)
Dr. INDUNG SUDARSO, ST, MT

**Departemen Manajemen Teknologi
Fakultas Bisnis Dan Manajemen Teknologi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2019**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Rabbani Arieza Satya Yoga

NRP: 09211750014010

Tanggal Ujian: 9 Desember 2019

Periode Wisuda: Maret 2020

Disetujui oleh:

Pembimbing:

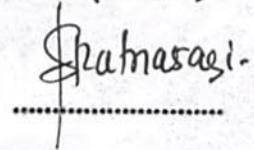
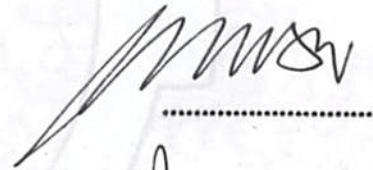

1. **Dr. Ir. Mokh. Suef, M.Sc(Eng)**
NIP: 196506301990031002

2. **Dr. Indung Sudarso, ST, MT**
NIP: 0727115201

Penguji:

1. **Dr.Ir. Bustanul Arifin Nur, M.Sc.**
NIP: 195904301989031001

2. **Dr. Vita Ratnasari, SSI, MSI**
NIP: 197009101997022001



Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP
NIP: 196912311994121076

1950

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...



...

...



TESIS

**MITIGASI RISIKO KEBAKARAN DENGAN METODE
HIRARC PADA BAGIAN PERCETAKAN PLASTIK
FLEKSIBEL PT. XYZ**

RABBANI ARIEZA SATYA YOGA
09211750014010

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. MOKH. SUEF, M.Sc. (Eng)
NIP:196506301990031002

CO-DOSEN PEMBIMBING
DR.INDUNG SUDARSO, ST, MT
NIP:0727115201

PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN INDUSTRI
DEPARTEMEN MANAJEMEN TEKNOLOGI
FAKULTAS BISNIS DAN MANAJEMEN TEKNOLOGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

Mitigasi risiko kebakaran dengan metode *HIRARC* pada bagian percetakan plastik fleksibel PT. XYZ

Nama mahasiswa : Rabbani Arieza Satya Yoga
NRP : 09211750014010
Pembimbing : Dr. Ir. Mokh. Suef, M.Sc.(Eng)
Co-pembimbing : Dr. Indung Sudarso, ST, MT

ABSTRAK

Kebakaran adalah peristiwa yang tidak diinginkan dan harus dipertimbangkan dalam segala jenis kegiatan PT. XYZ. Dalam 2 tahun terakhir tercatat kejadian kebakaran yang sangat tinggi, 6 kasus kebakaran kecil serta ada 3 kasus kebakaran besar. Dari kejadian kebakaran ini mengakibatkan kerugian perusahaan yang sangat besar. Mulai dari mesin yang berhenti hingga membayar karyawan yang tetap masuk bekerja saat mesin sedang diperbaiki.

Penelitian ini membahas upaya pencegahan kebakaran dan penyebab terjadinya kebakaran. Dilakukan indentifikasi faktor yang menjadi penyebab utama terjadinya kebakaran. Bagaimana perusahaan melakukan mitigasi risiko kebakaran. Fokus dari penelitian adalah bagaimana rancangan mitigasi kebakaran dengan metoda *HIRARC*. Proses perancangan pengendalian yang dilakukan menggunakan pendekatan metode *HIRARC*, didalamnya terdapat tiga tahapan utama yaitu tahap identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko yang telah dinilai. Pengendalian yang dilakukan berdasarkan 5 hirarki pengendalian risiko hasil analisis guna meminimalisir tingginya risiko kebakaran yang dapat mengganggu aktifitas produksi pada perusahaan.

Risiko yang paling besar adalah ancaman listrik statis. Implementasi dari pengendalian bahaya pada manajemen risiko kebakaran di area produksi, lebih banyak pada pengendalian perancangan ulang dan administrasi dengan mempertimbangkan tingkat kesulitan serta kebutuhan akan biaya. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yaitu menghitung seberapa besar potensi risiko kebakaran dan bagaimana pemecahan masalah mengontrol potensi risiko kebakaran. Penelitian juga menghasilkan rekomendasi untuk perusahaan dan pelaksanaan pengendalian risiko kebakaran yang harus dilakukan oleh pihak manajemen.

Kata kunci : *HIRARC*, *risk management*, mitigasi kebakaran

Mitigation of fire risk with the HIRARC method in the flexible plastic printing section of PT. XYZ

Nama mahasiswa : Rabbani Arieza Satya Yoga
NRP : 09211750014010
Pembimbing : Dr. Ir. Mokh. Suef, M.Sc.(Eng)
Co-pembimbing : Dr. Indung Sudarso, ST, MT

ABSTRACT

Fires are unwanted incidents and must be considered in all types of industrial production activities. In the last 2 years there were very high incidence of fires, there were 6 cases of small fires and 3 cases of large fires. From this fire incident it caused losses on the part of a very large company. Starting from the engine that stops until it pays employees who keep coming to work when the engine is being repaired.

Problems that will be discussed are how to prevent fires and the causes of fires. What factors are the main causes of fires. How employees mitigate fire risk. The focus of the research is how to design fire mitigation using the HIRARC method. The control design process is carried out using the HIRARC method approach, in which there are three main stages, namely the hazard identification stage, risk assessment, and risk control that has been assessed. Control is carried out based on 5 hierarchical risk control analysis results to minimize the high risk of fire that can disrupt production activities in the company.

The biggest risk is the threat of static electricity. Implementation of hazard control in fire risk management in the production area using more in the redesign control and administration control by considering the level application difficulty and costs. This research is a quantitative study that is calculating how much the potential risk of fire and how solving problems control the potential risk of fire. The research also produced recommendations for companies and the implementation of fire risk control that must be carried out by management.

Keywords: HIRARC, risk management, fire mitigation

**LEMBAR PENGESAHAN
UJIAN TESIS**

Judul : Mitigasi risiko kebakaran dengan metode *Hirarc* pada bagian percetakan plastik fleksibel PT. XYZ
Oleh : Rabbani Arieza Satya Yoga
NRP : 09211750014010

Telah diseminarkan pada

Hari : Senin
Tanggal : 09 Desember 2019
Tempat : R-107, Kampus MMT-ITS

Mengetahui/menyetujui

Dosen Penguji:

Dosen Pembimbing

1. Dr. Ir. Bustanul Arifin Noer, MSc
NIP: 195904301989031001

1. Dr. Ir. Mokh. Suf, M.Sc. (Eng)
NIP: 196506301990031002

2. Dr. Vita Ratnasari, SSI, MSI
NIP: 197009101997022001

2. Dr. Indung Sudarso, ST, MT
NIP: 0727115201

DAFTAR ISI

Mitigasi risiko kebakaran dengan metode <i>HIRARC</i> pada bagian percetakan plastik fleksibel PT. XYZ	iii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
LEMBAR PENGESAHAN	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	9
1.1 Latar Belakang	9
1.2 Rumusan Masalah	13
1.3 Tujuan.....	13
1.4 Batasan Masalah dan Asumsi.....	13
1.5 Kontribusi.....	14
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	15
2.1 Industri.....	15
2.2 Penelitian Sebelumnya	16
2.3 <i>Focus, Group, Discussion</i> (FGD).....	18
2.4 Teori Api	19
2.4.1. Teori Segitiga Api (<i>Fire Triangle</i>).....	19
2.4.2. Teori Bidang Empat Api (<i>Tetrahedron of Fire</i>).....	20
2.5 Definisi Kebakaran.....	20
2.5.1. Sebab-sebab Terjadinya Kebakaran	21
2.5.2. Klasifikasi Kebakaran	24
2.6 Penyebab Kebakaran di Tempat Kerja.....	25
2.7 Pengendalian Risiko Kebakaran.....	30
2.8 Identifikasi Cepat Mengenai Terjadinya Kebakaran.....	31
2.9 Sarana Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran	31
2.10 Prosedur Keadaan Darurat.....	37

2.8	<i>HIRARC</i>	38
2.8.1	Identifikasi Bahaya (<i>hazard identification</i>)	38
2.8.2	Peringkat Risiko.....	39
2.8.2.1	<i>Likelihood</i>	39
2.8.2.2	<i>Severity</i> (Keparahan).....	39
2.8.2.3	Peringkat Risiko	40
2.8.2.4	Pengendalian Risiko.....	41
2.9	Mengatur Keselamatan Kebakaran	41
2.9.1	Penilaian Risiko Kebakaran	41
2.10	<i>ISO 31000, Manajemen Risiko</i>	42
2.10.1	Tahapan ISO 31000	46
2.10.2	Manajemen Risiko	47
2.10.3	<i>What-if / check List</i>	48
2.10.4	Hazops (<i>Hazard And Operability Study</i>)	48
2.10.5	<i>Improvement Performance Analysis</i>	49
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		50
3.1	Jenis Penelitian.....	50
3.2	Lokasi Penelitian.....	50
3.3	Pengambilan Data	50
3.4	Flow Chart Penelitian	51
3.5	<i>Focuss, Group, Discuss (FGD)</i>	53
3.6	Evaluasi Risiko	53
3.7	Pengendalian Risiko.....	53
3.8	Penentuan Pengendalian Risiko.....	54
3.9	Pengajuan ke Pihak Manajemen Perusahaan	55
3.10	Pelaksanaan Pengendalian	55
BAB 4 PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA		56
4.1	Pelaksanaan <i>Focus, Group, Discussion</i>	56
4.1.1	Analisa Hasil Identifikasi Bahaya berdasarkan hasil FGD	57
4.1.2	Komparasi Hasil FGD Dengan Penelitian Sebelumnya.....	60
4.1.3	<i>Risk Mapping</i> Hasil FGD.....	60
4.1.4	Peta Risiko Identifikasi Bahaya	62

4.2	Pengendalian Bahaya	63
4.2.1	Listrik Statis Pada Material Plastik	63
4.2.2	Poros Silinder Yang Aus (<i>Bearing</i>).....	67
4.2.3	Alat Pentanahan (<i>Grounding System</i>)	67
BAB 5 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		68
5.1	Pengendalian Pada Material Plastik	68
5.2	Pengendalian Pada Serabut Anti Statik	70
5.3	Pengendalian Pada Sistem Grounding	70
5.4	Listrik Yang Terkandung Pada Pekerja.....	76
5.5	Parameter Inspeksi Untuk Listrik Statis Material	80
	Penambahan parameter inspeksi untuk listrik statis.....	80
5.6	Pengendalian Pada Poros Silinder	84
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Grafik kasus kebakaran (data internal perusahaan).....	11
Gambar 2.1 Segitiga Api.....	19
Gambar 2.2 <i>Tetrahedron of fire</i>	20
Gambar 2.3 Sumber-sumber kebakaran (Department for Communities and Local Government Publications, 2006).....	26
Gambar 2.4 lambang bahan oksidasi (Department for Communities and Local Government Publications, 2006).....	28
Gambar 2.5 cakupan desain dari manajemen sistem (Institute of Risk Management, 2018)	44
Gambar 2.6 kontrol dan komponen pengembangan dari sistem manajemen (Institute of Risk Management, 2018)	44
Gambar 2.7 Prinsip <i>risk management</i> pada ISO 31000 (Institute of Risk Management, 2018).....	45
Gambar 2.8 tahapan <i>risk management</i> pada ISO 31000 (Institute of Risk Management, 2018).....	46
Gambar 5.1. Sebelum FGD guna mencari identifikasi bahaya.....	58
Gambar 5.2. saat proses pengukuran statik.....	64
Gambar 5.3. Serabut anti statik yang sudah tidak berfungsi sepenuhnya.....	66
Gambar 6.1. Grafik <i>improvement performance analysis</i> material.....	69
Gambar 6.2 Serabut anti-statik yang sudah diganti	70
Gambar 6.3 Grafik <i>improvement performance analysis</i> poros silinder	72
Gambar 6.4. kabel tembaga yang menyambung ke tombak grounding.....	73
Gambar 6.5 penyambungan kabel tembaga	74
Gambar 6.6 kabel yang terhubung kepada bagian bawah bak tinta	75
Gambar 6.7. Instalasi pengukuran pentanahan	75
Gambar 6.8 Hasil uji sistem grounding yang baru.....	76
Gambar 6.9. Grafik <i>improvement performance analysis</i> poros silinder	78
Gambar 6.10 pemasangan kontak kabel agar pegangan pekerja tertanahkan.....	79
Gambar 6.11. penghubungan kabel ke badan mesin agar tertanahkan dengan baik	80
Gambar 6.12 Grafik <i>improvement performance analysis</i> parameter listrik statis pada material.	82
Gambar 6.13 Gambar poros silinder	85
Gambar 6.14 Grafik <i>improvement performance analysis</i> poros silinder	87

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data Kebakaran Internal perusahaan.....	11
Tabel 2.1. Data Kebakaran Industri Sepanjang Sejarah(International Labour Organization, 2018).....	16
Tabel 2.2. Penelitian-penelitian sebelumnya.....	17
Tabel 2.3. Penilaian <i>likelihood</i> (Rositasari, Widaningrum and Iqbal, 2015).....	39
Tabel 2.4. Penilaian <i>severity</i> (Rositasari, Widaningrum and Iqbal, 2015).....	40
Tabel 2.5. Peringkat risiko(Rositasari, Widaningrum and Iqbal, 2015).....	40
Tabel 5.1 Risk Ranking.....	61
Tabel 5.2 Peta Risiko.....	62
Tabel 5.3 hasil pengukuran statik.....	64
Tabel 5.4 data spesifikasi kualitas,.....	65
Tabel 6.1 Tabel.....	69
Tabel 6.2 Tabel.....	71
Tabel 6.3 Tabel.....	77
Tabel 6.4 data spesifikasi kualitas setelah penambahan parameter statik.....	83
Tabel 6.5 Tabel.....	81
Tabel 6.6 Tabel.....	86
Tabel 6.7 tabel penilaian risiko.....	89

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap jenis industri mempunyai risiko kebakaran yang dapat mengganggu aktifitas produksi hariannya. Risiko yang paling bisa mengganggu aktifitas produksi keseluruhan adalah potensi kebakaran, karena dapat menghabiskan aset perusahaan sehingga bukan saja mengganggu aktifitas produksi melainkan dapat menghentikan secara permanen atau dapat membangkrutkan perusahaan. Hal ini tentunya tidak diinginkan oleh para pemilik usaha. Pada penelitian ini akan membahas tentang fenomena kebakaran yang sering terjadi di sebuah perusahaan percetakan plastik

Industri plastik kemasan merupakan industri jasa pengemasan pendukung yang memproduksi botol plastik, label informasi botol plastik, tutup botol, dan gelas plastik. Proses produksi botol dan gelas plastiknya menggunakan metode pembentukan termal (*thermoforming*) dan pembuatan label dengan teknik cetak *rotogravure*. Produk-produk tersebut terbuat dari bahan dasar plastik polietilena berdensitas rendah (low density polyethylene, LDPE)

Salah satu proses produksi yang terdapat pada industri pengemasan ini adalah proses cetak (*printing*), yang mana produk dari PT. XYZ adalah *solvent-base*. Solvent yang dimaksud adalah pengencer tinta untuk proses cetak *rotogravure*, bahan-bahan tersebut adalah Etil asetat (EA), Metil Etil Keton (MEK), Isopropil alkohol (IPA), dan Toluena. Bahan-bahan pengencer tersebut merupakan cairan bahan beracun dan berbahaya (B3) sesuai yang tercantum dalam lembar data keselamatan bahan (LDKB).

Masalah yang umum terjadi dalam penanganan bahan-bahan tersebut adalah kesalahan dalam perlakuan atau saat penggunaan material. Kebiasaan yang sering terjadi adalah minimnya pengetahuan terhadap material yang digunakan sehingga sering terjadi kesalahan perlakuan bahan yang kemudian menyebabkan kebakaran karena karakteristik material yang mudah sekali terbakar (*highly flammability*) sangat mudah sekali terbakar dan sebagian penyebab api pertama disebabkan oleh listrik statis yang sistem pentanahannya (*grounding*) yang tidak baik serta perawatan peralatan pendukung mesin yang tidak baik. Sebagai contoh kebakaran kecil pun sering terjadi, yang tercatat dalam tahun 2018 telah terjadi 6 kali kebakaran kecil dan hanya menghentikan mesin dalam beberapa jam. Namun kebakarana besar pun

pernah terjadi 3 kali dalam 2 tahun terakhir, tercatat kebakaran besar pada 29 November 2017, 11 April 2018 dan 20 Desember 2018.

Investigasi dengan para kepala jaga (*Shift leader*) memaparkan beberapa penyebab. penyebab pertama adalah sistem *grounding* dari mesin yang buruk, sehingga timbul listrik statis akibat gerakan mesin yang berputar. Dari situlah muncul listrik statis yang menyebabkan percikan api di bak tinta mesin cetak. Karena hal ini lah dinilai oleh penulis untuk membuat perencanaan mitigasi bahaya kebakaran ini. Bahaya kebakaran selalu menjadi masalah yang tidak pernah selesai, dikarenakan perencanaan mitigasi yang belum baik. Seringnya terjadi kebakaran kecil yang hanya dipadamkan dengan Alat Pemadam Api Ringan (APAR). Dalam proses produksi tentunya ini adalah suatu fenomena yang harus dihentikan, karena potensi bahaya kebakaran adalah hal yang harus ditangani dengan serius.

Downtime adalah jumlah waktu dimana suatu peralatan tidak dapat beroperasi disebabkan adanya kerusakan (*failure*), namun pabrik masih dapat beroperasi karna masih adanya peralatan lain yang bisa menggantikan fungsi sehingga proses produksi masih bisa berjalan. Loss Time adalah jumlah waktu produksi yang hilang (pabrik tidak dapat beroperasi) akibat adanya salah satu equipment yang kritis mengalami kerusakan.

Waktu yang diperlukan untuk proses pemulihan dari kebakaran tidaklah sedikit, Waktu yang diperlukan untuk perbaikan setiap terjadi kebakaran kecil rata-rata memerlukan waktu 6-8 jam. Dengan jumlah waktu tersebut perusahaan sudah mengalami kerugian. dari sisi tenaga kerja, perusahaan membayar upah tenaga kerja yang masuk namun tidak menghasilkan suatu produk dalam jangka waktu tersebut. Berbeda dengan pemulihan kebakaran besar, kebakaran besar pada 29 November 2017 mesin harus berhenti selama 2 hari untuk pembersihan bahan pemadam dan penggantian bagian-bagian mesin yang terbakar hal ini sungguh merugikan perusahaan. Kebakaran besar kedua pada 11 April 2018, pada kebakaran ini plafon ruang produksi sampai habis terbakar, sehingga perbaikan memakan waktu 2 minggu. Selama 2 minggu aktifitas percetakan plastik fleksibel berhenti total. Baik secara finansial maupun material merupakan kerugian yang besar karena biaya perbaikan serta biaya tenaga kerja yang tetap harus dibayarkan namun tidak menghasilkan suatu produk yang bisa dijual dan total investasi yang harus dikeluarkan keseluruhan sebesar Rp. 200.000.000,- sampai dengan Rp. 400.000.000,- . Kebakaran besar lainnya pada 20 Desember 2018. Pada kebakaran ini, proses produksi pun harus terhenti kembali karena harus melakukan pembersihan dan perbaikan. Pada kebakaran ini proses produksi berhenti selama 3 hari, 1 hari untuk pembersihan bahan pemadam dan plastik didalam mesin dan 2 hari harus mengganti dan memperbaiki

bagian-bagian mesin yang rusak akibat kebakaran. Adapun 6 kebakaran kecil yang pernah terjadi akan dijabarkan pada tabel 1.1

Tabel 1.1. Data Kebakaran Internal perusahaan

No.	Tanggal	Keterangan
1	Jum'at, 10 Februari 2017	Percikan api di bak tinta no. 1
2	Senin, 17 April 2017	Percikan api dialat viskositas
3	Rabu, 29 November 2017	Kebakaran pada silinder no. 2
4	Minggu, 11 Februari 2018	Asap dibearing silinder no. 2
5	Rabu, 21 Maret 2018	Asap dibak no. 2
6	Rabu, 11 April 2018	Kebakaran pada silinder no. 5
7	Sabtu, 16 Juni 2018	Percikan api di bak tinta no. 1
8	Jum'at, 31 Agustus 2018	Percikan api di bak tinta no. 2
9	Kamis, 20 Desember 2018	Kebakaran pada silinder no. 1

Dari tabel 1.1 dapat diketahui ada peningkatan kasus kebakaran dari tahun 2017 dan 2018. Dari peningkatan inilah menurut peneliti perlu dilakukan suatu tindakan mitigasi, untuk fokus dalam tindakan pencegahan kebakaran berikut gambar peningkatan kebakaran yang akan lebih rinci dijelaskan pada gambar 1.1 grafik kasus kebakaran sepanjang 2017-2018.



Gambar 1.1. Grafik kasus kebakaran (data internal perusahaan)

Dampak lain menyebabkan kekacauan penyimpangan proses produksi dari jadwal produksi. Dengan adanya *downtime*, potensi kemunduran pengiriman dan dilakukan perubahan jadwal pengiriman. Dengan kemunduran waktu pengiriman tentu hal yang buruk dimata konsumen. Bagian pemasaran harus mengirim lagi jadwal perubahan pengiriman kepada konsumen. Hal inilah yang menyebabkan nilai perusahaan dimata konsumen sangat buruk karena tidak bisa memenuhi permintaan konsumen pada waktu yang telah dijanjikan diawal. Selain keterlambatan jadwal pengiriman, kerugian lain adalah pemakaian material yang lebih karena harus mengganti material yang rusak karena kebakaran. Sehingga biaya untuk mengganti material yang hilang harus ditanggung oleh perusahaan. Dan kerugian ini masuk dalam kerugian perusahaan akibat dari kebakaran.

Dalam hal lain terdapat potensi kerusakan mesin yang menyebabkan tidak bisa memproduksi dalam waktu lama dan membutuhkan perbaikan yang lama (*overhaul*). Kerugian lain yang disebabkan oleh kebakaran adalah biaya penggantian bagian mesin yang rusak akibat terbakar. PPIC (*Production Planning Inventory Control*) yang bertanggung jawab mengatur semua jadwal produksi harus Menjadwalkan ulang proses produksi, menjadwalkan ulang jadwal produksi dan berkoordinasi dengan bagian pemasaran agar tidak menerima order dengan jumlah banyak dalam waktu dekat karena sedang proses perbaikan mesin pasca kebakaran mesin.

Karyawan sebagai elemen utama yang merasakan saat terjadinya bencana. Mulai dari risiko keselamatan jiwa yang terancam apabila terjadi kebakaran saat dia sedang bekerja. Para karyawan masih minim menerima wawasan tentang kebakaran, sehingga banyak karyawan yang belum sadar akan bahaya kebakaran beserta risiko-risiko yang bisa menyebabkan nyala api. Banyak karyawan yang masih diam-diam menyelundupkan rokok ke dalam area produksi agar nantinya bisa merokok dikamar mandi tanpa ketahuan dari petugas. Risiko lain yang dapat berdampak pada karyawan adalah kehilangan pekerjaan apabila kebakaran dapat membuat perusahaan harus menutup usahanya, kesadaran seperti yang telah dijelaskan diataslah yang masih belum terpikir dibenak para karyawan tentang dampak dari kebakaran.

Dari sisi manajemen, sistem manajemen risiko juga belum diterapkan dan belum menjadi fokus utama. Sehingga sumber risiko kebakaran tidak diperhatikan dengan baik. Sebagai contoh kontrol alat-alat keselamatan belum termasuk yang diutamakan . Alat-alat itu diperiksa ketika sudah terjadi kebakaran, hal ini sungguh tidak efisien karena diperiksa saat sudah terjadi kejadian. Hal ini karena manajemen masih belum menguasai sistem manajemen industri besar. Sehingga banyak sekali hal-hal yang terlewat. Disisi lain, biaya untuk alat-alat keselamatan untuk industri ini juga tidak murah. Sebagai contoh untuk memasang alat anti

statik dimesin cetak *rotogravure*, perusahaan harus mengeluarkan biaya investasi hingga 6 Milyar rupiah desain dan peralatan rekomendasi ahli statik. Dari segi biaya tentu hal ini membebani perusahaan, oleh karena itu sistem manajemen risiko harus diterapkan agar bisa menekan risiko kebakaran.

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan rekomendasi yang akan diberikan kepada manajemen untuk dilakukan dalam proses produksi agar karyawan dan manajemen tentang penyebab terjadinya kebakaran dan hal-hal yang harus dilakukan agar terhindar dari kebakaran yang menyebabkan down time dan loss time bagi perusahaan. Dengan ini tentunya perusahaan dapat meminimalisir risiko kerugian yang mungkin terjadi akibat adanya kebakaran. Dan dapat memaksimalkan proses produksi dan menekan *downtime*. Mengurangi kerugian yang disebabkan oleh kebakaran.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang, maka penulis merumuskan masalah bagaimana upaya pencegahan kebakaran dan penyebab terjadinya kebakaran. Faktor apa yang menjadi penyebab utama terjadinya kebakaran. Bagaimana karyawan melakukan mitigasi risiko kebakaran.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan identifikasi besarnya risiko-risiko yang dapat menyebabkan kebakaran
2. Mencari faktor-faktor penyebab risiko kebakaran
3. Menentukan langkah-langkah pengendalian risiko untuk mencegah kebakaran

1.4 Batasan Masalah dan Asumsi

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian difokuskan kepada risiko kebakaran
2. Pengambilan data dilakukan pada cetak *rotogravure*.

Asumsi yang ada dalam penelitian adalah :

1. Risiko kebakaran sering terjadi karena dari pihak manajemen belum menerapkan sistem manajemen risiko
2. Sistem mitigasi kebakaran dari mesin tidak dirawat dengan baik

1.5 Kontribusi

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi kepada karyawan agar lebih waspada dan peduli terhadap setiap potensi yang berisiko menyebabkan kebakaran dan menyebabkan kerugian pada perusahaan

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Industri

Dengan berkembangnya teknologi dalam dunia industri, tanpa disadari tercipta lingkungan kerja yang beraneka ragam dan menciptakan berbagai risiko kecelakaan yang dapat mengganggu aktifitas produksi dalam suatu industri. Risiko kecelakaan yang dapat menghentikan seuruh proses porduksi suatu pabrik. Selain menghentikan proses produksi, kecelakaan dapat menyebabkan kerugian jiwa karyawan dari pabrik yang mengalami kecelakaan. Apalagi industri yang berkaitan dengan bahan kimia berbahaya (*flammable material*) yang memiliki banyak risiko. Risiko kebocoran bahan kimia yang dapat berdampak pada karyawan yang bekerja disekitar storage bahan kimia, risiko lain yang dapat terjadi adalah risiko tumpahan bahan kimia yang dapat meracuni lingkungan sekitar dan risiko paling besar adalah kebakaran yang dapat menyebabkan kerugian aset maupun jiwa. Akibat kebakaran dapat menimbulkan kerusakan atau kerugian yang sangat fatal, hal ini disebabkan ketidaksiplin dalam menggunakan bahan-bahan atau peralatan yang digunakan (Anizar dalam Serani,2015).

Di antara rekor dunia kecelakaan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) paling parah, korban tewas dalam kebakaran pabrik menduduki peringkat persis di bawah bencana alam seperti gempa bumi dan tsunami. Dalam sejarah kecelakaan tunggal K3, mungkin hanya kebocoran bahan kimia di Bhopal dan kecelakaan tambang batu bara bawah tanah yang mengakibatkan lebih banyak korban tewas dibandingkan kebakaran yang terjadi di pabrik-pabrik di seluruh dunia. tetapi tetap saja kecelakaan kebakaran dapat mengakibatkan kerugian jiwa dan kerugian material bagi pabrik yang mengalami kebakaran. Seperti data yang ditunjukkan pada tabel 2.1, data-data kebakaran industri sepanjang sejarah yang ada dalam buku manajemen risiko kebakaran yang diterbitkan oleh *International Labour Organization* pada 2018. Pada table 2.1 adalah data-data kebakaran industri:

Tabel 2.1. Data Kebakaran Industri Sepanjang Sejarah(International Labour Organization, 2018)

Tahun	Kota, negara	Kasus
1911	New York, AS	146 tewas dalam kebakaran disebuah pabrik garmen
1988	Piper Alpha North Sea, Inggris	167 tewas oleh kebakaran disebuah kilang minyak
1993	Nakhon Pathom Thailand	188 tewas dikebakaran disebuah pabrik mainan
2012	Karachi, Pakistan	289 tewas dikebakaran disebuah pabrik garmen

Selain bencana tersebut, hampir setiap jenis bangunan dan hampir setiap negara di dunia telah mengalami sejarah kebakaran yang dahsyat, baik di hotel, klub malam, hostel, pertanian, pertokoan atau depot bahan bakar. Pertanyaan yang harus kita ajukan kepada diri kita sendiri adalah ‘mengapa tragedi ini terjadi berulang kali dan apa yang telah kita pelajari dari bencana selama 100 tahun terakhir untuk memperkuat langkah pencegahan secara global.

Catatan lain kebakaran yang berkaitan dengan kebakaran pada perusahaan printing di kota Dresden, Jerman pada 19 Mei 2013 penyebabnya adalah *spare-part defect* pada bagian kotak kontrol. (Rudiger Kopp, 2015). Yang kemudian dilakukan penelitian untuk pemasangan sistem penanggulang kebakaran.

2.2 Penelitian Sebelumnya

Dalam penelitian ini, peneliti mengumpulkan beberapa penelitian sebelumnya yang sudah dikumpulkan. Dan dari penelitian-penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa ada kemiripan kasus maupun alat yang digunakan. Referensi dari penyebab guna dasar untuk menentukan kesamaan karakteristik baik dari alur proses, jenis alat, prinsip kerja produksi

Tabel 2.2. Penelitian-penelitian sebelumnya

Penelitian	Tahun	Judul	Masalah	Metodologi	Hasil
Rositasari, Mutiah Widaningrum, Sri Iqbal, Muhammad	2015	PERANCANGAN PENGENDALIAN RISIKO BAHAYA K3 BERDASARKAN HASIL HIRARC DENGAN MEMENUHI REQUIREMENT OHSAS 18001:2007 TERKAIT KLAUSUL 4.4.7 DAN PERATURAN PEMERINTAH NO 50 TAHUN 2012 PADA PT. BETON ELEMENINDO PERKASA	Kecelakaan Kerja	Hirarc 5 Pengendalian Risiko	Perancangan pengendalian dilakukan pada aktivitas kerja yang
Larasati, Aisyah Chisbiyah, Lismi An'imatul Hidayati, Laili	2013	PENERAPAN FOCUS GROUP DISCUSSION UNTUK MENGEVALUASI KUALITAS LAYANAN JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI Aisyah	Evaluasi layanan Jurusan Teknologi Industri	<i>Focus, Group, Discussion</i>	Berdasarkan hasil dan pembahasan bahwa faktor yang mempengaruhi persepsi mahasiswa terhadap penilaian kualitas layanan yang diberikan jurusan antara lain: kualitas dosen, sarana dan prasarana, kurikulum, kegiatan mahasiswa, tenaga laboran, pelayanan administrasi akademik, dan informasi peluang karier
Hastutik, Fitri Yuli	2010	UPAYA PENCEGAHAN DAN PENANGGULANGAN BAHAYA KEBAKARAN DI PT. SEMEN GRESIK (PERSERO) TBK. PABRIK TUBAN JAWA TIMUR	Upaya pencegahan kebakaran	Wawancara langsung	PT Semen Gresik (Persero) Tbk dalam mencegah dan menanggulangi bahaya kebakaran antara lain dengan cara mengetahui potensi bahaya kebakaran di perusahaan, adanya tim pemadam kebakaran, pelatihan pemadaman, safety permit, penyediaan sarana pemadam kebakaran seperti mobil pemadam kebakaran, APAR,

					hydrant, fire alarm system, lay out, dan rambu K3 serta dibentuknya sistem tanggap darurat (Pengendalian tingkat administrasi)
Boateng, William	2012	Evaluating the Efficacy of Focus Group Discussion (FGD) in Qualitative Social Research William	Efisiensi dari FGD	FGD, onoe-on one qualitative review	Semua pihak yang terlibat dalam FGD harus bisa berfungsi sebagaimana mestinya dalam jalannya FGD
Domínguez, Claudia Rivera Martínez, Ignacio Villanueva Piñón Peña, Paloma María Ochoa, Adolfo Rodriguez	2019	Analysis and evaluation of risks in underground mining using the decision matrix risk-assessment (DMRA) technique, in Guanajuato, Mexico	Analisa dan evaluasi risiko	Hirarc, Matrixs risk-assessment	Matrix risiko dapat membantu perusahaan mengkategorikan kecelakaan kerja dengan menilai <i>Severity</i> dan probabilitas
Kopp, Ruediger	2015	High value machinery fire protection with hig pressure water mist	Kebakaran pada mesin rotogravure	Risk assessment	Penggunaan “ <i>High pressure water mist</i> ” memiliki kemampuan memadamkan

2.3 Focus, Group, Discussion (FGD)

Untuk menentukan penyebab suatu permasalahan, diperlukan wawancara terhadap narasumber. Diawali dengan melakukan suatu penelitian untuk menentukan data, jenis data baik berupa kuantitatif dan kualitatif. Salah satunya dapat digunakan tergantung keperluan dan data yang diperlukan.

FGD menurut (William, 2012) adalah kelompok diskusi bukan wawancara atau percakapan. Prinsip FGD adalah grup bukan individu, diskusi terfokus bukan diskusi bebas. Keperluan dan apa saja yang perlu diperhatikan dalam FGD adalah sebagai berikut

- Peserta, tentunya yang paling penting. Yang mengikuti FGD harus orang yang memiliki kepentingan dalam fokus masalah. Jumlah peserta ideal antara 7-11 orang (Purnama, 2015)
- Moderator, orang yang akan memimpin jalannya diskusi tersebut. Moderator berperan dalam membuka diskusi, mengendalikan jalannya diskusi dan selanjutnya menutup diskusi tersebut.

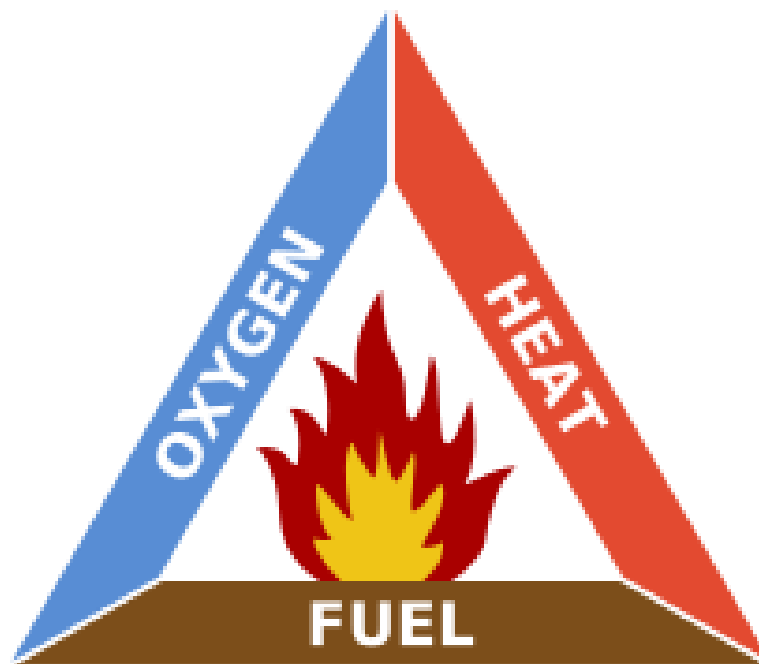
- Pencatat, dalam pelaksanaan FGD dilakukan paling lama 1,5 jam karena jika melebihi dari itu peserta akan jenuh. Tenaga pencatat idelanya 1-2 orang.
- Tempat kegiatan, dimana akan dilakukan FGD dengan mempertimbangkan agar tidak mengganggu privasi dan gangguan yang mungkin dapat timbul yang berpengaruh terhadap hasil FGD.

2.4 Teori Api

Api merupakan suatu peristiwa/reaksi kimia yang diikuti oleh pengeluaran asap, panas, nyala, dan senyawa lainnya. Api juga dapat dimaksud sebagai hasil dari reaksi pembakaran. Secara sederhana dalam proses terbentuknya api dapat digambarkan dengan istilah “Segitiga Api”.

2.4.1. Teori Segitiga Api (*Fire Triangle*)

Teori segitiga api ini menjelaskan bahwa untuk dapat berlangsungnya proses nyala api diperlukan adanya 3 unsur dasar yaitu bahan bakar (*fuel*), udara/oksigen (O_2), dan unsur panas (*heat*) yang cukup (Ratri fatmawati, 2009). Akan dijelaskan segitiga api lebih rinci pada gambar 2.1 dibawah ini.



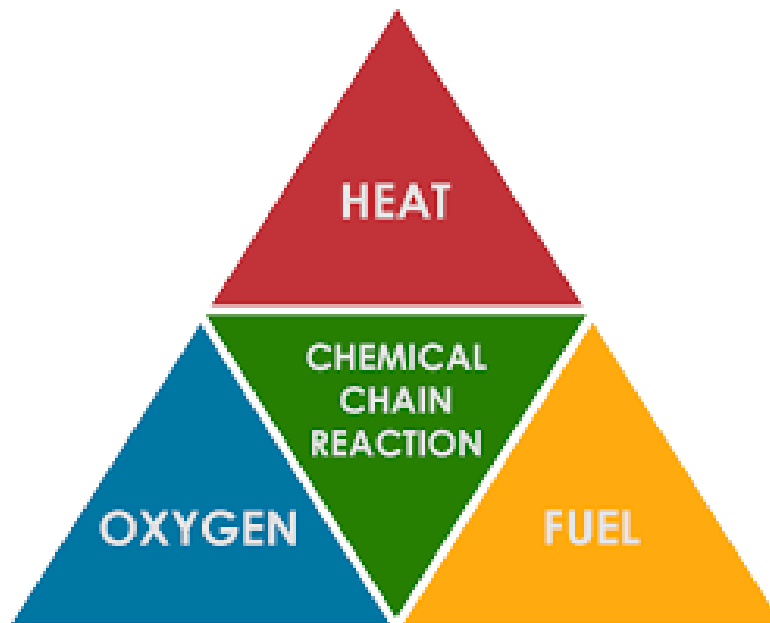
Gambar 2.1. Segitiga Api

Berdasarkan teori segitiga api pada gambar 2.1, apabila ketiga unsur tersebut bertemu akan terjadi api. Akan tetapi jika salah satu unsur tidak ada, maka api tidak akan pernah terjadi.

Prinsip dasar itulah yang dipakai sebagai dasar untuk mencegah kebakaran agar api tidak terjadi.

2.4.2. Teori Bidang Empat Api (*Tetrahedron of Fire*)

Teori segitiga api juga mengalami perkembangan yaitu ditemukannya unsur keempat yaitu rantai dari reaksi unsur kimia. Konsep ini dikenal dengan teori *tetrahedron of fire*. Teori ini ditemukan berdasarkan pengembangan bahan pemadam tepung (*dry chemical*) dan halon (*halogenated hydrocarbon*). Bahan pemadam ini dapat memutus rantai reaksi proses api (Ratri fatmawati, 2009). Perkembangan teori segitiga api ini juga akan dijelaskan pada gambar 2.2 tentang segitiga api yang telah mengalami perkembangan menjadi bidang empat api atau tetrahedron of fire.



Gambar 2.2 *Tetrahedron of fire*

Teori *tetrahedron of fire of fire* ini didasarkan bahwa dalam panas pembakaran normal akan timbul api, dan menghasilkan beberapa zat hasil pembakaran CO, CO₂, SO₂, asap dan gas.

2.5 Definisi Kebakaran

Kebakaran adalah suatu peristiwa oksidasi dengan ketiga unsur bahan bakar, oksigen, dan panas yang berakibat menimbulkan kerugian harta benda atau cedera bahkan kerugian jiwa. Kebakaran adalah kejadian tidak terduga, tidak padam apabila tidak ada upaya pemadaman, dan akan padam dengan sendirinya apabila konsentrasi keseimbangan 3 unsur dalam segitiga api tidak terpenuhi (Ratri fatmawati, 2009).

2.5.1. Sebab-sebab Terjadinya Kebakaran

Menurut Agus Triyono (2011) dalam (Ratri fatmawati, 2009) kebakaran banyak terjadi karena.

- Kurangnya perhatian, pengetahuan tentang mitigasi kebakaran. Kurang hati-hati dalam menggunakan alat atau bahan yang dapat menimbulkan api. Kurangnya kesadaran pribadi setiap pekerja maupun manajemen.
- Kebakaran karena peristiwa alam terutama menyangkut cuaca dan gunung berapi, gempa bumi, petir, angin dan topan.
- Kebakaran karena penyalaan sendiri, sering terjadi pada gudang-gudang bahan kimia dimana bahan-bahan tersebut bereaksi dengan udara, air, dan juga bahan-bahan lainnya
- Kebakaran karena unsur kengajaan atau sabotase pihak tertentu

Peristiwa-peristiwa yang mengakibatkan kebakaran dapat di analisa dari beberapa sebab di antaranya .(Suma'mur, 1996) dalam (Putra, 2010) :

1. Nyala api dan bahan-bahan yang pijar.

Jika suatu benda padat di tempatkan dalam nyala api, maka suhunya akan naik, mulai terbakar dan bernyala terus sampai habis. Kemungkinan terbakar tidak tergantung dari sifat benda yang mudah terbakar atau sukar terbakar, besarnya zat padat, keadaan zat padat, cara menyalakan zat padat baik itu sejajar atau di atas nyala api.

2. Penyinaran.

Terbakarnya suatu bahan yang mudah terbakar oleh benda pijar atau nyala api tidak perlu atas dasar persentuhan. Semua sumber panas memancarkan gelombang-gelombang elektromagnetis yaitu sinar inframerah. Jika gelombang ini mengenai benda, maka pada benda tersebut dilepaskan suatu energi yang akan berubah menjadi panas. Benda tersebut menjadi panas dan jika suhunya terus naik, maka pada akhirnya benda tersebut akan menyala sekalipun benda tersebut tidak dikenai api.

3. Peledakan uap atau gas.

Setiap campuran gas atau uap yang mudah terbakar dengan udara akan menyala, jika terkena benda pijar atau nyala api dan pembakaran yang terjadi akan meluas dengan cepat, manakala kadar gas atau uap berada dalam batas untuk menyala atau meledak. Batas-batas kadar ini tergantung kepada bahan-bahan yang memiliki sifat zat, suhu dan tekanan udara yang

berkisar di antara 2.0000 m/s. Kecepatan ini akan mempengaruhi besar kerusakan yang di akibatkan oleh peledakan.

4. Peledakan debu atau noktah-noktah zat cair.

Debu-bebu dari zat-zat yang mudah terbakar atau noktah–noktah cair yang berupa suspensi di udara bertingkah seperti campuran gas dan udara atau uap dalam udara dan dapat meledak.

5. Percikan api.

Percikan api yang bertemperatur cukup tinggi menjadi sebab terbakarnya campuran gas, uap atau debu dan udara yang dapat menyala. Biasanya percikan api tak dapat menyebabkan terbakarnya benda padat, oleh karena tidak cukupnya energi dan panas yang ditimbulkan akan menghilang di dalam benda padat. Percikan juga bisa di akibatkan oleh arus listrik pada pemutusan hubungan arus listrik pada kumparan yang bertenaga listrik, pengosongan listrik pada elektroda-elektroda. Percikan api yang di karenakan beradunya dua benda padat dapat menyebabkan pula campuran gas atau uap udara mudah menyala.

6. Terbakar sendiri

Kebakaran sendiri dapat terjadi pada onggokan bahan bakar mineral yang padat atau zat-zat organis, apabila peredaran udara cukup besar untuk terjadinya proses oksidasi, tetapi tidak cukup untuk mengeluarkan panas yang terjadi. Hal ini juga di pengaruhi kelembaban.

7. Reaksi kimiawi.

Reaksi-reaksi kimiawi tertentu menghasilkan cukup panas yang besar yang berakibat timbulnya kebakaran. Fosfor kuning teroksidasi sangat cepat, bila bersinggungan dengan udara. Bubuk besi yang halus (besi pirofor) pijar dalam udara yang mungkin menimbulkan kebakaran. Kalsium karbida mengurai secara eksotermis, jika terkena air, dan membebaskan gas asitelen yang mungkin meledak atau terbakar oleh panas yang terjadi. Natrium dan kalium bereaksi keras dengan air dan membebaskan zat air, yang mungkin terbakar, jika suhu naik melebihi 40⁰C. Asam Nitrat yang mengurai pada bahan-bahan organik yang menyebabkan nyala api. Seluloid mengurai pada suhu 100⁰C, mungkin menyala pada suhu 150⁰C sebagai akibat zat asam yang dikandungnya dan mungkin meledak bila di simpan pada wadah tertutup. Dan zat-zat yang bersifat mengoksidasi seperti hidrogen peroksida, klorat, perklorat, borat, perborat, dan lain-lain yang membebaskan oksigen pada pemanasan, dengan aktif

meningkatkan proses oksidasi dan menyebabkan terbakarnya bahan-bahan yang dapat di oksidasi.

8. Peristiwa-peristiwa lain.

Gesekan antara dua benda menimbulkan panas, yang semakin banyak menurut besarnya koefisien gesekan. Manakala panas yang timbul lebih besar dari kecepatan panas lingkungan, kebakaran mungkin terjadi pada mesin yang kurang minyak atau oli. Penekanan gas secara adiabatik menimbulkan panas, yang berakibat peledakan dengan terbakarnya minyak pelumas, jika kompresor tidak didinginkan, atau peledakan silinder-silender bertekanan.

Ada beberapa penyebab kebakaran yang terjadi yaitu antara lain menurut (Hastutik, 2010) :

a. Faktor manusia

Karena kelalaian, kurang disiplin, dan bentuk kejahatan.

b. Faktor teknologi

Akibat kurang dilaksanakan pedoman, standar pemakaian produk teknologi dan biasanya karena sifat individual manusia.

c. Faktor alam

Kebakaran merupakan akibat sampingan dari bencana alam. Seperti: gempa bumi, erupsi vulkanik gunung berapi, loncatan listrik alam (kilat), pemampatan udara panas. Setiap kebakaran dapat menimbulkan berbagai macam kerugian seperti kerusakan lingkungan (rusaknya pemukiman penduduk, hutan, dan lain-lain), kerugian yang bersifat fisik (harta benda), terganggunya proses produksi barang dan jasa, secara moral dapat mengganggu stabilitas keamanan dan ketenangan masyarakat serta menimbulkan korban manusia.

Bahaya kebakaran adalah bahaya yang ditimbulkan oleh adanya nyala api yang tidak terkendali. Untuk itu perlu upaya pencegahan agar penyalaan api yang tidak terkendali dapat teratasi. Upaya pencegahan mengandung dua pengertian, yaitu

- a. Penyalaan api belum ada dan diusahakan tidak terjadi penyalaan api, misalnya di tempat-tempat pembelian bensin, di gudang-gudang yang mudah terbakar, dan lain sebagainya.
- b. Penyalaan api sudah ada dan diusahakan agar api tersebut menjadi terkendali, misalnya di ruang-ruang pembakaran seperti boiler, dan lain sebagainya. Penanggulangan bahaya kebakaran mengandung arti bahwa peristiwa kebakaran sudah terjadi sehingga

menimbulkan bahaya terhadap keselamatan jiwa, harta benda maupun lingkungan. Tindakan awal pada saat kejadian kebakaran adalah sangat menentukan karena pada saat itu api masih kecil dan mudah dikendalikan. Karena itu, tindakan awal haruslah cepat dan tepat dan untuk ini diperlukan pengetahuan tentang cara-cara pencegahan dan penanggulangan kebakaran yang baik. Pencegahan kebakaran dan pengurangan korban kebakaran tergantung dari lima prinsip pokok sebagai berikut :

- a. Pencegahan kecelakaan sebagai akibat kecelakaan atau keadaan panik.
- b. Pembuatan bangunan yang tahan api.
- c. Pengawasan yang teratur dan berkala.
- d. Penemuan kebakaran pada tingkat awal dan pemadamannya.
- e. Pengendalian kerusakan untuk membatasi kerusakan sebagai akibat kebakaran dan tindakan pemadamannya. (Suma'mur, 1996)

2.5.2. Klasifikasi Kebakaran

Klasifikasi kebakaran adalah pengelompokan atau pembagian kebakaran atas dasar jenis bahan bakarnya. Pengklasifikasian ini bertujuan untuk memudahkan usaha pencegahan dan pemadaman kebakaran. Menurut SNI 03-3989-2000 menjelaskan bahwa potensi bahaya kebakaran dapat dikelompokkan menjadi :

1. Bahaya kebakaran ringan Merupakan bangunan yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar rendah, dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas rendah sehingga menjalarnya api lambat. Adapun jenis tempat kerja tersebut adalah tempat ibadah, gedung/ruang perkantoran, gedung/ruang pendidikan, gedung/ruang Rumah Sakit, gedung/ruang Perhotelan, gedung/ruang Restoran, dsb.
2. Bahaya kebakaran sedang I Merupakan bangunan yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar rendah, penimbunan yang mudah terbakar sedang bahan dengan tinggi tidak lebih dari 2,5 meter dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas sedang. Adapun bangunan tersebut adalah tempat parkir, pabrik elektronik, pabrik roti, pabrik barang bekas, pabrik minuman, dsb.
3. Bahaya kebakaran sedang II Merupakan bangunan yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar sedang, menimbun bahan dengan tinggi tidak lebih dari 4 meter dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas sehingga menjalarnya api sedang. Adapun jenis bangunan

tersebut adalah pabrik bahan makanan, percetakan dan penerbitan, bengkel mesin, gedung perpustakaan, pabrik barang keramik, pabrik barang kulit, dsb.

4. Bahaya kebakaran sedang III Merupakan bangunan yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar tinggi, dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas tinggi, sehingga menjalarnya api cepat. Adapun jenis bangunan tersebut adalah bengkel mobil, pabrik lilin, pabrik plastik, pabrik sabun, pabrik ban, dsb.

5. Bahaya kebakaran berat Merupakan bangunan yang mempunyai jumlah dan kemudian terbakar tinggi, menyimpan bahan cair. Apabila terjadi kebakaran akan melepaskan panas yang tinggi dan penjalaran api yang cepat. Yang termasuk dalam kelompok ini adalah bangunan komersial dan bangunan industri seperti: Pabrik kimia, Pabrik kembang api, pabrik cat, pabrik karet buatan, dsb.

2.6 Penyebab Kebakaran di Tempat Kerja

Urutan kejadian dari mulai terjadinya kebakaran hingga menjadi bencana besar dengan banyak korban jiwa adalah sederhana. Ada tiga persyaratan dasar kebakaran bisa terjadi dan semakin membesar:

- a. Adanya bahan bakar atau bahan yang mudah terbakar.
- b. Adanya sumber pemantik api.
- c. Adanya oksigen di udara untuk mendukung pembakaran.

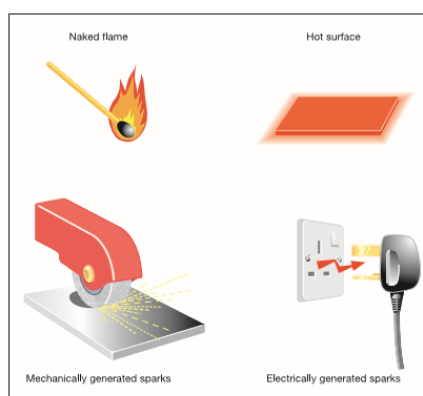
Kemampuan mengelola dan mengurangi risiko yang terkait dengan ketiga elemen ini akan banyak mengurangi kemungkinan terjadinya kebakaran serius. Urutan kejadian yang dapat menyebabkan kebakaran besar dapat mencakup hal-hal berikut:

- penumpukan bahan yang mudah terbakar di tempat kerja
- pengadaan sumber pemantik api secara tidak disengaja
- ketidakmampuan mendeteksi adanya kebakaran dengan cepat
- ketidakmampuan mengendalikan kebakaran dan memadamkannya.

Sumber kebakaran juga bisa dilakukan identifikasi melalui sumber penyalaan potensial di tempat kerja dengan mencari kemungkinan sumber panas yang bisa menjadi cukup panas untuk menyalakan bahan yang ditemukan di tempat Anda. Sumber-sumber ini dapat juga menjadi awal mula kebakaran menurut (Department for Communities and Local Government Publications, 2006):

- barang-barang perokok, seperti. rokok, korek api dan korek api
- api langsung, seperti. peralatan api terbuka berbahan bakar gas atau cair
- percikan api dari pembakaran produk, misal. api unggun
- knalpot kendaraan
- pemanas listrik, gas, atau minyak (tetap atau portabel), pemanas ruangan
- proses panas / kerja panas, misal. pengelasan oleh kontraktor atau pekerja eksternal
- peralatan memasak, saluran panas, dan cerobong asap
- kegagalannya karyawan yang mengontrol suhu pada proses kerja panas / memasak
- sumber panas, seperti gas, listrik, gelombang mikro, frekuensi radio, cairan termal
- pipa uap
- panas gesekan yang dihasilkan dari peralatan mekanik
- muatan statis dari peralatan mekanis, seperti. ban berjalan
- instalasi listrik yang buruk, seperti. kelebihan, pemanasan dari kabel yang terkumpul, kabel yang rusak
- peralatan listrik yang salah atau disalahgunakan, misal. sistem pencairan pendingin
- fitting lampu dan peralatan penerangan, misal. lampu halogen atau lampu display atau lampu overhead yang terlalu dekat dengan produk yang disimpan
- permukaan panas dan halangan ventilasi peralatan.

Berikut akan diberikan contoh dalam gambar 2.3 mengenai beberapa sumber yang dapat menyebabkan kebakaran.



Gambar 2.3 Sumber-sumber kebakaran (Department for Communities and Local Government Publications, 2006)

Setelah sumber penyalaan, dapat dilakukan juga identifikasi sumber bahan bakar. Benda apapun yang terbakar adalah bahan bakar untuk api. peneliti perlu mencari hal-hal yang mudah terbakar dan dalam jumlah yang cukup untuk menyediakan bahan bakar untuk api atau menyebabkannya menyebar ke sumber bahan bakar lain. Beberapa 'bahan bakar' paling umum ditemukan di pabrik dan gudang adalah:

- produk berbasis cairan yang mudah terbakar, seperti cat, pernis, pengencer dan perekat
- cairan dan pelarut yang mudah terbakar, seperti bensin, minyak goreng dan pemantik rokok sekali pakai
- bahan kimia yang mudah terbakar, seperti produk pembersih tertentu, bahan kimia mesin fotokopi dan produk pembersih kering yang menggunakan pelarut hidrokarbon
- gas yang mudah terbakar seperti gas minyak cair (LPG), refrigeran yang mudah terbakar dan aerosol penggerak gas yang mudah terbakar
- barang simpanan dan penyimpanan bertumpuk tinggi atau rak
- bahan makanan yang mengandung gula dan minyak, seperti sereal dan mentega yang dilapisi gula
- plastik dan karet, seperti kaset video, furnitur berisi busa poliuretan dan bahan pajangan berbasis polystyrene
- produk kertas, seperti alat tulis, bahan iklan, dan dekorasi
- bahan kemasan
- alat bantu penyimpanan plastik dan kayu baik yang digunakan maupun yang tidak digunakan, seperti palet, octobin, dan palet
- insulasi yang mudah terbakar, seperti panel yang dibangun dengan inti yang mudah terbakar
- tekstil dan perabotan lembut, seperti tirai gantung dan pajangan pakaian
- produk limbah, terutama barang-barang yang dibagi halus seperti kertas parut dan serutan kayu, potongan, debu dan sampah / sampah.

Penelitian juga harus mempertimbangkan bahan yang digunakan untuk melapisi dinding dan langit-langit, seperti polystyrene atau ubin karpet, perlengkapan apapun yang ada ditempat kerja dan bagaimana mereka dapat berkontribusi pada penyebaran api (Department for Communities and Local Government Publications, 2006)

Elemen ketiga dalam segitiga api adalah oksigen, identifikasi sumber-sumber oksigen Sumber utama oksigen untuk api adalah di udara di sekitar kita. Di gedung tertutup oksigen dapat tersedia melalui sistem ventilasi yang digunakan. Sistem ventilasi terdapat dalam dua kategori:

aliran udara alami melalui pintu, jendela dan bukaan lainnya sistem pendingin udara mekanis dan sistem penanganan udara. Di banyak bangunan akan selalu ada sistem kombinasi yang akan mampu mengekstraksi udara dari dalam maupun dari luar gedung.

Sumber oksigen tambahan kadang-kadang dapat ditemukan dalam bahan yang digunakan atau disimpan di tempat seperti:

- beberapa bahan kimia (bahan pengoksidasi), yang dapat memberikan api dengan oksigen tambahan dan karenanya dapat membuat api semakin besar. Bahan kimia ini harus diidentifikasi pada wadahnya oleh produsen atau pemasok yang dapat menyarankan penggunaan dan penyimpanannya yang aman contoh lambang bahan pengoksidasi akan ditunjukkan pada gambar 2.4



OXIDISING

Gambar 2.4 lambang bahan oksidasi (Department for Communities and Local Government Publications, 2006)

- pasokan oksigen dari penyimpanan silinder dan sistem perpipaan, seperti oksigen yang digunakan dalam proses pengelasan
- kembang api (kembang api), yang mengandung bahan pengoksidasi dan perlu diperlakukan dengan sangat hati-hati.

Ketidakmampuan pengusaha atau pengendali bangunan untuk mengelola kebakaran bisa menyebabkan kematian manusia. Penyebab paling umum kebakaran besar menjadi bencana besar bagi manusia adalah ketidakmampuan orang-orang yang terjebak di dalam bangunan untuk keluar bangunan secara tepat waktu dan aman. Lebih banyak orang tewas dalam kebakaran akibat menghirup asap dan gas beracun dibandingkan akibat panasnya api. Gas beracun juga dapat menyebabkan hilangnya kesadaran dalam beberapa menit, maka evakuasi tepat waktu sangatlah penting. Waktu persisnya hal ini terjadi tergantung pada banyak faktor, tetapi disarankan agar setiap orang di dalam sebuah bangunan harus mencapai satu tempat yang aman atau zona terlindung dalam waktu dua hingga tiga menit setelah mengetahui adanya kebakaran yang tidak terkendali. Alasan ketidakmampuan untuk keluar tepat waktu dari bangunan bisa mencakup kondisi atau praktik yang tidak aman seperti rancangan bangunan yang buruk, kurangnya penyediaan rute penyelamatan diri dari kebakaran dalam rancangan bangunan. Ini bisa mengakibatkan jalan buntu yang panjang di dalam bangunan sehingga jika terjadi kebakaran di antara area tersebut dan pintu keluar satu-satunya, orang-orang yang terjebak di dalamnya tidak memiliki sarana penyelamatan. Seringkali rute penyelamatan diri saat kebakaran hanya tersedia di lantai dasar sebuah bangunan, dan jika kebakaran berkobar di 7 bawah yang menjadi satu-satunya jalan turun dari lantai atas, pekerja mungkin terjebak oleh api yang menyala. Rute penyelamatan diri dari kebakaran yang mungkin tidak memadai untuk jumlah pekerja dan tamu di bangunan tersebut, menyebabkan ketidakmampuan untuk menyelamatkan diri secara efektif dari bangunan tersebut. Hambatan rute penyelamatan diri dari kebakaran juga turut menjadi penyebab banyaknya kerugian, gudang dan fasilitas penyimpanan seringkali diisi terlalu banyak barang atau berisi bahan-bahan yang tidak terdistribusi dengan baik, yang mengakibatkan hambatan rute penyelamatan diri dari kebakaran. Penguncian pintu keluar sebagai langkah untuk meningkatkan keamanan dapat mengakibatkan ketidakmampuan membuka rute keluar dan menyebabkan orang-orang terjebak di jalan buntu di dalam bangunan yang terbakar.

Tidak adanya sistem peringatan dini jika terjadi kebakaran dan sistem peringatan dini saat kebakaran. misalnya detektor asap, detektor panas atau detektor api memberikan cara yang efektif untuk mendeteksi kebakaran dengan cepat demi melaksanakan tindakan pengendalian yang tepat waktu. Bila memungkinkan, detektor-detektor tersebut harus terhubung dengan sebuah sistem alarm evakuasi independen yang berbunyi cukup keras sehingga semua pekerja dapat mendengar sinyal jika terjadi keadaan darurat. Tidak adanya atau tidak berfungsinya sistem dan peralatan untuk mendeteksi adanya kebakaran dan untuk memberikan peringatan

dini dapat menyebabkan keterlambatan signifikan dalam penyelamatan diri dan evakuasi sebuah bangunan.

Tidak adanya prosedur darurat, tidak adanya pelatihan tentang prosedur tersebut dan tidak adanya praktik rutin prosedur tersebut merupakan faktor-faktor yang dapat menyebabkan keterlambatan dalam evakuasi sebuah bangunan.

2.7 Pengendalian Risiko Kebakaran

Persyaratan pertama dalam proses pengurangan risiko yang efektif bagi pengusaha adalah penunjukan seseorang yang bertanggungjawab atas mitigasi kebakaran. Orang yang diangkat tersebut harus membuat 'Rencana Kebakaran' dan berhubungan langsung dengan pekerja selama pelaksanaan kebijakan pengusaha dalam pelaksanaan prosedur pengurangan risiko kebakaran. Pengusaha harus mempertimbangkan pengawas Kebakaran di tiap area bangunan. Pengawas Kebakaran bisa bertanggungjawab atas hal-hal berikut: membantu Manajer Kebakaran dalam pelaksanaan

Rencana Kebakaran melakukan pemeriksaan tempat kerja mingguan;

- memastikan bahwa semua orang telah menyelamatkan diri dari area mereka saat keadaan darurat
- memantau pengendalian dan meminimalisir sumber pemantik api
- penggunaan peralatan pemadam kebakaran. Kebijakan dan rencana tersebut harus mempertimbangkan unsur-unsur penting berikut ini dalam program pengurangan risiko kebakaran:

Mengendalikan bahan mudah terbakar Bahan mudah terbakar harus dibatasi di dalam bangunan dan disimpan dengan benar. Jumlah bahan yang disimpan harus dijaga seminimal mungkin. Cairan dan botol gas yang mudah terbakar harus disimpan di bangunan penyimpanan eksternal. Bahan mudah terbakar seperti kertas, kain, kayu, plastik, bahan kemasan dan sebagainya tidak boleh disimpan:

- bawah tangga atau di ruang tempat tangga
- berhadapan dengan peralatan pemanas
- dekat dengan lemari atau peralatan listrik
- dekat dengan sumber pekerjaan panas misalnya mengelas dan menggerinda; dan
- dekat dengan sumber panas misalnya memasak atau merokok.

Bahan dan cairan yang mudah terbakar ini harus diberi label sedemikian rupa secara memadai dan disimpan di wadah yang sesuai dan tahan api. Asap kimia atau asap beracun dapat dihasilkan melalui pembakaran bahan tertentu. Langkah pencegahan yang diperlukan adalah pemilihan ‘bahan tahan api’ untuk unit akomodasi. Namun, pabrik tempat memproduksi bahan tersebut bisa menghasilkan asap beracun.

Mengurangi potensi pemantik api penempatan sumber panas atau pemantik api harus dipertimbangkan terkait dengan lokasi bahan mudah terbakar. Faktor kendali berikut harus dipertimbangkan di dalam Rencana Kebakaran

- dilarang merokok di tempat kerja
- akses terkontrol untuk meminimalkan potensi pembakaran
- perawatan rumah yang baik di area-area di mana pekerjaan panas dilakukan
- penggunaan pengawas kebakaran menyusul pelaksanaan pekerjaan panas
- prosedur pembakaran bahan limbah yang aman
- pengawasan sumber panas terus-menerus selama pekerjaan dapur
- pemeliharaan dan pemeriksaan listrik yang efektif Pemeliharaan listrik yang buruk merupakan salah satu faktor utama pemantik api, dan tindakan pencegahan khusus harus diperhatikan
- Peralatan listrik harus dipendam di dalam tanah untuk meminimalkan potensi listrik statis yang menciptakan sumber pemantik api

2.8 Identifikasi Cepat Mengenai Terjadinya Kebakaran

Penyediaan detektor yang terhubung dengan sistem alarm dan peringatan adalah penting dalam identifikasi cepat mengenai adanya kebakaran. Deteksi kebakaran bisa didapatkan dengan menggunakan berbagai peralatan bertenaga baterai atau listrik yang dapat mengidentifikasi adanya asap, panas atau cahaya yang berkedip-kedip. Peralatan dan perangkat ini perlu diperiksa dan diuji secara rutin. Lokasi dan distribusinya sangat penting. Keberadaan perangkat tersebut sangat penting terutama di semua area bangunan tempat bahan-bahan mudah terbakar disimpan. (International Labour Organization, 2018)

2.9 Sarana Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran

Ada beberapa hal yang bisa dilakukan agar bencana kebakaran bisa dicegah. Salah satunya dengan rambu-rambu yang diletakkan di area yang memiliki potensi kebakaran yang tinggi.

a. Poster-poster Peringatan

Pemasangan poster larangan merokok adalah pencegahan dini yang umum dilakukan perusahaan. Namun dalam kenyataannya larangan tersebut tidak sepenuhnya ditaati, untuk itu perusahaan perlu menyediakan waktu dan tempat khusus untuk merokok dengan maksud untuk mengurangi keinginan merokok pada saat bekerja. (Suma'mur, 1996)

b. Fire Alarm System

Fire alarm system adalah suatu alat pengindera atau pendeteksi kebakaran yang dapat memberikan peringatan atau tanda awal terjadinya kebakaran. Komponen pokok fire alarm system :

1) Alat pendeteksi kebakaran (Fire detector)

Berdasarkan sistem kerjanya terdapat dua jenis fire detector yaitu :

a) Alat pendeteksi kebakaran manual (Manual alarm station) Alat ini dioperasikan oleh manusia dengan cara menekan tombol (push button), menarik tombol (pull button), dan menaikkan atau menurunkan handel alat tersebut.

b) Alat pendeteksi kebakaran otomatis (Detector)

Pada prinsipnya alat deteksi ini dibedakan menjadi 4 macam :

(1) Alat Deteksi Asap (Smoke Detector)

Alat ini akan memberikan alarm bila terjadi asap disuatu ruangan dimana alat ini dipasang.

(2) Alat Deteksi Nyala Api (Flame Detector)

Alat ini akan memberikan alarm bahaya kebakaran bila menangkap sinar ultra violet yang dipancarkan oleh nyala api.

(3) Alat Deteksi Panas (Heat Detector)

Alat ini dapat mendeteksi bahaya kebakaran dengan adanya kenaikan temperatur (panas) yang terjadi disuatu ruangan, misalnya bila temperatur ruangan naik dari 50°C menjadi 60°C.

(4) Alat Deteksi Gas

Alat ini bekerja berdasarkan kenaikan konsentrasi gas yang terjadi disuatu ruangan. Syarat-syarat pemasangan detektor panas :

- (1) Detektor harus diproteksi terhadap kemungkinan rusak karena gangguan mekanis.
- (2) Pemasangan detektor dalam semua keadaan harus bebas dari pengikatannya terhadap sirkit konduktor.
- (3) Detektor tidak boleh dipasang dengan cara masuk ke dalam permukaan langit-langit kecuali hal itu sudah pernah diuji dan terdaftar (“listed”) untuk pemasangan seperti itu.
- (4) Detektor harus dipasang pada seluruh daerah bila disyaratkan oleh standar yang berlaku atau oleh instansi yang berwenang. Setiap detektor yang terpasang harus dapat dijangkau untuk pemeliharaan dan untuk pengujian secara periodik.
- (5) Apabila dipersyaratkan proteksi mencakup secara menyeluruh, maka detektor harus dipasang pada seluruh ruangan, lobi, daerah gudang, besmen, ruang di bawah atap di atas langit-langit, loteng, ruang di atas langit-langit yang diturunkan dan sub bagian lainnya dan ruang yang dapat dijangkau dan di dalam semua lemari tanam, tangga tertutup, saf “dumb waiter”, dan pelongsor (“chute”). (SNI 03 -3985-2000).

2) Instalasi atau Jaringan Kabel

Instalasi atau jaringan kabel digunakan untuk menghubungkan detector dan manual alarm station dengan control panel. Alat ini berfungsi sebagai mediator untuk mengaktifkan alat deteksi serta meneruskan sinyal dari alat deteksi ke control panel. Disamping itu, instalasi juga digunakan untuk menghubungkan control panel dengan alarm bell, lampu-lampu peringatan, dan lain-lain. (Hastutik, 2010)

3) Fire Alarm Control Panel

Alat ini merupakan induk dari fire alarm system yang dapat mengamati kerja dari manual alarm station ataupun detector. Dan juga berfungsi memberi instruksi pada alarm bell, location indicator lamp dan lain sebagainya pada saat kebakaran terjadi. (Firdhos Nurdiansyah, 2003).

4) Power Supply

Fungsi dari power supply adalah untuk menjalankan system. Power supply terdiri dari listrik PLN dan apabila ada gangguan listrik atau dalam keadaan darurat dapat memakai genset atau batteray.

Prinsip kerja fire alarm system adalah sebagai berikut :

- 1) Apabila manual alarm station atau detector bekerja, maka sinyal akan dikirim melalui instalasi atau jaringan kabel ke fire alarm control panel sebagai data yang akan diolah lebih lanjut.
- 2) Fire alarm control panel merupakan unit pengontrol yang akan melakukan pengolahan, seleksi, dan evaluasi data. Hasilnya merupakan out put yang juga berisi informasi tentang lokasi kebakaran (misal nomor ruangan, bagian dari lantai bangunan, dan lain-lain). Sehingga petugas mengetahui di ruangan mana, bagian dari bangunan yang terjadi kebakaran. Out put dari unit kontrol tersebut sekaligus mengaktifkan peralatan di pusat alarm seperti tanda bahaya alarm, telepon, dan lain-lain. (Hastutik, 2010).

c. Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

APAR (Portable Fire Extinguisher) adalah alat pemadam api yang mudah dilayani oleh satu orang dan digunakan untuk memadamkan api pada awal terjadinya kebakaran.

Konstruksi APAR :

- 1) Jenis Tersimpan Bertekanan (Stored Pressure Type) APAR tipe ini bahan pemadamnya didorong keluar oleh gas bertekanan yang dikempakan bersamaan bahan pemadamnya ke dalam tabung. Gas yang dikempakan adalah Nitrogen (N₂). APAR tipe ini biasanya dilengkapi dengan penunjuk tekanan.
- 2) Jenis Gas Cartridge (Gas Cartridge Type) APAR tipe ini bahan pemadamnya didorong keluar oleh gas bertekanan yang keluar dari cartridge yang dipasang dalam tabung. Macam-macam bahan pemadam api yang digunakan pada APAR adalah:

- Air

Sejak dulu air digunakan untuk pemadaman kebakaran dengan hasil yang sangat memuaskan (efektif dan ekonomis), karena harganya relative

murah, pada umumnya mudah diperoleh, aman dipakai, mudah disimpan dan dipindahkan.

- Busa (Foam)

Pada perkembangan teknologi, dikembangkanlah pemadam kebakaran dengan berbahan busa

- a) Busa Kimia (Chemical Foam)

Busa kimia adalah bahan pemadam api yang efektif untuk kebakaran minyak (biasa ditempatkan dipompa-pompa bensin). Bahan yang biasa digunakan yaitu tepung alumunium sulfat dan natrium bikarbonat yang keduanya dilarutkan dalam air. Hasilnya adalah busa yang volumenya dapat mencapai 10 kali lipat. Pemadaman api oleh busa merupakan sistem isolasi, yaitu mencegah oksigen untuk tidak ikut dalam reaksi.

- b) Busa Mekanik (Mechanical Foam)

Busa mekanik adalah bahan pemadam api yang juga efektif untuk kebakaran minyak. Busa ini terjadi karena adanya proses mekanis yaitu berupa adukan dari bahan-bahan pembuat busa yang terdiri dari cairan busa (foam liquid), air, dan udara. Dalam proses pembuatan busa mekanik biasanya digunakan alat-alat pembuat busa.

- c) Serbuk Kimia Kering (Dry Chemical Powder)

Bahan pemadam api serbuk kimia kering efektif untuk kebakaran kelas B dan C, dapat juga kelas A. Tabung serbuk kimia kering berisi 2 macam bahan yaitu sodium bikarbonat atau natrium bikarbonat dan gas CO₂ atau nitrogen (sebagai pendorong). Khusus untuk pemadam kebakaran kelas D (logam) digunakan metal dry powder yaitu campuran dari sodium, potassium, dan barium klorida.

- Gas Asam Arang (CO₂)

Bahan pemadam api gas asam arang (CO₂) efektif untuk kebakaran kelas B dan kelas C. Gas CO₂ dalam pemadaman kebakaran berfungsi untuk mengurangi kadar oksigen dan efektif digunakan untuk pemadaman di dalam ruangan. Karena kekhususannya, kebanyakan gas CO₂ digunakan pada system

pemadaman otomatis instalasi tetap (fixed system). Misalnya untuk kamar-kamar mesin, ruang generator, ruang berisi panel-panel listrik, dan lain-lain.

5) Gas Halon (Halogenated Hydrocarbon)

Bahan pemadam api gas halon biasanya terdiri dari unsur-unsur kimia seperti karbon, fluorin, bromida, dan iodine. Halon yang biasa dipakai yaitu halon 1211 (BCF) dan halon 1301 (BTM). Gas halon 1211 biasanya dipasang sebagai alat pemadam api ringan (APAR) pada bangunan gedung, pabrik, dan lain sebagainya. Gas halon 1301 biasa digunakan pada sistem pemadaman otomatis instalasi tetap (fire protection fixed installations).

Jenis-jenis APAR :

- 1) Jenis air (water)
- 2) Jenis busa (foam)
- 3) Jenis tepung kimia kering (dry chemical powder)
- 4) Jenis gas asam arang (CO₂)
- 5) Jenis halon

Metode Pemadaman dengan APAR :

- 1) Jenis Tepung Kimia : Tes ditempat mengambil APAR dan arahkan nozzle ke atas, handle ditekan dengan dipukul
- 2) Jenis CO₂ : Tes ditempat mengambil APAR dan arahkan nozzle ke atas. Jangan memegang corong saat memadamkan kebakaran.
- 3) Jenis BCF, AF-11 : Tes ditempat mengambil, selang harus lurus (tidak berbelit) dan arahkan nozzle ke atas.
- 4) Jenis Busa Kimia atau Foam : Dibalik didekat kebakaran, perhatikan cara melipat selang supaya tidak menyumbat aliran, muka dilindungi tabung pemadam.
- 5) Selesai pemadaman sewaktu membalik kembali, pancaran nozzle harus selalu diarahkan ke bawah.
- 6) Setiap selesai pemadaman : yakinkan api telah padam, kemudian mundur sampai jarak aman dan tidak boleh langsung membalikkan badan. (Semen Gresik, 2007)

Pemasangan dan penempatan APAR menurut Permenakertras No. Per. 04/Men/1980 harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- 1) Setiap satu atau kelompok alat pemadam api ringan harus ditempatkan pada posisi yang mudah dilihat dengan jelas, mudah dicapai, dan diambil serta dilengkapi dengan pemberian tanda pemasangan.
- 2) Tinggi pemberian tanda pemasangan tersebut adalah 125 cm dari dasar lantai tepat di atas satu atau kelompok alat pemadam api ringan bersangkutan.
- 3) Pemasangan dan penempatan alat pemadam api ringan harus sesuai dengan jenis dan penggolongan kebakaran.
- 4) Penempatan alat pemadam api yang satu dengan lainnya atau kelompok satu dengan lainnya tidak boleh melebihi 15 meter, kecuali ditetapkan lain oleh pegawai pengawas atau ahli keselamatan kerja.
- 5) Semua tabung alat pemadam api ringan sebaiknya berwarna merah.
- 6) Pemasangan alat pemadam api ringan harus sedemikian rupa sehingga bagian paling atas (puncaknya) berada pada ketinggian 1,2 m dari permukaan lantai kecuali jenis CO₂ dan tepung kering (dry chemical) dapat ditempatkan lebih rendah dengan syarat, jarak antara dasar alat pemadam api ringan tidak kurang 15 cm dari permukaan lantai.
- 7) Alat pemadam api ringan tidak boleh dipasang dalam ruangan atau tempat dimana suhu melebihi 49°C atau turun sampai minus 44°C kecuali apabila alat pemadam api ringan tersebut dibuat khusus untuk suhu diluar batas tersebut diatas.

2.10 Prosedur Keadaan Darurat

Kemampuan bagi semua orang untuk mengevakuasi bangunan secara tepat waktu adalah persyaratan pengendalian yang sangat penting. Perlu ada rute penyelamatan diri dari kebakaran yang ditetapkan dalam dua arah berlawanan dari setiap ruang kerja dan area istirahat. Kamar tertutup boleh memiliki satu pintu keluar (misalnya kantor) sepanjang pintu terbuka ke rute pintu keluar. Semua rute penyelamatan diri dari kebakaran harus ditandai, sebaiknya dengan cat lantai kuning dan harus memiliki lebar minimal 70 cm dan bebas dari hambatan. Lantai atas di bangunan harus dibangun dengan dua tangga terpisah, sebaiknya di ujung berbeda dalam bangunan tersebut. Bila memungkinkan, tangga ini harus tertutup dalam bangunan yang terlindungi untuk menghambat masuknya api. Bila memungkinkan, rute

penyelamatan diri dari kebakaran harus diterangi dengan lampu darurat. Semua rute penyelamatan diri harus membawa ke arah keluar dari bangunan dan menuju ke tempat yang aman. Semua rute penyelamatan diri dari kebakaran harus diperiksa setiap minggu untuk memastikan bahwa rute tersebut tidak terhambat dan pintu penyelamatan diri dapat dibuka dengan mudah. Jika pengusaha merasa perlu untuk mengunci pintu penyelamatan diri karena alasan keamanan, maka pintu tersebut harus dilengkapi dengan kunci pemecah kaca, pelepas tuas dorong atau dikunci dengan kunci yang anak kunci atau mekanismenya mudah diakses di bagian dalam pintu. Semua pekerja harus diberi instruksi dan pelatihan tentang prosedur penyelamatan diri dari kebakaran . Prosedur penyelamatan diri dari kebakaran harus menjadi unsur utama K3 dalam pelatihan induksi pekerja. Secara rutin, semua pekerja harus mengikuti latihan penyelamatan diri dari kebakaran. Latihan ini harus diawasi oleh Manajer Kebakaran dan perbaikan atau tindakan koreksi selanjutnya dilakukan jika perlu. Pekerja harus diberi instruksi dan informasi mengenai metode alternatif untuk mengevakuasi sebuah bangunan jika rute penyelamatan diri tidak dapat diakses. Ini mungkin melibatkan penggunaan kapak untuk memecah dinding atau penghalang. Pekerja juga harus diberi instruksi tentang praktik merayap bila bangunan dipenuhi asap.

2.8 HIRARC

Metode HIRARC adalah metode yang digunakan untuk menurunkan tingkat risiko bahaya kerja, didalamnya terdiri dari 3 tahap identifikasi bahaya (*Hazard Identification*), penilaian risiko (*risk assessment*), dan pengendalian risiko (*risk control*) (Rositasari, Widaningrum and Iqbal, 2015)

2.8.1 Identifikasi Bahaya (*hazard identification*)

Bahaya merupakan segala hal yang dapat menimbulkan kerugian pada aset, pada manusia, atau kerusakan pada alat kerja dan tempat kerja. Terdapat berbagai macam bahaya, antara lain bahaya fisik, kimia, mekanik, ergonomi, kebiasaan, biologi dan psikologi. Untuk dapat melihat dan mengidentifikasi adanya bahaya bisa dilihat dari

- Daftar identifikasi bahaya
- Inspeksi tempat kerja (observasi dan wawancara)
- Analisa keselamatan kerja
- Investigasi kecelakaan dan insiden.

2.8.2 Peringkat Risiko

Pada tahap ini dilakukan tahap penilaian bertujuan untuk mengidentifikasi semua potensi bahaya yang sudah diidentifikasi, dan dilakukan proses penilaian pada proses penilaian ini bertujuan untuk memastikan adanya pengendalian risiko dari proses, risiko yang timbul dari setiap tahap pekerjaan, setiap tahap operasi, atau setiap tahap-tahap aktifitas proses produksi. Dari situ akan diketahui angka-angka yang nantinya ditempatkan pada tingkatan yang diterima atau tidak serta penilaian risiko atas 2 faktor penilaian, yaitu *likelihood*(kebiasaan) dan *Severity* (keparahan). Tentang cara penilaian akan dijelaskan lebih rinci dibawah ini.

2.8.2.1 Likelihood

Likelihood menunjukkan seberapa mungkin kecelakaan/bahaya dapat terjadi dalam kurun waktu tertentu. Berikut adalah tabel penilaian *likelihood* akan dijelaskan lebih rinci pada tabel 2.2 di halaman berikutnya.

Tabel 2.3. Penilaian *likelihood*(Rositasari, Widaningrum and Iqbal, 2015)

Angka	Deskripsi	Keterangan
5	<i>Almost Certain</i>	Terdapat ≥ 1 Kejadian dalam setiap <i>shift</i> kerja
4	<i>Likely</i>	Terdapat ≥ 1 Kejadian dalam setiap <i>hari</i>
3	<i>Posibble</i>	Terdapat ≥ 1 Kejadian dalam setiap <i>minggu</i>
2	<i>Unlikely</i>	Terdapat ≥ 1 Kejadian dalam setiap <i>bulan</i>
1	<i>Rare</i>	Terdapat ≥ 1 Kejadian dalam setahun atau lebih

2.8.2.2 Severity (Keparahan)

Keparahan menunjukkan seberapa parah dampak akibat dari risiko kecelakaan kerja atau kejadian kecelakaan yang terjadi. Dijelaskan mengenai penilaian dengan angka sesuai dengan tingkat keparahan yang terjadi. Berikut adalah tabel penilaian untuk *severity*. Untuk menentukan penilaian *severity* yang akan dijelaskan lebih detail pada tabel 2.3 tentang penilaian *severity*.

Tabel 2.4. Penilaian *severity* (Rositasari, Widaningrum and Iqbal, 2015)

Tingkat	Deskripsi	Keterangan
1	<i>Insignificant</i>	Tidak terjadi cedera, kerugian tidak signifikan
2	<i>Minor</i>	Cedera ringan, kerugian finansial sedikit
3	<i>Moderate</i>	Cedera sedang, perlu penanganan medis, kerugian financial tergolong besar
4	<i>Major</i>	Cedera berat ≥ 1 orang, kerugian besar, gangguan produksi
5	<i>Catastrophic</i>	Fatal ≥ 1 orang, kerugian sangat besar, gangguan produksi hingga terhentinya proses produksi

2.8.2.3 Peringkat Risiko

apabila nilai dari *likelihood* dan *Severity* telah ditentukan, maka nilai-nilai tersebut akan digunakan untuk menentukan peringkat risiko dari setiap potensi bahaya yang telah diidentifikasi, dimana peringkat risiko ini menunjukkan risiko berada pada tingkat *low, medium, high, or significant*. Peringkat risiko pada tabel yang digunakan untuk menilai risiko yang mungkin terjadi. Berikut matrik penilaian risiko antara *Severity* dan *Likelihood*. Mengenai penentuan peringkat risiko akan dijelaskan pada tabel 2.4 tentang peringkat risiko.

Tabel 2.5. Peringkat risiko (Rositasari, Widaningrum and Iqbal, 2015)

Likelihood (L)	Severity (S)				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

$R \geq 15$  *High*
 $5 < R < 12$  *Medium*
 $R < 4$  *Low*

2.8.2.4 Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko merupakan tahapan paling akhir dari pendekatan metode HIRARC tahap ini menyatakan cara yang efektif untuk mengatasi potensi bahaya yang terdapat pada lingkungan kerja. Sebelum dilakukan mitigasi untuk mencegah kebakaran terjadi.

2.9 Mengatur Keselamatan Kebakaran

Manajemen keselamatan kebakaran yang baik sangat penting untuk memastikan bahwa kebakaran tidak mungkin terjadi; namun jika hal itu terjadi cenderung bisa dikendalikan atau diurus dengan cepat, efektif dan aman; atau jika kebakaran terjadi dan tumbuh, semua orang di tempat Anda dapat melarikan diri ke tempat yang aman sepenuhnya dengan mudah dan cepat.

Penilaian risiko yang harus Anda lakukan akan membantu Anda memastikan bahwa prosedur keselamatan kebakaran, tindakan pencegahan kebakaran, dan tindakan pencegahan kebakaran (rencana, sistem dan peralatan) semuanya sudah ada dan berfungsi dengan baik, dan penilaian risiko harus mengidentifikasi setiap masalah yang perlu perhatian. (OSHA, 2015)

2.9.1 Penilaian Risiko Kebakaran

Penilaian risiko kebakaran adalah pandangan terorganisir dan tersusun secara metode di lokasi kerja anda, kegiatan yang dilakukan di sana dan kemungkinan kebakaran dapat dimulai dan menyebabkan bahaya bagi mereka yang ada di dalam dan sekitar lokasi.

Tujuan dari penilaian risiko kebakaran adalah:

- Untuk mengidentifikasi bahaya kebakaran.
- Untuk mengurangi risiko bahaya yang menyebabkan kerusakan serendah yang dapat dipraktikkan secara wajar.
- Untuk memutuskan tindakan pencegahan kebakaran fisik dan pengaturan manajemen apa yang diperlukan untuk memastikan keselamatan orang-orang di tempat Anda jika kebakaran mulai terjadi.

karena itu ketika memutuskan tindakan pencegahan kebakaran dan pengaturan manajemen apa yang diperlukan, Anda harus mempertimbangkan definisi ini.

Istilah 'bahaya' dan 'risiko' digunakan di seluruh penelitian ini dan penting bagi anda untuk memiliki pemahaman yang jelas tentang bagaimana ini harus digunakan.

- Bahaya: apa pun yang berpotensi menyebabkan bahaya.

- Risiko: peluang terjadinya kerusakan itu.

Jika perusahaan anda mempekerjakan lima orang atau lebih, atau bangunan Anda dilisensikan atau pemberitahuan perubahan yang mengharuskannya berlaku, maka temuan signifikan dari penilaian risiko kebakaran, tindakan yang harus diambil sebagai hasil dari penilaian dan perincian siapa pun khususnya Beresiko harus dicatat. Anda mungkin akan merasa terbantu untuk menyimpan catatan temuan signifikan penilaian risiko kebakaran Anda, bahkan jika Anda tidak diharuskan melakukannya.

Penilaian risiko kebakaran akan membantu menentukan kemungkinan penyebab kebakaran dan bahaya kebakaran yang terjadi ditempat kerja dan berguna bagi orang-orang dalam tingkatan manajemen untuk menentukan tindakan dan melindungi siapa saja yang ada di sekitarnya. Metode penilaian yang disarankan dalam penelitian ini memiliki pendekatan yang sama dengan yang digunakan dalam undang-undang kesehatan dan keselamatan umum.

Sebagian besar informasi yang didapat untuk kemudian digunakan dalam penilaian risiko kebakaran akan berasal dari wawasan yang dimiliki karyawan dalam memahami risiko kebakaran, dan informasi yang didapat tentang lokasi tersebut. Untuk melakukan penilaian risiko kebakaran dengan menggunakan cara yang praktis dan sistematis dan harus mengalokasikan cukup waktu untuk melakukan pekerjaan yang tepat. Ini harus mempertimbangkan seluruh bagian dari bangunan, termasuk lokasi di luar ruangan, dan area yang jarang digunakan. Jika tempat kerja memiliki ukuran kecil, mungkin dapat menilai risiko secara keseluruhan. Jika di tempat yang lebih besar, harus diidentifikasi terbagi menjadi beberapa ruangan atau serangkaian area penilaian, mis. area proses, kantor, toko, serta koridor, tangga dan rute eksternal.

2.10 ISO 31000, Manajemen Risiko

Ada banyak pendekatan yang direkomendasikan untuk risiko manajemen (RM) dan beberapa panduan berbeda dan kerangka kerja dan standar manajemen risiko telah diterbitkan. Panduan ini menjelaskan pendekatan yang digunakan dalam ISO 31000: 2018 Manajemen risiko - Pedoman dan identifikasi pentingnya dan relevansi ISO 31000 dan lainnya kerangka kerja Panduan ini juga menguraikan aplikasi praktis pedoman ISO 31000 dan memberikan komentar tentang pelaksanaan. Tetap menjadi tantangan bagi para profesional risiko untuk secara jelas menunjukkan nilai dari membuat sumber daya tersedia untuk manajemen risiko. Mengingat tantangan yang berkelanjutan ini, ISO telah menerbitkan versi terbaru dari ISO 31000 Manajemen risiko.

Sistem manajemen adalah penghasil kebijakan, proses dan prosedur yang digunakan oleh suatu organisasi untuk memastikan bahwa ia dapat memenuhi tugas yang diperlukan untuk mencapainya maksud dan tujuan. Tujuan-tujuan ini akan mencakup semua aspek organisasi, termasuk strategi, taktik, operasi dan kepatuhan. Misalnya, sistem manajemen mutu memungkinkan organisasi untuk meningkatkan kualitas dan konsistensi produk dan / atau layanan.

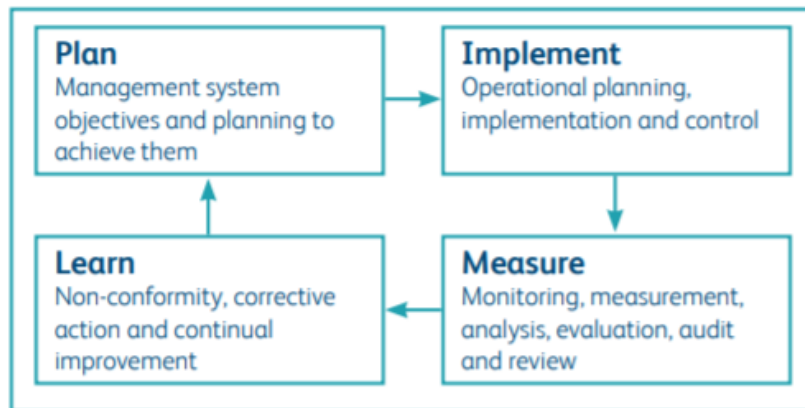
ISO telah menerbitkan panduan untuk standar sistem manajemen dengan informasi pada bagian-bagian tahap pekerjaan agar keseluruhan operasi memiliki standar dalam bekerja. Pedoman ISO diterbitkan dan beberapa standar telah dikonversi ke dalam berbagai format ISO. ISO 9001 pada manajemen mutu adalah yang terbaik di dunia internasional standar dan diperbarui pada tahun 2015 Beberapa standar sistem manajemen ISO yang ada sedang dikonversi ke dalam format Lampiran SL, termasuk ISO 14001 - Sistem manajemen lingkungan dan ISO 45001 –Sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja.

Pada gambar 2.5 menggambarkan hubungan antara ketiganya komponen 'Lingkup dan Desain' dan Gambar 2.6 menggambarkan hubungan antara empat komponen dari 'Kontrol dan Kembangkan'. Presentasi format ISO ini memisahkan 'Ruang Lingkup dan Komponen desain, yang mewakili kerangka kerja untuk mendukung manajemen risiko dari 'Kontrol dan Pengembangan' komponen yang mewakili proses manajemen risiko.

Sistem manajemen pada umumnya didefinisikan, didokumentasikan proses yang dimaksudkan untuk mengelola secara eksplisit proses dalam suatu organisasi. Ini akan diaudit standar yang dikembangkan untuk setiap kegiatan atau proses. Informal sistem manajemen bersifat implisit dan dapat mencakup peran dan tanggung jawab, audit dan manajemen perubahan. Namun, untuk organisasi yang lebih besar proses formal adalah penting dan itu menjelaskan pentingnya diterbitkan standar, seperti ISO 9001 dan ISO 31000.



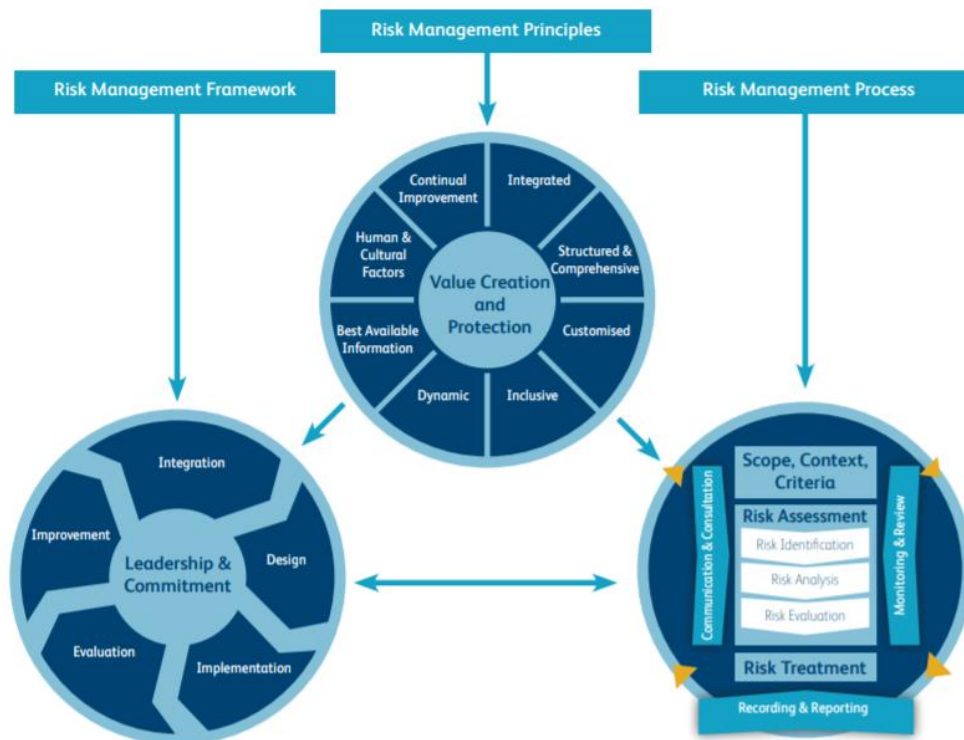
Gambar 2.5 cakupan desain dari manajemen sistem (Institute of Risk Management, 2018)



Gambar 2.6 kontrol dan komponen pengembangan dari sistem manajemen (Institute of Risk Management, 2018)

ISO 31000 awalnya diterbitkan pada 2009 dan diperbarui versi ini diterbitkan pada Februari 2018. Namun, secara keseluruhan tujuan ISO 31000 tetap sama – mengintegrasikan pengelolaan risiko menjadi strategis dan operasional sistem manajemen, seperti yang dijelaskan pada gambar 2.7. Versi 2018 sangat mirip dengan versi asli, tetapi poin-poin berikut mengidentifikasi perubahan utama untuk versi 2018 pedoman:

- prinsip manajemen risiko telah ditinjau, seperti ini adalah kriteria utama untuk manajemen risiko yang baik
- pentingnya kepemimpinan oleh manajemen puncak adalah yang paling disorot, seperti integrasi manajemen risiko, dimulai dengan tata kelola organisasi;
- Penekanan lebih besar diberikan pada sifat risiko yang berulang manajemen, karena pengetahuan dan analisis baru mengarah untuk revisi proses, tindakan, dan kontrol; dan
- konten disederhanakan dengan fokus yang lebih besar pada mempertahankan model sistem terbuka agar sesuai dengan berbagai kebutuhan dan konteks.



Gambar 2.7 Prinsip *risk management* pada ISO 31000 (Institute of Risk Management, 2018)

ISO 31000 menyatakan bahwa tujuan manajemen risiko adalah penciptaan dan perlindungan nilai-nilai. Prinsip-prinsip yang ditetapkan dalam ISO 31000 memberikan panduan tentang karakteristik manajemen risiko yang efektif dan efisien, mengkomunikasikan menghargai dan menjelaskan maksud dan tujuannya. Ada total delapan prinsip yang ada dalam standar, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.7 ini. Pedoman ISO 31000 memberikan pernyataan risiko prinsip manajemen. Delapan prinsip dijelaskan di bawah:

- Kerangka kerja dan proses harus disesuaikan dan sebanding.
- Keterlibatan pemangku kepentingan yang tepat dan tepat waktu adalah perlu.
- Diperlukan pendekatan terstruktur dan komprehensif.
- Manajemen risiko adalah bagian integral dari semua organisasi kegiatan.
- Manajemen risiko mengantisipasi, mendeteksi, mengakui dan menanggapi perubahan.
- Manajemen risiko secara eksplisit mempertimbangkan segala batasan dari informasi yang tersedia.
- Faktor manusia dan budaya mempengaruhi semua aspek risiko pengelolaan.
- Manajemen risiko terus ditingkatkan melalui belajar dan pengalaman.

2.10.1 Tahapan ISO 31000



Gambar 2.8 tahapan *risk management* pada ISO 31000 (Institute of Risk Management, 2018)

Seperti yang dijelaskan pada gambar 2.8, ada beberapa tahapan dalam manajemen risiko seperti yang dijelaskan pada standar ISO 31000. Tahapan-tahapannya adalah

- Komunikasi dan konsultasi

Pada tahapan ini, para manajemen memaparkan masalah dan mengumpulkan data-data

- Penilaian risiko

- Identifikasi risiko

Mengumpulkan data dan mengidentifikasi semua risiko yang ada ditempat kerja.

- Analisa risiko

Menganalisa semua risiko yang telah teridentifikasi. Mengetahui penyebab, kronologi yang terjadi serta seberapa parah risiko itu terjadi

- Evaluasi risiko

Setelah analisa risiko, untuk kemudian dievaluasi. Hal-hal apa saja yang perlu dilakukan untuk memitigasi semua risiko berdasarkan tahapan sebelumnya.

- Penanganan risiko

Setelah tahapan penilaian risiko selesai. Dilakukanlah mitigasi bahaya. Pengendalian semua risiko yang telah teridentifikasi. Sehingga dapat meminimalisir risiko yang ada.

Tahapan akhir adalah tahap monitoring dan evaluasi terhadap semua yang telah dilakukan untuk meminimalisir risiko. Untuk kemudian dibuat catatan dan pelaporan terhadap semua risiko yang ada.

2.10.2 Manajemen Risiko

Menerapkan manajemen risiko dapat membentuk dan mewujudkan budaya organisasi secara terstruktur dan terkendali serta dapat menjadi bahan pertimbangan untuk penentuan keputusan dengan menimbang semua risiko-risiko yang mungkin terjadi dalam suatu Lembaga. Manajemen risiko terdiri dari beberapa proses, berawal dari pengumpulan data, mengidentifikasi bahaya, dari data terkumpul dilakukan penilaian risiko, pemetaan risiko dan menanggapi risiko. Termasuk memaparkan hasil dari seluruh proses ke pihak yang berwenang dalam bahasan ini adalah para direksi dari suatu organisasi. Sebuah sistem dapat dikatakan efektif menurut Carlson (2014) adalah :

1. Terdapat peningkatan dalam proses perencanaan dengan prioritas fokus untuk tetap berada pada inti bisnis dan dapat memastikan *service delivery* dapat terjamin
2. Terdapat usaha untuk mengendalikan, mengurangi kemungkinan semua potensi dari pengeluaran yang tidak diketahui sebelumnya dan mampu mempersiapkan perusahaan untuk menghadapi kondisi yang penuh tantangan yang berupa kejadian yang tidak terduga dan pengeluaran yang tidak terduga hingga mengganggu aktifitas organisasi
3. Ada kontribusi dalam pertimbangan perusahaan untuk mengalokasi seluruh sumber daya yang terdapat di perusahaan kemudian merubahnya menjadikan sumber daya sebagai risiko dengan level tinggi.
4. Dapat meningkatkan efisiensi, baik dalam proses, karyawan, dll serta dapat meningkatkan penghematan dan performa umum
5. Terdapat kontribusi pengembangan budaya organisasi yang baik dan mengarah ke hal yang positif, dimana semua orang yang berada dilingkungan perusahaan dapat memahami semua aturan tujuan, peran dalam organisasi, dan arah mereka
6. Dapat meningkatkan akuntabilitas organisasi, tanggung jawab semua pihak, transparansi dan tata kelola dalam pengambilan keputusan dan hasil. Hal ini akan berguna apabila perusahaan sudah bergerak secara publik, dapat memberikan manfaat tidak hanya untuk pihak internal perusahaan

namun juga pihak-pihak yang ada dilingkungan perusahaan baik pihak yang terlibat langsung dengan proses bisnis maupun tidak.

2.10.3 *What-if / check List*

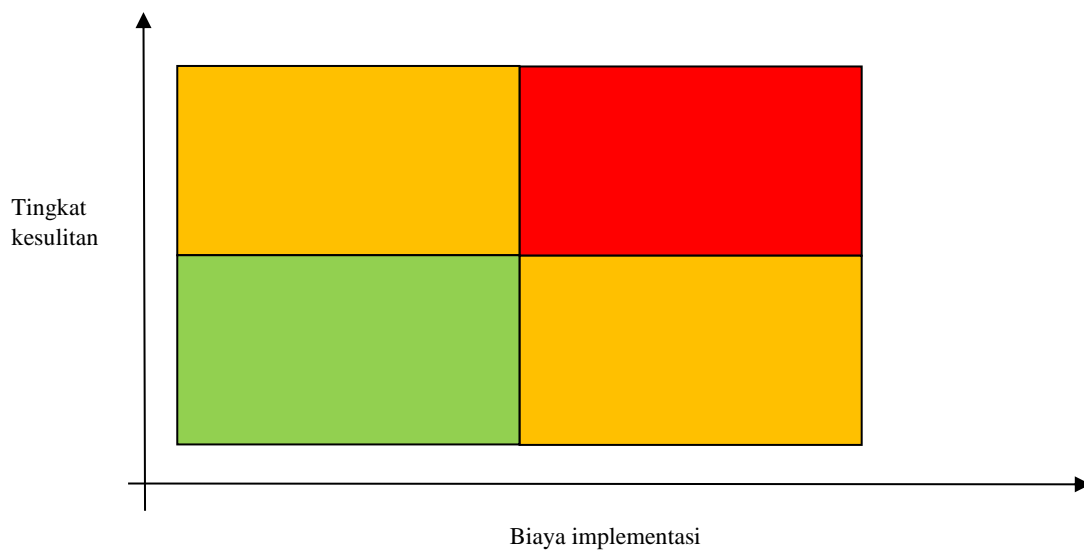
Metode *what-if* atau *check list* merupakan metode yang digunakan untuk analisa risiko dengan teknik Analisa yang berisikan daftar suatu hal tertentu untuk digunakan sebagai jenis-jenis identifikasi dari bahaya, baik dari kelemahan suatu desain rancangan mesin atau situasi yang dapat menjadi risiko kecelakaan atau kejadian kebakaran yang terkait pada operasi. Metode ini menganalisa bahaya mulai dari identifikasi penyebab dengan pendapat yang terstruktur yang digunakan sebagai dasar untuk pengendalian yang akan dilakukan. Metode ini menganalisa intensitas bahaya, menilai dari adanya kemungkinan atas akibat dari kondisi-kondisi yang terjadi. Hasil dari diskusi akan menghasilkan pemikiran terkait identifikasi bahaya serta tingkat bahaya dan menentukan rekomendasi yang akan diajukan kepada manajemen perusahaan dengan mempertimbangkan risiko-risiko (Sons, 1999).

2.10.4 *Hazops (Hazard And Operability Study)*

Metode *Hazops* adalah teknik yang digunakan dalam identifikasi risiko untuk menelaah bahaya pada proses produksi maupun dalam operasi suatu sistem produksi secara sistematis dengan berdasar data bahaya yang telah dikumpulkan secara rinci dan berurutan guna mengidentifikasi risiko yang dapat menyebabkan suatu operasi mesin produksi berhenti total serta menimbulkan kerusakan dan kerugian, baik dari kerugian manusia, kerugian peralatan dalam suatu sistem yang sudah ada. *Hazop* selain mengidentifikasi identifikasi kemungkinan terjadinya suatu risiko yang dapat merugikan dan *Hazop* juga memiliki sistem manajemen risiko yang dapat digunakan untuk mengurangi dampak kerugian dengan risiko, bahaya serta efek yang diperkirakan akan terjadi (Musyafa, 2013).

2.10.5 *Improvement Performance Analysis*

Fundamental dari *Improvement Performance Analysis* adalah penelaahan secara sistematis dan mendalam dalam performa organisasi dan pengumpulan data berdasarkan penilaian ditempat kerja untuk menjalankan performa organisasi dan diaplikasi pada proses, tingkat manajemen, tim kerja, dan ditingkat pekerja. Dengan menggunakan grafik untuk menentukan hal apa yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja seperti pengembangan organisasi, pelatihan pada karyawan, pengikatan kualitas, rekayasa ulang, pengembangan sumber daya manusia.



Gambar 2.9. *Improvement Performance Analysis*

Dengan adanya grafik ini dapat membantu pola pikir dalam pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan biaya dan tingkat kesulitan yang akan dihadapi. Keputusan yang diambil diharapkan merupakan keputusan yang terbaik karena sudah mempertimbangkan aspek tingkat kesulitan dan biaya yang akan dikeluarkan dalam aplikasi sebuah keputusan.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis Penelitian Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode manajemen risiko dan *Forum Group Discuss* untuk menggali informasi mengenai Faktor-faktor yang dapat meningkatkan risiko kebakaran di PT. XYZ.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian Penelitian ini dilakukan di Unit percetakan *rotogravure*, departemen fleksibel, PT. XYZ. Alasan pemilihan penelitian dilokasi ini karena telah terjadi beberapa kali kebakaran yang menyebabkan *downtime* dari mesin tersebut.

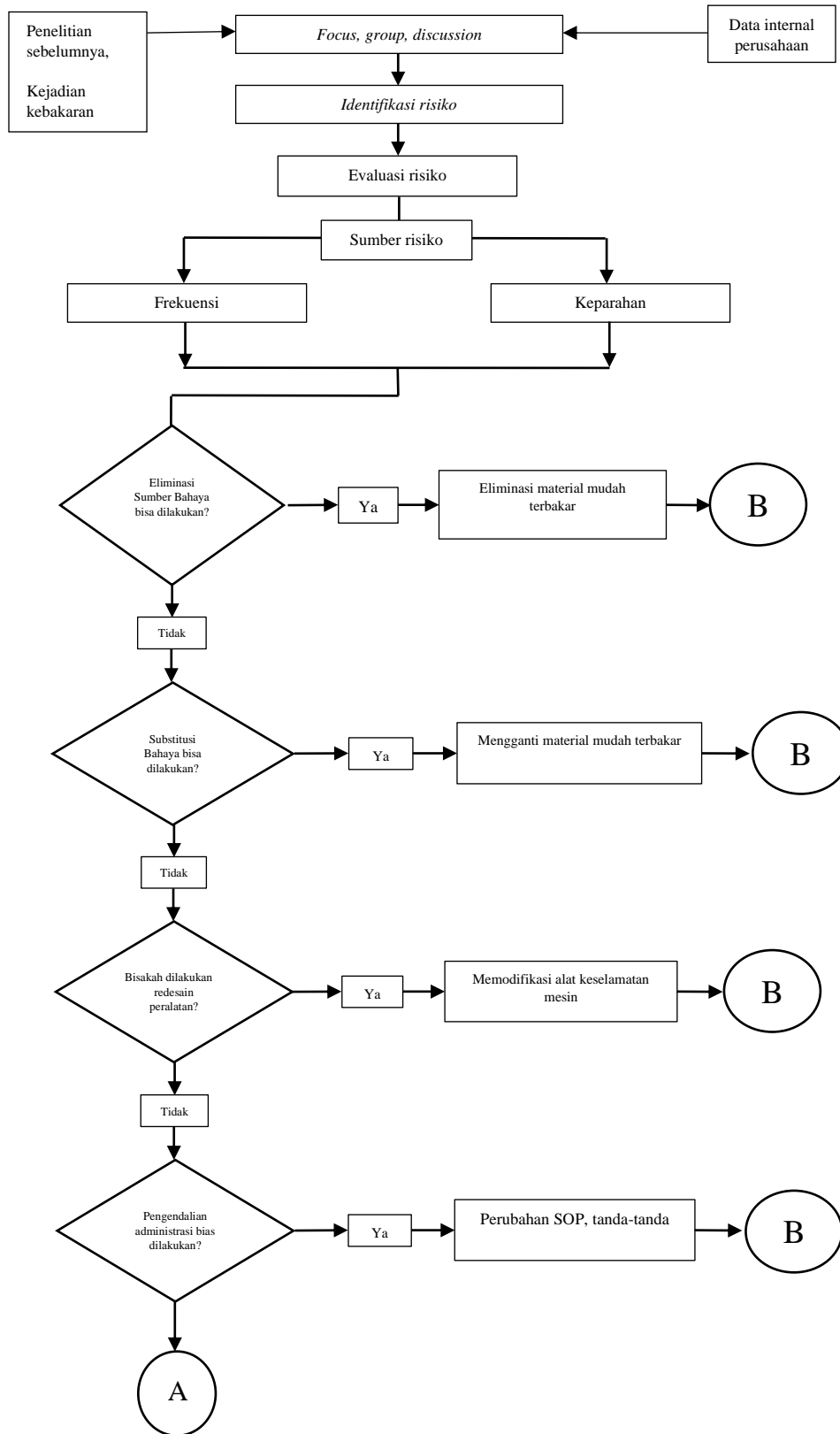
3.3 Pengambilan Data

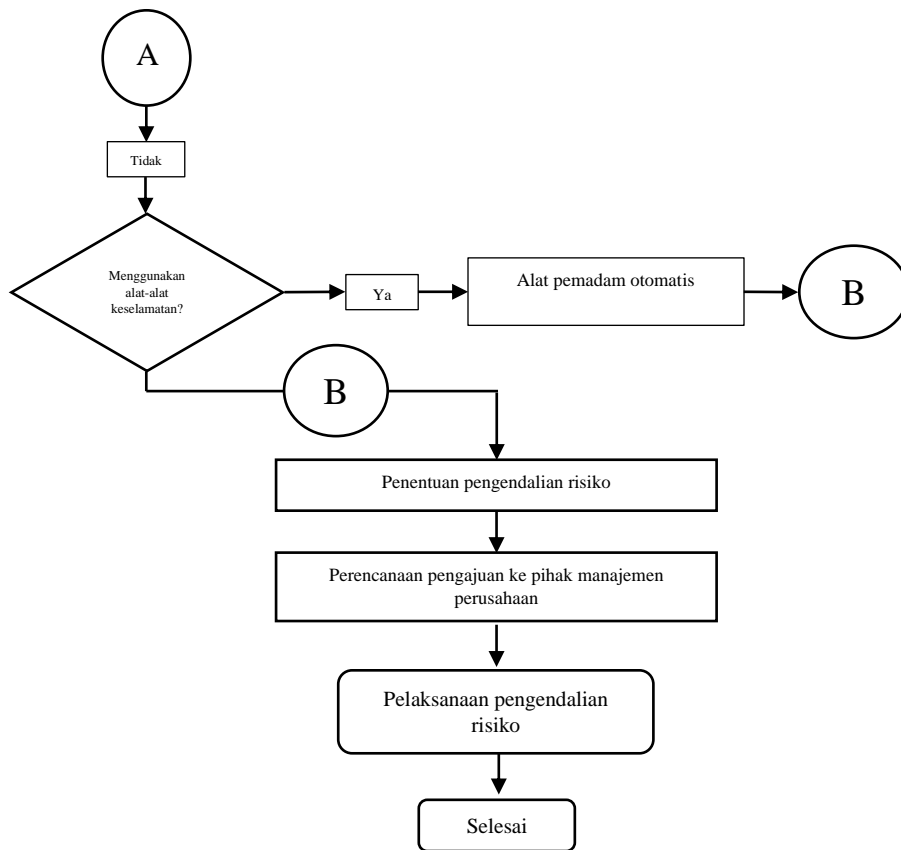
Dalam tahap pengambilan data yang diperlukan data-data tersebut adalah catatan kebakaran internal perusahaan, kemudian akibat dari kebakaran. Mulai data beberapa lama mesin berhenti hingga kerugian finansial. Kerugian nama perusahaan akibat tertundanya waktu pengiriman akibat adanya kebakaran ini sampai dengan kerugian psikis dari karyawan yang bekerja tidak tenang karena selalu dihantui ketakutan akan kebakaran. Pengambilan data sebagai dasar identifikasi risiko bahaya akan dilakukan dengan bentuk diskusi FGD yang menghadirkan bagian-bagian terkait dalam internal perusahaan.

Bagian-bagian yang hadir antara lain :

- Divisi HSE, selaku penanggung jawab keselamatan dan kesehatan kerja didalam perusahaan
- Divisi Produksi, selaku penanggung jawab area produksi, yang dihadirkan pun adalah bagian yang terdampak pada penelitian ini
- Divisi Teknik, selaku penanggung jawab perawatan mesin dan kondisi mesin yang sebenarnya. Divisi ini juga memegang semua data spesifikasi teknis dari mesin yang akan dilakukan penelitian
- Divisi Kelistrikan, selaku penanggung jawab bagina kelistrikan dari semua mesin produksi.

3.4 Flow Chart Penelitian





3.5 *Focuss, Group, Discuss (FGD)*

Focuss, Group, Discuss (FGD) adalah metode dengan mengumpulkan orang-orang dibagian *rotogravure* seperti *supervisor* mesin, operator mesin, teknisi mekanik maupun kelistrikan dengan berdasar studi-studi pendahuluan yang telah dilakukan dilapangan ataupun didapat dari referensi penelitian sebelumnya. Dari hal tersebut didapat akar penyebab permasalahan kasus kebakaran yang terjadi sehingga dapat mengolah dan mengumpulkan potensi risiko yang ada. Dengan terkumpulnya risiko-risiko yang teridentifikasi sehingga dapat dihitung pada langkah berikutnya.

3.6 Evaluasi Risiko

Setelah mendapat semua data-data yang teridentifikasi dilakukan perhitungan dengan perkalian, sebab-sebab itu dikumpulkan menjadi satu dan dilakukan analisa sesuai dengan pertimbangan bagian terkait.

$$\text{Likelihood} \times \text{Severity} = \text{tingkat risiko bahaya}$$

(Rositasari, Widaningrum and Iqbal, 2015).

Evaluasi sudah dilakukan dilanjutkan kelangkah pengendalian risiko

3.7 Pengendalian Risiko

- Eliminasi Bahaya
 - Dalam tahap ini mengupayakan untuk menghilangkan ancaman bahaya, dengan menghilangkan sumber bahaya. Menghilangkan sumber bahaya apabila bahaya merupakan faktor utama. Apabila tidak bisa dilakukan lanjut ke poin substitusi bahaya
- Substitusi Bahaya
 - Mensubstitusi alat kerja, mesin, ataupun bahan yang menyebabkan risiko terjadi. Mengganti suatu sistem operasi ataupun material yang menjadi dasar perkara. Apabila substitusi tidak bisa dilakukan melanjutkan keperancangan
- Perancangan
 - Modifikasi/Perancangan Alat/Mesin/Tempat Kerja yang Lebih Aman. Apabila hal ini belum bisa mengontrol bahaya lanjut ke administrasi pada langkah berikutnya

- Administrasi
 - Mengatur tentang prosedur kerja, Aturan, Pelatihan, Durasi Kerja, Tanda Bahaya, Rambu, Poster, Label. Pada pengendalian ini bersifat administratif. Hal terakhir yang tidak bisa dilakukan adalah penambahan alat pelindung
- Alat Pelindung
 - Alat Perlindungan bisa diartikan sebagai suatu sistem terakhir yang menjadi alternatif terakhir karena pengendalian sebelumnya tidak bias dilakukan

Pada penelitian ini, fokus dari pembahasan adalah upaya yang dilakukan untuk meminimalisir risiko kebakaran agar tidak menimbulkan downtime dan loss time yang disebabkan oleh kebakaran. Dengan forum grup discuss (FGD), membuat perbaikan-perbaikan yang tepat untuk meminimalisir risiko kebakaran. Tentunya hal ini dipertimbangkan dengan para pimpinan perusahaan demi menjaga performa proses produksi agar tidak terganggu dengan kebakaran. Karena kebakaran telah diminimalisir dengan tindakan-tindakan pencegahan dan mitigasi yang akan dibahas pada penelitian ini. Pencegahan dan penanggulangan kebakaran sangat berperan dalam meminimalisir risiko kebakaran dan mengendalikan kerugian yang diakibatkan oleh kebakaran. Manajemen risiko yang diwujudkan melalui tindakan- tindakan atau prosedur yang dikeluarkan oleh manajemen perusahaan seperti, perancangan kembali sistem keselamatan yang ada pada mesin, penyediaan sarana proteksi kebakaran, inspeksi rutin peralatan dan bahan yang digunakan dalam proses produksi yang memiliki risiko kebakaran yang tinggi.(Serani, Tarigan and Mardhiyan Syahri, 2015).

3.8 Penentuan Pengendalian Risiko

Setelah mendapatkan poin pengendalian risiko, dilanjutkan dengan perencanaan untuk dilakukan perbaikan yang akan diaplikasi secara langsung di perusahaan. Dilakukan perencanaan desain perbaikan sehingga siap untuk diaplikasikan. Pada tahap ini digunakan *Analisa Improvement Performance Analysis*.

3.9 Pengajuan ke Pihak Manajemen Perusahaan

Pengajuan ke pihak manajemen perusahaan dilakukan disaat semua tahap penentuan dan perencanaan pengendalian risiko telah selesai.

3.10 Pelaksanaan Pengendalian

Pelaksanaan pengendalian dilakukan berdasarkan rekomendasi serta pemilihan poin pengendalian yang dilakukan dengan metode-metode yang digunakan. Pada tahap ini akan dilakukan semua yang menjadi pilihan manajemen perusahaan untuk dilakukan dan dilaksanakan didalam sistem operasi perusahaan

BAB 4

PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA

Dalam bab ini akan menjelaskan mengenai hal-hal yang berkaitan dengan data-data dan hasil dari penelitian. Pengambilan data yang dilakukan dengan identifikasi bahaya *focus, group, discussion* (FGD). Focus Group Discussion (FGD) juga mengundang para informan kunci untuk mendiskusikan beberapa konsep yang berkaitan dengan data yang diungkap atau dapat juga menjawab beberapa pertanyaan penelitian. (Komariah dan Satori, 2012:96).

Hasil dari FGD akan digunakan untuk analisa *risk assessment* untuk menentukan ranking risiko, sehingga didapati prioritas risiko yang harus dilakukan perbaikan serta merancang tindakan mitigasi risiko.

4.1 Pelaksanaan *Focus, Group, Discussion*

Pelaksanaan FGD dilakukan dalam perusahaan, dalam pelaksanaan FGD dihadiri oleh peneliti yang dinilai sangat memahami permasalahan yang sedang dihadapi dan hasil dari pembahasan FGD yang telah dilakukan pada hari Kamis, 16 Mei 2019 akan dibahas secara rinci dalam penelitian ini. Adapun peserta dari FGD berasal dari departemen-departemen yang berhubungan langsung dalam proses produksi dan juga sebagai tim investigasi dalam kejadian kebakaran.

Peserta yang hadir sebanyak 20 orang, dilaksanakan pada hari Kamis 16 Mei 2019. Semua peserta hadir dengan agenda untuk mencari sumber masalah mengapa kejadian kebakaran terus terjadi. 20 orang yang hadir terdiri dari 10 orang dari produksi bagian mesin operator dan *supervisor* yang sudah bekerja di perusahaan lebih dari 10 tahun, selain itu ada 5 orang dari bagian kelistrikan yang sama-sama juga bekerja di kisaran 10 tahun begitupun 5 peserta dari bagian teknik yang sudah berpengalaman merawat mesin *rotogravure* yang dijadikan bahan penelitian. Mekanisme FGD berupa pengumpulan para ahli dan dilakukan pembicaraan dengan pembahasan merinci yaitu tentang grafik meningkatnya kejadian kebakaran pada saat proses produksi cetak dimesin *rotogravure*. Diawali dari pembukaan pembahasan kronologi kejadian pemutaran kembali video rekaman CCTV pada setiap kejadian kebakaran. Gambar mesin yang bermasalah ada pada lampiran 12 dan lokasi muncul api ada pada lampiran 13.

Pemaparan dari tim produksi adalah api muncul berasal dari bak tinta. Tim produksi mengatakan bahwa bak tinta saat proses selalu dibarengi timbulnya suhu panas dari ujung-ujung silinder. Sehingga suhu panas inilah yang menjadi salah satu sumber api dari kebakaran yang sering terjadi. Hal ini pun dibenarkan oleh tim teknik yang pada saat investigasi melihat bahwa poros-poros memang sudah usang sehingga pada saat beroperasi menimbulkan panas yang berlebih serta terdapat getaran-getaran yang tidak normal. Poin poros ini dicatat sebagai poin risiko pertama. Selanjutnya pada kelistrikan yang dijelaskan oleh departemen kelistrikan, manajer dari kelistrikan menjelaskan bahwa setelah pemeriksaan lebih lanjut. Ditemukan serabut-serabut anti statik sudah tidak berfungsi dan kabel-kabel yang digunakan untuk menetralkan listrik statis yang terhubung ketanah sudah mengalami kerusakan sehingga dapat disimpulkan bahwa salah satu penyebab juga berasal dari listrik statis yang tidak dikontrol dengan baik. Fokus dari departemen kelistrikan setelah kejadian kebakaran adalah memastikan kerusakan bagian kelistrikan baik itu kabel utama maupun kabel pendukung. FGD ini dilakukan dalam ruang tertutup dan setiap poin pembahasan dicatat dan direkam. Dan hasil rekaman diputar ulang sembari membuat notulen hasil dari FGD. Keseuaian kejadian terdapat pada teori segitiga api dan *tetrahedron of fire* (Ratri, 2009)

4.1.1 Analisa Hasil Identifikasi Bahaya berdasarkan hasil FGD

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif. Metode deskriptif dapat diartikan sebagai prosedur pemecahan masalah yang diselidiki dengan menggambarkan/melukiskan keadaan objek penelitian pada saat sekarang berdasarkan fakta-fakta yang tampak atau sebagaimana adanya (Soedjono, 1999 : 23).

Sengan analisi deskriptif, peneliti mendeskripsikan informasi yang didapat sesuai dengan variabel-variabel yang diteliti. Dalam hal ini, peneliti akan mendeskripsikan tentang MITIGASI RISIKO KEBAKARAN DENGAN METODE HIRARC PADA BAGIAN PERCETAKAN PLASTIK FLEKSIBEL PT. XYZ.



Gambar 4.1. Sebelum FGD guna mencari identifikasi bahaya

Hasil dari FGD yang pertama merupakan hasil dari pencarian identifikasi bahaya pada penelitian ini merupakan hasil diskusi dari para ahli. Adapun para ahli yang dihadirkan adalah manajer dari divisi produksi, teknik, dan kelistrikan. Kejadian kebakaran pada bagian produksi merupakan bahasan utama dalam pertemuan tertutup ini, beberapa faktor penyebab kebakaran telah ditelaah dan diambil kesimpulan berdasarkan bukti-bukti yang berhasil dikumpulkan. FGD yang dilaksanakan pada hari Kamis 16 Mei 2019, dengan alokasi waktu 2 jam antara jam 10:00 hingga jam 12:00 dengan bertempat di perusahaan di ruang meeting utama PT. XYZ dan dihadiri oleh 20 orang

Hasil dari diskusi

1. Tim HSE (K3) mengajukan pertanyaan untuk bagian-bagian terkait
 - a. Ada peningkatan kasus kebakaran perusahaan dalam 2017-2018
 - b. Penyebab kebakaran apa saja?
 - c. Factor-faktor yang menjadi risiko terjadinya penyebab kebakaran?
2. Tim produksi
 - a. Api selalu muncul saat proses produksi
 - b. Material terlalu sensitif terhadap panas yang berlebihan.
3. Tim kelistrikan
 - a. Kondisi serabut anti statik tidak pernah dibersihkan sehingga statik pada material tidak terhapus sempurna.

- b. Batang listrik statis yang menancap kebawah tidak pernah di rawat dengan baik
 - c. Material mengandung listrik statis yang besar
4. Tim Teknik
- a. Bearing silinder yang mulai aus sehingga menimbulkan panas yang berlebih. Membuat temperatur bak tinta menjadi panas sehingga tinta mencapai suhu nyala AIT (Auto Ignition Temperature).

Dari pembahasan FGD diatas, didapat poin identifikasi risiko dari 3 bagian dari tim produksi, kelistrikan, dan Teknik. pembahasan pertama adalah dari tim produksi, api selalu muncul saat proses produksi. Material yang digunakan adalah tinta dengan pelarut yang bersifat mudah terbakar (*flammable*) sehingga material yang digunakan sangat sensitif terhadap sumber penyalan. Dalam salah satu kejadian kebakaran yang terekam CCTV pada tanggal 20 Desember 2018 api pertama muncul saat ada pekerja sedang melakukan pemeriksaan viskositas tinta. Terlihat karena api juga menyambar alat penguji viskositas, sehingga dapat disimpulkan api muncul pada saat salah satu pekerja melakukan pengujian viskositas. Dari bukti inilah muncul dugaan lompatan listrik statis pada saat pekerja melakukan pengujian. Hal ini juga dibenarkan oleh tim kelistrikan yang juga menyatakan bahwa faktor penyebab adalah listrik statis, mengingat umur mesin yang sudah tua sehingga peralatan keselamatan juga perlu dibenahi. Terdapat bukti bahwa serabut yang berfungsi menyerap listrik statis baik di bagian material masuk dan di material keluar sehingga kandungan listrik statis tidak tertanahkan dengan baik. Bukti lain adalah rangkaian kabel grounding yang sudah tidak layak dan kondisi fisik kabel sudah banyak bagian yang terkelupas serta tembaga kabel pun sudah mulai habis karena korosi, sehingga bisa dikatakan mesin tidak terlindungi dari sistem pentanahan yang tidak prima. Hal lain yang perlu dibuktikan dengan pengukuran adalah kandungan listrik statis pada material plastik. Salah satu potensi yang perlu diukur adalah kandungan listrik statis yang berada di material plastik yang masuk ke dalam proses cetak. Pembahasan dari tim teknik, diketahui bahwa kondisi yang sangat mungkin untuk menimbulkan percikan adalah poros dari silinder. Pemeriksaan setelah kejadian kebakaran, ditemukan poros (*bearing*) sudah dalam keadaan aus. Ketika mesin produksi berjalan, terdapat getaran-getaran abnormal dari silinder serta terdapat panas yang tidak lazim saat proses sudah berjalan lebih dari 1 jam..

4.1.2 Komparasi Hasil FGD Dengan Penelitian Sebelumnya

Pembahasan dari tim K3 perusahaan, ada peningkatan kasus kebakaran di internal perusahaan dan terfokus pada proses produksi percetakan rotogravure. Penyebab kebakaran dapat diambil asumsi berdasarkan pada video cctv, sumber api selalu berawal di bagian bak silinder saat proses printing. Dari pembahasan FGD ada beberapa poin yang menjadi pembahasan penting dalam masalah ini dan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Seperti pada poin listrik statis yang belum dikontrol dengan baik dirasa akan menjadi poin utama.

Pada tabel 4.1, pada penelitian Kopp, 2015 tentang penelitian sistem proteksi kebakaran pada mesin cetak *rotogravure* atau sama dengan yang digunakan diperusahaan ini. Penyebab kebakaran yang sering terjadi pada mesin jenis ini disebabkan oleh kontrol dari proteksi listrik statis yang buruk. Sehingga kondisi mesin tidak terproteksi secara baik karena sistem pentanahan tidak diperhatikan atau terdapat kelalaian dalam merawat sistem pentanahan suatu mesin karena merupakan hal yang tidak tampak.

4.1.3 Risk Mapping Hasil FGD

Setelah didapat hasil identifikasi bahaya dengan FGD dilakukan *risk mapping* untuk menentukan diposisi manakah bahaya tersebut, dan bisa menjadi dasar untuk dilakukan penanganan mitigasi. Apakah poin tersebut menjadi prioritas atau penyebab utama terjadinya rentetan kebakaran yang telah terjadi. Dari hasil pembahasan FGD dan penelitian sebelumnya yang terlampir dalam tabel 4.1

Tabel 4.1 Risk Ranking

No.	Divisi	Masalah	Akibat	Efek	Frekuensi	Keparahan	Tingkat Risiko
1	Teknik	Silinder (a)	Umur poros (<i>Bearing</i>)	Percikan ketika proses produksi berjalan.	2	3	6 (Medium)
2	Kelistrikan	Malfungsi dari serabut anti statis (a)	Tidak ada perbaikan dan servis rutin	Listrik statis tidak tertanahkan dengan baik	3	4	12 (Medium)
		Terkandung listrik statis pada material (b)	Tidak ada pengujian serta pengawasan terhadap kandungan listrik statis pada material	Listrik statis yang tidak terkontrol menyebabkan percikan saat proses berjalan	3	5	15 (High)
		Sistem pentanahan (c)	Tidak dilakukan kontrol terhadap pentanahan	Listrik statis tidak tertanahkan dengan baik	3	4	12 (Medium)
3	Produksi	Listrik statis pada pekerja (a)	Listrik statis tidak tertanahkan dengan baik	Listrik statis yang ada dibadan pekerja bisa menimbulkan percikan saat pekerja mendekati bak tinta	3	4	12 (Medium)

Dari tabel 4.2 hasil dari analisa peringkat bahaya dapat ditarik sebuah pemikiran bahwa sumber bahaya yang paling tinggi adalah listrik statis yang tidak terkontrol pada material plastik. Karena bahaya listrik statis yang terkandung dalam material .

4.1.4 Peta Risiko Identifikasi Bahaya

Setelah dilakukan penilaian dan perangkaan didapatkan peta risiko kebakaran diperusahaan ini sesuai pada perangkaan bahaya pada tabel 4.2. Peta risiko dibuat dengan matriks 5x5 menyesuaikan dengan kriteria pengukuran *severity* dan *occurrence*. Peta risiko dapat difungsikan untuk menentukan prioritas. Prioritas ini didapatkan dari hasil tingkat dampak atau *severity* dan tingkat frekuensi atau *occurrence* yang telah diolah. Terbagi menjadi 4 tingkat risiko yaitu 'Ekstrem', 'Tinggi', 'Moderat', dan 'Rendah'.

Peta risiko menunjukkan pada poin 2b, merupakan bahaya dengan kemungkinan terbesar dapat menimbulkan kebakaran. Karena pada penelitian sebelumnya dan hasil dari komite NFPA, idealnya mesin cetak *rotogravure* harus memiliki mekanisme pentanahan yang baik dan dikontrol secara berkala.

Tabel 4.2 Peta Risiko

Likelihood (L)	Severity (S)				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

Setelah semua bahaya teridentifikasi untuk setiap poin akan dianalisa dengan pendekatan 5 hirarki pengendalian bahaya. Pada tabel 4.3 pemetaan risiko terlihat poin 2b memiliki nilai risiko paling tinggi ada poin 15 dengan komposisi frekuensi 3 dan keparahan

mencapai 5 penilaian ini didapat dari wawancara pada bagian terkait. Nilai risiko tinggi selanjutnya pada poin 2a, 2c dan 3a

Tahapan pengendalian adalah eliminasi bahaya, berupa penghilangan sumber bahaya apabila memungkinkan. Kedua adalah substitusi bahaya, mengganti sumber bahaya atau alat agar lebih aman. Ketiga apabila 2 opsi sebelumnya belum dapat teratasi yaitu redesain, mengubah desain dari mesin namun tidak menghilangkan fungsi atau merubah performa dari alat atau komponen. Keempat adalah kontrol administrasi, mengontrol bahaya dengan menerbitkan *Standard Operation Procedure* (SOP). Kelima atau yang terakhir adalah pemasangan alat pelindung alat ataupun pelindung keselamatan kerja personal/ alat pelindung diri (APD).

4.2 Pengendalian Bahaya

Pengendalian bahaya dengan pendekatan 5 hirarki pengendalian bahaya bertujuan untuk menentukan pilihan mana yang akan digunakan dengan menggunakan pertimbangan bahaya serta kondisi alat yang akan dilakukan pengendalian bahaya.

4.2.1 Listrik Statis Pada Material Plastik

Material lembaran plastik juga mengandung listrik statis hal ini dapat dilihat dengan alat ukur listrik statis yang digunakan. Kemudian hasil pengukuran dicatat sebagai dasar bahwa material memiliki kandungan listrik statis. Tabel 4.2 adalah catatan hasil pengukuran listrik statis yang telah dilakukan oleh bagian pengendali kualitas perusahaan. Dari tabel peta risiko telah disimpulkan bahwa bahaya listrik statis adalah salah satu penyebab dari kebakaran yang terjadi. Pengukuran dilakukan oleh personil produksi bagian kualitas, karena bagian kualitas yang menyimpan data parameter mesin dan belum ada parameter tentang menjada kualitas kandungan listrik statis pada material plastik. Pada gambar 4.3 adalah dokumentasi saat tim pengendali kualitas melakukan pengukuran listrik statis pada material. Dan hasil dari pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.2.



Gambar 4.2. saat proses pengukuran statik

Pengukuran dilakukan saat jam kerja normal dan dilakukan secara acak sehingga mendapati kondisi sebenarnya. Alat ditempelkan dimaterial plastik Dan hasil pengukuran disajikan kedalam tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.3 hasil pengukuran statik

Material	Statik	
	In Material	Out Material
1	-14,51	0,28
2	-2,27	-0,23
3	-2,33	0,14
4	-42,1	1,32
5	-58,6	5,29
6	6,46	-0,68
7	-56	9,02
8	16,36	0,99

Tabel 4.4 data spesifikasi kualitas,

JENIS	LEBAR MATERIAL	SPEED	UNWINDER TENSION (Kgf)		REWINDER TENSION (Kgf)				HEATER	AIR PRESSURE (BAR)	
MATERIAL	(Mm)	(Mtr/ mnt)	IFEED	DANCER	OUT FEED	DANCER	NIP ROL	LAY ON ROLL	DRYER (°C)	PRESS ROLL	DOCTOR BLADE
ON	560 – 700	70 – 110	10 – 12	1 – 2	16 – 22	1 – 2	1 – 2	1 – 2	20 – 50	2 – 4	2 – 4
	710 – 1000	70 – 110	12 – 18	1 – 2	16 – 24	1 – 2	1 – 2	1 – 2	20 – 50	2 – 4	2 – 4
PET	580 – 700	80 – 140	14 – 17	1 – 2	18 – 20	1 – 2	1 – 2	1 – 2	30 – 70	2 – 4	2 – 4
	710 – 800	80 – 140	18 – 20	1 – 2	20 – 22	1 – 2	1 – 2	1 – 2	30 – 70	2 – 4	2 – 4
	810 – 940	80 – 140	18 – 22	1 – 2	20 – 24	1 – 2	1 – 2	1 – 2	30 – 70	2 – 4	2 – 4
	950 – 1120	80 – 140	20 – 24	1 – 2	20 – 26	1 – 2	1 – 2	1 – 2	30 – 70	2 – 4	2 – 4
OPP	900 – 1100	80 – 120	18 – 24	1 – 2	20 – 24	1 – 2	1 – 2	1 – 2	30 – 60	2 – 4	2 – 4

Tabel 4.5. merupakan hasil dari pengukuran yang dilakukan oleh tim pengendali kualitas dan didapat dari 8 material yang akan masuk untuk dilakukan pencetakan mayoritas saat masuk material memiliki kandungan listrik statis minus dan positif

Pembahasan dari tim elektrik, menyebutkan bahwa kondisi serabut anti statik tidak pernah dibersihkan sehingga listrik statis pada material tidak tertanahkan (*grounding*) dengan baik. Listrik statis inilah yang kemudian bereaksi terhadap material tinta. Faktor ini dapat dihilangkan apabila semua operator mesin sadar akan fungsi dari serabut anti listrik statis dan selalu melaksanakan kegiatan perawatan harian secara rutin. Fungsi dari serabut ini adalah menyerap semua muatan ion-ion listrik statis yang terkandung didalam *sheet* material.

Saat tim melakukan pengukuran statik pada unit cetak, hal lain yang dilakukan adalah pemeriksaan serabut penyerap listrik statis. Serabut anti statik ini seharusnya berfungsi sebagai penyerap muatan listrik statis pada material. Dan kondisi dari serabut ini secara visual dapat dilihat kurang efektif. Dikatakan tidak efektif karena sejak pemasangan mesin pertama pada 2002 tidak pernah diganti maupun dilakukan pembersihan dan perawatan yang rutin. Perawatan bisa dilakukan dengan cara pembersihan serabut-serabut anti statik agar bentuk dan fungsi terjaga.



Gambar 4.3. Serabut anti statik yang sudah tidak berfungsi sepenuhnya

Serabut anti statik diketahui sudah tidak layak fungsi karena dimakan usia, oleh karenanya dimasukkan kedalam salah satu poin risiko. Dikarenakan peran fungsi dari serabut anti statik ini adalah menyerap listrik statis yang terkandung dalam material plastik. Kondisi serabut saat tim peneliti meninjau sudah kering dan kisi-kisi sudah hampir tidak menyentuh material yang masuk dalam proses. Hal ini yang menyebabkan proses penyerapan listrik statis

dalam material tidak baik. Sehingga material yang masuk kedalam proses selalu mengandung listrik statis, salah satu poin yang menyebabkan kebakaran saat material bersinggungan dengan material tinta yang bersifat mudah terbakar.

4.2.2 Poros Silinder Yang Aus (*Bearing*)

Pembahasan dari tim produksi, sumber api berasal dari bak tinta saat proses produksi berjalan. Faktor yang menyebabkan kebakaran adalah material yang bersifat mudah terbakar, namun material tersebut adalah tinta. Tinta tidak bisa disubstitusi ke bahan lain dikarenakan mesin produksi berbasis *solvent-base* sehingga harus direncanakan untuk tindakan mitigasinya. Dari hasil pembahasan FGD teknisi menemukan adanya indikasi sumber panas yang tidak normal dihasilkan oleh *bearing* silinder. Bahaya yang timbul adalah akibat *bearing-bearing* silinder yang sudah aus dan dinilai menimbulkan panas serta perputaran yang kasar.

4.2.3 Alat Pentanahan (*Grounding System*)

Sistem pentanahan yang baik dan tepat sangat dibutuhkan untuk suatu sistem mesin mekanik dan elektronik yang rumit. Mesin cetak *rotogravure* yang digunakan menggunakan banyak silinder karena terdiri dari 8 warna. Sistem pentanahan ini perlu mendapatkan perhatian yang serius dan konsisten, karena pada dasarnya pentanahan tersebut merupakan suatu dasar perhitungan dari sebuah rangkaian sistem proteksi (Ponadi, Corputty, Kolyaan, 2014). Sehingga tidak jarang baik orang awam maupun teknisi bahkan seorang teknisi listrik masih kurang tepat dalam menginterpretasikan impedansi pentanahan yang dominan untuk dikendalikan dan diperhatikan dari suatu sistem pentanahan tersebut. Sistem pentanahan adalah suatu metode pengamanan gedung beserta peralatan, yaitu apabila terjadi arus lebih akan dialirkan ke tanah. Penanaman elektroda tersebut dapat dipasang secara horisontal (sejajar dengan tanah). Untuk gedung beserta peralatan yang ada disekitar dibutuhkan pentanahan sekecil mungkin. Tahanan pentanahan untuk gedung diharapkan < 5 ohm dan peralatan < 3 ohm. (PUIL,2000).

Tombak listrik statis yang sudah terpasang sejak mesin pertama kali dijalankan juga tidak pernah diperhatikan dan dirawat dengan baik, sehingga fungsi dari tombak pentanahan tidak bisa maksimal dalam mentanahkan listrik statis.

BAB 5

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Dari serangkaian penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan dari hasil analisa rencana mitigasi kebakaran menggunakan sistem *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC). Mencari identifikasi bahaya (*hazard identification*) dengan pendekatan *Focuss, Group, Discussion* (FGD) dapat menelaah sumber bahaya dari beberapa orang yang menurut peneliti sangat paham inti permasalahan yang ada sehingga sumber analisa pun relevan dan kemudian dilakukan penilaian bahaya (*risk assessment*) dan langkah terakhir adalah pengendalian bahaya (*risk control*). Pengendalian bahaya dilakukan dengan pertimbangan 5 hirarki pengendalian bahaya (Eliminasi, Substitusi, Redesain, Administrasi, Alat pelindung).

Berikut kesimpulan dari penelitian yang sudah dilakukan, kesimpulan yang pertama adalah hasil peringkat risiko pada identifikasi bahaya

5.1 Pengendalian Pada Material Plastik

Material plastik yang mengandung listrik statis. Material saat mulai diproses cetak tidak kontrol kandungan listrik statisnya karena belum ada parameter dalam daftar inspeksi bagian pengendalian kualitas. Setelah dilakukan pengujian ditemukan kandungan listrik statis baik yang bermuatan negatif maupun positif. Karena hampir semua material yang masuk dalam proses bermuatan listrik statis sehingga hal ini menjadikannya salah satu penyebab yang utama dengan *likelihood* 3 dan *severity* 5 menghasilkan angka 15 termasuk bahaya tinggi karena bisa sewaktu-waktu listrik statis menyebabkan percikan api. Pengendalian bahaya dilakukan penambahan parameter inspeksi pada material yang masuk kedalam proses produksi. Sehingga apabila material mengandung listrik statis harus dilakukan pengendalian listrik statisnya

Dalam tahap 5 pengendalian bahaya, langkah pertama adalah eliminasi.

5 tahapan pengendalian bahaya :

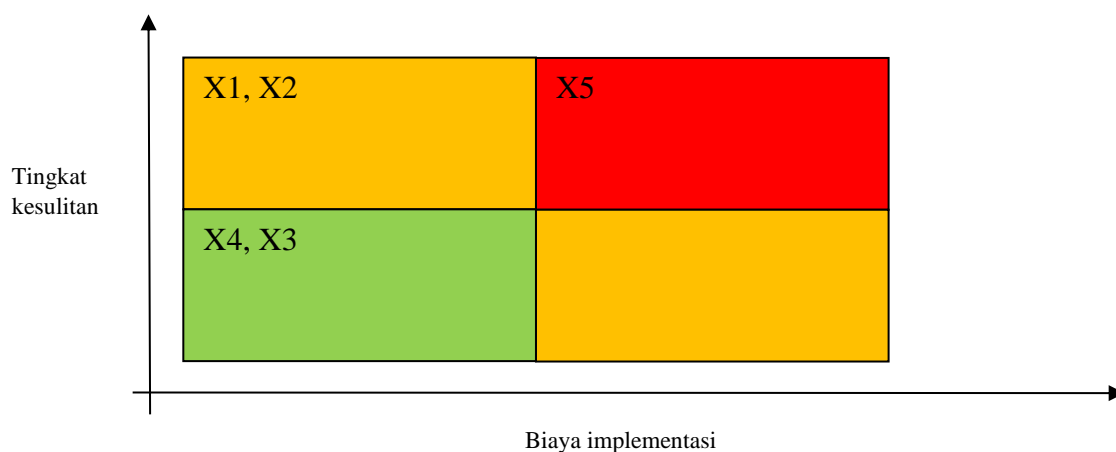
- 1.Eliminasi, mengeliminasi material plastik yang mengandung ion listrik statis. (X1)
- 2.Substitusi, mengganti material plastik. (X2)
- 3.Redesain, Memasang alat anti statik pada titik masuk dan titik keluar (X3)
- 4.Administrasi, Mengontrol kualitas kandungan material listrik statis (X4)

5. Alat perlindungan, pemasangan sprinkler (X5)

Dari 5 tahapan bahaya yang mungkin dilakukan hanya akan 1 yang dipilih untuk direkomendasikan kepada perusahaan. Pemetaan pemilihan dari perusahaan akan dipetakan pada tabel 6.1 dan gambar 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Tabel

No.	Tahap	Penjelasan	Tingkat kesulitan	keterangan
1	Eliminasi	mengeliminasi material plastik yang mengandung ion listrik statis	Kuadran 1 (Sulit)	Masuk dalam kategori sulit karena belum ada pengganti material utama untuk percetakan fleksibel
2	Substitusi	mengganti material plastik	Kuadran 1 (Sulit)	Masuk dalam kategori sulit karena jika mensubstitusi ke bahan lain berarti merubah seluruh sistem produksi mesin
3	Redesain	Memasang alat anti statik pada titik masuk dan titik keluar	Kuadran 3 (mudah, berbiaya rendah)	Memasang alat penyerap anti static pada jalur masuk material plastik
4	Administrasi	Mengontrol kualitas kandungan material listrik statis	Kuadran 3 (mudah, berbiaya rendah)	Menambahkan parameter inspeksi untuk mengontrol kandungan listrik statis
5	Alat perlindungan	pemasangan sprinkler	Kuadran 2 (sulit, berbiaya mahal)	Memasang instalasi sprinker pemadam otomatis



Gambar 5.1. Grafik *improvement performance analysis* material yang mengandung listrik statis

Dari table 5.1 pengambilan data listrik statis, terdapat muatan listrik statis pada saat material masuk dan keluar. Dan hal inilah yang menjadi dasar untuk penggantian serabut anti statik disetiap unit warna mesin cetak *rotogravure* ini. Pada *technical committee* NFPA No. 10-NFPA 77-2016 perlunya penambahan alat bernama *Static Neutralizers*. Bagian kelistrikan pun sudah berkonsultasi dengan anti static bernama *Fraser*.

5.2 Pengendalian Pada Serabut Anti Statik

Serabut anti statik yang juga sudah tua tidak berfungsi menyerap listrik statis dengan baik. Dari penilaian risiko poin ini mendapat *likelihood* 3 dan *Severity* 4 menghasilkan angka 12 termasuk bahaya medium mengingat fungsinya yang merupakan penyerap listrik statis. Pengendalian adalah mengganti serabut yang rusak dan secara berkala juga dilakukan kontrol serta penggantian serabut yang dinilai sudah usang.



Gambar 5.2 Serabut anti-statik yang sudah diganti
Pembahasan mengenai sisa statik di bagian material keluar.

5.3 Pengendalian Pada Sistem Grounding

Sistem grounding yang merupakan kabel kawat tembaga sudah tidak lagi berbentuk karena termakan usia sehingga tidak bisa mentanahkan listrik statis yang diakibatkan dari putaran mesin. Dari penilaian risiko didapati *likelihood* 3 dan *severity* 4

menghasilkan angka 12 termasuk bahaya medium. Karena fungsi sistem pentanahana yang baik juga menjadi faktor penghilang listrik statis mesin. Apabila listrik statis dapat ditanahkan dengan baik risiko terjadinya percikan akan minim.

5 tahapan pengendalian bahaya :

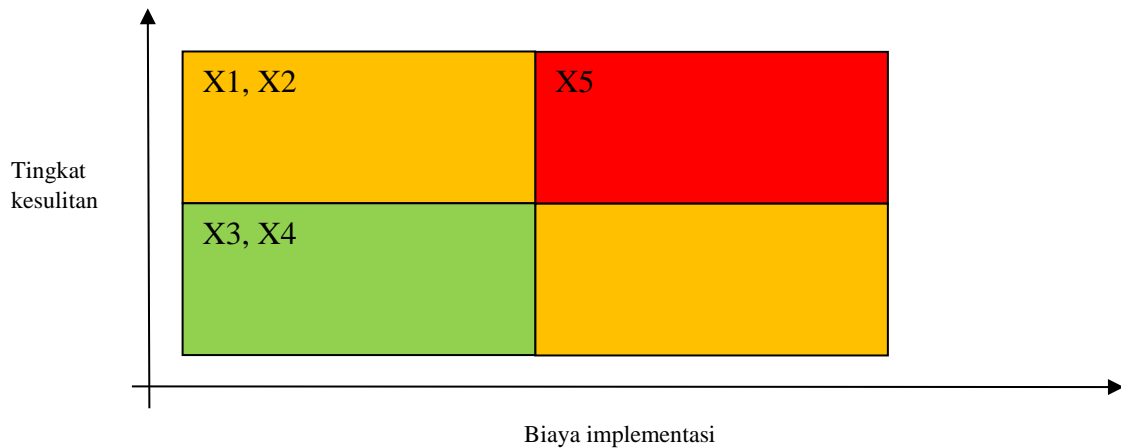
1. Eliminasi, mengeliminasi sumber bahaya listrik statis yaitu mengganti sistem *rotogravure*. (X1)
2. Substitusi, mengganti sumber bahaya dengan material yang tidak menghasilkan listrik statis. (X2)
3. Redesain, merancang ulang sistem grounding (X3)
4. Administrasi, secara berkala menginspeksi sistem grounding (X4)
5. Alat perlindungan, pemasangan alat pemadam api otomatis (X5)

Dari 5 tahapan bahaya yang mungkin dilakukan hanya akan 1 yang dipilih untuk direkomendasikan kepada perusahaan. Pemetaan pemilihan dari perusahaan akan dipetakan pada tabel 6.2 dan gambar 5.4.

Tabel 5.2 Tabel

No.	Tahap	Penjelasan	Tingkat kesulitan	keterangan
1	Eliminasi	mengeliminasi sumber bahaya listrik statis yaitu mengganti sistem <i>rotogravure</i>	Kuadran 1 (Sulit)	Masuk dalam kategori sulit karena belum ada pengganti material utama untuk percetakan fleksibel
2	Substitusi	mengganti sumber bahaya dengan material yang tidak menghasilkan listrik statis	Kuadran 1 (Sulit)	Masuk dalam kategori sulit karena jika mensubstitusi ke bahan lain berarti merubah seluruh sistem produksi mesin
3	Redesain	merancang ulang sistem grounding	Kuadran 3 (mudah, berbiaya rendah)	Memasang alat penyerap anti static pada jalur masuk material plastik
4	Administrasi	secara berkala menginspeksi sistem grounding	Kuadran 3 (mudah, berbiaya rendah)	Menambahkan parameter inspeksi untuk mengontrol kandungan listrik statis

5	Alat perlindungan	pemasangan alat pemadam api otomatis	Kuadran 2 (sulit, berbiaya mahal)	Memasang instalasi sprinkler pemadam otomatis
---	-------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	---



Gambar 5.3 Grafik *improvement performance analysis* poros silinder

Dari gambar 5.3 dapat dilihat poin X3 redesign dan poin X4 pengendalian administrasi adalah hal yang mungkin dilakukan karena tingkat kesulitan yang rendah dan biaya implementasi yang terjangkau bagi manajemen . dipilih X3 karena mengingat instalasi pentanahan mesin yang lama sudah tidak layak dan banyak kabel yang sudah departemen kelistrikan memutuskan untuk memasang instalasi tombak listrik statis baru dengan tatanan yang mudah untuk dimonitor dengan alat penguji grounding supaya sistem pentanahan bisa terkontrol dengan baik.

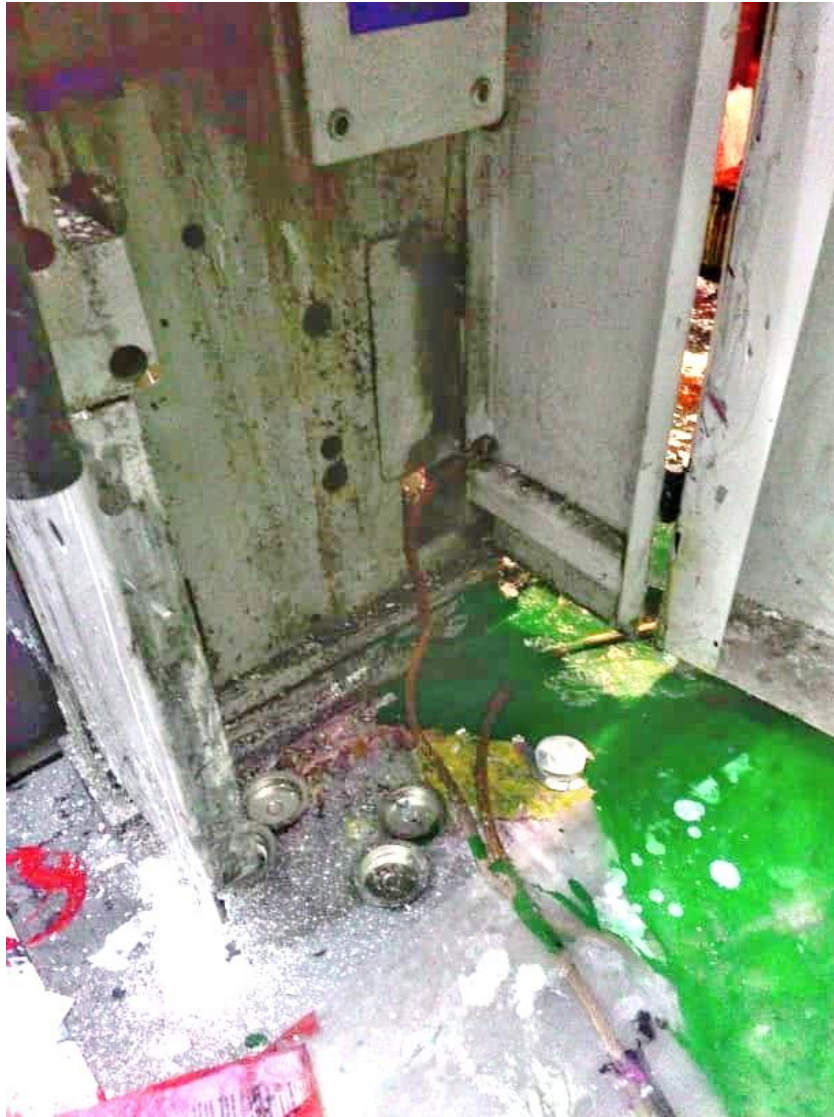
Poin lain mitigasi yang disetujui manajemen adalah poin X4 yaitu melakukan inspeksi berkala terhadap rangkaian kabel sistem pentanahan sehingga rangkaian pentanahan senantiasa dikontrol dan dapat dilakukan tindakan preventif apabila telah terjadi kerusakan

Bukti dari gambar-gambar dari kabel pentanahan dan instalasi pentanahan baru. Pihak manajemen menyetujui bahwa langkah mitigasi risiko adalah meredesain peralatan dan administrasi karena melalui analisa grafik 5.3. terjangkau secara biaya, mudah dilakukan, dan dapat cepat diaplikasikan.



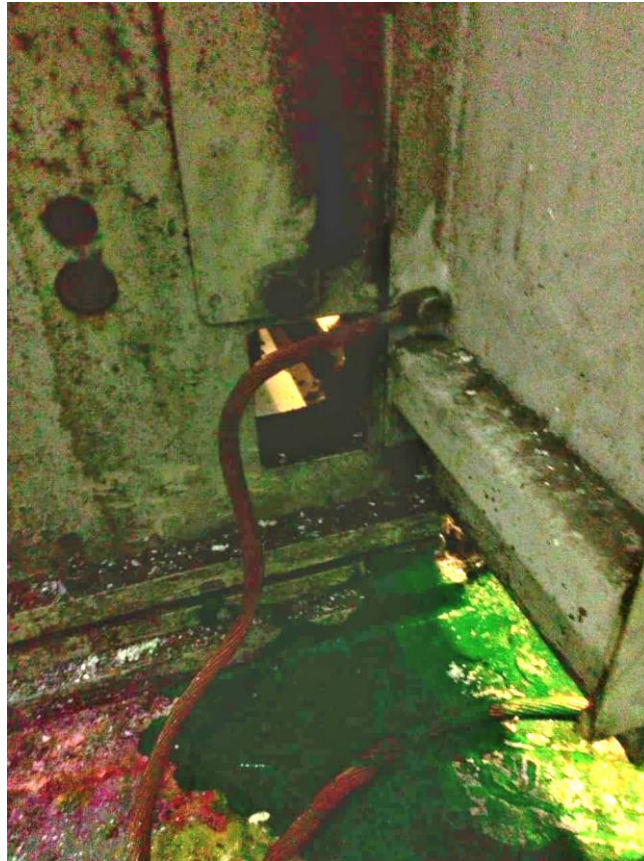
Gambar 5.4. kabel tembaga yang menyambung ke tombak grounding

Gambar 5.4 adalah kabel yang nantinya akan disambung ke bagian bodi mesin. Setelah kabel terhubung dengan tombak yang ditanam kurang lebih 30 m kebawah tanah (referensi dalamnya kabel grounding) kabel dihubungkan ke badan mesin cetak. Kabel dipasang secara paralel menjadi 8 titik karena mesin cetak berspesifikasi 8 warna pada gambar 5.5 adalah foto penyambungan kabel ke badan mesin. Fungsi dari penyambungan ini juga sebagai penghubung kesemua bagian badan mesin agar semua sudut mesin tertanahkan dengan baik dan untuk memastikan bahwa semua badan mesin sudah terhubung. Agar nantinya tidak ada bagian mesin yang mengandung listrik statis kemudian menjadi penyebab kebakaran lain dikemudian hari. Proses pemasangan dilakukan oleh tim dari kelistrikan.



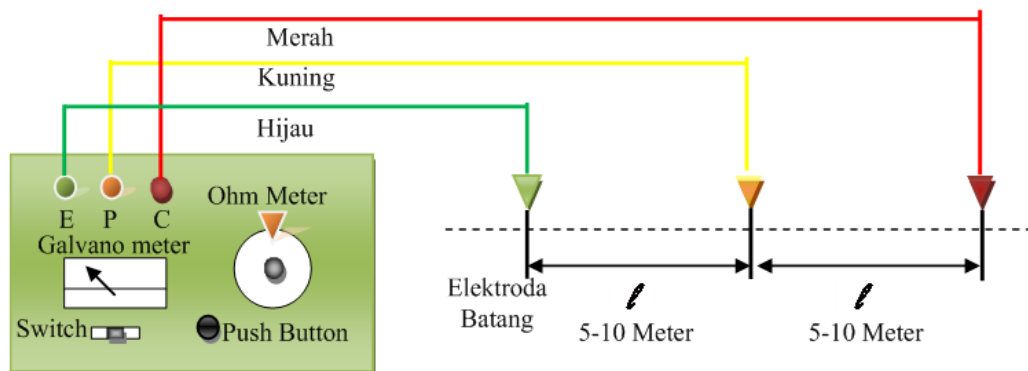
Gambar 5.5 penyambungan kabel tembaga

Tombak yang ditanam kemudian diparalel ke masing-masing unit warna sesuai pada gambar 5.5 dan diperiksa dengan *tester* untuk dipastikan bahwa secara ion listrik benar-benar tersambung. Hal ini dilakukan demi kelancaran sistem pentanahan dari mesin, karena apabila ada malfungsi dari penyambungan sistem pentanahan tidak akan berhasil dengan baik. Pada tahap pelaksanaan ini tim kelistrikan memastikan bahwa kabel sudah tersambung ke 8 warna bak tinta. Penggunaan *tester* diuji mulai dari wadah tinta ke-1 sampai dengan wadah tinta ke-8.



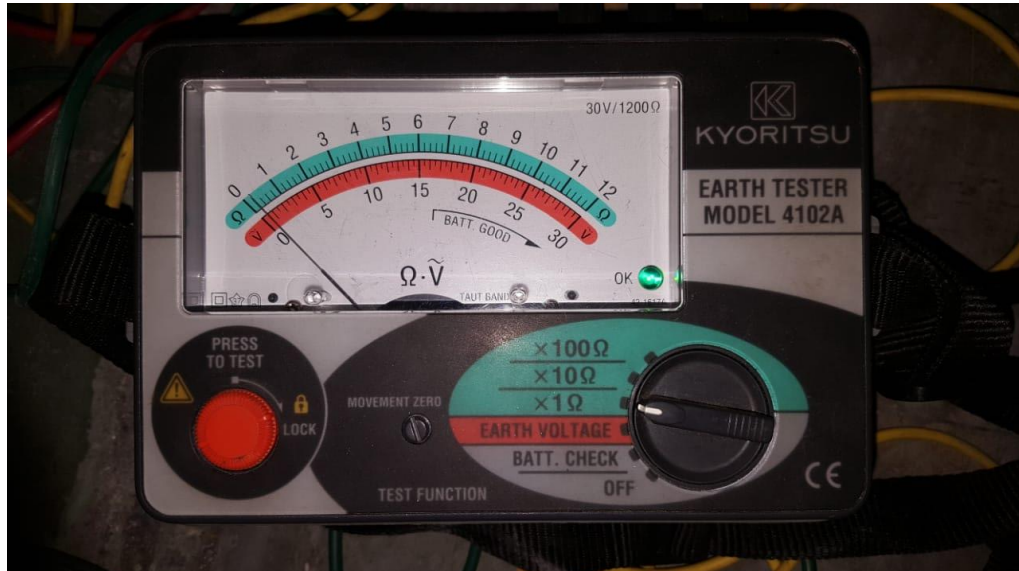
Gambar 5.6 kabel yang terhubung kepada bagian bawah bak tinta

Setelah dipastikan bahwa semua bagian bak sudah terhubung ke sistem pentanahan maka dilakukan pengujian grounding. Pengujian dilakukan menggunakan alat pengukuran pentanahan yang bernama *earth tester model*, alat ini dipasang pada sistem pentanahan yang baru. Yang mana cara penggunaan akan dilampirkan pada lampiran. Dan berikut adalah gambar dari cara pengujian *earth tester* pada gambar 5.7.



Gambar 5.7. Instalasi pengukuran pentanahan

Dari rangkaian yang dijelaskan pada gambar 5.7. didapati bacaan dari alat tersebut yang akan digambarkan pada gambar berikut



Gambar 5.8 Hasil uji sistem grounding yang baru

Dari gambar 5.8, dapat dilihat bacaan dari alat ukur *earth tester* menunjukkan angka dibawah 1 ohm . yang mana sistem pentanahan yang baru sudah sesuai dengan peraturan pemerintah yang mana tahanan dari suatu peralatan adalah < 3 ohm.

5.4 Listrik Yang Terkandung Pada Pekerja

Listrik yang terkandung pada pekerja juga berpotensi menyebabkan kebakaran. Karena pekerja dan operator juga memantau kondisi mesin serta menguji viskositas tinta. Pekerja dapat menjadi risiko apabila terkandung listrik statis yang ada ditubuhnya. Poin ini mendapat angka *likelihood* 3 dan *severity* 4 menghasilkan angka 12 atau bahaya medium. Pengendalian bahaya dengan menghubungkan badan mesin kepegangan pekerja dengan kabel agar saat pekerja menyentuh besi pegangan dapat tertanahkan.

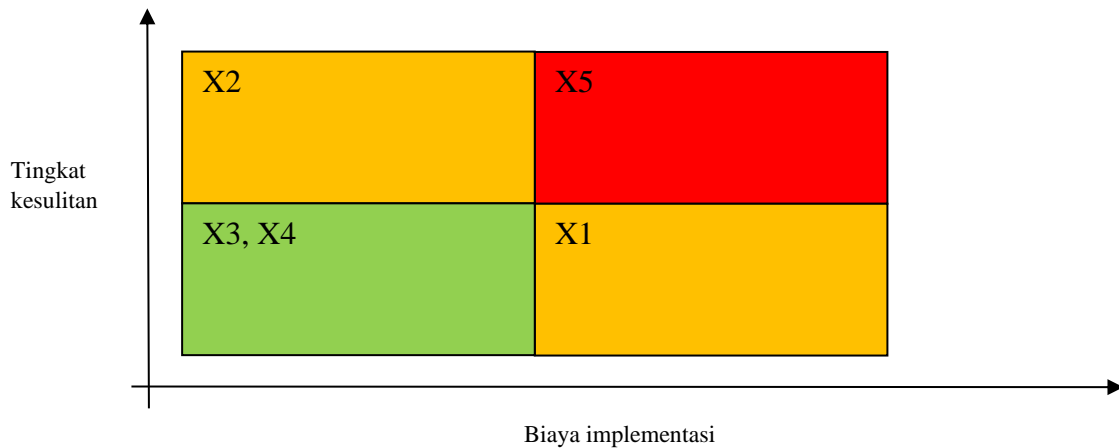
5 tahapan pengendalian bahaya :

1. Eliminasi, mengeliminasi sumber listrik statis berarti mengganti peran pekerja untuk pekerjaan cek viskositas dan pemeriksaan lainnya. (X1)
2. Substitusi, mengganti sumber bahaya dengan alternatif proses yang tidak menghasilkan listrik statis. (X2)
3. Redesain, menghubungkan pegangan pekerja kesistem pentanahan (X3)
4. Administrasi, dalam SOP pekerja harus menyentuh pegangan agar apabila terdapat listrik statis dapat di tanahkan (X4)
5. Alat perlindungan, pemasangan alat pemadam api otomatis (X5)

Dari 5 tahapan bahaya yang mungkin dilakukan hanya akan 1 yang dipilih untuk direkomendasikan kepada perusahaan. Pemetaan pemilihan dari perusahaan akan dipetakan pada tabel 6.3 dan gambar 6.9 berikut.

Tabel 5.3 Tabel

No.	Tahap	Penjelasan	Tingkat kesulitan	keterangan
1	Eliminasi	mengeliminasi sumber listrik statis berarti mengganti peran pekerja untuk pekerjaan cek viskositas dan pemeriksaan lainnya	Kuadran 4 (berbiaya besar)	Masuk dalam kategori sulit karena perlu peralatan otomasi untuk pengecakan viskositas
2	Substitusi	mengganti sumber bahaya dengan alternatif proses yang tidak menghasilkan listrik statis	Kuadran 1 (Sulit)	Masuk dalam kategori sulit karena belum ada acara lain mengukur viskositas
3	Redesain	menghubungkan pegangan pekerja kesistem pentanahan	Kuadran 3 (mudah, berbiaya rendah)	Menghubungkan handle pekerja kesistem pentanahan
4	Administrasi	dalam SOP pekerja harus menyentuh pegangan agar apabila terdapat listrik statis dapat di tanahkan	Kuadran 3 (mudah, berbiaya rendah)	Menambahkan peraturan agar selalu menyentuh handle agar listrik statis tertanahkan
5	Alat perlindungan	pemasangan alat pemadam api otomatis	Kuadran 1 (sulit)	Memasang instalasi sprinker pemadam otomatis



Gambar 5.9. Grafik *improvement performance analysis* poros silinder

Dengan adanya penambahan sistem instalasi pentanahan yang baru dan telah diukur dengan alat *earth tester*. Dari hasil FGD ada sumber listrik statis lagi yaitu dari pekerja yang bertugas mengoperasikan mesin. Sumber listrik statis ini pun juga harus dilakukan kontrol dan dikendalikan. Salah satu cara adalah dengan menghubungkan pegangan pekerja ke badan mesin yang terhubung pada kabel pentanahan. Dengan ini listrik statis yang ada di tubuh pekerja dan operator mesin bisa tertanahkan. Karena tugas dan fungsi pekerja dan operator adalah menjalankan mesin sekaligus secara berkala memeriksa parameter kualitas dari gradasi warna hasil cetak serta parameter dimensi sekaligus melihat viskositas dari tinta apakah terlalu encer ataupun terlalu pekat. Karena pada satu kasus kejadian kebakaran hal ini terjadi saat ada pekerja yang seng melakukan uji viskositas dan terekam dalam video cctv. Dengan sistem ini diharapkan kejadian ini sudah terkontrol serta tidak lagi menjadi bahaya dari sumber api.



Gambar 5.10 pemasangan kontak kabel agar pegangan pekerja tertanahkan

Dari gambar 5.11 dilakukan pemasangan kabel dibagian pegangan yang digunakan pekerja saat memeriksa kekentalan tinta maupun parameter uji dari material. Kabel yang tersambung kemudian duhubungkan kebagian badan mesin yang sudah terhubung juga dengan sistem pentanahan. Seperti yang terlihat pada gambar 5.12 penghubungan antara kabel grounding dengan badan mesin. Selanjutnua akan dibuatkan SOP mengenai pekerja harus menyentuh pegangan dari wadah tinta ini.



Gambar 5.11. penghubungan kabel ke badan mesin agar tertanahkan dengan baik

5.5 Parameter Inspeksi Untuk Listrik Statis Material

Penambahan parameter inspeksi untuk listrik statis

Sebelum dilakukan penelitian dapat diketahui bahwa entitas utama dari mesin adalah produk yang diproses, karena material proses terbuat dari bahan plastik maka pasti akan terkandung dari ion listrik statis, oleh karena itu tim melakukan penambahan parameter uji kualitas untuk listrik statis. Peneliti dan tim mencoba mengukur kadar ion listrik statis pada material yang akan diproses.

Tim peneliti menggunakan alat pengukur ion listrik statis pada material yang akan masuk dengan cara menempelkan alat ukur dipermukaan material dan didapati material plastik mengandung listrik statis. Dari hasil pengukuran tersebut perlu dilakukan pengendalian kandungan listrik statis yang dapat menjadi risiko lompatan api dan menyebabkan kebakaran.

5 tahapan pengendalian bahaya :

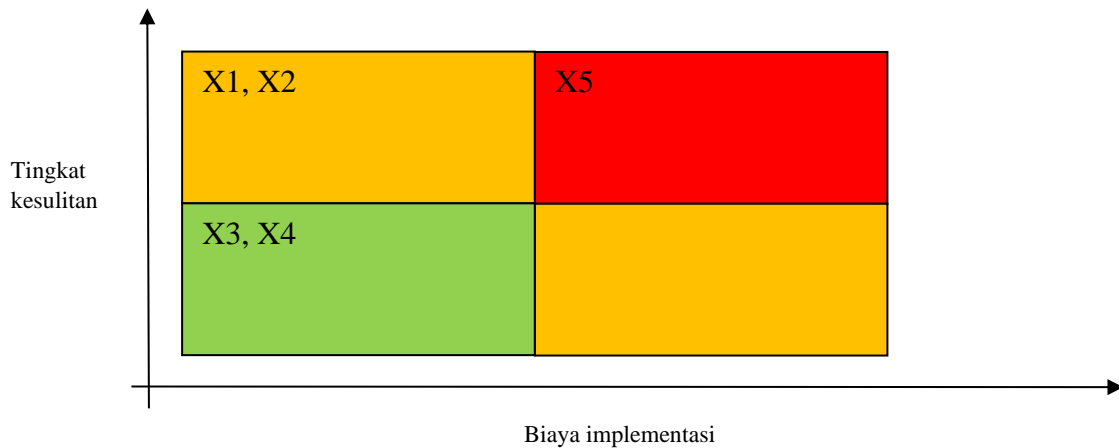
1. Eliminasi, mengeliminasi sumber listrik statis berarti mengganti material plastik untuk produksi. (X1)

2. Substitusi, mengganti sumber bahaya dengan alternatif material yang tidak menghasilkan listrik statis. (X2)
3. Redesain, memasang alat anti statik pada masukan material (X3)
4. Administrasi, dalam SOP inspektor kualitas memeriksa bahan yang akan diproses ditambahkan poin parameter listrik statis (X4)
5. Alat perlindungan, pemasangan alat pemadam api otomatis (X5)

Dari 5 tahapan bahaya yang mungkin dilakukan hanya akan 1 yang dipilih untuk direkomendasikan kepada perusahaan. Pemetaan pemilihan dari perusahaan akan dipetakan pada tabel 6.5 dan gambar 6.12 berikut.

Tabel 5.4 Tabel

No.	Tahap	Penjelasan	Tingkat kesulitan	keterangan
1	Eliminasi	mengeliminasi sumber listrik statis berarti mengganti material plastik untuk produksi	Kuadran 1 (Sulit)	Mengganti proses produksi beserta bahan baku
2	Substitusi	mengganti sumber bahaya dengan alternatif material yang tidak menghasilkan listrik statis	Kuadran 1 (Sulit)	Mengganti material dari plastik ke material lain yang minim listrik statis
3	Redesain	memasang alat anti statik pada masukan material	Kuadran 3 (mudah, berbiaya rendah)	Memasang alat penyerap anti static pada jalur masuk material plastik
4	Administrasi	dalam SOP inspektor kualitas memeriksa bahan yang akan diproses ditambahkan poin parameter listrik statis	Kuadran 3 (mudah, berbiaya rendah)	Menambahkan parameter inspeksi untuk mengontrol kandungan listrik statis
5	Alat perlindungan	pemasangan alat pemadam api otomatis	Kuadran 2 (sulit, berbiaya mahal)	Memasang instalasi sprinker pemadam otomatis



Gambar 5.12 Grafik *improvement perfromance analysis* parameter listrik statis pada material.

Pada gambar 6.12 dapat dilihat bahwa poin pengendalian X3 redesign dan X4 administrasi karena dinilai memiliki tingkat kesulitan yang rendah juga berbiaya yang terjangkau

Poin X3, redesign peralatan dengan memasang alat penyerap listrik statis pada masukan (*Input*) material plastik dan keluaran (*Output*) output material. Hingga saat ini sudah dilakukan pengajuan dan persetujuan dari manajemen untuk dilakukan penambahan alat penyerap anti statik. Dan masih dilakukan pemilihan merk dan jenis yang akan dipasang karena harus menyesuaikan bentuk dan kapasitas yang tepat untuk mesin yang ada

Poin X4, membuat SOP setiap pekerja yang akan melakukan pengujian viskositas wajib memegang pegangan yang sudah dihubungkan dengan kabel grounding. Adapun pelanggaran SOP yang apabila terbukti dengan CCTV akan dikenakan sanksi.

Tabel 5.5 data spesifikasi kualitas setelah penambahan parameter statik

JENIS	LEBAR MATERIAL	Static electric	SPEED	UNWINDER TENSION (Kgf)		REWINDER TENSION (Kgf)				HEATER	AIR (BAR)	PRESSURE
MATERIAL	(Mm)		(Mtr/ mnt)	IFEED	DANCER	OUT FEED	DANCER	NIP ROL	LAY ON DRYER ROLL	(°C)	PRESS ROLL	DOCTOR BLADE
ON	560 - 700	0	70 - 110	10 - 12	1 - 2	16 - 22	1 - 2	1 - 2	1 - 2	20 - 50	2 - 4	2 - 4
	710 - 1000		70 - 110	12 - 18	1 - 2	16 - 24	1 - 2	1 - 2	1 - 2	20 - 50	2 - 4	2 - 4
PET	580 - 700	0	80 - 140	14 - 17	1 - 2	18 - 20	1 - 2	1 - 2	1 - 2	30 - 70	2 - 4	2 - 4
	710 - 800		80 - 140	18 - 20	1 - 2	20 - 22	1 - 2	1 - 2	1 - 2	30 - 70	2 - 4	2 - 4
	810 - 940	0	80 - 140	18 - 22	1 - 2	20 - 24	1 - 2	1 - 2	1 - 2	30 - 70	2 - 4	2 - 4
	950 - 1120		80 - 140	20 - 24	1 - 2	20 - 26	1 - 2	1 - 2	1 - 2	30 - 70	2 - 4	2 - 4
OPP	900 - 1100	0	80 - 120	18 - 24	1 - 2	20 - 24	1 - 2	1 - 2	1 - 2	30 - 60	2 - 4	2 - 4

Dari tabel 4.3 dapat diketahui sebelum dilakukan penelitian ini parameter kualitas tidak sekalipun menginspeksi kandungan listrik statis dalam material, hanya parameter-parameter dasar. Hal ini lah salah satu faktor pembawa listrik statis dan kontak langsung dengan tinta.

pada tabel 4.4 telah dilakukan pengendalian administrasi menambahkan parameter inspeksi untuk listrik statis di material.

5.6 Pengendalian Pada Poros Silinder

Poros silinder yang sudah aus butuh penggantian karena saat proses produksi poros menghasilkan panas yang tidak normal. Dari hasil penilaian poros yang rusak mendapat poin *likelihood* 2 dan *severity* 3 menghasilkan angka 6 termasuk bahaya medium. Pengendalian adalah dengan menerapkan pengendalian secara administrasi yaitu dengan dengan penggantian bearing silinder secara berkala.

Dalam kasus ini tidak mungkin dalam hal ini mengeliminasi poros silinder, karena jenis mesin berjenis cetak putar. Pada langkah kedua substitusi, sampai saat ini substitusi pun tidak bisa dilakukan karena jenis mesin menggunakan prinsip mekanisme cetak putar sehingga masih belum ditemukan untuk pengganti poros. Jika opsi ketiga redesain belum juga dapat dilakukan karena beberapa bagian silinder harus terendam tinta sehingga masih belum mungkin. Opsi yang mungkin adalah opsi keempat yakni melakukan kontrol secara administrasi. Mengontrol penggantian poros, karena sejak mesin dipasang pada 2003 belum ada penggantian dari poros bearing. Oleh karena itu dari tim teknik memutuskan untuk melakukan perbaikan sekaligus mengganti semua silinder yang sudah usang. Dari sudut pandang manajemen opsi ini pun dirasa paling aplikatif mengingat biaya penggantian poros tidak seberapa dibanding jika harus meredesain ulang peralatan.



Gambar 5.13 Gambar poros silinder

Penggantian poros diharapkan menghilangkan risiko kebakaran akibat suhu dari silinder yang panas akibat fungsi poros yang sudah aus cenderung mengeluarkan panas berlebih saat proses produksi berjalan.

penyelesaian adalah penggantian seluruh unit bearing yang terpasang disilinder terhubung dengan tinta. Dalam tahap 5 pengendalian bahaya, langkah pertama adalah eliminasi.

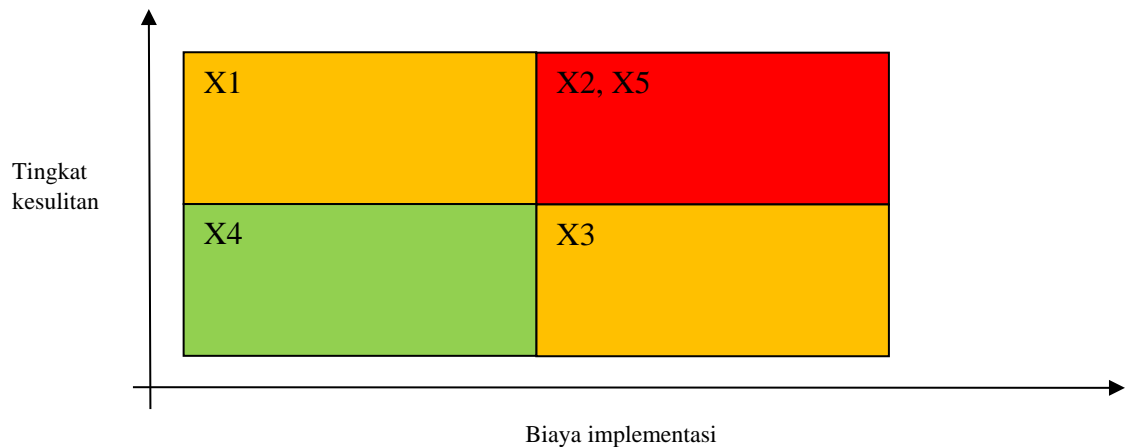
5 tahapan pengendalian bahaya :

1. Eliminasi, mengeliminasi sumber bahaya yaitu pelarut tinta. (X1)
2. Substitusi, mengganti sumber bahaya dengan pelarut dengan bahan tidak mudah terbakar. (X2)
3. Redesain, merubah rancang poros silinder (X3)
4. Administrasi, membatasi usia pakai poros silinder (X4)
5. Alat perlindungan, pemasangan sprinkler (X5)

Dari 5 tahapan bahaya yang mungkin dilakukan hanya akan 1 yang dipilih untuk direkomendasikan kepada perusahaan. Pemetaan pemilihan dari perusahaan akan dipetakan pada tabel 6.6 dan gambar 6.14 berikut

Tabel 5.6 Tabel

No.	Tahap	Penjelasan	Tingkat kesulitan	keterangan
1	Eliminasi	mengeliminasi sumber bahaya yaitu pelarut tinta	Kuadran 1 (Sulit)	Mengganti proses produksi beserta bahan baku
2	Substitusi	mengganti sumber bahaya dengan pelarut dengan bahan tidak mudah terbakar	Kuadran 2 (sulit, berbiaya mahal)	Mengganti sistem produksi dengan tinta tidak mudah terbakar
3	Redesain	merubah rancang poros silinder	Kuadran 2 (sulit, berbiaya mahal)	Merubah desain poros
4	Administrasi	membatasi usia pakai poros silinder	Kuadran 3 (mudah, berbiaya rendah)	Menambahkan parameter inspeksi untuk mengontrol kondisi silinder
5	Alat perlindungan	pemasangan sprinkler	Kuadran 4 (berbiaya mahal)	Memasang instalasi sprinkler pemadam otomatis



Gambar 5.14 Grafik *improvement performance analysis* poros silinder

Poin yang dipilih dalam pengendalian adalah poin X4 yaitu penggantian poros silinder saat usia pakai silinder sudah tua. Dan untuk usia pakai poros tergantung dari kualitas poros yang dibeli. Mengingat untuk poin poros ini poin pengendalian administrasi masih terjangkau secara biaya dan mudah dalam aplikasinya.

Setelah dilakukan baik pelaksanaan dilakukan FGD kembali yang merupakan evaluasi dari penelitian yang telah dilakukan dengan berdiskusi dari para ahli diperusahaan. Adapun para ahli yang dihadirkan adalah manajer dari divisi produksi, teknik, dan kelistrikan atau peserta yang hadir pada FGD pertama yang dilakukan pada hari Kamis 16 Mei 2019. Kejadian kebakaran pada bagian produksi merupakan bahasan utama dalam pertemuan tertutup ini, beberapa faktor penyebab kebakaran telah ditelaah dan diambil kesimpulan berdasarkan bukti-bukti yang berhasil dikumpulkan. FGD yang dilaksanakan pada hari Sabtu 26 Oktober 2019, dengan alokasi waktu 2 jam antara jam 12:00 hingga jam 14:00 dengan bertempat di perusahaan di ruang meeting utama PT. XYZ dan dihadiri oleh 20 orang peserta FGD awal dengan moderator adalah tim HSE perusahaan.

Hasil dari diskusi

1. Tim HSE (K3)
 - a. Apakah sudah cukup
2. Tim produksi
 - a. Para pekerja sudah harus mengikuti SOP harus menyentuh pegangan mesin apabila hendak melakukan pemeriksaan viskositas. Diharapkan listrik statis yang terkandung pada badan pekerja bisa dinetralkan.
3. Tim elektrik
 - a. Sudah dilakukan pemasangan instalasi pentanahan yang baru berfungsi sebagai pengganti sistem pentanahan yang lama.
 - b. Masih dilakukan survey dan pembelian untuk alat penghilang statik, yang saat ini masih dalam tahap pemilihan supplier dan penawaran harga yang terjangkau namun tidak mengesampingkan kualitas dari fungsi alat tersebut
 - c. Melakukan penggantian serabut penyerap listrik statis sebagai pengganti serabut lama yang telah kaku dan sudah tidak menyentuh material yang akan masuk maupun yang keluar dari proses cetak.
4. Tim Teknik
 - a. Tim Teknik akan membatasi usia pakai poros silinder sehingga apabila saat pengecekan berkala poros silinder sudah mulai menunjukkan gejala abnormal seperti getaran, suara, serta panas yang timbul. Semua akan dikontrol saat inspeksi Teknik bulanan.

Setelah FGD terakhir ini dapat dibuat lagi tabel penilaian risiko dengan penilaian setelah dilakukan tindakan mitigasi yang akan dijelaskan pada tabel 5.2.

Tabel 5.7 tabel penilaian risiko

No.	Divisi	Masalah	Sebab	Akibat	Mitigasi	Likelihood	Severity	Risk ranking
1	Teknik	Silinder (a)	Umur pakai poros	Timbul percikan dan panas tidak normal	Rekondisi semua poros lama yang harus diganti	1	2	3 (Low)
2	Kelistrikan	Malfungsi dari serabut anti statik (a)	Serabut sudah tidak layak pakai, dan <i>lost control</i>	Kandungan listrik statis tidak tertanahkan dengan baik	Mengganti semua serabut anti statik	2	2	4 (Low)
		Terdapat kandungan listrik statis pada material (b)	Tidak ada pengendalian listrik statis pada material	Lompatan listrik statis akibat tidak terkontrolnya muatan listrik statis pada material	Menambah parameter kandungan listrik statis pada daftar inspeksi	1	2	3 (Low)
		Instalasi pentanahan (c)	Tidak ada pengendalian kondisi instalasi pentanahan	Lompatan listrik statis akibat listrik statis tidak terkontrol	Memasang sistem pentanahan baru	1	1	1 (Low)
3	Produksi	Listrik statis pada pekerja (a)	Listrik statis tidak tertanahkan dengan baik	Kandungan listrik statis pada pekerja dapat menimbulkan percikan saat pekerja disekitar wadah	Menghubungkan pegangan pekerja dengan badan mesin agar tertanahkan	2	2	4 (Low)

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan rancangan mitigasi risiko pada perusahaan PT. XYZ dengan menggunakan *HIRARC* yang mengidentifikasi risikonya menggunakan FGD. Setelah hasil dari penelitian diajukan kepada manajemen perusahaan dan beberapa poin sudah disetujui dan dilaksanakan meskipun ada beberapa rencana mitigasi yang belum selesai dikerjakan.

Berikut adalah kesimpulan hasil dari penelitian dan perencanaan mitigasi risiko kebakaran pada PT. XYZ adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi yang telah dilakukan dengan hasil *focuss, group, discussion* FGD. Hasil dari identifikasi bahaya kebakaran tertinggi ada pada kasus listrik statis yang terkandung dalam material plastik, menghasilkan angka 15 (*High Risk*). Diikuti dengan kasus control pada instalasi pentanahan mesin gravure dan tidak dilakukan servis rutin terhadap serabut anti statis, menghasilkan angka 12 (*Medium Risk*). Dan terakhir ada pada umur poros yang tidak dikontrol dengan baik, menghasilkan angka 6 (*Medium Risk*).
2. Faktor-faktor yang menjadi penyebab risiko kebakaran adalah :
 - a. Tidak adanya pengawasan dan pengujian terhadap material plastik yang akan diproses menyebabkan listrik statis tidak terkontrol dan menyebabkan percikan api. Sejalan dengan teori segita api dan *tetrahedron of fire* (Ratri, 2009)
 - b. Tidak dilakukan pengawasan dan kontrol terhadap terhadap sistem pentanahan (*Grounding*) menyebabkan listrik tidak tertanahkan dengan baik.
 - c. Tidak ada pengecekan rutin terhadap serabut anti statis, listrik statis tidak tertanahkan dengan baik.
 - d. Listrik yang terkandung pada pekerja, listrik statis yang terkandung pada badan pekerja dapat menimbulkan percikan saat pekerja mendekati bak tinta.

- e. Kondisi poros silinder yang tidak terpantau dengan baik, poros yang sudah melebihi umur pakai akan menimbulkan percikan.
3. Hasil rekomendasi yang akan diberikan kepada manajemen perusahaan.
- a. Menambah parameter kandungan listrik statis pada daftar inspeksi
 - b. Memasang sistem pentanahan baru
 - c. Mengganti semua serabut anti listrik statik dan menambah alat anti statik
 - d. Rekondisi semua poros lama yang harus diganti
 - e. Menghubungkan pegangan pekerja dengan badan mesin agar tertanahkan

Adapun beberapa saran pengembangan manajemen risiko untuk penelitian berikut terhadap perusahaan ini.

- 1. Perlu diadakan penelitian lanjutan untuk meneliti apakah sistem yang telah terpasang benar-benar menghilangkan risiko kebakaran.
- 2. Perlu dilakukan juga penelitian lain terhadap biaya yang kemungkinan timbul akibat mitigasi ini dengan hasil dari proses produksi.

Daftar Pustaka

- Ahyari, Agus. 2002. "Manajemen Produksi Perencanaan Sistem Produksi", Edisi Empat, Yogyakarta, BPFE.
- Department for Communities and Local Government Publications (2006) *Fire Safety Risk Assessment*.
- Daryus, Asyari. 2007. Diktat Manajemen Pemeliharaan Mesin, Universitas Darma Persada – Jakarta.
- Carlson, C. S. 2012. *Effective FMEAs*. Michigan: John Wiley & Sons.
- Carlson, C. S. 2014. *Understanding and Applying the Fundamentals of FMEAs*. 2014 Annual Reliability and Maintainability Symposium. Tucson, Arizona: IEEE.
- Ericson, A. dkk. 2005. *Hazard Analysis Techniques for System Safety*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Eizenberg, S. 2006. Combining HAZOP with dynamic simulation-Applications for safety education. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 19, Hal.754 - 761.
- Hastutik, F. (2010) *Upaya Pencegahan Dan Penanggulangan Bahaya Kebakaran di PT. Semen Gresik (Persero) Tbk. Pabrik Tuban Jawa Timur*.
- Hartly, Darin E. 2006. *Construction Project Administration Fifth Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Gheorghe dan Carmen. 2010. *Application Of Fishbone Diagram To Determine The Risk Of An Event*
- Institute of Risk Management (2018) 'A Risk Practitioners Guide to ISO 31000: 2018', pp. 1–19. Available at: www.theirm.org.
- International Labour Organization (2018) *Manajemen Risiko kebakaran*.
- Musyafa, A. 2013. Analisis Bahaya dengan Metode Hazop dan Manajemen Risiko pada Steam Turbine PLTU di Unit 5 Pembangkitan Listrik Paiton (PT. YTL Jawa Timur). *Jurnal Teknik POMITS* Vol. 2 No. 2 2014
- McLeod, Jr. R. 2002. *System Development: A Project Management Approach*. New York: Wiley
- OSHA (2015) *Fire Service features of Buildings and Fire Protection Systems*.
- Priyanta, Dwi. 2006. *Keandalan Dan Perawatan*. Surabaya: Institut Teknologi Surabaya. Widjanarka, Wijaya. (2006). *Teknik Digital*. Jakarta: Erlangga
- Purnama, S. G. (2015) 'Panduan Focus Group Discussion (FGD) dan Penerapannya Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas

- Udayana Kata Pengantar', pp. 1–15.
- Putra, B. (2010), Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran Di. PT. INKA (Persero) Madiun Jawa Timur.
- Ratri fatmawati (2009) 'Audit Keselamatan Kebakaran Di Gedung Pt . X Jakarta Tahun 2009 Audit Keselamatan Kebakaran Di Gedung Pt . X Jakarta Tahun 2009', pp. 7–53.
- Rositasari, M., Widaningrum, S. and Iqbal, M. (2015). Perancangan Pengendalian Risiko Bahaya K3 Berdasarkan Hasil Klausul 4.4.7 Dan Peraturan Pemerintah No. 50 Tahun 2012.', *e-Proceeding of Engineering*, 2(2), pp. 4416–4423.
- Rudiger, Kopp (2015) 'International Fire Protection Magazine'.
- Kenneth E, Kendall. 2003. Analisis dan Perancangan Sistem. Jakarta: Indeks
- Serani, Tarigan, L. and Mardhiyan Syahri, I. (2015) 'Penerapan Manajemen Risiko Kebakaran Di Area Produksi PT. Wilmmar Bioenergi Dumai-Pelintung Tahun 2015.
- Swanson, Richard, A. 2009. Analysis for Improving Performance : Tools for Diagnosing Organizations and Documenting Workplace Expertise. Berrett-Koehler Publishers
- William, B. (2012) 'Evaluating the Efficacy of Focus Group Discussion (FGD) in Qualitative Social Research', *International Journal of Business and Social Science*, 3(7), pp. 54–57.

LAMPIRAN

Lampiran 1, Sertifikasi keahlian AK3 Kimia



KEMENTERIAN KETENAGAKERJAAN R.I
MINISTRY OF MANPOWER OF THE REPUBLIC OF INDONESIA

DIREKTORAT JENDERAL PEMBINAAN PENGAWASAN KETENAGAKERJAAN DAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
DIRECTORATE GENERAL OF LABOUR INSPECTION DEVELOPMENT AND OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

Sertifikat
Certificate

Diberikan Kepada :
Given to :

n a m a : **JOKO PURWANDONO**
name

tempat/tanggal lahir : Sidoarjo, 29 April 1979
place and date of birth

perusahaan/Instansi : **PT. Indoceria Plastik Dan Printing**
company/institution

alamat perusahaan : Jl. Raya Buduran No.99, Sidoarjo, Jawa Timur
address

TELAH MENGIKUTI
Has successfully followed

PEMBINAAN TEKNIK PENGAWASAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) BIDANG KIMIA
The Occupational Safety and Health (OSH) of Supervision Technical Training of Chemical

Diselenggarakan oleh
Held by

PT. Sinergi Solusi Indonesia
di ISC Safety School AMG Tower Surabaya
Pada tanggal 15 - 27 Mei 2017
In ISC Safety School AMG Tower Surabaya, on May 15 - 27, 2017

Pemegang Sertifikat ini memenuhi persyaratan sebagai
The holder of this certificate qualifies the requirements as

AHLI K3 Spesialis Kimia
OSH Expert of Chemical

sesuai Keputusan Menteri Tenaga Kerja RI Nomor : Kep.187/Men/1999
according to the Decree of the Minister of Manpower of the Republic of Indonesia Number Kep.187/Men/1999

Jakarta, 06 September 2017
Jakarta, September 06, 2017

A.n. Direktur Jenderal
Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan dan K3
On Behalf of Director General of Labour Inspection Development and Occupational Safety and Health
Direktur Pengawasan Norma
Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Director of Occupational Safety and Health Norm Supervision

Drs. Herman Prakoso Hidayat, MM
NIP. 19590412 198603 1 001







No.Reg. 1362/AK3-Kimia/IX/2017

Lampiran 2, Sertifikasi keahlian AK3 Kebakaran 1



KEMENTERIAN KETENAGAKERJAAN RI
MINISTRY OF MANPOWER OF THE REPUBLIC OF INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PEMBINAAN PENGAWASAN KETENAGAKERJAAN DAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
DIRECTORATE GENERAL OF LABOUR INSPECTION DEVELOPMENT AND OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

Sertifikat
Certificate

Diberikan kepada :
Given to :

N a m a : **MOCH. MASRIK**
Name

Tempat, tanggal lahir : Surabaya, 26 November 1979
Place and date of birth

Perusahaan/Instansi : **PT. INDOCERIA PLASTIK DAN PRINTING**
Company/institution

Alamat : Jl. Raya Buduran No.99 Sidoarjo, Jawa Timur
Address

TELAH MENGIKUTI
has successfully followed

**PEMBINAAN TEKNIK KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3)
PEMADAMAN KEBAKARAN**
The Occupational Safety and Health (OSH) Technical Training of Fire Fighting

diselenggarakan oleh
held by

PT. Sinergi Solusi Indonesia
di Surabaya pada tanggal 13 - 15 Maret 2017
In Surabaya on March 13rd - 15th, 2017

Pemegang Sertifikat ini memenuhi persyaratan sebagai
The holders of this certificate has fulfilled the requirements as

Petugas Peran Kebakaran
Fire Fighter

sesuai Keputusan Menteri Tenaga Kerja RI. No. Kep. 186/Men/1999
according to the Decree of the Minister of Manpower of the Republic of Indonesia Number Kep.186/Men/1999

Jakarta, 16 Juni 2017
Jakarta, June 16th, 2017

A.n. Direktur Jenderal
Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan dan Keselamatan dan Kesehatan Kerja
on behalf of Director General of Labour Inspection Development and OSH
Direktur Pengawasan Norma Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Director of OSH Norm Supervision

Drs. Herman Prakoso Hidayat, MM
NIP. 19590412 198603 1 001




No. Reg. 19968 /PeranK3-KEB /VI/2017 - P0

Lampiran 3, Sertifikasi keahlian AK3 Kebakaran 2



KEMENTERIAN KETENAGAKERJAAN RI
MINISTRY OF MANPOWER OF THE REPUBLIC OF INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL PEMBINAAN PENGAWASAN KETENAGAKERJAAN DAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
DIRECTORATE GENERAL OF LABOUR INSPECTION DEVELOPMENT AND OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

Sertifikat
Certificate

Diberikan kepada :
Given to :

N a m a : **NASRUL AFADIANTO**
Name
Tempat, tanggal lahir : Sidoarjo, 03 November 1985
Place and date of birth
Perusahaan/Instansi : **PT. INDOCERIA PLASTIK DAN PRINTING**
Company/institution
A l a m a t : Jl. Raya Buduran No.99 Sidoarjo, Jawa Timur
Address

TELAH MENGIKUTI
has successfully followed
PEMBINAAN TEKNIK KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3)
PEMADAMAN KEBAKARAN
The Occupational Safety and Health (OSH) Technical Training of Fire Fighting
diselenggarakan oleh
held by
PT. Sinergi Solusi Indonesia
di Surabaya pada tanggal 13 - 15 Maret 2017
in Surabaya on March 13rd - 15th, 2017

Pemegang Sertifikat ini memenuhi persyaratan sebagai
The holders of this certificate has fulfilled the requirements as
Petugas Peran Kebakaran
Fire Fighter

sesuai Keputusan Menteri Tenaga Kerja RI. No. Kep. 186/Men/1999
according to the Decree of the Minister of Manpower of the Republic of Indonesia Number Kep.186/Men/1999

Jakarta, 16 Juni 2017
Jakarta, June 16th, 2017
A.n. Direktur Jenderal
Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan dan Keselamatan dan Kesehatan Kerja
in Charge of Director General of Labour Inspection Development and OSH
Direktur Pengawasan Norma Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Director of OSH Norm Supervision



Drs. Herman Prakoso Hidayat, MM
NIP. 19590412 198603 1 001

No. Reg. 19967 /PeranK3-KEB /VI/2017 - P0

Lampiran 4, Daftar hadir FGD ke-1

IndoCeria Your Packaging Partner Jl. Raya Buduran No. 99, Sidoarjo No. Tlp : +62-31-8050916 - 8050919 No. Fax : +62-31-8050920	DAFTAR HADIR	No. Form : FM-DC-09
		No. Urut :
		Tanggal : 16-May-19
		Rev. / Tgl : 00/ 01 APRIL 09

Departemen Pengundang : HSE

MATERI : Focuss, Group, Discussion

NO	NAMA	Bagian	Jabatan	PARAF HADIR	Keterangan
1	Yoga	HSE	HSE		
2	SUKIRMAN	GR	SPV		
3	Heres Dany	Electric	Electric		
4	Johan	ENGINEERING	Electrical		
5	M. M. Asyik (K3 Wabulatan)	EC/IMP	SPV		
6	Bambang WISITU	TEKNIK	ADM		
7	Sunaryo	Teknik	Mekanik		
8	KRISandhie	Teknik	Electric		
9	M. Basid	Teknik	electric		
10	Alvin Alexander P	Teknik	Drafter		
11	KHOIRUL MUFID	Teknik	Mekanik		
12	Nasrul Afachanto (K3 K3)	GR	SPV		
13	ISMAIL	QA	QA		
14	Desto Hari	QA	QA		
15	Idham	Teknik	leader		
16	Nanang Achmad C	Teknik	electric		
17	Sufri	Teknik	echric		
18	Joko Purnawandono. (K3 Lino)	QA	QA		
19	Supriyadi	Mekanik	Mekanik		
20	M. Angga Satrio	GR	GR OP		
21	Didik Hericadi	GR	OP		
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					

Lampiran 5, Notulen FGD 1

Notulen FGD, 16 Mei 2019

HSE :

- Terdapat peningkatan kejadian kebakaran pada rentang tahun 2017-2018
- Hal-hal apa saja yang menjadi faktor terjadinya kebakaran

Teknik :

- Peningkatan panas yang berlebih saat proses produksi
- Api dapat berasal dari bearing
- Karena masalah yang sering timbul disebabkan oleh bearing

Kelistrikan :

- Alat pengaman bermasalah
- Serabut anti statik tidak berfungsi
- Sistem grounding sudah tidak ada/ rusak

Produksi :

- Material tinta terlalu sensitif terhadap panas, dan percikan
- Listrik statis penyebab kebakaran

Kualitas :

- Kandungan listrik statis pada material tidak di kontrol dengan baik

Lampiran 6, Daftar hadir FGD ke-2

IndoCeria Your Packaging Partner Jl. Raya Buduran No. 99, Sidoarjo No. Tlp : +62-31-8050918 - 8050919 No. Fax : +62-31-8050920	DAFTAR HADIR	No. Form : FM-DC-09
		No. Urut :
		Tanggal : 26-Oct-19
		Rev. / Tgl : 00/01 APRIL 09

Departemen Pengundang : HSE

MATERI : Focuss, Group, Discussion

NO	NAMA	Bagian	Jabatan	PARAF HADIR	Keterangan
1	JORAN	ENGINEERING	ELECTRICAL	<i>[Signature]</i>	
2	Heres Deny	— — —	— — —	<i>[Signature]</i>	
3	Naerul Afendianto (ks. Wlataa)	GR	SPV	<i>[Signature]</i>	
4	IDHAM	Teknik	leatr.	<i>[Signature]</i>	
5	Yoga	HSE	HSE	<i>[Signature]</i>	
6	Bambang Wisnu	TEKNIK	Adm	<i>[Signature]</i>	
7	Alwin Alexander P	Teknik	drojter	<i>[Signature]</i>	
8	Sunariyo	Teknik	mekanik	<i>[Signature]</i>	
9	Supriyadi	Teknik	mekanik	<i>[Signature]</i>	
10	KHODIRUL RAHMO	TEKNIK	mekanik	<i>[Signature]</i>	
11	SUKIRAN	GR	SPV	<i>[Signature]</i>	
12	Sufni	teknik	electrn	<i>[Signature]</i>	
13	Joko Purnandono (ks. lmda)	QA	QA	<i>[Signature]</i>	
14	M. MASYUK (ks. ketelaca)	EC/LMD	SPV	<i>[Signature]</i>	
15	Krisandika	Teknik	Electric	<i>[Signature]</i>	
16	Nanang Achmad C.	Teknik	Electric	<i>[Signature]</i>	
17	M. Basid	Teknik	electric	<i>[Signature]</i>	
18	ISMAIL	QA	QA	<i>[Signature]</i>	
19	Desto Hari	QA	QA	<i>[Signature]</i>	
20	DIDIK HARUADI	GR	OP	<i>[Signature]</i>	
21	M. Angga Septia	Granic	Operator	<i>[Signature]</i>	
22	Iman Suba'i	Granic	Operator	<i>[Signature]</i>	
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					

Lampiran 7, Notulen FGD 2

Notulen FGD, 26 Oktober 2019

HSE :

- Sudah dilakukan pengendalian hasil penelitian
- Bagaimana tingkat risiko yang sudah dilakukan pengendalian
- Apakah masih ada potensi lain
- Progress pengendalian

Teknik :

- Sudah dilakukan pengendalian dengan mengganti bearing yang sudah usang,
- Dilakukan perawatan atau pengecekan dengan tujuan preventif
- Penggantian serabut anti statis di tiap tiap wadah tinta yang dilewati material

Kelistrikan

- Sudah dilakukan pemasangan alat grounding yang baru
- Persetujuan dari manajemen untuk proyek pemasangan anti statik tambahan dan masih dalam pemilihan supplier

Kualitas

- Mulai diberlakukan parameter kandungan listrik statis di tiap material yang akan diproses

Produksi

- SOP untuk menyentuh pegangan wadah untuk menetralkan kandungan listrik statis pada badan pekerja.

Lampiran 8, Berita Acara Kebakaran

BERITA ACARA KEBAKARAN

- Tanggal : 29 November 2017
- Pukul : 16.08
- Lokasi : Gravure 2
- Alat/Material/Proses : unit 2 printing
- Yang Terjadi : Unit 2 printing terbakar
- Analisa :
1. Lamp u Indikator H level Bak tidak terlihat dengan jelas .
 2. Posisi Bak pada saat H level , tanda yang seharusnya diikuti , TIDAK DIKUTI dengan benar sehingga , BAK bergesekan dengan AS silinder .
 3. Saat AS silinder dan Bak bergesekan , itu terjadi di area Tinta yang sudah berhomogen dengan Solvent , SEHINGGA terjadi kebakaran .
 4. Terlampir Foto Kronologi
- Action Plan :
1. Membuat Prosedur Handling Bak Tinta saat akan proses .
 2. Membuat Prosedur Start Proses dengan Benar .

3. Memberi tambahan buzzer tiap2 unit printing , agar posisi BAK dengan Level tertentu buzzer tidak BUNYI , dan jika posisi BAK terlalu Tinggi , maka Buzzer akan bunyi .

Team investigasi : 1. Sudarmadji
2. Sukiran
3. YOGA
4. Nasrul (yang memadamkan api)
5. Makmur (yang memadamkan api)
6. Agus ALL (yang memadamkan api)
7. Ismail (yang pertama melihat kebakaran)

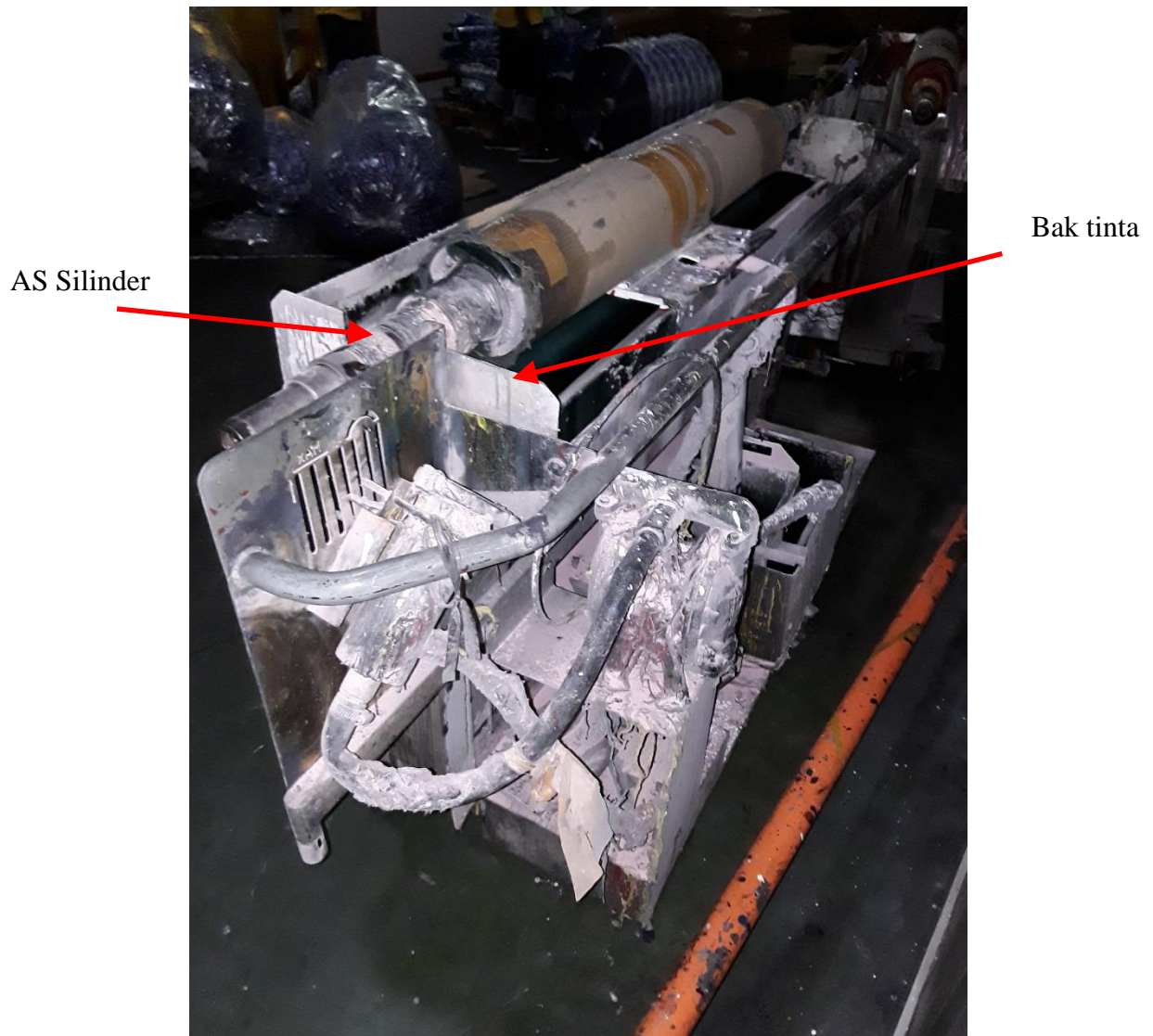
PIC : Sudarmadji , Sukiran , Nasrul

Kronologi Kebakaran : Kebakaran terjadi karena ada gesekan antara Bak dan AS silinder sehingga terjadi Percikan api yang langsung membakar Tinta bercampur Solvent dengan silinder berputar pada 140 mpm . Ada kemungkinan uap tinta masuk ke area chamber ,tapi karena sempit , api langsung padam .

Dengan sangat cepat sdr Nasrul dan Makmur mengambil APAR terdekat dan menyemprotkan ke area Api yang sedang membakar Tinta , dalam waktu sekitar 45 detik , Api sudah Padam .

Buduran , 29 November 2017

Sudarmadji sukiran



Diatas ini adalah kondisi gesekan antara AS silinder dan BAK tinta sehingga terbakar.

PT INDOCERIA PLASTIK & PRINTING

ANALISA KEBAKARAN DI UNIT1 GRAVURE 2

Nomor : 03/12/2018/INV
Tanggal : 20 DESEMBER 2018
Pukul : 14:12 WIB
Lokasi : UNIT 1 GRAVURE 2
Alat/Proses : PRINTING UNIT 1 TERBAKAR
Dept/Seksi : GAVURE 2 / FLEKSIBEL

Yang Terjadi : KEBAKARAN UNIT 1 GRAVURE 2

Kronologis :

1. Tanggal 20 DESEMBER 2018, Di Shift-1 sesuai jadwal PPIC gravure 2 telah jalan LID flow order 80.000m
2. Seperti biasa setiap 30 menit sekali harus di cek viscosity , saat itu petugas checking sdr Amiruddin , process gravure tidak ada problem mulai jalan sampai terjadi kebakaran , Setelah jalan terus menerus dengan dapat panjang total 60000 m,masih kurang 20000 meter , saat sdr Amiruddin

cek viscosity panjang masih dapat 3000m di rewinder, saat ngecheck di unit1 , tiba2 api muncul keluar ditengah2 menyembur ke samping kanan dan kiri .

3. saat terjadi kebakaran , sdr EKO , nurus , imron , tarrom dan agus Union memadamkan api unit1 ,....setelah 2menit 30detik Api berhasil di padamkan .
4. Setelah api padam semua personal produksi segera cleaning area , dan juga team teknik Mekanik dan electric Mengecek kondisi mesin gravure 2 kususnya unit 1 .
5. Tepat jam 17.00 team teknik mekanik dan electric selesai melakukan pengecekan dan dinyatakan mesin bisa jalan lagi .
6. Team produksi masih melakukan persiapan untuk jalan kembali dan cleaning area .

Analisa Penyebab :

1. Terjadi static saat jalan tinta silver .
2. Tidak adanya anti static di mesin gravure .

Tindakan Pencegahan :

1. Pemberian anti static negatif tiap unit 1 sampai unit 8 .

PIC : Sudarmadji , Sukiran

Time Frame : 21 Desember 2018

Team Investigasi :

1. Sudarmadji
2. Sukiran
3. Yoga

Kesimpulan :

Perlu di ingat kan terus menerus masalah kebakaran ini agar tidak terjadi lagi dalam lingkungan pabrik Indoceria utamanya di gravure .

Buduran , 20 Desember 2018

Sudarmadji sukiran

Lampiran 10, Penawaran *Anti-static* Fraser

10/28/2019

Yahoo Mail - Fw: THE STATIC ANTI-STATIC

Fw: THE STATIC ANTI-STATIC

Dari: johan.sst@yahoo.com (johan.sst@yahoo.com)
Kepada: yoga.indoceria@yahoo.com
Tanggal: Senin, 16 September 2019 11.20 GMT+7

[Sent from Yahoo Mail on Android](#)

----- Forwarded Message -----

From: "John Bagby" <JBagby@fraser-antistatic.co.uk>
To: "ayunda indoceria" <ayunda.indoceria@gmail.com>
Cc: "johan. sst" <johan.sst@yahoo.com>
Sent: Fri, Mar 8, 2019 at 21:10
Subject: RE: THE STATIC ANTI-STATIC
Ayunda

I am very sorry for the delay.

This application is an ATEX application due to the fire risk from the solvents used in the inks.

You therefore need an ATEX certified bar. The bar that we offer for this purpose is out EX1250 Bar and EXHP50-F power unit.

The bar needs to be located just after the final roller and across the web path going into each colour. Provided too much static is not recreated by the print process that is all that is required.

If your printer has ESA (Electrostatic Assist) to improve the print quality then you will need a second bar on the out going web. Sometimes this second bar is required anyway. You can tell if it is required by measuring with our EX715 static meter.

The power unit EXHP50-F MUST be located outside of the ATEX area as defined by your printer manufacturer. You must therefore have a cable length which allows the bar to be connected to the power unit.

An EX1250 Bar of 1300mm length with 3m HV Cable to the power unit is GBP368.04

Extra cable is GBP per metre GBP 7.64

An EXHP50-F power unit is GBP 247.21

This has capacity for up to 25m of bar and cable combined. So you may only need one power unit to power the two bars required (one for each colour)

Our EX715 meter is GBP 342.62

Please let me know if you have any questions.

Regards

John

John Bagby | Market Development Director

Fraser Anti-Static Techniques Scotts Business Park Bampton Devon EX16 9DN, UK
Tel: +44 01398 331114 Fax: +44 01398 331411
Mob: +44 077 10 132140
Controlling Static Electricity in Industry | www.fraser-antistatic.com

This email and any files transmitted with it are confidential and are intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. This communication represents the originator's personal views and opinions, which do not necessarily reflect those of Fraser Anti-Static Techniques. If you are not the original recipient or the person responsible for delivering the email to the intended recipient, be advised that you have received this email in error, and that any use, dissemination, forwarding, printing, or copying of this email is strictly prohibited.

Registered in England: 2642741 VAT Number: GB 586069892

1/5

10/28/2019

Yahoo Mail - Fw: THE STATIC ANTI-STATIC



From: ayunda indoceria <ayunda.indoceria@gmail.com>
Sent: 06 March 2019 02:44
To: John Bagby <JBagby@fraser-antistatic.co.uk>
Cc: johan.sst <johan.sst@yahoo.com>
Subject: Re: THE STATIC ANTI-STATIC

Dear John,

Bar length : 1290mm
In our last anti static purchase, we placed it for Slitting Machine and Printing Cup machine.

Thanks and regards
Ayunda

On Tue, Mar 5, 2019 at 3:50 PM John Bagby <JBagby@fraser-antistatic.co.uk> wrote:

Ayunda

What is the web width?

Do your gravure printers use electrostatic assist (ESA) system for improving the print quality.

I can tell you where to put the bar. Where have you placed the bars that you have purchased in the past?

Regards John

John Bagby
Sales Manager
Fraser Anti-Static Techniques

From: ayunda indoceria <ayunda.indoceria@gmail.com>
Sent: Tuesday, March 5, 2019 4:20:33 AM
To: John Bagby
Cc: johan.sst
Subject: Re: THE STATIC ANTI-STATIC

Dear John,
Sir, I would be appreciated if you can give me guidance on how to install it. And we prefer to buy it from you.
How many anti-static bars that we must have for each printing unit?
much appreciated for your cooperation.
Thank you and best regards
Ayunda

On Mon, Mar 4, 2019 at 5:09 PM John Bagby <JBagby@fraser-antistatic.co.uk> wrote:

Dear Ayunda

I too am sorry for the slow response.

To prevent static discharges from creating fires we would recommend reducing the static on the web using our Atex certified EX1250 anti-static bar. This is the same bar as you have purchased in the past, so I expect you have an Engineer who understands this and where to install?

I can put you in contact with our Indonesian distributor if you prefer. They will be able to help you but they will not be able to give you the discount that you have enjoyed from us in the past.

Please let me know how you would like to proceed. I will need to know the web width.

2/5

Regards John

John Bagby
Sales Manager
Fraser Anti-Static Techniques

From: ayunda indoceria
Sent: Friday, 1 March, 06:30
Subject: Re: THE STATIC ANTI-STATIC
To: John Bagby
Cc: johan.sst

Dear John,

Sorry for slow response. We didn't have any static control at those units.
We only have passive anti static like tinsel. Do you have any suggestion for us?

Thanks and regards
Ayunda

On Mon, Feb 18, 2019 at 4:39 PM John Bagby <JBagby@fraser-antistatic.co.uk> wrote:

Dear Ayunda

Thank you for your e-mail.

I am sorry to hear that you have a had a fire. Did you have any static control at all in units 1 and 2? If so what did you have and where was it mounted?

I look forward to hearing from you.

Regards

John

John Bagby | International Sales Manager

Fraser Anti-Static Techniques Scotts Business Park Bampton Devon EX16 9DN, UK
Tel: +44 01398 331114 Fax: +44 01398 331411
Mob: +44 07710 132140
Controlling Static Electricity in Industry | www.fraser-antistatic.com

This email and any files transmitted with it are confidential and are intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. This communication represents the originator's personal views and opinions, which do not necessarily reflect those of Fraser Anti-Static Techniques. If you are not the original recipient or the person responsible for delivering the email to the intended recipient, be advised that you have received this email in error, and that any use, dissemination, forwarding, printing, or copying of this email is strictly prohibited.

Registered in England: 2642741 VAT Number: GB586069892

10/28/2019

Yahoo Mail - Fw: THE STATIC ANTI-STATIC

Regards John

John Bagby
Sales Manager
Fraser Anti-Static Techniques

From: ayunda indoceria
Sent: Friday, 1 March, 06:30
Subject: Re: THE STATIC ANTI-STATIC
To: John Bagby
Cc: johan.sst

Dear John,

Sorry for slow response. We didn't have any static control at those units.
We only have passive anti static like tinsel. Do you have any suggestion for us?

Thanks and regards
Ayunda

On Mon, Feb 18, 2019 at 4:39 PM John Bagby <JBagby@fraser-antistatic.co.uk> wrote:

Dear Ayunda

Thank you for your e-mail.

I am sorry to hear that you have had a fire. Did you have any static control at all in units 1 and 2? If so what did you have and where was it mounted?

I look forward to hearing from you.

Regards

John

-

John Bagby | International Sales Manager

Fraser Anti-Static Techniques Scotts Business Park Bampton Devon EX16 9DN, UK
Tel: +44 01398 331114 Fax: +44 01398 331411
Mob: +44 07710 132140

Controlling Static Electricity in Industry | www.fraser-antistatic.com

This email and any files transmitted with it are confidential and are intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. This communication represents the originator's personal views and opinions, which do not necessarily reflect those of Fraser Anti-Static Techniques. If you are not the original recipient or the person responsible for delivering the email to the intended recipient, be advised that you have received this email in error, and that any use, dissemination, forwarding, printing, or copying of this email is strictly prohibited.

Registered in England: 2642741 VAT Number: GB586069892

3/5

Lampiran 11, Lampiran *Anti-static* Fraser

The advertisement features three red Fraser ionizing bars arranged diagonally. Each bar has a black label with the Fraser logo and technical specifications. The bars are set against a background of a blue sky with white clouds. In the top left corner, there is a logo for 'THE QUEEN'S AWARDS FOR ENTERPRISE INTERNATIONAL TRADE 2015'. In the top right corner, the Fraser logo is displayed with the text 'FRASER Anti-Static Techniques'. The central text reads 'CONTROLLING STATIC ELECTRICITY IN INDUSTRY WORLDWIDE'. Four circular icons are arranged around the bars, each labeled with an industry: 'PRINT' (showing printing rollers), 'CONVERTING' (showing a white material being processed), 'AUTOMOTIVE' (showing a car on an assembly line), and 'PLASTICS' (showing a green plastic sheet). At the bottom left, it says '©Fraser Anti-Static Techniques 2017' and at the bottom right, it says 'www.fraser-antistatic.com'.

THE QUEEN'S AWARDS FOR ENTERPRISE INTERNATIONAL TRADE 2015

f FRASER
Anti-Static Techniques

CONTROLLING STATIC ELECTRICITY
IN INDUSTRY WORLDWIDE

PRINT

CONVERTING

AUTOMOTIVE

PLASTICS

©Fraser Anti-Static Techniques 2017

www.fraser-antistatic.com

TECHNOLOGY AND PRODUCTS

Fraser Anti-Static Techniques equipment is specified by manufacturing companies and OEMs in every industry where static is a problem: plastics, packaging, converting, paper, pharmaceutical, food, medical, textiles, electronics - in fact wherever non-conductive materials are processed.

Fraser equipment is manufactured in the UK. Customer support is provided direct from the factory and from distributors throughout the industrial world.

Fraser products fall into two main technologies and seven application categories.



TECHNOLOGIES:

Advanced DC Products

These include:

- Intelligent, high performance static eliminators with all of the electronics and controls built into the body of the static eliminator and powered by 24V DC.
- Static generation equipment for temporary adhesion in industrial processes, powered by 90-250 V AC or 24 V DC.

Conventional AC Static Eliminators

These use an external high voltage Power Unit to power ionisation electrodes in the form of Bars, Blowers, Airknives, Guns and Nozzles.

TECHNOLOGY AND PRODUCTS

Fraser Anti-Static Techniques equipment is specified by manufacturing companies and OEMs in every industry where static is a problem: plastics, packaging, converting, paper, pharmaceutical, food, medical, textiles, electronics - in fact wherever non-conductive materials are processed.

Fraser equipment is manufactured in the UK. Customer support is provided direct from the factory and from distributors throughout the industrial world.

Fraser products fall into two main technologies and seven application categories.



TECHNOLOGIES:

Advanced DC Products

These include:

- Intelligent, high performance static eliminators with all of the electronics and controls built into the body of the static eliminator and powered by 24V DC.
- Static generation equipment for temporary adhesion in industrial processes, powered by 90-250 V AC or 24 V DC.

Conventional AC Static Eliminators

These use an external high voltage Power Unit to power ionisation electrodes in the form of Bars, Blowers, Airknives, Guns and Nozzles.

BRUSHES/PASSIVE SOLUTIONS

102 Anti-Static Brush



Passive static eliminators do not need to touch the material being neutralised, but must be close to it - typically 2-3 mm.

While they cannot eliminate 100% of the static charge, an 80% neutralisation is typical, depending on the application, which is sufficient for many applications.

They are cost-effective anti-static tools, especially suitable for occasional or unexpected problems. See also EX-HPSD Static Dischargers which have been certified for use in hazardous areas.



101, 102 & 201 Anti-Static Brushes

⊕ Designed for neutralising webs and sheets. They are custom made to the required length, with a choice of carbon or conductive nylon fibres and available in 18, 30, 50 and 80 mm fibre.



660 Brush

⊕ An anti-static strip brush with soft stainless steel filaments. It is available in 1 m lengths or can be custom made for larger requirements.



801 Anti-Static Tinsel

⊕ A low cost and versatile method of static control used in thousands of factories.
⊕ Available in boxes of 22 m.



850 & 850E Cord

⊕ Contains conductive micro-fibres which ionise the air and eliminate the static charge. It is available in reels of 10 m and 25 m. 850E is an elasticated version available in 10 m reels.



406/7 & 409/11 Tape Brushes

⊕ Versatile and flexible.
⊕ No fixing required.
⊕ Highly conductive and easy to install.

Lampiran 12, Mesin yang sering terjadi kebakaran



Lampiran 13, Bak tinta yang menjadi sumber muncul api





Rabbani Arieza Satya Yoga, S.ST, Lahir di Surabaya 2 Juli 1994. Anak pertama dari 2 bersaudara. Dalam riwayat pendidikan menempuh pendidikan di SD Muhammadiyah 4 Pucang, Surabaya (2000-2006), SMP Negeri 39 Surabaya (2006-2009), SMA Negeri 3 Surabaya (2009-2012) dan Diploma-4 Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (2012-2016).

Memulai karir sebagai *Safety Officer* dunia kerja pada November 2016 di perusahaan plastik pengemasan, kemudian mulai mempelajari dalam manajemen pabrik mulai dari produksi, legalitas hingga sumber daya manusia.

Penulis pernah mengikuti berbagai pelatihan seperti sertifikasi ISO 9001:2015, *5S Internal Auditor* (2017), dan *Food Safety System Certificate Version 5* (2018).

Sejak tahun 2018 penulis mendapat kepercayaan untuk kewenangan pada bidang keselamatan dan kesehatan kerja, pengelolaan limbah B3, legalitas perusahaan, dan perizinan lainnya