



**MODUL 1  
HYGIENE INDUSTRI  
(IKK354)**

**Materi Pertemuan 11  
Study Kasus Implementasi AREP (Bahaya  
Kimia)**

**Disusun Oleh  
Eka Cempaka Putri, SKM, MKKK**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL  
2018**

# STUDI KASUS AREP BAHAYA KIMIA

## A. Pendahuluan

Setiap hari kita menghirup bahan-bahan kimia mulai dari dosis yang ringan hingga mematikan. Bahan kimia menguap dan mencemari udara yang kita hirup sehari-hari. Di dalam rumah kita dihadapkan pada banyak paparan pelarut seperti cat rumah, perekat karpet atau wallpaper, bahan-bahan pembersih rumah, sabun dll. Namun paparan bahan kimia tersebut dibawah nilai ambang batas dimana tidak menimbulkan dampak secara toksikologi terhadap tubuh manusia secara akut maupun kronis. Namun paparan ini dapat lebih parah jika individu tertentu memiliki tingkat kerentanan yang lebih tinggi.

Modul ini akan membahas mengenai paparan bahan kimia pelarut dan implementasinya di perusahaan sehingga pembaca dapat memahami dengan detail mengenai karakteristik bahan kimia pelarut, mode paparannya, dampak kesehatannya, metode pengendaliannya dan implementasi hygiene industrinya di perusahaan.

Modul ini merupakan bagian dari modul hygiene industri keseluruhan, diharapkan pembaca dapat memahami modul ini dan dapat mengaplikasikannya di dunia kerja.

## B. Kompetensi Dasar

- Memahami Karakteristik bahan kimia pelarut
- Memahami mode paparan bahan kimia pelarut
- Memahami dampak kesehatan akibat paparan bahan kimia pelarut
- Memahami metode pengendalian paparan bahan kimia pelarut
- Memahami implementasi AREP di perusahaan

## C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan

Mahasiswa mampu menguraikan suatu studi kasus yang berkaitan dengan Implementasi AREP pada bahaya kimia di tempat kerja

## D. Kegiatan Belajar 1

### Studi Kasus AREP Bahaya Kimia

#### 1. Uraian dan contoh

##### • Karakteristik bahan kimia pelarut

Material di alam terdiri dari 3 bentuk yaitu padatan, cairan dan gas. Dalam modul ini khusus dibahas bahan kimia dalam bentuk cairan dan gas. Gas merupakan bentuk dari material yang menyebar kesegala arah dan mengisi seluruh area. Gas menyebar dengan cepat keseluruh area dengan berdifusi. Dalam kondisi normal dengan suhu 25 °C memiliki tekanan 1 atmosfer. Bahan kimia yang berbentuk cairan dalam kondisi tertentu dapat berubah menjadi gas, khususnya jika terjadi kebocoran.

Pelarut adalah cairan yang dapat melarutkan suatu zat tertentu. Zat terlarut ini dapat berupa padatan, gas atau cairan lain. Pelarut banyak

digunakan sebagai cairan pembersih. Pelarut terdiri dari pelarut organik dan pelarut anorganik. Contoh dari pelarut organik adalah air dan contoh dari pelarut anorganik adalah asam termasuk hidrogen halida (HF, HCL, HI, Hbr). Dalam pelarut faktor yang perlu diperhatikan adalah sifat polar dan non polarnya. Zat terlarut akan lebih mudah larut dalam pelarut yang polar daripada pelarut non polar. Hal ini sangat penting diketahui terkait proses peyerapan bahan kimia dalam tubuh, distribusi ke seluruh tubuh, penyimpanan di berbagai jaringan dan proses netralisir bahan kimia. Bahan kimia yang mudah larut dalam lemak akan mudah menembus lapisan kulit daripada bahan kimia yang mudah larut dalam air. Kelarutan juga penting untuk mengevaluasi efek potensial dari suatu bahan kimia di sistem syaraf pusat. Senyawa yang larut dalam air akan mudah di sekresikan keluar dari tubuh dan bahan kimia yang larut dalam lemak akan tersimpan di jaringan adiposa. Rute paparan yang penting untuk bahan kimia pelarut adalah melalui rute pernapasan dan penyerapan dalam kulit.

Faktor yang paling penting dalam potensi paparan adalah bagaimana caranya material digunakan dan pengendalian yang dilakukan. Untuk penggunaan bahan kimia yang reaktif, sangat beracun dan karsinogen maka harus mendapatkan perlakuan khusus. Contohnya adalah pada saat pengecatan dimana paparan akan lebih rendah jika pengecatan dilakukan menggunakan kuas atau rol dan paparan akan meningkat jika menggunakan cat semprot. Ada bahan kimia seperti dimetil sulfoksida merupakan bahan kimia dengan tingkat toksisitas rendah namun bisa menjadi sebuah katalisator untuk bahan kimia lain dalam tubuh.

Suhu dan volatilitas berperan dalam meningkatkan atau menurunkan potensi paparan. Dalam suhu lebih rendah maupun suhu lebih tinggi bahan pelarut kimia tertentu dapat lebih tinggi tekanan di udara. Konsentrasi juga merupakan faktor yang mempengaruhi paparan pelarut diudara. Perbedaan konsentrasi dapat menyebabkan perbedaan kecepatan reaksi bahan kimia di udara yang berarti menyebabkan perbedaan pula pada tingkat paparannya. Maksimum paparan bahan kimia pelarut yang diperbolehkan di udara dapat dilihat dari TLV-ACGIH, PEL dari OSHA dan Nilai Baku Mutu lingkungan yang dikeluarkan oleh pemerintah Indonesia.

Pelarut kimia yang paling sering kita temui di tempat kerja adalah solvent. Solvent merupakan bahan kimia organik yang berasal dari senyawa karbon. Atom karbon dapat berbentuk tunggal, ganda dan tripelkatan kovalen dengan atom karbon lainnya. Senyawa organik diberi nama sesuai dengan jumlah atom karbon dalam rantai skeletal dasar. Lokasi dari kelompok fungsional di tentukan oleh jumlah karbon yang terpasang. Pelarut organik umum dapat diklasifikasikan sebagai alifatik, siklik, aromatik, terhalogenasi hidrokarbon, keton, ester, alkohol dan eter. Setiap kelas memiliki stuktur molekul yang khas. Senyawa yang hanya berikatan dengan atom karbon dan hidrogen disebut hidrokarbon. Hidrokarbon dengan semua ikatan tunggal alkana juga dikenal sebagai hidrokarbon jenuh dimana atom ini mengandung jumlah atom hidrogen maksimum.

Pembentukan rantai hidrokarbon dikenal dengan alifatik atau hidrokarbon parafin yang membentuk cincin dengan awalan cyclic atau cyclo. Salah satu contoh dari hidrokarbon siklik adalah benzen. Benzen mengandung enam atom karbon atom dan sangat stabil, senyawa yang mengandung benzen disebut sebagai senyawa aromatik. Hidrokarbon terhalogenasi memiliki klorin, fluorida, yodium dan atau atom bromin yang melekat pada hidrokarbon, keton, ester dan alkohol. Detail dari sifat-sifat bahan kimia ini tersedia dalam *Material Safety Data Sheet* (MSDS).

- **Bahaya paparan bahan kimia pelarut**

- *Compressed Gas*

Bahaya compressed gas terletak pada metode penanganannya. Jika tangki berisi compressed gas jatuh atau katup bocor, silinder wadah gas akan menjadi proyektil sehingga katup harus dipastikan dalam keadaan baik, diberi rantai pengaman, terlindung dari sinar matahari ketika menangani compressed gas.

- Cairan Kriogenik

Cairan kriogenik menimbulkan beberapa masalah keamanan disamping masalah radang dingin dari dingin yang ekstrem. Tumpahan cryogenic dengan cepat menguap dan menghasilkan gas yang awalnya lebih padat secara signifikan di udara, sehingga mengakibatkan berkurangnya kadar oksigen di udara. Contoh dari cairan kriogenik yang paling umum adalah nitrogen cair.

- Flammability, Ledakan dan Reaktif

Beberapa gas bersifat sangat pyrophoric. Beberapa bahan kimia seperti silane yang digunakan secara luas di industri semikonduktor, tetapi silane merupakan bahan kimia yang mudah terbakar jika bereaksi dengan udara. Selain silane asam peklorat adalah bahan kimia pengoksidasi kuat yang dapat menyebabkan kebakaran dan ledakan. Dalam menganalisis tingkat kebakaran dan ledakan beberapa bahan kimia tertentu maka penting untuk menganalisis flash point. Flash point merupakan suhu terendah dimana uap bahan kimia dapat terbakar.

Cairan mudah terbakar merupakan cairan dengan tingkat flash point yang rendah. Cairan mudah terbakar yang berada dalam wadah tertutup dengan tekanan uap tidak melebihi 40 psi absolut pada suhu 37,8 °C adalah cairan kelas 1, cairan kelas 1 dibagi menjadi :

- a. Cairan kelas 1 A

Cairan kelas 1A memiliki titik nyala dibawah 73 °F (22,8°C) dan titik didih dibawah 100 °F (37,8°C).

- b. Cairan kelas 1 B

Cairan yang memiliki titik nyala dibawah 73 °F (22,8°C) dan titik didih pada atau diatas 100 °F (37,8°C).

- c. Cairan kelas 1 C

Cairan yang memiliki titik nyala di atau diatas 73 °F (22,8°C) dan titik didih dibawah 100 °F (37,8°C).

*Combustible liquid* adalah cairan dengan titik nyala pada atau diatas 100 °F (37,8°C) disebut dengan cairan mudah terbakar yang dibagi lagi menjadi berikut :

- a. Cairan kelas II termasuk cairan dengan titik nyala pada atau diatas 100 °F (37,8°C) dan dibawah 140 °F (60°C).
- b. Cairan kelas IIIA termasuk cairan dengan titik nyala di atau diatas 100 °F (37,8°C) dan dibawah 200 °F (93,4°C).
- c. Cairan kelas IIIB mencakup cairan dengan titik nyala pada atau diatas 200 °F (93,4°C).

Titik kebakaran adalah titik kebakaran suatu cairan pada suhu terendah dimana uap berevolusi cepat untuk membakar cairan. Titik kebakaran biasanya 5 °F lebih tinggi dari flash point.

#### *Flammable Range*

Kisaran konsentrasi gas atau uap yang akan membakar atau meledak jika terdapat nyala api. Dibawah kisaran nilai eksplosif maka campuran cairan atau uap akan terlalu kecil untuk terbakar sedangkan jika nilainya diatas eksplosif campuran bahan tersebut akan sangat banyak untuk membakar.

#### ▪ Dampak Toksikologi

Efek toksikologi dari bahan kimia lebih banyak akan terjadi pada saluran pernapasan. Bahan kimia seperti HF, amonia, sulfur, AC dapat menyebabkan iritasi pada sistem saluran pernapasan atas dan bahan kimia yang kurang larut seperti nitrogen dioksida, ozon dan fosgen dapat melewati saluran pernapasan atas dan dapat menembus hingga bronkiolus dan alveolus yang dapat menyebabkan pneumonitis akut dan pembengkakan paru-paru. Dampak yang paling berbahaya dari paparan bahan kimia kedalam saluran pernapasan adalah asfiksia.

Asfiksia merupakan kekurangan oksigen dalam tubuh akibat paparan gas dan uap. Mekanisme cara kerja bahan kimia yang menyebabkan asfiksia adalah mengganti oksigen di udara sehingga oksigen turun dibawah 18 persen dimana hal ini merupakan nilai minimum kadar oksigen di udara. Contoh dari bahan kimia yang memblok oksigen adalah carbon monoksida yang mana dapat bereaksi kuat dengan hemoglobin sehingga darah akan kekurangan oksigen. Sianida dan hidrogen sulfida menghambat enzim oksidase sitokrom sehingga mengganggu reaksi normal sel.

Gas organik dan gas anorganik sederhana seperti etana dan propana, nitrogen, hidrogen, neon, argon dan Co<sub>2</sub> tidak memiliki toksisitas yang signifikan. Gas-gas tersebut mengurangi kadar oksigen di udara sehingga mengakibatkan asfiksia rendah pada manusia.

Gas-gas yang berifat korosif yaitu asam dan basa dapat menyebabkan luka bakar pada kulit. Pelarut dan uap pelarut organik dapat mengakibatkan serangkaian efek beracun pada manusia. Kontak langsung dapat menyebabkan iritasi, terkelupas dan dermatitis. Beberapa jenis pelarut yang non polar dapat menembus kulit sehingga paparan dermal terhadap kulit dapat menjadi rute paparan. Uap pelarut dapat diserap melalui kulit, pada konsentrasi sangat tinggi uap pelarut

dapat menyebabkan sesak napas, dampak pada sistem syaraf pusat berupa pusing, disorientasi, kebingungan dan paparan dalam waktu lama dapat menyebabkan kehilangan kesadaran, kelumpuhan, kejang dan kematian.

- Dampak Fisiologi

Dampak fisiologi dalam bahaya kimia pelarut bab ini di fokus kan pada bahaya pada hidrokarbon. Hidrokarbon dibagi menjadi beberapa bagian berikut ini :

- a. Hidrokarbon alifatik

Hidrokarbn alifatik merupakan senyawa hidrokarbon yang memiliki turunan lemak. Jenis dari hidrokarbon alifatik adalah alkana, alkena, sikloalkana, sikloalkena, asitilena dan aderes. Minyak dan gas merupakan sumber utama alkana, alkena dan sikloalkana sedangkan tar batu bara merupakan sumber aderes. Alkana merupakan salah satu dari jenis hidrogen alifatik yang paling tidak reaktif dan memiliki tingkat toksik yang relatif rendah, nilai ambang batas alkana adalah 100 ppm atau lebih kecuali untuk golongan n heksana yang memiliki nilai ambang batas 50 ppm. Paparan terhadap alkana dapat menyerang sistem saraf pusat dan dalam waktu lama dapay menyebabkan neuropati perifer.

Hidrokarbon tak jenuh seperti alkena dan asitilena memiliki tingkat reaktifitas yang lebih tinggi dari hidrokarbon jenuh. Dampak paparan terhadap bahan kimia ini adalah dermatitis.

- b. Hidrokarbon siklik

Hidrokarbon siklik memiliki cara kerja yag hampir sama dengan senyawa alifatik namun, memiliki kelembaman yang berbeda. Hidrokarbon siklik di metabolisme menjadi senyawa dengan tingkat toksisitas yang renah. Sikloalkana yang memiliki berat molekul yang rendah (siklopropana dan siklobutana) digunakan sebagai anestesi. Sikoalkana merupakan depresan pada sistem saraf pusat. Sedangkan siklopentana dapat meyebaban sedikit kemerahan pada kulit dan iritasi pada mata..

- c. Hidrokarbon halogenated

Hidrokarbon halogenated adalah kelompok hidrokarbon dari 5 elemen antara lain : fluor, klorin, bromin, yodium dan astatin. Hidrokarbon jenis ini memiliki sifat yang stabil, tidak mudah terbakar dan rentang solvabilitasnya lebar. Hidrogen terhalogenasi dimana satu atau lebih hidrogen digantikan oleh klorin, bromin dan yodium. Contoh bahan kimia pada hidrokarbon jenis ini yang paling beracun adalah karbon tetraklorida yang sangat beracun dan menyebabkan cedera akut pada ginjal, hati dan saluran gastrointestinal. Nilai ambang batas untu karbon tetraklorida adalah 5 ppm dengan klasifikasi A2 atau diduga karsinogen pada manusia.

Pda paparan kronis karbon tetraklorida merusak hati dan ginjal dan dalam waktu tertentu dapat menyebabkan kanker hati. Karbon

tetraklorida tidak diperkenankan kontak dengan kulit maupun terhirup ke dalam sistem pernapasan.

d. Nitrohidrokarbon

Nitrohidrokarbon memiliki tingkat toksisitas yang bervariasi tergantung apakah hidrokarbon adalah alkana atau hidrokarbon aromatik. Nitroalkana dapat menyebabkan mual, gangguan pada sistem saraf pusat dan hati. Pada bahan kimia nitroaromatik seperti nitrobenzena dengan TLV 1 pp menyebabkan pembentukan methemoglobin dan menyebabkan kerusakan pada hati dan organ lain.

Selain senyawa hidrokarbon terdapat bahan kimia pelarut yang mengandung oksigen antara lain :

a. Alkohol

Alkohol merupakan senyawa pelarut yang penting dalam industri. Metanol dan etanol merupakan jenis senyawa alkohol yang penting dalam dunia industri. Etanol digunakan dalam bentuk terdenaturasi. Etanol cepat dimetabolisme di dalam tubuh dan di konversi menjadi karbon dioksida dan etanol merupakan senyawa yang memiliki toksisitas yang rendah di antara jenis alkohol yang lainnya. Secara medis, alkohol menekan sistem syaraf pusat, memperlambat aktivitas otak dan sumsum tulang belakang. Dosis alkohol yang cukup besar dapat mengakibatkan sedasi otak ke titik di mana fungsi-fungsi tak sadar dan mengakibatkan napas hilang sehingga menyebabkan kematian. Propanol dimetabolisme menjadi produk samping yang beracun dan lebih beracun daripada etanol bila dilihat secara internal tetapi tingkat toksisitasnya lebih rendah dari homolog yang lebih tinggi.

b. Aldehid

Aldehid merupakan senyawa yang dapat menyebabkan iritasi pada kulit, mukosa dan sistem syaraf pusat.

c. Keton

Keton merupakan senyawa pelarut yang stabil dengan rasio pengenceran yang tinggi. Senyawa keton yang paling banyak berada di masyarakat adalah aseton dan metil etil. Senyawa keton dapat mengiritasi mata, hidung dan tenggorokan. Senyawa metil etil dapat menyebabkan vertigo dan mual.

• **Evaluasi Bahaya**

Dalam melakukan evaluasi bahaya hal yang harus dilakukan pertama kali adalah mencari berapa konsentrasi pelarut di udara dan apakah konsentrasi tersebut telah melebihi nilai ambang batas atau tidak. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam melakukan evaluasi bahaya adalah :

- a. Toksisitas
- b. Konsentrasi di zona pernapasan
- c. Cara penggunaan
- d. Lama waktu paparan
- e. Pengendalian yang ada dan efektivitasnya
- f. Kerentanan khusus dari pihak karyawan

- **Metode pengendalian paparan bahan kimia pelarut**

Paparan bahan kimia di tempat kerja harus dikendalikan sehingga tidak menimbulkan dampak kesehatan yang berbahaya pada tubuh manusia.

Pengendalian paparan bahan kimia pelarut dapat dikendalikan melalui :

a. Tanggung Jawab personil keselamatan dan kesehatan

Seorang personil keselamatan dan kesehatan kerja harus meakukan hal-hal berikut ini dalam kaitan pengendalian bahaya di tempat kerja :

- Mengenali penggunaan gas dan pelarut beracun di tempat kerja.
- Evaluasi setiap pajanan dan inspeksi tempat kerja harus menjadi bagian rutin dari setiap program kesehatan dan keselamatan di perusahaan.
- Evaluasi paparan harus dilakukan untuk memastikan bahwa pengendalian sudah memadai untuk melindungi pekerja.
- Menggali informasi sebanyak-banyaknya kepada karyawan terkait gejala paparan seperti adanya infeksi kulit, perilaku tidak biasa, batuk, iritasi, sakit kepala dan perasaan sakit.
- Melakukan training dan sosialisasi kepada seuruh personil yang terpapar terkait bahaya-bahaya yang terdapat di tempat kerja.
- Membuat SOP untuk penanganan bahan kimia
- Melarang penggunaan bahan kimia yang sangat beracun, sangat mudah terbakar, atau pelarut yang sangat berbahaya kecuali ada tindakan khusus.
- Membantu memilihkan bahan kimia yang memiliki toksisitas yang lebih rendah
- Membuat design ventilasi yang baik
- Menghilangkan potensi kontak dengan kulit
- Mengevaluasi waktu paparan bahan kimia yang tertinggi

b. Mengendalikan proses

Salah satu bentuk pengendalian yang efektif dalam mengendalikan paparan bahan kimia melalui substitusi bahan kimia yang memiliki toksisitas yang lebih rendah. Berikut ini adalah contoh substitusi dari pelarut :

- Toulene dan xylene adalah contoh pelarut yang dapat digantikan dengan bensol.
- Pelarut terbaik adalah air, air merupakan senyawa yang tidak beracun dan tidak mudah terbakar untuk melarutkan bahan organik. Kekurangan dari air adalah sifatnya yang membuat korosif. Banyaknya air dan penguapan yang lambat dapat meninggalkan residu barang sehingga suatu barang harus dilakukan pembersihan lebih lanjut.
- Alifatik hidrokarbon merupakan pelarut yang baik untuk melarutkan senyawa organik nonpolar namun bukan pelarut yang baik pada senyawa anorganik
- Hidrokarbon aromatik sangat efektif pada resin dan bahan polimerik
- Hidrokarbon terhalogenasi adalah pelarut yang efektif untuk senyawa nonpolar dan semipolar
- Alkalin menggantikan nafta dan pelarut organik lain untuk pembersihan pipa hidrolik, tangki dan kontainer

- 1,1,1-trikloroetana menggantikan karbon tetraklorida sebagai pembersih rumah tangga.

Panduan dalam substitusi bahan diatas adalah :

- Gunakan larutan berair (air) jika memungkinkan
- Jika memungkinkan, pertimbangan proses yang berbeda dan tidak menggunakan bahan kimia
- Pelarut yang beracun hanya digunakan dengan penanganan yang benar dan sistem pembuangan yang sudah di desain dengan baik. Contoh bahan kimia ini adalah trichloroethylene, toluene dan ethylene dichloride.
- Pelarut yang sangat beracun dan mudah terbakar seperti benzena, karbon tetraklorida dan bensin harus dihilangkan dalam lingkungan kerja.

#### c. Pengendalian teknik

Rute utama masuknya bahan kimia ke dalam tubuh adalah paru-paru. Paru-paru. Paru-paru memiliki permukaan luas 85,000- 115.000 (55-75 m). Daerah dalam paru-paru ini banyak terdapat kapiler berdinding tipis. Bahan kimia dalam area pernapasan diinhalasi ke dalam tubuh dan terserap ke dalam aliran darah dan menyebar ke seluruh tubuh dan organ targetnya. Salah satu cara untuk mencegah terhirupnya kontaminan ke dalam saluran pernapasan adalah dengan menggunakan sistem ventilasi. Sistem ventilasi yang digunakan adalah LEV (Local Exhaust Ventilation). Semua bahan kimia harus dirancang untuk mencegah kebocoran dan tumpahan dan untuk mengumpulkan dan menahan pelarut jika terjadi kebocoran atau tumpahan. Penggunaan lemari pendingin untuk menyimpan makanan tidak boleh digunakan untuk menyimpan bahan-bahan yang lain.

#### d. Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri yang digunakan dalam paparan bahan kimia adalah

- Respirator

Alat respirator merupakan peralatan yang bukan digunakan sebagai perlindungan utama melainkan hanya jika terjadi keadaan darurat atau sebagai pelindung cadangan. Pelindung pernapasan harus dipastikan bahwa tidak ada kebocoran pada celah-celah masker respirator. Masker respirator harus di rawat dengan benar dan pemakainya harus diberikan training mengenai penggunaan alat pelindung diri yang benar. Respirator harus dikendalikan melalui suatu program yang menyediakan pilihan yang tepat, dilakukan pengujian, sosialisasi dan pengawasan personil yang berkompeten. Dalam penggunaan respirator pastikan bahwa paparan tingkat gas dan uap di udara tidak melebihi faktor pelindung dari respirator. Pergantian katrid dan tabung harus dilakukan secara berkala dan masuk ke dalam program HSE.

- Baju dan Sarung tangan Pelindung

Rute utama lain bahan kimia berbahaya adalah melalui kulit. Dermatitis merupakan penyakit terkait paparan pelarut pada kulit. Kontak dengan kulit terjadi melalui percikan, tumpahan, kontak dengan bahan kimia,

sarung tangan yang tidak sesuai dan kontak dengan objek yang terkena pelarut. Cara-cara untuk menghindari adanya kontak atau paparan bahan pelarut ke kulit adalah melalui penggunaan alat pelindung diri berupa pakaian, celemek atau sarung tangan.

- Kacamata

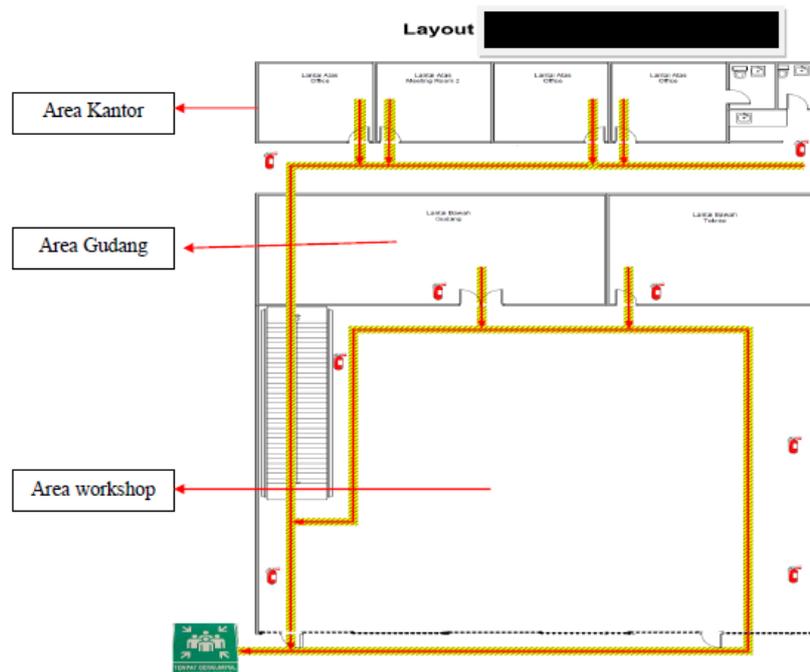
Pekerja yang berisiko terkena percikan bahan kimia di mata harus memakai kacamata pelindung yang sesuai. Untuk bahan kimia dengan toksisitas tertentu harus ditambahkan dengan pelindung wajah.

- **Implementasi AREP bahaya kimia di perusahaan**

Implementasi mengenai AREP bahaya kimia di dalam modul ini penulis ambil dari PT. X. PT. X merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang berada di Cibinong. Berikut ini gambaran PT. X.

- **Gambaran Geografis**

PT. X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang distribusi, instalasi, perawatan barang-barang dari industri otomasi, instrumen kelistrikan dan *power protection*. PT. X berlokasi di kawasan industri di area Cibinong. Luas area pabrik kurang lebih 1 hektar yang terdiri dari area workshop, kantor dan gudang,



Gambar 1. Layout PT. X



Gambar 2. Workshop PT. X



Gambar 3. Gudang di PT. X

- Deskripsi Proses  
Bisnis proses di PT. X dibagi menjadi 6 komponen besar yang antara lain :
  1. Pembelian bahan baku  
Pada tahapan pembelian bahan baku ini dilakukan sepenuhnya oleh departemen purchasing mulai dari order bahan baku dan mendatangkan bahan baku ke perusahaan. Bahan baku berupa panel-panel kosong, komponen-komponen perakitan berupa kabel, kabel tray, baut-baut, *warduck* dan lain-lain. Pekerjaan utama yang dilakukan disini adalah proses penurunan panel dari truck

menggunakan crane, mengangkat panel dari lokasi mobilisasi ke area assembling menggunakan *handlift* dan *manual handling* dan mengatur letak panel, selain itu untuk pengangkatan komponen listrik lainnya menggunakan *manual handling* dan *handlift* untuk diletakan di gudang dan didata. Selain itu petugas gudang juga memoles kayu-kayu sebagai dasar palet dengan bahan kimia xylamon.

## 2. Persiapan

Pada tahapan persiapan seluruhnya dilakukan oleh teknisi dan pimpinan lapangannya masing-masing, dimana pada tahapan persiapan ini panel-panel yang telah disusun di areal kerja dibersihkan menggunakan bahan kimia *rubbing compound*, dan membersihkan dari kerak-kerak besi menggunakan bahan kimia WD 40. Setelah panel-panel dibersihkan maka dilakukan finishing menggunakan cat spray pylox. Jikalau ada permintaan warna khusus dari pelanggan maka dilakukan pengecatan menggunakan bahan cat besi.

## 3. Pelaksanaan

Pada tahap pelaksanaan panel-panel yang telah dipersiapkan mulai dirakit, tahapan awal adalah menurunkan mounting plate secara manual dilanjutkan dengan pengukuran untuk peletakan material, melakukan pengeboran untuk pemasangan baut-baut komponen, pemotongan material baik material besi panel maupun *wareduck* menggunakan gerinda, melakukan pekerjaan rivet, melakukan pembautan, pemasangan asesoris, melakukan staging mounting, dan wiring kabel-kabel, semuanya dilakukan secara manual.

## 4. Finishing

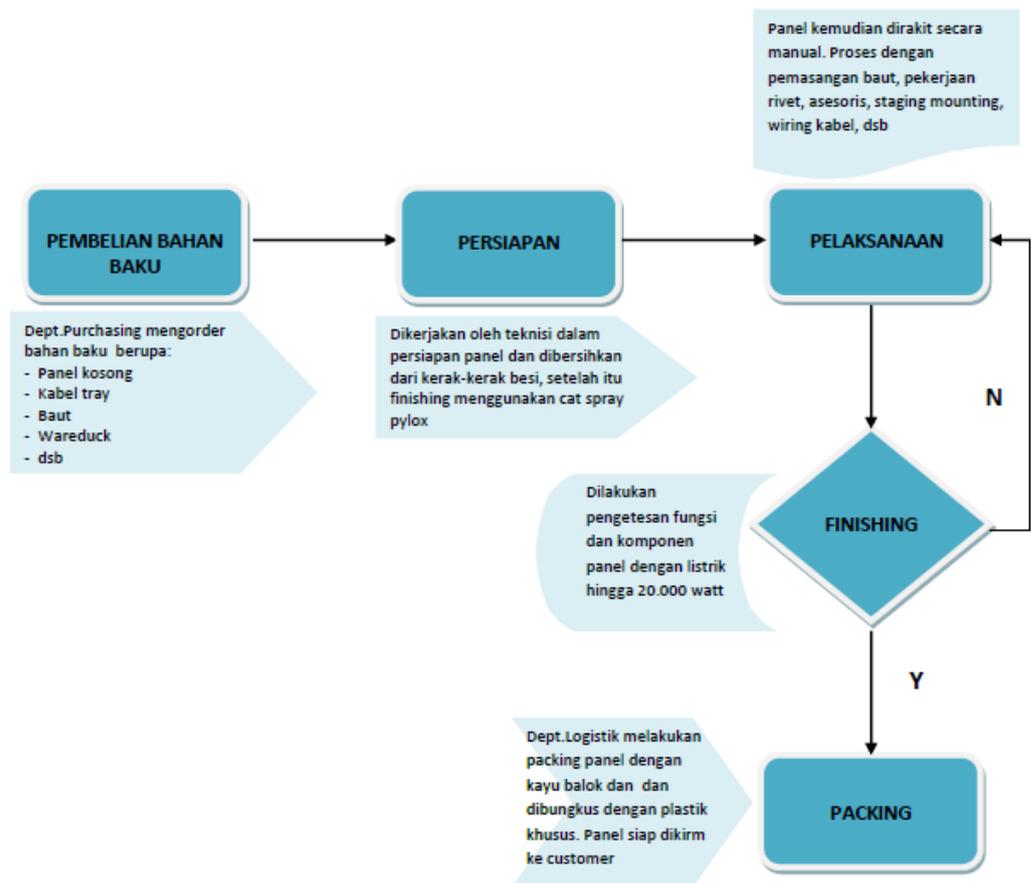
Pada tahapan finishing ini pimpinan lapangan dan klien melakukan pengetesan fungsi dan komponen panel menggunakan listrik hingga 20,000 watt.

## 5. Packing

Setelah fungsi-fungsi panel dilakukan pengetesan, maka departemen logistik melakukan packing panel yang diawali dengan pemotongan kayu dengan menggunakan gerinda, melapisi kayu dengan xylamon dan membungkus panel dengan plastik khusus, lalu panel siap untuk di kirim ke pelanggan.

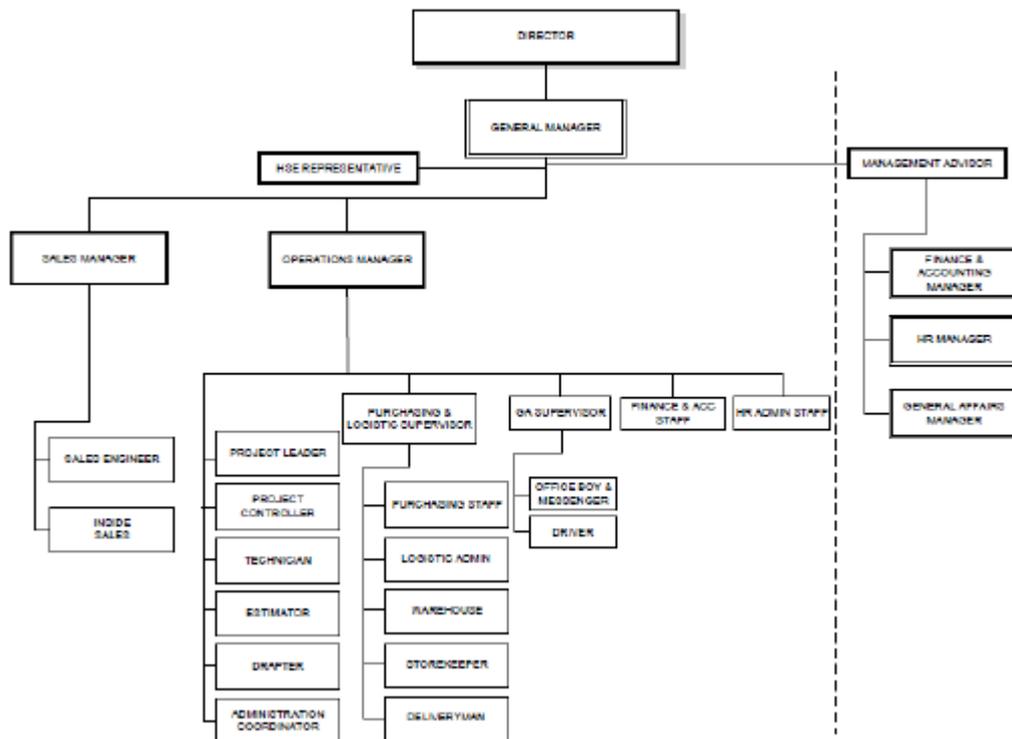
## 6. Pendukung

Tahapan pendukung di perusahaan dikerjakan oleh *office boy*, *office boy* melakukan pembersihan area kerja dari bekas-bekas kabel, melakukan pembersihan lantai kerja, melap permukaan panel dengan cairan pembersih dan melakukan pembersihan keseluruhan areal kerja termasuk toilet.



▪ Organisasi dan Personal

PT. X berlokasi di Cibinong, Jawa Barat dengan jumlah karyawan sebanyak 56 orang yang terdiri dari 1 orang sebagai direktur perusahaan, 1 orang general manager, 1 orang HSE representative, 1 orang sales manager, 1 orang sales engineer, 1 orang outside sales, 1 orang project manager, 7 orang project leader, 1 orang project controller, 23 orang teknisi, 1 orang estimator, 1 orang drafter, 1 orang administration coordinator, 7 orang dari departemen. *purchasing* dan logistik, 1 orang GA supervisor, 3 orang office boy, 2 orang driver, 1 orang finance dan 1 orang HR staff



Gambar 4. Stuktur Organisasi PT. X

- Bahaya Kimia

NO	NAMA BAHAN KIMIA	MSDS	REMARKS
1	WD 40	<a href="#">Available</a>	
2	Stainless Steel Cleaner " 3M "	<a href="#">Available</a>	
3	Cat Besi " Nippe - Nippon Paint "	<a href="#">Available</a>	
4	Pengawet Kayu " Xylamon "	<a href="#">Available</a>	
5	Rubbing Compound	<a href="#">Available</a>	
6	Pembersih porselen (harbel)	<a href="#">Available</a>	
7	Thinner	<a href="#">Available</a>	

Tabel 1. Daftar Bahan Kimia di PT. X

NO	CHEMICAL PRODUCT	CHEMICAL CONTENT	CAS#	QUANTITY	HEALTH EFFECT	DURASI (d) menit	FREQ (f)	GRAVITY (g)
1	WD 40	Aliphatic Hydrocarbon	64742-47-8	Few Drop	Efek iritasi akut ke organ	120	5	4
		Petroleum Base Oil	64742-58-1 64742-53-6 64742-56-9 64742-65-0					
		LVP Aliphatic Hydrocarbon	64742-47-8					
		Carbon Dioxide	124-38-9					
2	Stainless Steel Cleaner " 3M "	Water	7732-18-5	Few Drop	Toxic	120	3	6
		WHITE MINERAL OIL (PETROLEUM)	8042-47-5					
		ISOBUTANE	75-28-5					
		SORBITAN OLEATE	1338-43-8					
		ETHANOLAMINE	1338-43-8					
3	Cat Besi " Nippe - Nippon Paint "	White Spirit	64742-82-1	Large portion	Harmful by inhalation, Harmful by inhalation and in contact with skin, irritating to the skin	360	3	2
		Ethylbenzene	100-41-4					
		Propylbenzene	98-82-8					
		Mesitylene	108-67-8					
		Xylene	1330-20-7					
4	Pengawet Kayu " Xylamon "	{1-}Chloronaphthalene	90-13-1	Large portion	Iritasi pada kulit, sistem pernapasan, sistem pencernaan, iritasi pada mata	360	3	2
5	Rubbing Compound	Water	7732-18-5	Large portion	Acute irritation	120	5	4
		Solvent Naphtha	64742-88-7					
		White Mineral Oil	8042-47-5					
		Aluminium Silicate	66402-68-4					
		Castor Oil	8801-79-4					
6	Pembersih porselen (harbel)	Glycerin	56-81-5	Large portion	Iritasi sistem pernapasan	120	5	2
		Hydrochloric Acid						
7	Thinner	Toluene	108-88-3	Large portion	Carcinogen, Harmful by inhalation, Harmful contact with the skin	360	2	6
		n-butyl acetate	123-86-4					
		xylene	1330-20-7					
		ketone	1330-20-7					
		IBA	78-83-1					
		other solvent(s)	proprietary					

Tabel 2. Chemical Risk Inventory

Alat pelindung Diri yang tersedia di perusahaan antara lain :

NO	JENIS APD	JENIS PEKERJAAN	REMARKS
1	Kacamata	Pengecatan panel	Cat Besi " Nippe - Nippon Paint "
		pembersihan karat di panel	Stainless Steel Cleaner " 3M ", WD 40, rubbing compound
2	Sarung tangan karet	pelapisan kayu packing dan palet	Pengawet Kayu " Xylamon "
		Pengecatan panel	Cat Besi " Nippe - Nippon Paint "
		pembersihan karat di panel	Stainless Steel Cleaner " 3M " WD 40, rubbing compound
		Pembersihan lantai dan area lainnya	Pembersih porselen (harbel)
3	Air purified Mask	Pengecatan panel	Cat Besi " Nippe - Nippon Paint ", Thinner
		pembersihan karat di panel	Stainless Steel Cleaner " 3M ", WD 40, rubbing compound
		pelapisan kayu packing dan palet	Pengawet Kayu " Xylamon "
4	Sepatu keseamatan	pelapisan kayu packing dan palet	Pengawet Kayu " Xylamon "
		Pengecatan panel	Cat Besi " Nippe - Nippon Paint ", Thinner
		pembersihan karat di panel	Stainless Steel Cleaner " 3M " WD 40, rubbing compound
		Pembersihan lantai dan area lainnya	Pembersih porselen (harbel)

## ▪ **Antisipasi**

Antisipasi dari PT. X adalah terdiri dari 5 faktor antara lain man, method, material, mesin dan lingkungan. Faktor man/orang antara lain :

1. Profil kesehatan pekerja  
Pekerja pada level supervisor ke atas dilakukan medical check up setiap tahun dan pekerja di level pelaksana dan departemen purchasing tidak dilakukan medical check up setiap tahun. Pekerja di level pelaksana merupakan pekerja kontrak. Hasil medical check up di level supervisor menunjukkan adanya peningkatan kolesterol dari tahun ke tahun.
2. Daerah Asal  
Pekerja di PT. X 90 % berasal dari daerah bogor dan sekitarnya. Pekerja berada pada daerah yang setipe dengan tempat kerja sehingga tidak perlu penyesuaian fisiologis dan patologis tubuh.
3. Ras  
Pekerja di PT. X 100% orang Indonesia dan 80% memiliki ras sunda dan 20% ras yang lain seperti jawa, sumatra, kalimantan, sulawesi. Keragaman ras menunjukkan potensi kerentanan yang sama sehingga lebih mudah di analisis. Faktor ras ini tidak terlalu terlihat kontribusinya terhadap terjadinya penyakit akibat kerja di PT. X.
4. Umur  
Hampir 100% pekerja di PT. X memiliki rentang umur di usia produktif yaitu antara 18-45 tahun. Sehingga faktor kerentanan dalam masalah usia tidak signifikan.
5. Jenis Kelamin  
80% pekerja PT. X merupakan berjenis kelamin laki-laki dan hanya 20% yang berjenis kelamin wanita.

Faktor Metode dalam antisipasi di PT. X antara lain :

1. Jadwal pekerjaan  
Pekerja di PT. X secara prosedur perusahaan hanya memiliki 1 shift, namun pada kondisi di lapangan, karyawan di PT. X ketika permintaan produksi tinggi mereka akan lembur dengan lama kerja 12-16 jam satu hari. Kondisi tubuh yang fatigue mengakibatkan penurunan konsentrasi, penurunan sistem pertahanan alami tubuh dan peningkatan paparan bahan kimia yang digunakan selama proses produksi.
2. Data produksi  
PT. X memiliki data-data produksi dan inventori bahan yang digunakan dengan lengkap. Data-data inventory khususnya bahan kimia dapat dilihat dalam tabel daftar bahan kimia.
3. Laporan insiden dan kecelakaan kerja  
Laporan insiden dan kecelakaan kerja yang direview oleh penulis menemukan bahwa belum ditemukan adanya kasus penyakit akibat kerja maupun penyakit terkait kerja yang terjadi di perusahaan sebelumnya.
4. Jadwal perawatan mesin-mesin  
Mesin-mesin yang digunakan di PT. X sudah memiliki jadwal perawatan dan kalibrasi rutin setiap tahun. Sehingga dari kondisi peralatan sudah prima dan tidak menimbulkan potensi bahaya kesehatan pada pekerja.

5. Program Keselamatan  
Program keselamatan tersedia dan dilakukan update setiap tahun. Sehingga tindakan perbaikan terhadap bahaya-bahaya yang ada di perusahaan sudah dilakukan, namun perlu juga untuk dilakukan analisis lebih lanjut mengenai potensi bahaya residu yang masih terdapat di perusahaan.
6. Prosedur tertulis  
Prosedur tertulis sudah tersedia dan sudah disosialisasikan secara rutin di perusahaan. Namun masih banyak karyawan di PT. X belum memahami dengan baik mengenai prosedur-prosedur tersebut, sehingga pengawasan perlu dilakukan lebih tinggi pada setiap aktifitas khususnya pada level pelaksana.
7. MSDS  
MSDS di PT. X sudah ada dan sudah terletak di area-area yang memiliki potensi bahaya kimia. Namun MSDS tersebut tidak dibaca oleh karyawan, dan hanya sebatas pajangan saja.

Faktor Material dalam antisipasi di PT. X antara lain :

1. Material produksi  
Material produksi yang digunakan di PT. X yang paling berpengaruh terhadap kesehatan adalah penggunaan WD 40, penggunaan pelarut untuk membersihkan material panel dan car semprot pada saat melakukan pengecatan panel.
2. Material mesin-mesin  
Material mesin di PT. X tidak berkontribusi terhadap bahaya kesehatan di PT. X.
3. Material gedung  
Material gedung tidak ditemukan adanya bahaya kesehatan pada pekerja di PT. X.

Faktor mesin dalam antisipasi di PT. X antara lain :

Seluruh mesin-mesin yang digunakan di PT., X sudah dilakukan kalibrasi dan perawatan rutin dan semua *hand tools* seperti gerinda, bor dan lain-lain dipastikan sesuai dengan manufaktur awal dan tidak ada penambahan modifikasi yang dilakukan oleh perusahaan.

Faktor lingkungan dalam antisipasi di PT. X antara lain :

PT. X terletak di daerah cibinong dan masih banyak kebun dan ilalang yang tinggi sehingga sering ditemukan adanya ular di area kerja dan nyamuk.

#### ▪ Rekognisi

Bentuk rekognisi dari bahan-bahan kimia di tempat kerja antara lain melalui health risk assessment sebagai berikut ini :

#### Estimasi Peluang

	<i>Probabilitas</i>	<i>Description</i>	<i>Rating</i>
E	<i>Almost Certain</i>	Terjadi kemungkinan yang paling sering terjadi	10
D	<i>Likely</i>	Kemungkinan terjadinya kecelakaan 50% : 50%	6

C	<i>Unusually but possible</i>	Tidak biasa terjadi namun mempunyai kemungkinan untuk terjadi	3
B	<i>Remotely Possible</i>	Kejadian yang sangat kecil kemungkinannya untuk terjadi	1
A	<i>Conceivable</i>	Tidak pernah terjadi kecelakaan selama tahun-tahun pemaparan, namun mungkin terjadi	0,5
O	<i>Practically impossible</i>	Sangat tidak mungkin terjadi	0,1

### Estimasi Konsekuensi dari Efek Buruk Kesehatan yang Mungkin Ditimbulkan

<i>Hazard Rating</i>	Batasan Efek Buruk pada Pekerja	<i>Rating</i>
Sangat ringan	Tidak berdampak pada kapasitas kerja dan gangguan kesehatan, misalnya debu <i>inert</i> atau <i>non toxic</i>	1
Ringan	Menimbulkan gangguan kesehatan yang ditimbulkan dapat pulih, misalnya formaldehid dalam kadar rendah menimbulkan iritasi selaput lendir mata dan saluran pernapasan, bakteri penyebab diare	2
Berat	Menimbulkan gangguan kesehatan yang nirpulih, namun tidak menimbulkan kematian, misalnya bising, vibrasi, manual handling yang tidak ergonomik, pelarut organik yang menimbulkan gangguan saraf tepi	3
Satu sampai tiga kematian atau cacat permanen	Bahan yang menimbulkan kerusakan nirpulih, cacat permanen atau kematian, misalnya bahan korosif, karsinogen.	4
Kematian masal	Bahan kimia yang menimbulkan efek toksik akut, misalnya hidrogen sulfida, karbon monoksida, dan bahan karsinogen	5

### Matrix Penilaian Risiko Kesehatan

Severity	Efek Kesehatan	0	A	B	C	D	E
		0,1	0,5	1	3	6	10
			<10% of EOL	10%-50% of EOL	50%-100% of EOL	>EOL	>>EOL
	Hampir tidak mungkin terjadi		Mungkin terjadi	Jarang terjadi	Bisa Terjadi	Sering Kali terjadi	Sangat Sering terjadi
	Bisa terjadi		Tercatat kasus literatur	Pernah ada kasus di tempat	Terjadi beberapa kasus di tempat	Banyak kasus di tempat kerja	Terjadi beberapa kali tiap tahun di tempat kerja

				kerja	kerja		yang sama
1	Sangat Ringan	Perbaikan Berkesinambungan					
2	Ringan				Penurunan Risiko		
3	Berat						
4	Kematian individual/Cacat permanen				Risiko tidak dapat diterima		
5	Kematian Massal						

### Analisis Bahaya Kimia di PT. X

Hazard Teridentifikasi	Asumsi Akibat	Pekerja Berisiko	Probabilitas (P)	Consequences (C)	P x C	Keterangan
WD 40	Efek iritasi akut ke organ	Teknisi	0,5	2	1	Perbaikan berkesinambungan
Stainless Steel Cleaner " 3M "	Dapat menyebabkan keracunan	Teknisi	0,5	4	2	Penurunan risiko
Cat Besi " Nippe - Nippon Paint "	Harmful ke organ pencernaan, pernapasan, mata ataupun kulit	Teknisi	0,5	3	1,5	Perbaikan berkesinambungan
Pengawet Kayu " Xylamon "	Iritasi pada saluran pernapasan, saluran pencernaan, mata dan kulit	Tim logistik	1	2	2	Perbaikan berkesinambungan
Rubbing Compound	Iritasi akut ke organ pencernaan, organ pernapasan, mata dan kulit	Teknisi	0,5	2	1	Perbaikan berkesinambungan
Pembersih porselen (harbel)	Iritasi pada sistem pernapasan	Office boy	1	2	2	Perbaikan berkesinambungan
Thinner	Karsinogen, harmful pada sistem pernapasan, saluran pencernaan, mata dan kulit	Teknisi	0,5	4	2	Penurunan Risiko

- **Evaluasi**  
 Dari hasil analisis bahaya kimia di PT. X diketahui bahwa bahan kimia stainless steel cleaner “3M” dan Thinner memerlukan pengendalian khusus dan perhatian dari perusahaan.
  
- **Pengendalian**  
 Rekomendasi pengendalian yang harus dilakukan perusahaan antara lain :
  1. **Eliminasi**  
 Eliminasi merupakan suatu proses untuk menghilangkan bahaya di tempat kerja dimana stainless steel cleaner “3M” dan thinner merupakan bahan kimia yang tidak dapat dihilangkan dari tempat kerja mengingat fungsinya sangat penting terkait kualitas akhir dari produk jadi.
  
  2. **Substitusi**  
 Substitusi merupakan bentuk pengendalian dimana menukar bahan kimia yang memiliki toksisitas yang tinggi dengan bahan kimia dengan toksisitas yang rendah. Pada dasarnya cleaner “3M” digunakan sebagai cariran pembersih dan mengkilapkan permukaan aluminium , besi atau plastik, pelarut ini dapat digantikan fungsinya dengan air sabun dan pengeringan dengan lap kering, namun cara ini memakan waktu lebih lama dan berpotensi mempercepat korosi pada permukaan besi. Sehingga cara ini tidak efektif dilakukan. Sedangkan thinner merupakan pelarut cat dimana fungsinya tidak dapat digantikan oleh air.
  
  3. **Engineering**
    - a. **Stainless Steel Cleaner “3M”**
      - Membuat area khusus untuk pekerjaan cleaning panel menggunakan stainless steel cleaner
      - Melengkapi ruangan dengan sistem *local exhaust ventilasi* (LEV)
    - b. **Thinner**
      - Pastikan ventilasi di area painting cukup dapat mengencerkan udara yang terkontaminasi dalam ruangan
  
  4. **Administratif**
    - Melakukan training dan sosialisasi bahaya cleaner dan thinner kepada karyawan
    - Melakukan rotasi handling bahan kimia untuk mengurangi paparan
    - Pastikan penyimpanan di gudang sesuai dengan prosedur penyimpanan bahan kimia cleaner dan thinner (dipastikan ditempatkan ditempat yang kering, berada dalam suhu kamar, dan tidak terdapat bahaya percikan api)
    - Dilarang untuk makan dan minum pada saat menangani thinner dan cleaner
  
  5. **Alat Pelindung Diri**
    - a. **Stainless Steel Cleaner “3M”**

- Pelindung mata (kacamata) atau faceshield
  - Sarung tangan karet
  - Half atau full face air purifying respirator
- b. Thinner
- Masker yang menggunakan filter
  - Sarung tangan nitrile gloves
  - Kacamata keselamatan

## E. Daftar Pustaka

Barbara Plog, Fundamental of Industrial Hygiene, 5th Edition, National Safety Council

Cherilyn Tillman. 2007. Principles of Occupational Health & Hygiene.

Soeripto. 2008. Higiene Industri. Jakarta : UI Press

O. ALLI, Benjamin. 2008. *Fundamental Principles of Occupational Health and Safety*. 2rd Edition. ILO Office

Hughes, Phil, Ferret, Ed. 2009. *Introduction to Health and Safety at Work*. NEBOSH

Kurniawidjaja, L. Meily. (2012). Teori dan Aplikasi Kesehatan Kerja. Jakarta : UI press