



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**INTREGRASI COST BENEFIT RATIO DAN PENILAIAN  
RISIKO KESEHATAN KERJA SEMIKUANTITATIF  
TERHADAP PAJANAN INHALASI JURU LAS DI  
WORKSHOP PT. X TAHUN 2011**

**SKRIPSI**

**OLEH :  
FRANCISKUS HUTASOIT  
0906615682**

**DEPARTEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS INDONESIA  
DEPOK, 2011**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**INTEGRASI COST BENEFIT RATIO DAN PENILAIAN  
RISIKO KESEHATAN KERJA SEMIKUANTITATIF  
TERHADAP PAJANAN INHALASI JURU LAS DI  
WORKSHOP PT. X TAHUN 2011**

**Skripsi Ini Diajukan Sebagai  
Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
SARJANA KESEHATAN MASYARAKAT**

**OLEH :  
FRANCISKUS HUTASOIT  
0906615682**

**DEPARTEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS INDONESIA  
DEPOK, 2011**

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : FRANCISKUS HUTASOIT

Nomor Pokok Mahasiswa : 0906615682

Mahasiswa Program : S1 Ekstensi

Tahun Akademik : 2011

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul **“Integrasi Cost Benefit Ratio dan Penilaian Risiko Kesehatan Kerja Semikuantitatif Terhadap Paparan Inhalasi Juru Las di Workshop PT X.**

Apabila pada suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 01 Juli 2011



Franciskus Hutasoit

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya sendiri,  
dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Franciskus Hutasoit**

**NPM : 0906615682**

**Tanda Tangan :**



**Tanggal : 30 Juni 2011**

**LEMBAR PANITIA SIDANG UJIAN SKRIPSI  
DEPARTEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS INDONESIA**

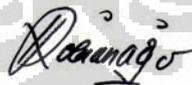
Depok, 04 Juli 2011

Ketua



(dr. Chandra Satrya, M.App.Sc)

Anggota (Penguji 1)



(DR. Robiana Modjo, SKM, M.Kes)

Anggota (Penguji 2)



(Ellen Happy Forever, S.Hut, MKKK)

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Ini kupersembahkan kepada kedua orang tua ku tercinta

Bapa Hutasoit, Mama br Sianturi

Berawal dari Sigumpar & Batugajah

Di Kesegaran & Kedamaian Tepi Danau Toba

Tuhan Yesus Kristus peganglah selalu tangan kananku

Ya Tuhan, karena inilah hatiku mengharapkan Engkau; tenangkanlah rohku, buatlah aku sehat,  
buatlah aku sembuh! (Yesaya 38 : 16)

Karena Dialah yang memberikan hidup dan nafas dan segala sesuatu kepada semua orang

(Kisah Para Rasul 17 : 25b)

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Franciskus Hutasoit  
Tempat Tanggal Lahir : Jakarta, 19 Agustus 1985  
Agama : Kristen  
Alamat : Jl. Batu Merah IV/36 RT 06 / RW 02  
Pejaten Timur Jakarta Selatan – 12510  
Email : [franciskus.hutasoit@gmail.com](mailto:franciskus.hutasoit@gmail.com)  
Telepon : 0811 1904 163



### Latar Belakang Pendidikan

1. 1990 – 1991 Taman Kanak (TK) Titian Ibu Kalibata Jakarta
2. 1991 – 1997 Sekolah Dasar (SD) Negeri 17 Pejaten Timur Jakarta
3. 1997 – 2000 Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 163 Jakarta
4. 2000 – 2003 Sekolah Menengah Umum (SMU) Negeri 55 Jakarta
5. 2003 – 2006 Program Diploma Keselamatan & Kesehatan Kerja  
Fakultas Kesehatan Masyarakat - Universitas Indonesia
6. 2009 – 2009 Program Sarjana Ekstensi Keselamatan & Kesehatan Kerja

### Pengalaman Magang dan Bekerja

1. 2005 - 2006 Program *Undergraduate* dari PT. Thiess  
Contractors Indonesia
2. Februari - Mei 2006 Magang di Departemen HSE PT Thiess
3. Sep 2006 - Des 2006 Safety Graduate PT Thiess Contractors Indonesia
4. Jan 2007 - Jul 2011 Safety Officer PT Thiess Contractors Indonesia

### Training dan Sertifikasi

1. 2005 English Course – Advance Level (Lembaga Bahasa LIA)
2. 2006 Pengawas Operasional Pratama (POP) Departemen Pertambangan
3. 2011 Internal Audit dan ISO 9001, OHSAS 18001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa untuk karunia pengetahuan kepada setiap orang. Atas kehendak-Nya penulis dapat berinspirasi dalam melaksanakan penelitian skripsi terhadap juru las di sebuah kontraktor pertambangan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan pandangan kepada pengusaha mengenai biaya-manfaat suatu perlindungan kesehatan melalui pendekatan integrasi *Benefit-Cost Ratio (B/C R)* dan Penilaian Risiko Kesehatan. Selain itu penelitian ini merupakan syarat kelulusan dari program sarjana S1 jurusan Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia. Dalam skripsi ini peneliti berusaha untuk memberikan deskripsi dan analisa praktis yang lebih mempermudah dalam upaya advokasi kepada pengusaha untuk memutuskan suatu program K3.

Selama proses penelitian, penulis banyak dibantu dan dibimbing oleh berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah Bapa dalam Tuhan Yesus Kristus yang telah mengaruniakan pemikiran dan logika tidak terbatas untuk diekplorasi atas kehendakNya.
2. Kedua Orang Tua penulis, Bapa Hutasoit dan Mama br Sianturi yang selalu memberi dukungan moral, materi, dan doa sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Sarjana Kesehatan Masyarakat ini dengan baik.
3. Bambang Wispriyono, PhD selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia (FKM UI).
4. Pembimbing Akademik yakni dr. Chandra Satrya, M.AppSc yang dengan dedikasinya membimbing dan menginspirasi penulis untuk berkarya dan menjalani pendidikan di FKM UI, serta dalam pelaksanaan penelitian ini.
5. Drs. Ridwan Z Sjaaf, MPH selaku Ketua Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja FKM UI.
6. DR. Robiana Modjo, SKM, M.Kes yang telah meluangkan waktunya untuk menjadi Tim Penguji sidang skripsi pada penelitian ini.

7. Ellen Happy Forever, S.Hut, MKKK yang telah bersedia meninjau penelitian ini dan meluangkan waktunya untuk datang menjadi Tim Penguji sidang pada saat sidang skripsi.
8. Bapak Azlan Ismail selaku Pimpinan Penulis yang mendukung penulis dalam berkarir dan melanjutkan studi. Bapak Siswoyo, dr. Anton dan Bapak Manotar Simamora yang membantu dalam pengambilan data.
9. Sahabat penulis yang telah berbagi berpengalaman yakni Adita Rahmi, SKM (Safety Officer) dan Anggiri Herliani, SKM (Safety Officer), Karlina Natassya, SKM (Safety Officer). Serta Ariel Sharon Saragih, Januar Rimuda Simangunsong (Safety Supervisor), dan Mardiana Hutasoit (Safety Officer).
10. Teman-teman FKM UI dan Tim SHE FOCUS ([www.shefocus.wordpress.com](http://www.shefocus.wordpress.com)) yang selalu membantu dan memberikan semangat dalam perkuliahan: Ahlam Esam Alwahdy, Andhika H, Arini F, Aswinudin Fajar, Aulia Rizki, Aulia Fiqri, Bangun Tuko, Benny Vitriansyah, Bernap Boy, Cornelius Silaban, Delfianda, Dikto Vally, Dystria Fransiska, Efri Meikel, Esther Basaria, Febreza Ramadhan, Flora Putri, Fauzi Andrianto, Grace Eka, Harry Wibowo, Hasan, Herlan, Liza Joni, M.F Khadavy, Martha, Mauluddin M, Mardiana Tanjung, Mirnayanti Tahib, Pianggy Oktikasara, Roy Nababan, Rosnita Gultom, Shelma Fauziah, Sri Rezeki, Susan Bancin, Syukra Alhamda, Upi Nazir.
11. Rekan seperjuangan Diah Listiyaningsih, Febriana Chynthia Dewi, Aditya, Taufan, Ade Saptari. Kami melangkah dipimpin Bapak Chandra.
12. Dan terima kasih banyak kepada semua pihak yang belum disebutkan satu persatu, yang telah membantu serta mendukung penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa mungkin saja terdapat kesalahan atau kekurangan didalam penelitian ini, maka penulis mohon maaf. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif sebagai masukan untuk perbaikan pada penulisan dimasa yang akan datang.

Depok, 04 Juli 2011

Penulis

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Franciskus Hutasoit  
NPM : 0906615682  
Program Studi : S1 Ekstensi Kesehatan Masyarakat  
Departemen : Keselamatan dan Kesehatan Kerja  
Fakultas : Kesehatan Masyarakat  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Integrasi *Cost Benefit Ratio* dan Penilaian Risiko Kesehatan Kerja Semikuantitatif Terhadap Paparan Inhalasi Juru Las di Workshop PT. X Tahun 2011.**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non - Eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia /formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selamat tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada Tanggal : 30 Juni 2011

Yang menyatakan



(Franciskus Hutasoit)

## ABSTRAK

**Nama** : Franciskus Hutasoit  
**Program Studi** : Keselamatan dan Kesehatan Kerja  
**Judul** : Integrasi *Benefit Cost Ratio* dan Penilaian Risiko Kesehatan Kerja Semikuantitatif Terhadap Paparan Inhalasi Juru Las di *Workshop* PT X.

PT. X perusahaan kontraktor tambang dengan penggunaan alat berat (heavy equipment berteknologi tinggi). Semua alat berat memiliki struktur utama logam dengan usaha pemeliharaan alat berat secara regular yakni perbaikan mekanikal pada *bucket excavator*, *blade dozer*, tangga atau modifikasi pelindung mesin (*engine guard*), dll. Disini peranan juru las dalam aktifitas pengelasan sangat diperlukan. Juru las dihadapkan oleh paparan inhalasi dengan nilai risiko tertentu.

Penelitian ini bersifat deskriptif analitik menggunakan pendekatan analisa risiko semikuantitatif yakni Risiko (%) = Paparan (%) x Probabilitas (%) x Konsekuensi (%). Analisa kuantitatif dengan perhitungan matematika sederhana digunakan dalam metode *Benefit Cost Ratio (B/C Ratio)* yakni perbandingan antara total nilai konsekuensi yang dapat dicegah sebagai manfaat (*benefit*) terhadap total biaya kontrol bahaya paparan inhalasi juru las sebagai biaya (*cost*).

Nilai konsekuensi dapat berupa biaya penyakit akibat kerja atau kecelakaan kerja yang bersifat langsung maupun tidak langsung. Pengendalian efektif dapat dijadikan sebagai estimasi *benefit* atau keuntungan bagi perusahaan.

Secara umum berdasarkan perkalian variabel probabilitas, paparan dan konsekuensi, tingkat risiko kesehatan pada paparan inhalasi terhadap juru las di *workshop* PT X yaitu:

- a. *Substantial* atau menengah (9%) memerlukan tindakan pencegahan. Risiko tersebut antara lain pada debu lingkungan (batubara, silika), *fume* (zink oksida, komponen timbal, tembaga, mangan)
- b. *Priority 3* (4,5%) memerlukan tindakan pencegahan. Risiko tersebut antara lain nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), ozon dihasilkan dalam GMAW dan dengan *plasma arc*.

Posisi objek pengelasan berada di zona pernafasan juru las sekitar 30 – 50 cm dari hidung. Pertimbangan menerapkan kontrol berupa *local exhaust fan*, penggunaan APD masker dan pelatihan K3 juru las diharapkan dapat mengurangi kemungkinan tingkat paparan yang terinhalasi oleh juru las. Dimana perbandingan antara nilai *cost* dari biaya pengendalian yang berkisar Rp112.050.983 dan *benefit* dari tercegahnya konsekuensi Rp 1.160.959.835, menunjukkan *B/C Ratio* 10,36 atau bernilai > 1 atau maka proyek dengan pengendalian-pengendalian layak dilaksanakan.

**Kata kunci:** Integrasi *Benefit Cost Ratio*, Penilaian Risiko Kesehatan Kerja, Paparan Inhalasi Juru Las

## ABSTRACT

Name : Franciskus Hutasoit  
Study Program : Occupational Health and Safety  
Title : Integrated Cost Benefit Ratio and Semi-Quantitative Health Risk Assessment of Welder Inhaled Exposure In Workshop PT. X

PT X is mining contractor with utilizing of high technology heavy equipments which are metal base main structure. It needs to be maintained regularly such as mechanical repair on excavator bucket, dozer blade, ladder or modification of engine guard, etc. Role of welder is most important there. Hazard identification and risk assessment to welder's inhaled hazard in workshop PT X is required to consider type and priority of risk control. In according to influence management consideration, required data ratio of benefit value (B) which is out of consequences and cost of control (C).

This research is analytical descriptive with semi-quantitative risk assessment approaching,  $Risk (\%) = Exposure (\%) \times Probability (\%) \times Consequences (\%)$ . Quantitative analysis with simple calculation is used in Benefit Cost Ratio (B/C Ratio) method that is ratio between total prevented consequences value as benefit variable and cost of welder inhaled hazard control as cost variable. The consequences value raise from the expenses of work related disease or accident directly or indirectly cost. Effective controls come as benefit estimation for organization.

Base on multiplication of probability, exposure, and consequence variables produce health risk level of welder inhaled hazard in workshop PT X which is

- Substantial (9%) need prevention control. The risk is related to environmental dust (coal, silica), fume (zink oxide, component of Pb, copper, manganese)
- Priority 3 (4.5%) need prevention control. The risk relate to Nitrogen Dioxide (NO<sub>2</sub>), ozone from GMAW and plasma arc.

Welding object position is placed in welder breathing zone around 30 – 50 cm from nose. Consideration of applying local exhaust fan, PPE musker and welder OHS training are expected to reduce welder inhaled hazards exposure. In case, ratio of the action control cost inrange Rp112.050.983 and the prevented consequences benefit Rp 1,160,959,835. It means B/C Ratio 10.36 or > 1 or this project is proper to do the controls.

**Key words:** *Integrated Cost Benefit Ratio, Health Risk Assessment, Welder Inhaled Exposure*

## DAFTAR ISI

|  |              |
|--|--------------|
| <b>HALAMAN JUDUL.....</b>                                    | <b>i</b>     |
| <b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....</b>               | <b>ii</b>    |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>                  | <b>iii</b>   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>                               | <b>iv</b>    |
| <b>EMBAR PERSEMBAHAN.....</b>                                | <b>v</b>     |
| <b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....</b>                             | <b>vi</b>    |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                   | <b>vii</b>   |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....</b>        | <b>ix</b>    |
| <b>ABSTRAK.....</b>  | <b>x</b>     |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                       | <b>xii</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>                                     | <b>xvi</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                    | <b>xvii</b>  |
| <b>DAFTAR BAGAN.....</b>                                     | <b>xviii</b> |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>                                  | <b>xix</b>   |
| <br>   |              |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>                               | <b>1</b>     |
| 1.1. Latar Belakang .....                                    | 1            |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                                   | 5            |
| 1.3. Pertanyaan Penelitian .....                             | 6            |
| 1.4. Tujuan .....  | 6            |
| 1.4.1. Tujuan Umum .....                                     | 6            |
| 1.4.2. Tujuan Khusus .....                                   | 6            |
| 1.5. Manfaat .....   | 7            |
| 1.5.1. Bagi Perusahaan .....                                 | 7            |
| 1.5.2. Bagi Peneliti .....                                   | 7            |
| 1.5.3. Bagi Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja ..... | 7            |
| 1.6. Ruang Lingkup .....                                     | 7            |

|  |    |
|--|----|
| <b>BAB 2 TINJAUAN TEORI</b>                                  |    |
| 2.1. Keselamatan dan Kesehatan Kerja .....                   | 8  |
| 2.2. Kesehatan Kerja .....                                   | 9  |
| 2.2.1. Bahaya Kesehatan Kerja .....                          | 10 |
| 2.2.2. Penyakit Akibat Kerja .....                           | 16 |
| 2.2.3. Risiko Kesehatan Kerja .....                          | 18 |
| 2.2.4. Kerugian Kecelakaan dan PAK .....                     | 18 |
| 2.3. Saluran Pernafasan dan Interaksi Terhadap Paparan ..... | 20 |
| 2.4. Manajemen Risiko .....                                  | 23 |
| 2.4.1. Identifikasi Risiko .....                             | 23 |
| 2.4.2. Analisis Risiko .....                                 | 24 |
| 2.4.3. Evaluasi Risiko .....                                 | 27 |
| 2.5. Pengendalian Risiko .....                               | 27 |
| 2.6. <i>Cost Benefit</i> .....                               | 29 |
| 2.6.1. Biaya / <i>Cost</i> .....                             | 30 |
| 2.6.2. Manfaat / <i>Benefit</i> .....                        | 30 |
| 2.6.3. <i>Benefit Cost Ratio (B/C Ratio)</i> .....           | 31 |
| <b>BAB 3 KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL</b> .....  | 33 |
| 3.1. Kerangka Konsep .....                                   | 33 |
| 3.2. Definisi Operasional .....                              | 34 |
| <b>BAB 4 METODELOGI PENELITIAN</b> .....                     | 40 |
| 4.1. Jenis Penelitian .....                                  | 40 |
| 4.2. Lokasi dan Waktu Penelitian .....                       | 40 |
| 4.3. Objek Penelitian .....                                  | 40 |
| 4.4. Pengumpulan Data .....                                  | 40 |
| 4.5. Analisa Pengolahan Data .....                           | 40 |
| 4.6. Penyajian Data .....                                    | 41 |
| 4.7. Keterbatasan Penelitian .....                           | 41 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>BAB 5 GAMBARAN PERUSAHAAN DAN UNIT K3 .....</b>                    | <b>42</b> |
| 5.1. Profil Perusahaan .....  | 43        |
| 5.2. Visi, Misi dan Tujuan .....                                      | 43        |
| 5.3. Struktur Organisasi .....  | 44        |
| 5.4. Tenaga Kerja dan Pengaturan Jam Kerja .....                      | 45        |
| 5.5. Unit K3 .....  | 45        |
| 5.5.1. Tujuan dan Target K3 .....                                     | 46        |
| 5.5.2. Kebijakan K3 .....   | 46        |
| 5.5.3. Struktur organisasi P2K3 .....                                 | 47        |
| 5.5.4. Program-program K3.....  | 47        |
| 5.6. Kegiatan Penambangan .....                                       | 54        |
| 5.7. Aktifitas Pemeliharaan Alat dan Pengelasan .....                 | 57        |
| 5.7.1. Las Listrik ( <i>Electrical Welding</i> ) .....                | 58        |
| 5.7.2. <i>Gas Metal Arc Welding</i> (GMAW) .....                      | 60        |
| 5.7.3. Las <i>Oxy-acetylene</i> .....                                 | 60        |
| <b>BAB 6 HASIL PENELITIAN .....</b>                                   | <b>62</b> |
| 6.1. Gambaran Lokasi dan Objek Penelitian .....                       | 62        |
| 6.2. Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko .....                   | 63        |
| 6.2.1. Debu .....   | 64        |
| 6.2.2. <i>Fume</i> .....  | 65        |
| 6.2.3. Gas Toksik .....   | 65        |
| 6.3. Variabel Biaya Konsekuensi dan Variabel Biaya Pengendalian ..... | 66        |
| 6.3.1. Perkiraan Biaya Konsekuensi .....                              | 67        |
| 6.3.2. Perkiraan Biaya Penyediaan <i>Local Exhaust Fan</i> .....      | 69        |
| 6.3.3. Perkiraan Biaya Penyediaan Masker .....                        | 70        |
| 6.3.4. Perkiraan Biaya Pelatihan .....                                | 70        |
| <b>BAB 7 PEMBAHASAN .....</b>   | <b>72</b> |
| 7.1. Keterbatasan Penelitian .....                                    | 72        |
| 7.2. Penilaian Risiko Kesehatan Juru Las .....                        | 72        |
| 7.3. Pengendalian Bahaya Terhadap Inhalasi Juru Las PT X .....        | 75        |

|                       |   |    |
|-----------------------|---|----|
| 7.4.                  | Penilaian Integrasi <i>Benefit Cost Ratio</i> dan Penilaian Risiko Kesehatan Penafasan Juru Las ..... | 77 |
| 7.4.1.                | B/C Ratio .....   | 78 |
| 7.4.2.                | Integrasi <i>B/C Ratio</i> dan Nilai Risiko .....   | 78 |
| <b>BAB 8</b>          | <b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....   | 80 |
| 8.1.                  | Kesimpulan .....  | 80 |
| 8.2.                  | Saran .....   | 82 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> | .....   | 84 |
| <b>LAMPIRAN</b>       | .....   | 87 |



## DAFTAR TABEL

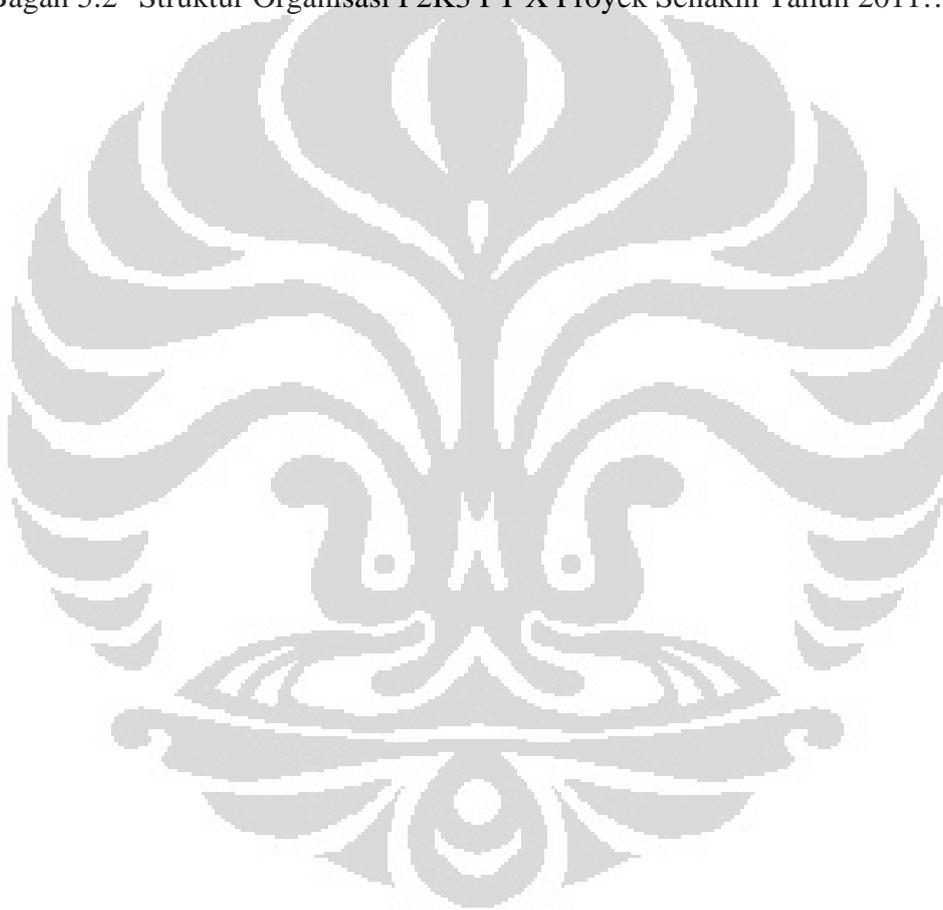
|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabel 1.1 | Jumlah Kasus Kecelakaan atau PAK & Tanggungan Kompensasi..   | 4  |
| Tabel 2.1 | Contoh bahaya lingkungan ditempat kerja .....  | 12 |
| Tabel 2.2 | Matriks analisa penilaian risiko kualitatif .....  | 26 |
| Tabel 2.3 | Deskripsi matriks analisa penilaian risiko kualitatif .....  | 26 |
| Tabel 3.1 | Definisi Operasional .....   | 35 |
| Tabel 4.1 | Sistematika Integrasi <i>Cost-Benefit Ratio</i> dan Penilaian Risiko .....                               | 41 |
| Tabel 6.1 | Tabel Nilai Maksimal Perkiraan Pembayaran Kompensasi .....   | 67 |
| Tabel 7.1 | Penilaian risiko kesehatan pernafasan Juru las PT X .....  | 72 |
| Tabel 7.2 | Penilaian Integrasi <i>Benefit Cost Ratio</i> dan<br>Penilaian Risiko Kesehatan Penafasan Juru Las ..... | 77 |

## DAFTAR GAMBAR

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Anatomi paru-paru .....  | 21 |
| Gambar 5.1 | Peta Lokasi Tambang Senakin PT X .....   | 42 |
| Gambar 5.2 | Kebijakan K3 PT X Tahun 2010 .....   | 46 |
| Gambar 5.3 | Diagram alir penambangan batubara PT X .....                                   | 55 |
| Gambar 5.4 | Mesin las listrik .....  | 59 |
| Gambar 5.5 | Pengelasan dengan <i>oxy-acetylene</i> .....                                   | 61 |
| Gambar 6.1 | Lokasi <i>Workshop</i> Khusus Aktivitas Pengelasan .....                       | 62 |
| Gambar 6.2 | Objek las dalam zona pernafasan juru las 30 - 50 cm .....                      | 63 |
| Gambar 6.3 | <i>Height Fume-Air Portable HEPA Filtered Welding Fume<br/>Extractor</i> ..... | 69 |
| Gambar 6.4 | Masker atau <i>Particulate Welding Respirator</i> 8515 (3M Product) 70         |    |
| Gambar 7.1 | Blower di workshop pengelasan .....  | 75 |

## DAFTAR BAGAN

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Bagan 2.1 | <i>Risk Management Process – Overview AS NZS 4360</i> .....                       | 23 |
| Bagan 3.1 | Bagan Hubungan Kerangka Teori Penilaian Risiko dan<br>Teori <i>Ice Berg</i> ..... | 33 |
| Bagan 3.2 | Kerangka Konsep ( <i>HRA - B/C Ratio</i> ) .....                                  | 34 |
| Bagan 5.1 | Struktur Organisasi PT X Proyek Senakin Tahun 2011 .....                          | 44 |
| Bagan 5.2 | Struktur Organisasi P2K3 PT X Proyek Senakin Tahun 2011.....                      | 57 |



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Foto Aktifitas Pengelasan di Workshop PT X
- Lampiran 2 Lampiran 2 - Jobsheet Pengelasan Acetylene
- Lampiran 3 Lampiran 3 - JSEA Cutting and Welding Pin Track Link Dozer  
(X-Senakin-PLT-SA412-A1)
- Lampiran 4 Hasil Monitoring Debu Respirable di Senakin
- Lampiran 5 Formulir pertanyaan dan wawancara
- Lampiran 6 Ringkasan Wawancara
- Lampiran 7 Denah Lokasi Workshop



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kesehatan kerja telah berkembang dari abad ke abad, diawali dari hipotesis Hippocrates (370C) bahwa sebagian besar pekerja tambang terpajan debu dan gas uap yang mempunyai bau yang cukup menyengat, dan pajanan timbal menyebabkan terjadinya kolik, yaitu nyeri perut yang luar biasa.

Pada abad pertengahan bermunculan ahli kedokteran dan ahli fisik yang mengeluarkan hipotesis dalam bidang kesehatan kerja. Pengembangan terdahulu terhadap kesehatan di tempat kerja berasal dari industri pertambangan. Observasi penyakit pada pekerja tambang oleh Agricola (1494-1555) dan Paracelsus (1493-1541). Penelitian kedua ahli tersebut menunjukkan bahwa adanya keterkaitan peningkatan kegiatan tambang emas, mercury, keracunan timbal dengan peningkatan prevalensi penyakit dan penyebab kematian. (2001: Carol Wilkinson). Kemudian seorang professor di Modena yakni Bernardino Ramazzini (1633-1714) menemukan adanya hubungan antara pajanan kimia dengan terjadinya suatu penyakit. Beliau akhirnya dikenal sebagai bapak Ilmu Kedokteran Kerja.” (Meily Kurniawidjaja, 2010)

Upaya peningkatan kesehatan kerja terus berlanjut. Dalam rangka melindungi hukum Kesehatan Kerja secara internasional, badan organisasi buruh dunia atau ILO/WHO melalui *The Joint ILO/WHO Committee on Occupational Health* (1950) merumuskan tentang “kesehatan kerja harus bertujuan untuk promosi dan pemeliharaan derajat tertinggi fisik, mental dan kesejahteraan sosial bagi pekerja di semua jenis pekerjaan, perlindungan bagi pekerja berangkat dari kesehatan yang dipengaruhi oleh kondisi kerja, perlindungan pekerja dalam pekerjaan mereka dari risiko yang timbul dari faktor buruk terhadap kesehatan, menempatkan dan pemeliharaan pekerja dalam lingkungan kerja yang disesuaikan dengan kemampuan fisiologis dan psikologis dan; adaptasi bekerja untuk manusia dan setiap manusia untuk pekerjaannya.” (ILO, 1950)

Perlu diketahui bahwa kesehatan kerja merupakan sebagian dari kesehatan masyarakat karena pekerja merupakan sekumpulan orang-orang yang terpilih dari

dalam masyarakat, untuk menyediakan sebagian waktunya sebagai kontribusi terhadap suatu perusahaan atau organisasi berlandaskan hukum. Dalam konteks kesehatan, jelas kesehatan kerja dilindungi secara hukum dengan dasar bahwa kesehatan adalah hak azasi bagi setiap manusia. Oleh karena itu pemerintah dan perusahaan perlu menyediakan usaha perlindungan kesehatan pekerja yang berkesinambungan. Kemudian usaha perlindungan kesehatan tersebut harus ditinjau efektifitasnya dengan alat yang biasa dikenal dengan Analisa Penilaian Risiko (*Health Risk Assessment*).

Kurangnya pengendalian kesehatan tenaga kerja dapat menyebabkan berbagai risiko. Menurut estimasi (*WHO*, 1994) bahwa 100 juta pekerja terluka dan 200 ribu meninggal setiap tahun akibat kecelakaan kerja dan 68 – 157 juta kasus baru penyakit akibat kerja memencar disebabkan oleh paparan bahan berbahaya atau beban kerja. Angka tinggi dari keparahan kesehatan yang timbul memberikan kontribusi terhadap salah satu dampak yang paling penting pada kesehatan penduduk dunia. Cidera dan penyakit akibat kerja berperan penting di negara-negara berkembang dimana 70% dari penduduk yang bekerja dari kehidupan dunia. Dengan mempengaruhi kesehatan penduduk yang bekerja, kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja memiliki efek besar pada produktivitas kerja dan pada ekonomi dan kesejahteraan sosial pekerja, keluarga dan tanggungan. Menurut perkiraan baru-baru ini, biaya kerugian terkait kesehatan kerja dan kehilangan produktivitas dapat sebesar beberapa persen dari total produk nasional kotor (*total gross national product*) negara-negara di dunia.

Pada tahun 1987, di Cina, kurang lebih 237 pekerja pada berbagai industri membuat atau menggunakan benzene yang dapat berisiko pada paparan yang besar zat karsinogenik ini. Tahun 1998, *NIOSH* memperkirakan lebih dari 2 juta populasi pekerja di Amerika Serikat kemungkinan terpajan benzene. Insiden terjadinya anemia aplastik akibat inhalasi benzene didapat di Eropa dan Israel sebanyak dua kasus per 1 juta populasi setiap tahunnya. Di Thailand dan Cina, angka kejadiannya sebanyak lima hingga tujuh orang per satu juta populasi. (Kasper, Braunwald, Fauci et al, 2004)

Di seluruh dunia, 37% penyakit punggung bagian bawah (*Low Back Pain*) disebabkan pekerjaan, dengan variasi dua kali lipat di seluruh daerah. Proporsi

yang timbul lebih tinggi bagi laki-laki daripada perempuan, karena partisipasi yang lebih tinggi dalam angkatan kerja dan pekerjaan dengan angkat berat atau getaran seluruh tubuh. *Low Back Pain (LBP)* terkait pekerjaan diperkirakan menyebabkan 818.000 tahun hidup cacat yang hilang setiap tahunnya. (Laura Punnett et. al., 2005)

Kerugian yang ditimbulkan dari tidak terproteksinya kesehatan karyawan adalah timbulnya Penyakit Akibat Kerja (PAK) ataupun secara tidak langsung melemahkan produktifitas dari harapan perusahaan. Selain itu kerugian akibat menurunnya kondisi kesehatan karyawan adalah semakin tingginya biaya pengobatan yang ditanggung oleh perusahaan. Terkait kedua hal ini maka analisa penilaian risiko penting untuk menampilkan besaran finansial kerugian dari konsekuensi suatu risiko. Sehingga menambah akurasi justifikasi terhadap tingkat risiko.

“Dalam upaya proteksi kesehatan karyawan tentu membutuhkan dana. Dimana dana tersebut diharapkan didapat pelayanan kesehatan yang memadai. Pelayanan kesehatan yang didapat dari dana pembiayaan tersebut haruslah digunakan dengan efektif dan efisien.” (Darmanto Djojodibroto, 2001). Selain dana pelayanan kesehatan, perlu diperhitungkan juga alokasi dana untuk perbaikan lingkungan kerja atau pengendalian bahaya kesehatan yang timbul dari interaksi pekerja dengan lingkungan dan proses kerja. Perbaikan lingkungan dan proses kerja menjadi beban bagi perusahaan sebagai bagian proteksi kesehatan karyawan. Dalam kondisi normal (tidak ada tuntutan karyawan yang neko-neko). Tentu dana pelayanan kesehatan akan semakin berkurang jika pengendalian bahaya atau risiko secara maksimal dilakukan.

Kegagalan dalam pengendalian risiko keselamatan dan kesehatan kerja akan menimbulkan kerugian. Oleh karena itu perlu adanya usaha analisa penilaian risiko yang menyediakan gambaran secara jelas tingkat risiko dan besaran kerugian secara finansial. Bentuk analisa risiko perlu memberikan pertimbangan yang dapat menampilkan perbandingan antara besaran beban proteksi dengan besaran konsekuensi yang timbul. Risiko adalah kesempatan terjadinya kerugian. (Frank E. Bird, 1990)

Berikut ini contoh kerugian secara skala nasional berdasarkan publikasi laporan tahunan oleh PT Jamsostek. Bahwa dana yang dikeluarkan sebagai kompensasi kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja cukup besar adalah sebagai berikut :

| <b>Tahun</b> | <b>Jumlah Peserta Jamsostek (Jiwa)</b> | <b>Kasus Kecelakaan atau PAK</b> | <b>Jumlah Kompensasi (Rupiah)</b> |
|--------------|--|----------------------------------|-----------------------------------|
| 2005         | 7.500.000*                             | 99.023                           | 220.656.243.929                   |
| 2006         | 7.719.695                              | 90.071                           | 220.562.724.816                   |
| 2007         | 7.941.017                              | 83.714                           | 234.268.995.685                   |
| 2008         | 8.219.154                              | 93.823                           | 292.027.786.807                   |
| 2009         | 8.495.732                              | 96.697                           | 343.435.518.223                   |
| 2010         | 9.225.079                              | -                                | -                                 |

Tabel 1.1 Jumlah Kasus Kecelakaan atau PAK dan Tanggungan Kompensasi Jamsostek Tahun 2005 – 2010 (Sumber: Laporan Tahunan PT Jamsostek)

“Meninjau kerugian dapat dilakukan dari berbagai data performa seperti statistik kecelakaan atau PAK dan persentasi penilaian risiko. Data performa dapat memberikan suatu indikasi dari kemungkinan yang harus menjadi prioritas. Namun anda seharusnya waspada dalam menggunakan beberapa tipe data performa, seperti statistik kecelakaan. Statistik kecelakaan dapat bermanfaat tetapi ingat bahwa statistik kecelakaan hanya menampilkan puncak dari *iceberg* (gunung es)”. (*HSE, UK Government Publication, Health and Safety Benchmarking*)

Perlu ditekankan bahwa analisa risiko harus tetap berada pada koridor elemen dasar yakni pengendalian risiko dengan ketelitian dalam mengenali pajanan bahaya, mengevaluasi sumber bahaya dan mengendalikan kerugian akibat pajanan. Oleh karena itu sangat diperlukan akrab dengan tipe-tipe bahaya kesehatan kerja pada umumnya, sebagai berikut:

1. Bahaya Tubuh Pekerja (*Somatic Hazard*)
2. Bahaya Perilaku Kesehatan (*Behavioral Hazard*)
3. Bahaya Lingkungan Kerja (*Workplace Environmental Hazard*); bahaya mekanik, bahaya fisik, bahaya kimia dan bahaya biologi
4. Bahaya Ergonomik
5. Bahaya Pengorganisasian Pekerja dan Budaya Kerja

Sebagai catatan penting bahwa analisa risiko harus bermuara pada suatu upaya perbaikan ataupun perlindungan karyawan dari bahaya-bahaya kesehatan yang ada di tempat kerja.

Di dalam suatu ruang lingkup PT X merupakan salah satu perusahaan kontraktor sebagai pendukung usaha operasional pertambangan di wilayah Kalimantan yang tidak terlepas dari risiko kesehatan kerja. Dalam operasional PT X memiliki kegiatan besar seperti *workshop* alat berat yang didalamnya terdapat aktivitas pengelasan, perbaikan mekanikal alat berat, gudang penyimpanan komponen alat berat, gudang penyimpanan bahan kimia dan juga kegiatan administrasi perkantoran. Lazim dalam kegiatan operasionalnya perusahaan tersebut memiliki tingkat risiko kesehatan tertentu.

## 1.2. Rumusan Masalah

Risiko kesehatan kerja ada di setiap sektor pekerjaan dan risiko kesehatan yang tidak dikendalikan dapat menimbulkan penyakit akibat kerja atau bahkan kecelakaan kerja. Dalam hal ini diperlukan keterlibatan peran pengusaha untuk mengembangkan manajemen risiko atau proteksi kesehatan terhadap karyawan. Usaha dan prioritas pengendalian risiko dapat diketahui dengan terlebih dahulu mengidentifikasi risiko, menilai risiko dan menentukan tindakan pengendalian. Rangkaian tersebut biasa dikenal dengan analisa penilaian risiko (*risk assessment*). Sebagai bahan pertimbangan terhadap kemampuan perusahaan, *health risk assessment* perlu didukung dengan data sajian besaran konsekuensi dan besaran pengendalian secara finansial.

Obyek penelitian risiko kesehatan kerja ini dilakukan pada kegiatan pengelasan di *workshop* PT X. Dalam penelitian ini ingin mengetahui tingkat probabilitas bahaya (*probability*), tingkat paparan bahaya (*exposure*), tingkat konsekuensi (*consequence*), tingkat risiko (*level of risk*), dan pengendalian bahaya pajanan terhadap pernafasan juru las pada di *workshop* PT X. Dalam penelitian ini juga menyajikan perbandingan besaran konsekuensi sebagai *benefit* dan besaran pengendalian sebagai *cost* secara finansial.

### 1.3. Pertanyaan Penelitian

1. Apa saja potensi bahaya terhadap inhalasi yang terdapat pada kegiatan juru las di *workshop* PT X?
2. Bagaimana tingkat probabilitas pada kegiatan juru las di *workshop* PT X?
3. Bagaimana tingkat pajanan bahaya inhalasi kepada pekerja pada kegiatan juru las di *workshop* PT X?
4. Bagaimana tingkat konsekuensi pada kegiatan juru las di *workshop* PT X?
5. Bagaimana tingkat risiko pada inhalasi kegiatan juru las di *workshop* PT X?
6. Bagaimana cara pengendalian bahaya pada inhalasi pada kegiatan juru las di *workshop* PT X?
7. Berapa perbandingan persentasi finansial dari besaran usaha pengendalian dan besaran konsekuensi risiko pada kegiatan juru las di *workshop* PT X?

### 1.4. Tujuan

#### 1.4.1. Tujuan Umum

Melakukan *benefit cost ratio* dan analisa risiko pajanan jalur inhalasi pada kegiatan juru las di *workshop* PT X.

#### 1.4.2. Tujuan Khusus

1. Mengetahui bahaya-bahaya pada jalur inhalasi yang ada pada kegiatan juru las di *workshop* PT X.
2. Mengetahui tingkat probabilitas risiko pada inhalasi pada kegiatan juru las di *workshop* PT X.
3. Mengetahui tingkat pajanan bahaya terhadap inhalasi kepada juru las di *workshop* PT X.
4. Mengetahui tingkat konsekuensi pada kegiatan juru las di *workshop* PT X.
5. Mengetahui tingkat risiko terhadap inhalasi pada kegiatan juru las di *workshop* PT X.
6. Mengetahui cara pengendalian bahaya pajanan inhalasi juru las di *workshop* PT X.

7. Mengetahui perbandingan persentasi finansial dari besaran usaha pengendalian dan besaran konsekuensi risiko pajanan inhalasi pada juru las di *workshop* PT X.

## **1.5. Manfaat**

### **1.5.1. Bagi Perusahaan**

1. Sebagai masukan mengenai tingkat risiko kesehatan dan biaya pengendalian kesehatan kerja pada kegiatan juru las di *workshop* PT X.
2. Sebagai masukan bagi perusahaan mengenai pengendalian yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya penyakit akibat kerja dan kecelakaan kerja khususnya pada pekerjaan juru las di *workshop* PT X.

### **1.5.2. Bagi Peneliti**

Menambah pengetahuan dan keterampilan keilmuan di bidang K3 yang diterapkan di perusahaan dan tidak didapatkan di bangku kuliah, khususnya yang berhubungan dengan analisa risiko kesehatan.

### **1.5.3. Bagi Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja**

Sebagai tambahan informasi mengenai tingkat risiko pada kegiatan juru las di *workshop* PT X. Penulis juga memberikan beberapa informasi mengenai gambaran proses di pertambangan PT X.

## **1.6. Ruang Lingkup**

Penelitian ini dilakukan selama 1 bulan yakni pada Mei 2011. Penulis ingin menganalisis risiko pajanan inhalasi pada juru las di *workshop* PT X dengan menggunakan metodologi deskriptif analitik dalam konsep integrasi penilaian risiko kesehatan dan *benefit ratio*.

## BAB II

### TINJAUAN TEORI

#### 2.1. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Upaya melindungi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) terhadap tenaga kerja merupakan kewajiban bagi seluruh pengusaha di Indonesia. Ketentuan-ketentuan yang berlaku terhadap perlindungan K3 diatur secara rinci dalam Undang-Undang No.1 Tahun 1970. Dalam UU tersebut jelas dinyatakan “bahwa setiap tenaga kerja berhak mendapat perlindungan atas keselamatan dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan dan **meningkatkan produksi serta produktivitas Nasional**”. Dalam hal pembuktian terhadap peningkatan produktivitas tentu dapat dilakukan melalui penilaian-penilaian tertentu.

Menurut David Goetsch (1996), bahwa keselamatan dan kesehatan kerja, berhubungan dekat, keduanya tidak sama. Satu pandangan menyatakan bahwa keselamatan kerja terkait dengan situasi yang menyebabkan cedera, sedangkan kesehatan kerja terkait dengan kondisi yang menyebabkan penyakit. Satu pandangan lainnya bahwa keselamatan kerja terkait dengan bahaya terhadap manusia yang menimbulkan kondisi parah secara tiba-tiba, sedangkan kesehatan kerja berhubungan dengan reaksi merugikan akibat paparan jangka panjang yang membahayakan.

Keselamatan dan kesehatan kerja keduanya perlu diupayakan secara berdampingan di tempat kerja. Keduanya memiliki peranan yang saling menguatkan. Salah satu contohnya dalam aktivitas pengelasan, terdapat kemungkinan percikan bunga api yang dapat menimbulkan cedera berupa luka bakar pada kulit wajah yang kita kategorikan sebagai aspek keselamatan. Dalam pengelasan adanya radiasi sinar Ultraviolet (UV) yang terserap secara terus-menerus oleh mata maupun kulit menimbulkan aspek penting dalam kesehatan. Radiasi sinar UV dalam jangka tertentu pada kulit berefek seputar luka bakar (*sunburn*) dan pada akhirnya kanker kulit, sedangkan pada mata berefek pada katarak, konjungtivitis dan peradangan kornea (Howard Hu, 1983). Untuk memberi perlindungan yang selaras pada aspek keselamatan dan kesehatan dalam aktivitas pengelasan, maka telah dipadukan menjadi satu pelindung wajah yang

sekaligus mencegah timbulnya cedera maupun penyakit akibat pengelasan, yakni yang kita kenal dengan pelindung wajah keseluruhan (*full face mask*). Pelindung wajah ini terdiri dari material yang menahan percikan bunga api yang menuju wajah dan pada bagian sekitar mata terdapat kaca yang berlapis anti sinar UV.

## 2.2. Kesehatan Kerja

Dalam ranah internasional melalui gabungan negara-negara di dunia dalam ILO/WHO *Joint Safety and Committee* (1998) telah merumuskan kesehatan kerja adalah promosi dan pemeliharaan derajat tertinggi fisik, mental dan kesejahteraan social setiap pekerja disemua pekerjaan, pencegahan gangguan kesehatan terhadap pekerja yang disebabkan oleh kondisi kerja, melindungi pekerja dari risiko dan faktor yang merugikan kesehatan, penempatan dan pemeliharaan pekerja dilingkungan kerja sesuai dengan fisiologi dan psikologi dan melakukan penyesuaian pekerjaan untuk setiap pekerja untuk pekerjaannya. Dalam komite internasional ini, Indonesia juga termasuk berkontribusi di dalamnya.

Secara regulasi negara Indonesia mendukung rumusan dalam ILO/WHO *Joint Safety and Committee*. Hal ini terdapat dalam ketetapan Undang-Undang No.36 Tahun 2009 pada bab XII pasal 164-166 mengatur secara spesifik mengenai upaya dan tanggung jawab pengusaha terhadap kesehatan kerja karyawan. Disebutkan bahwa pengelola tempat kerja (pengusaha) wajib melakukan segala bentuk upaya kesehatan melalui upaya pencegahan, peningkatan, pengobatan dan pemulihan bagi tenaga kerja. Upaya pengelolaan kesehatan kerja membutuhkan serangkaian program-program dengan alokasi sejumlah dana yang perlu ditinjau keefektifannya.

Sebelum menentukan upaya perlindungan kesehatan di tempat kerja, tentu harus terlebih dahulu diketahui sumber-sumber dari berbagai masalah kesehatan tersebut. Tempat kerja dan tenaga kerja yang berbeda jenis aktivitas akan memiliki perbedaan masalah kesehatan. Misalnya kasus seorang pekerja *sandblaster* (penyembur pasir) di bengkel berdimensi 20 x 40 ft dimana debu silika terperangkap di ruangan dengan jendela yang tertutup dan telah bekerja selama 23 tahun akan berisiko terdiagnosis silikosis hingga menimbulkan kematian. Penyakit paru akibat kerja sudah menjadi sejarah tua. Hippocrates telah

menuliskan laporan kasus dan bukti dari silikosis terdapat dalam pictograph dari mesir (David H Wegman, 1983). Berbeda dengan kasus seorang *auto mechanic* (mekanik) yang aktifitasnya sering membungkung berlebihan untuk mengangkat ban, setelah bekerja selama 5 tahun, pekerja mengalami keluhan sakit di bagian tulang punggung bawah hingga akhirnya tidak dapat bekerja dengan normal, sering absen dan mengalami gangguan psikis. Sakit punggung bagian bawah (*Low Back Pain*) merupakan penyakit akibat kerja yang tertua. Pada tahun 1700 Bernardino Ramazzini menguji efek berbahaya dari aktifitas fisik yang berlebihan seperti hernia diantara buruh angkut atau juru angkat beban berat. (Stover H Snook, 1983).

### 2.2.1. Bahaya Kesehatan Kerja

Pada uraian diatas sumber-sumber masalah kesehatan seperti debu silika, aktivitas membungkuk berlebihan, dan mengangkat beban berat adalah contoh bahaya kesehatan. Berikut ini beberapa definisi bahaya secara ringkas:

- a. Suatu kondisi, atau kombinasi dari berbagai kondisi, dimana bila tidak terkoreksi dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan, penyakit, atau kerusakan property (Goetsch, 1996).
- b. Sumber potensi kerugian (*harm*) (AS/NZS 4360:2004).
- c. Sumber atau situasi yang berpotensi merugikan sehubungan dengan cedera atau penyakit pada manusia, kerusakan pada lingkungan kerja atau kombinasi dari semua ini (OHSAS 18001:2004).

Bahaya kesehatan di tempat kerja dapat dikategorikan sebagai berikut :

- (1) Bahaya lingkungan kerja (*environmental hazard*), bahaya ini bersumber dari lingkungan tempat kerja, seperti mesin, alat dan peralatan kerja, proses kerja. Bahaya lingkungan termasuk bahaya fisik (bising, vibrasi, pencahayaan, debu dan radiasi), bahaya kimia (*fume*, gas beracun, cairan kimia korosif dan logam berat), bahaya biologi (virus, bakteri, jamur, binatang buas,dll), lihat tabel 2.1.
- (2) Bahaya ergonomik (*ergonomic hazards*), yang dimaksud terkait dengan kondisi ketidak sesuain antara pekerja terhadap pekerjaan, peralatan kerja

yang digunakan, dan termasuk *work station* (stasiun kerja). Bahaya ergonomi diidentifikasi dengan kategori berikut:

- Repetitif, gerakan tubuh yang sama dilakukan berulang-ulang.
  - Postur janggal (*Awkward Posture*), tubuh biasanya berhubungan terhadap *stress* / tekanan di sistem musculoskeletal. *Layout Work station* atau tata letak tempat proses kerja dan metode kerja harus dikembangkan untuk mengurangi tekanan pada postur tubuh. Postur janggal sangat rawan dalam aktifitas pengangkatan, menarik-mendorong, beban statik, dan pencahayaan buruk.
  - Durasi kerja berlebihan mengakibatkan *fatigue* atau kelelahan luar biasa.
- (3) Bahaya pengorganisasian pekerjaan dan budaya kerja (*work organization hazard*), bahaya ini timbul tergantung dari persepsi karyawan, contohnya kerja lembur (*overtime*), kerja *shift*, pengorganisasian tenaga kerja, dan *post traumatic*.
- (4) Bahaya budaya kerja (*work culture hazard*), budaya kerja merupakan faktor kebiasaan suatu populasi dalam bertindak di tempat kerja yang telah menjadi kesepakatan umum. Misal penggunaan APD (Alat Peindung Diri)
- (5) Bahaya tubuh pekerja (*somatic hazard*), bahaya berasal dari tubuh pekerja meliputi kapasitas kerja dan status kesehatan, contoh buta warna dan diabetes militus.
- (6) Bahaya perilaku kesehatan (*Behavioural Hazard*), bahaya ini dipengaruhi gaya hidup dan persepsi tenaga kerja terhadap kesehatan, contoh merokok, peminum alkohol,

Semua bahaya lingkungan memajan juru las dengan durasi tertentu dan akan menimbulkan efek. Terlebih bahaya fisik dan kimia berupa debu dan *fume* yang berasal dari objek pengelasan (sumber bahaya) yang dekat terhadap jalur masuk pajanan yakni melalui pernafasan. Oleh karena itu bahaya kesehatan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah terbatas pada pajanan bahaya terhadap pernafasan juru las.

Tabel 2.1 Contoh bahaya lingkungan ditempat kerja

|              | Jenis Bahaya   | Keterangan  | Ref  |
|--------------|----------------|---|--|
| Bahaya Fisik | Bahaya mekanik | Bahaya mekanik merupakan bahaya berhubungan dengan pengoperasian mesin otomatis maupun manual. Pada lokasi industri, manusia berinteraksi dengan mesin potong, mesin bor, mesin bubut, mesin jahit, pada material baja, plastik, karet dan lain sebagainya. Ketika perangkat pelindung keselamatan ( <i>safe guard</i> ) tidak terpasang atau pekerja tidak mengikuti atau menghiraukan prosedur penggunaan atau petunjuk keselamatan. Maka berbagai tipe cedera dapat terjadi seperti terpotong, tersobek, tersayat, tertusuk, keseleo, patah tulang, terhimpit, terjepit. | (David Goetsch, 2008)                      |
|              |                | Jatuh dan tergelincir merupakan suatu dampak dari bahaya bekerja diketinggian atau lantai kerja yang licin atau lantai kerja dengan gangguan material/peralatan kerja tidak teratur atau akibat gesekan atau tersenggol oleh objek yang mengayun. Ketika tergelincir ke lantai, bagian tubuh yang dapat mengalami cedera yakni bokong, punggung, lengan, tangan, siku, kepala.  | (David A Colling, 1990)                    |
|              | Bising         | Bising berbahaya adalah suara-suara yang tidak dikehendaki yang merupakan kombinasi dari frekuensi (Hertz), intensitas suara (dB) dan lama pajanan (jam/menit) sehingga menyebabkan kehilangan pendengaran permanen di populasi tertentu. Dalam pengukuran bising terdapat istilah <i>TWA (Time Weighted Average)</i> adalah nilai penghitungan hasil rata-rata sehingga setara atau ekuivalen terhadap hasil pajanan konstan tingkat bising selama 8 jam. Sensitifitas pendengaran manusia menurun tajam antara dibawah 500 Hz dan diatas 4000 Hz. Berikut ini             | (David Goetsch, 2008)<br><br>(ACGIH, 2005) |

|              | Jenis Bahaya | Keterangan   | Ref           |
|--------------|--------------|--|---------------|
|              |              | ketentuan Nilai Ambang Batas (NAB) Paparan Bising menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No KEP 51/MEN/1999 adalah:<br>1) 80 dBA = 24 jam    7) 97 dBA = 30 menit<br>2) 82 dBA = 16 jam    8) 100 dBA = 15 menit<br>3) <b>85 dBA = 8 jam</b> 9) 103 dBA = 7.5 menit<br>4) 88 dBA = 4 jam    10) 106 dBA = 3.75 menit<br>5) 91 dBA = 2 jam    11) 109 dBA = 1.88 menit<br>6) 94 dBA = 1 jam    12) 112 dBA = 0.94 menit  |               |
|              | Getaran      | Getaran diterima atau direspon tubuh manusia dibagi menjadi dua :<br>a. Getaran seluruh tubuh ( <i>Whole Body Vibration</i> ): terjadi ketika tubuh mengenai permukaan yang bergerak seperti duduk pada tempat duduk yang bergetar, berdiri pada lantai bergetar atau berbaring pada permukaan yang bergetar. Berisiko terhadap kesehatan tulang belakang, kelumpuhan dan kerusakan pada sistem saraf pusat<br>b. Getaran tangan lengan ( <i>Hand Arm Vibration</i> ): terjadi ketika getaran masuk ke badan manusia melalui tangan atau jari-jari memegang atau mendorong berbagai macam peralatan bergetar atau proses industri. Berisiko terhadap kelumpuhan dan kerusakan sistem saraf tangan atau <i>white finger</i> . | (ILO)         |
| Bahaya Kimia | Logam berat  | Pb / Timah hitam / <i>Lead</i> digunakan sebagai komponen utama dalam berbagai pencampuran logam, seperti penyolderan, logam huruf, kuningan dan perunggu. Termasuk bahan campuran pada pewarna cat, plastik, dan kramik. <i>TLV-TWA</i> 0,05 mg/m <sup>3</sup> . Pb mencair pada suhu 327,5 <sup>0</sup> C, membentuk tekanan menguap pada  | (ACGIH, 2009) |

| Jenis Bahaya              | Keterangan  | Ref           |
|---------------------------|---|---------------|
|                           | 500 <sup>0</sup> C dan mendidih 1740 <sup>0</sup> C. Potensi efek kesehatan yang buruk diantaranya <i>blood dycrasias</i> , menurunkan kecepatan konduksi saraf, <i>peripheral neuropathies</i> , kemungkinan disfungsi ginjal, spermatogenesis, karsinogen, dll  |               |
| Solvent / Pelarut organik | <p>Pelarut adalah zat yang mampu melarutkan atau menyebar satu atau lebih zat lain. Pelarut pelarut organik berbasis karbon (yaitu, mereka mengandung karbon dalam struktur molekul mereka). Jutaan pekerja AS yang terkena pelarut organik yang digunakan dalam produk seperti cat, pernis, pernis, perekat, lem, dan degreasing / agen pembersih, dan dalam produksi zat warna, polimer, plastik, tekstil, tinta cetak, produk pertanian, dan farmasi.</p> <p>Banyak pelarut organik diakui oleh ACGIH sebagai karsinogen (misalnya, benzena, karbon tetraklorida, trichloroethylene), reproduksi bahaya (misalnya, 2-ethoxyethanol, 2-metoksietanol, metil klorida), dan neurotoksin (misalnya, n-heksana, tetrachlorethylene, toluena). Kelas yang berbeda Banyak bahan kimia dapat digunakan sebagai pelarut organik, termasuk hidrokarbon alifatik, hidrokarbon aromatik, amina, ester, eter, keton, dan hidrokarbon nitrasi atau terklorinasi.</p> | (ACGIH, 2009) |
| Toksik Gas dan uap        | <p>Toksik gas yang dihasilkan dari proses pengelasan diantaranya <i>nitric oxide</i>, <i>nitrogen dioxide</i>, <i>carbon monoxide</i> and <i>ozone</i>.</p> <p>Gas biasanya berbentuk cairan yang menempati ruang tertutup dan dapat diubah ke keadaan cair atau padat hanya dengan efek gabungan dari meningkat tekanan</p>  | (ACGIH, 2009) |

|  | Jenis Bahaya | Keterangan  | Ref           |
|--|--------------|---|---------------|
|  |              | <p>dan menurun suhu (Difusi Gas). Contoh gas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Karbon Monoksida (CO) <i>TLV-TWA</i> 25 ppm (29 mg/m<sup>3</sup>) nilai ini untuk memelihara tingkat carboxyhemoglobin (COHb) dalam darah dibawah 3.5%, untuk meminimalisasi potensi dari efek buruk perubahan perilikusaraf dan untuk memelihara kerja pembuluh darah jantung dan kapasitas kerja.</li> <li>• Nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>) berasal dari nyala api las dalam gas-gas di udara. <i>TLV-TWA</i> 3 ppm (5,6 mg/m<sup>3</sup>) dan <i>TLV-STEEL</i> 5 ppm (9,4 mg/m<sup>3</sup>). Efek buruk terhadap kesehatan seperti <i>pulmonary oedema</i>, yang mungkin menjadi kematian, sesak nafas, batuk, dll</li> <li>• Hidrogen Sulfida (H<sub>2</sub>S): <i>TLV-TWA</i> 10 ppm (14 mg/m<sup>3</sup>), <i>TLV STEEL</i> 15 ppm (21 mg/m<sup>3</sup>) nilai ambang batas tersebut untuk mengurangi potensi iritasi mata dan saluran pernafasan, gejala fatig, sakit kepala, dan pusing, dan efek sistem saraf pusat, paling terpenting kelumpuhan dari pusat pernafasan dan kematian tiba-tiba.</li> </ul> <p>Uap menyerupai gas dari zat-zat yang biasanya dalam keadaan padat atau cair dan dapat diubah ke bentuk uap dengan meningkatkan tekanan atau menurunkan suhu (Difusi Uap).</p> |               |
|  | <i>Fume</i>  | <p><i>Fumes</i> adalah partikel padat yang berasal dari pemakaian las, sifat basa metal dan adanya lapisan-lapisan pada basa metal. Dalam pengelasan, intensitas panas dari <i>arc</i> (bunga api) atau nyala api menguapkan basa metal dan/atau pelapis elektroda. Penguapan metal</p>   | (ACGIH, 2009) |

|  | Jenis Bahaya | Keterangan   | Ref |
|--|--------------|--|-----|
|  |              | <p>berkondensasi ke dalam partikel-partikel kecil diudara yang disebut <i>fume</i> yang dapat terinhalasi. <i>Fume</i> dapat mengandung seng, tembaga, magnesium, besi dan beberapa <i>fume</i> metal lainnya.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Zinc chloride fume</i> dihasilkan dari penggunaan solder atau las flux. <i>TLV-TWA</i>, 1 mg/m<sup>3</sup> dan <i>TLV-STEL</i>, 2 mg/m<sup>3</sup>. Konsekuensi inhalasi akut dapat menyebabkan hyperpyrexia, tachypnea, cyanosis, “tenggorokan terasa terbakar,” sulit nafas berkelanjutan.</li> <li>• <i>Zinc Oxide (ZnO)</i> mungkin timbul sebagai <i>fume</i> akibat hasil peleburan seng (<i>zink</i>) selama pengelasan. <i>TLV-TWA</i>, 2 mg/m<sup>3</sup> dan <i>TLV-STEL</i>, 10 mg/m<sup>3</sup>. Konsekuensi inhalasi yakni demam metal <i>fume</i>, gejala menyerupai influenza, pada umumnya terjadi beberapa jam setelah terpajan dan termasuk gejala batuk, kedinginan, kehausan, demam, sakit otot, sakit dada, fatig, nyeri saluran pencernaan, sakit kepala, mual dan muntah.</li> </ul> |     |

### 2.2.2. Penyakit Akibat Kerja

Berdasarkan Permenakertrans No.1 tahun 1981 tentang wajib melapor PAK, menyatakan bahwa penyakit akibat kerja adalah setiap penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan atau lingkungan kerja. Penyakit akibat kerja dapat bersifat akut dimana efek dari pajanan bahaya terlihat dalam waktu dekat dan bersifat kronis dimana efek terlihat dalam jangka panjang atau bertahun-tahun.

Dalam peraturan tersebut terdapat 5 kategori penyakit terkait pajanan pada saluran pernafasan. PAK yang harus dilaporkan kepada pemerintah yakni:

- a. Pneukonionis yang disebabkan oleh debu mineral pembentukan jaringan perut (slikosis, antrakosilikosis, asbestosis, yang silikosisnya merupakan faktor utama penyebab cacat atau kematian).
- b. Penyakit-penyakit paru-paru dan saluran pernafasan (bronkhopilmoner) yang disebabkan oleh debu logam keras.
- c. Penyakit paru-paru dan saluran pernafasan (bronkhopulmoner) yang disebabkan oleh debu kapas, vlas, hennep, dan sisal (bissinosis)
- d. Asma akibat kerja yang disebabkan oleh penyebab-penyebab sensitisasi dan zat-zat perangsang yang dikenal dan berada dalam proses pekerjaan.
- e. Penyakit-penyakit yang disebabkan oleh penyebab fisik, kimiawi atau biologis yang tidak termasuk golongan penyakit akibat kerja lainnya.

Pada juru las, penyakit akibat kerja adalah efek dari pajanan fisik berupa debu, gas toksik dan kimia logam dalam pengelasan. Berikut ini contoh pajanan dan penyakit akibat kerja yang timbul dari aktifitas pengelasan :

- Demam *fume* logam (*Metal Fume Fever*)

Demam metal *fume* terjadi pada juru las yang menginhulasi *fume* zinc oxide, meskipun komponen lain seperti tembaga, aluminium dan magnesium, kemungkinan juga menimbulkan kondisi ini. Gejala dari demam metal *fume*, menyerupai influenza, pada umumnya terjadi beberapa jam setelah terpajan dan termasuk gejala batuk, kedinginan, kehausan, demam, sakit otot, sakit dada, *fatigue*, nyeri saluran pencernaan, sakit kepala, mual dan muntah. Gejala tersebut pada umumnya mereda dalam satu hingga 3 hari pajanan tanpa meninggalkan efek. (NOHSC, 1990)

- Pajanan Ozon

Pajanan terhadap ozon dihasilkan dalam GMAW dan pengelasan dengan *plasma arc* dapat menyebabkan hasil seperti sekresi lendir berlebihan, pusing, lesu, iritasi mata dan iritasi pada saluran pernafasan. Dalam kasus ekstrim, kelebihan cairan (*excess fluid*) dan bahkan *haemorrhage* dapat terjadi pada paru-paru. Efek iritan dari gas pada saluran pernafasan atas dan paru-paru mungkin untuk tertunda. (NOHSC, 1990)

- Pajanan Nitrogen Oksida (NO)

Nitrogen oksida menimbulkan efek hampir serupa dengan efek ozon pada saluran pernafasan. Inhalasi gas nitrogen oksida tidak selalu menimbulkan efek-efek iritan segera tetapi dapat menghasilkan cairan berlebihan di dalam jaringan paru-paru (*pulmonary oedema*) beberapa jam setelah berhentinya pajanan. (ACGIH, 2009)

### 2.2.3. Risiko Kesehatan Kerja

Risiko merupakan kemungkinan suatu bahaya mengakibatkan terjadinya insiden atau kejadian dengan dampak/keparahan yang ditimbulkan atau kombinasi antara kemungkinan (*likelihood*), paparan (*exposure*) dan keparahan (*severity*) yang terkait dengan kejadian spesifik yang tidak diinginkan.

### 2.2.4. Kerugian Kecelakaan dan PAK

Kecelakaan kerja ataupun penyakit akibat kerja merupakan kejadian yang tidak diinginkan oleh siapapun, karena hal ini bukan hanya berakibat bagi perusahaan dan tenaga kerja yang mengalami kecelakaan tetapi juga berakibat bagi lingkungan sekitar dan juga keluarga pekerja. Bila terjadi kecelakaan banyak kerugian kecelakaan yang ada.

#### a. Teori Gunung Es (*Accident Cost Iceberg*)

Teori ini disebut juga teori gunung es yang diperkenalkan pertama kali oleh Heinrich pada tahun 1931, dan kemudian diperbaharui oleh Frank E. Bird tahun 1974, menunjukkan bahwa kecelakaan yang terjadi ternyata bukan hanya mengakibatkan kerugian berupa cedera atau kesakitan (perawatan medis atau biaya kompensasi), akan tetapi berdampak lebih besar dan selama ini tidak begitu diperhatikan, teori ini digambarkan seperti fenomena gunung es yang hanya terlihat ujung atas sementara bagian lain yang lebih besar tertutup oleh air laut.

Menurut Frank Bird (1974) di dalam bukunya yang berjudul "*Practical Loss Control Leadership*", perbandingan antara bagian yang nampak di permukaan dengan yang tidak terlihat dalam fenomena gunung es ini adalah 1 : 5 hingga 1 : 50. Artinya adalah selama ini para pengusaha

hanya melihat bagian yang kecil saja dan tidak menyadari kerugian lain yang bisa mencapai 50 kali besarnya daripada yang disadari.

Kerugian yang nampak dikategorikan sebagai biaya yang diasuransikan, sedangkan bagian yang berada dibawah permukaan dikategorikan sebagai biaya yang tidak diasuransikan, antara lain berupa kerusakan bangunan, peralatan kerja, produk dan bahan baku, penundaan proses produksi, pengeluaran dengan lembaga hukum/kepolisian, pengeluaran persediaan dan peralatan darurat, penyewaan peralatan sementara, waktu investigasi, biaya untuk gaji tenaga kerja yang istirahat, biaya untuk perekrutan dan pelatihan pegawai baru, biaya lembur, waktu pengawasan ekstra, kerugian administrasi, berkurangnya kinerja pekerja yang mengalami kecelakaan, dan penurunan harga saham atau buruknya nama baik perusahaan di mata masyarakat umum dan pemegang saham. Dengan banyaknya turunan kerugian yang diakibatkan oleh sebuah kecelakaan atau penyakit akibat kerja seharusnya memberikan motivasi bagi pengusaha untuk secara serius menerapkan pola manajemen berbasis sistem manajemen K3 di perusahaannya.

b. *Accident Cost Oregon* – OSHA (OR-OSHA)

Organisasi K3 Oregon Amerika (OREGON-OHSA) membuat model perhitungan biaya kecelakaan untuk menjual K3 kepada perusahaan. Perhitungan biaya kecelakaan dibagi menjadi biaya langsung (*indirect cost / insured cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost / uninsured cost*) :

- Biaya langsung dari sebuah kecelakaan adalah biaya-biaya yang diasuransikan oleh perusahaan, seperti biaya perawatan di rumah sakit atau pengobatan, santunan kematian
- Biaya tidak langsung (*Indirect Cost*)
  - ✓ Biaya kerusakan peralatan, mesin, material dan fasilitas Serta Hilangnya waktu produksi (akibat tindakan gawat darurat, kerusakan, kegagalan dalam proses, produksi berhenti karena ditutup)
  - ✓ Biaya kebakaran, biaya tindakan gawat darurat

- ✓ Keterlambatan dalam pengiriman produksi
- ✓ Biaya investigasi kecelakaan dan administrasi oleh petugas keselamatan (inspeksi, rapat, pembuatan laporan)
- ✓ Waktu yang hilang selama kecelakaan berlangsung (waktu untuk melihat kejadian kecelakaan, melakukan tindakan pertolongan pertama, pembersihan dari bekas-bekas kecelakaan, perbaikan)
- ✓ Biaya lembur untuk menggantikan waktu produksi yang hilang
- ✓ Biaya training atau pelatihan pegawai baru
- ✓ Biaya pemeriksaan kesehatan pegawai baru

Dengan menggunakan data dari *National Safety Council / NSC* (2003), rata-rata dari biaya langsung dan tidak langsung, dengan menggunakan asumsi keuntungan marginal (profit margin) sebesar 5%, perkiraan total biaya kecelakaan adalah mengalikan total biaya kecelakaan yang telah dihitung dengan 20 (faktor biaya). Sehingga dari asumsi tersebut dapat diperkirakan besar biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan (*Business Volum / BV*) untuk membayar kecelakaan ( $BV = 20 \times \text{Biaya Kecelakaan}$ )

### 2.3. Saluran Pernafasan dan Interaksi Terhadap Paparan

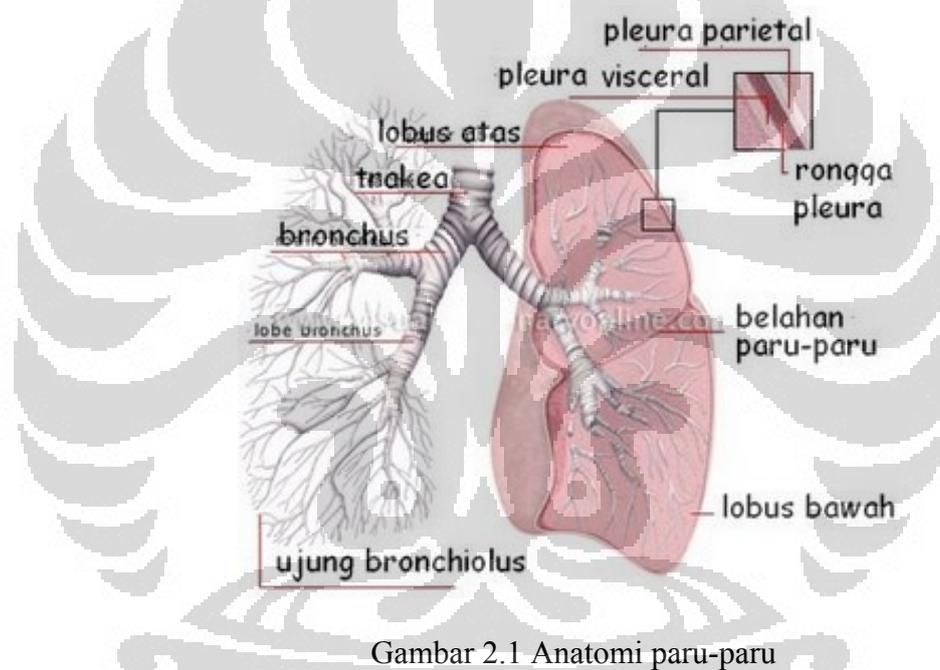
Sistem pernapasan adalah tempat keluar masuknya udara dari dan ke paru-paru, yaitu tempat pertukaran  $O_2$  dan  $CO_2$  antara udara dan darah. Fungsi dari sistem pernapasan tergantung dari kondisi sistem sirkulasi dalam tubuh (Bantas, 2007). Sistem pernapasan terdiri atas paru-paru dan sistem saluran yang menghubungkan jaringan paru dengan lingkungan luar paru yang menghubungkan jaringan paru dengan lingkungan luar paru yang berfungsi untuk menyediakan oksigen untuk darah dan membuang karbondioksida.

Sistem pernapasan secara umum terbagi atas:

- a. Bagian konduksi, yang terbagi atas: Rongga hidung, naso faring, laring, trakea, bronkus dan bronkiolus. Bagian ini berfungsi untuk menyediakan saluran udara untuk mengalir ke dan dari paru-paru untuk membersihkan, membasahi, dan menghangatkan udara yang diinspirasi.
- b. Bagian respirasi, yang terdiri dari alveoli dan struktur yang berhubungan. Pertukaran gas antara udara dan darah terjadi dalam alveoli. Selain struktur di

atas terdapat pula struktur yang lain, seperti bulu-bulu pada pintu masuk yang penting untuk menyaring partikel-partikel yang masuk.

Paru-paru merupakan salah satu organ pada sistem pernapasan yang menjadi tempat pergantian oksigen dari udara luar dengan karbondioksida yang ada di dalam darah. Paru-paru terletak di dalam rongga dada dan diselimuti oleh kantung dinding ganda (pleura). Manusia memiliki dua paru-paru, yaitu paru kanan dan paru kiri. Sebelah kiri terbagi oleh 2 bagian dan sebelah kanan terbagi menjadi 3 bagian. Setiap satu bagian mengandung sekitar 1500 butir udara dan 300 juta alveolus dengan luas permukaannya sekitar 140 m<sup>2</sup> bagi orang dewasa atau sebesar lapangan tenis.



Gambar 2.1 Anatomi paru-paru

Proses respirasi atau pernapasan berlangsung dengan menggunakan bantuan haemoglobin (Hb) sebagai pengikat oksigen. Setelah diikat di dalam darah oleh haemoglobin, selanjutnya oksigen dialirkan ke seluruh tubuh.

Sistem pernafasan memiliki sistem pertahanan tersendiri dalam melawan setiap bahan yang masuk yang dapat merusak. Terdapat tiga jenis mekanisme pertahanan yaitu:

- a. Arsitek saluran pernafasan : bentuk, struktur, dan kaliber saluran pernafasan yang berbeda-beda merupakan saringan mekanik terhadap udara yang dihirup, mulai dari hidung, nasofaring, laring, serta percabangan trakeobronkial. Iritasi mekanik atau kimiawi merangsang reseptor di saluran pernafasan, sehingga

terjadi bronkokonstriksi serta bersin atau batuk yang mampu mengurangi penetrasi debu dan gas toksik ke dalam saluran pernafasan.

- b. Lapisan cairan serta silia yang melapisi saluran pernafasan yang mampu menangkap partikel debu dan mengeluarkannya.
- c. Mekanisme pertahanan spesifik, yaitu sistem imunitas di paru yang berperan terhadap partikel-partikel biokimiawi yang terakumulasi di saluran pernafasan.

Berbagai faktor berpengaruh dalam timbulnya penyakit atau gangguan pada saluran napas akibat debu. Faktor itu antara lain adalah faktor debu yang meliputi ukuran partikel, bentuk, konsentrasi, daya larut dan sifat kimiawi, dan lama paparan. Faktor individu meliputi mekanisme pertahanan paru, anatomi dan fisiologi saluran napas dan faktor imunologis.

Debu yang masuk ke dalam saluran napas, menyebabkan timbulnya reaksi mekanisme pertahanan berupa batuk, bersin, gangguan transport mukosilier dan fagositosis oleh makrofag. Otot polos di sekitar jalan napas dapat terangsang sehingga menimbulkan penyempitan. Keadaan ini terjadi biasanya bila kadar debu melebihi nilai ambang batas. Sistem mukosilier juga mengalami gangguan dan menyebabkan produksi lendir bertambah. Bila lendir makin banyak atau mekanisme pengeluarannya tidak sempurna terjadi obstruksi saluran napas sehingga resistensi jalan napas meningkat.

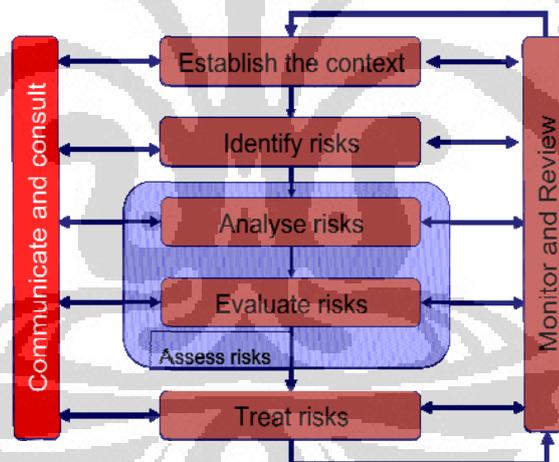
Partikel debu yang masuk ke dalam alveoli akan membentuk fokus dan berkumpul. Debu ini akan difagositosis oleh makrofag. Debu yang bersifat toksik terhadap makrofag seperti silika bebas menyebabkan terjadinya autolisis. Makrofag yang lisis bersama silika bebas merangsang terbentuknya makrofag baru. Makrofag baru memfagositosis silika bebas tadi sehingga terjadi lagi **autolisis**, keadaan ini terjadi berulang-ulang. Pembentukan dan destruksi makrofag yang terus menerus berperan penting pada pembentukan jaringan ikat kolagen dan pengendapan hialin pada jaringan ikat tersebut. Fibrosis ini terjadi pada parenkim paru, yaitu pada dinding alveoli dan jaringan interstisial. Akibat fibrosis paru menjadi kaku, menimbulkan gangguan pengembangan paru yaitu kelainan fungsi paru yang restriktif.

Penyakit paru yang dapat timbul karena debu selain tergantung pada sifat-sifat debu, juga tergantung pada jenis debu, lama paparan dan kepekaan

individual. Pneumokoniosis biasanya timbul setelah paparan bertahun-tahun. Apabila kadar debu tinggi atau kadar silika bebas tinggi dapat terjadi silikosis akut yang bermanifestasi setelah paparan 6 bulan. Dalam masa paparan yang sama seseorang tepat mengalami kelainan yang berat sedangkan yang lain kelainannya ringan akibat adanya kepekaan individual. Penyakit akibat debu antara lain adalah asma kerja, bronkitis industri, pneumokoniosis batubara, siikosis, asbestosis dan kanker paru.

#### 2.4. Manajemen Risiko

Manajemen risiko beroperasi pada seperangkat prinsip, dan ada beberapa upaya untuk mendefinisikan prinsip-prinsip ini. Dalam konteks manajemen risiko AS NZS 4360 menceritakan tentang tahapan proses manajemen risiko (identifikasi, analisis, pengendalian risiko). Penentuan kriteria evaluasi risiko menceritakan tentang interpretasi dan makna tingkat risiko yang ada. Struktur kebijakan adalah referensi kebijakan untuk pengendalian risiko.



Bagan 2.1 Risk Management Process – Overview AS NZS 4360

British Standard BS 31100 menetapkan 11 prinsip manajemen risiko dan standar internasional ISO 31000 juga mencakup daftar rinci tentang prinsip-prinsip yang disarankan manajemen risiko. Daftar berikut adalah versi konsolidasi dokumen-dokumen ini. Disarankan bahwa suatu inisiatif manajemen risiko yang sukses akan:

- Proporsional dengan tingkat risiko dalam organisasi;
- Sesuai dengan kegiatan usaha lainnya;

- komprehensif, sistematis dan terstruktur;
- Tertanam dalam proses bisnis;
- Dinamis, interaktif dan responsif terhadap perubahan.

#### 2.4.1. Identifikasi Risiko

Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap risiko yang akan dikelola. Identifikasi harus dilakukan terhadap semua risiko, baik yang berada didalam ataupun diluar organisasi.

Dalam melakukan identifikasi risiko harus mengenali pertimbangan berikut ini:

a. Apa yang dapat terjadi?

Tujuannya adalah untuk menyusun daftar risiko secara komprehensif dari kejadian-kejadian yang dapat berdampak pada setiap elemen kegiatan. Pada dasarnya tahap ini memberikan eksplorasi gambaran permasalahan yang sedang dihadapi. Tahap ini nantinya akan memberikan besaran konsekuensi yang dapat terjadi. Konsekuensi merupakan salah satu variabel penting untuk penentuan level risiko nantinya.

b. Bagaimana dan mengapa itu terjadi?

Pada tahap ini dilakukan penyusunan skenario proses kejadian yang akan menimbulkan risiko berdasarkan informasi gambaran hasil eksplorasi masalah diatas. Skenario menjadi penting untuk memberikan rangkaian “cerita” tentang proses terjadinya sebuah risiko, termasuk faktor-faktor yang dapat diduga menjadi penyebab ataupun mempengaruhi timbulnya risiko. Tahap ini akan memberikan rentang probabilitas yang ada. Sebagaimana konsekuensi, maka probabilitas juga merupakan variabel penting yang akan menentukan level risiko yang ada.

Pendekatan yang digunakan untuk identifikasi risiko diantaranya, checklist, penilaian berdasarkan pengalaman dan pencatatan, flow charts, brainstorming, analisis sistem, analisis skenario, dan tehnik sistem rekayasa.

### 2.4.2. Analisis Risiko

Dalam AS/NZS 4360:2004, analisa risiko adalah suatu kegiatan sistematis dengan menggunakan informasi yang ada untuk mendeteksi seberapa besar konsekuensi (*severity*) dengan tingkat keseringan (*likelihood*) suatu kejadian yang timbul. Tujuan dilakukan analisis risiko adalah untuk memisahkan antara risiko kecil (*minor risk*) dengan risiko besar (*major risk*) yang kemudian dapat digunakan sebagai evaluasi dan pertimbangan perlakuan pengendalian. Tujuan dari analisis risiko adalah untuk membedakan risiko minor yang dapat diterima dari risiko mayor, dan untuk menyediakan data untuk membantu evaluasi dan penanganan risiko.

Analisa risiko dilakukan dengan menentukan tingkat probabilitas dan konsekuensi yang akan terjadi kemudian ditentukan tingkat risiko yang ada dengan mengkalikan kedua variabel tersebut (probabilitas x konsekuensi). Analisa risiko adalah suatu metode sistematis dari informasi yang tersedia digunakan pada individu atau populasi dan properti atau lingkungan (Kolluru, 1996).

Analisis risiko dapat dilakukan untuk berbagai tingkat rincian tergantung pada risiko, tujuan analisis, informasi, data dan sumber daya yang tersedia. Analisis dapat kualitatif, semi-kuantitatif atau kuantitatif atau kombinasi, tergantung pada keadaan. Urutan kompleksitas dan biaya analisis mulai dari rendah hingga tinggi yakni kualitatif, semi-kuantitatif dan kuantitatif.

**a. Analisa kualitatif**, dalam prakteknya sering digunakan untuk memperoleh indikasi umum tingkat risiko dan untuk mengungkapkan isu-isu risiko utama. Analisis kualitatif menggunakan kata-kata untuk menggambarkan besarnya potensi konsekuensi dan kemungkinan yang akan terjadi. Skala dapat diadaptasi atau disesuaikan agar sesuai dengan keadaan, dan berbeda deskripsi dapat digunakan untuk risiko yang berbeda. Analisis kualitatif dapat digunakan:

- sebagai kegiatan pemeriksaan awal untuk mengidentifikasi risiko yang memerlukan analisis yang lebih rinci;
- untuk pengambilan keputusan; atau
- dimana data numerik atau sumber daya yang memadai untuk analisis kuantitatif.

Analisis kualitatif harus diberitahukan secara faktual informasi dan data jika tersedia.

| KEMUNGKINAN/<br>PROBABILITAS     | DAMPAK / KONSEKUENSI |            |             |            |                      |
|----------------------------------|----------------------|------------|-------------|------------|----------------------|
|                                  | 1<br>Sangat<br>Kecil | 2<br>Kecil | 3<br>Sedang | 4<br>Besar | 5<br>Sangat<br>Besar |
| <b>A</b><br>Mungkin Pasti        | H                    | H          | E           | E          | E                    |
| <b>B</b><br>Sangat Mungkin       | M                    | H          | H           | E          | E                    |
| <b>C</b><br>Mungkin              | L                    | M          | H           | E          | E                    |
| <b>D</b><br>Hampir Tidak Mungkin | L                    | L          | M           | H          | E                    |
| <b>E</b><br>Jarang Sekali        | L                    | L          | M           | H          | H                    |

Tabel 2.2 Matriks analisa penilaian risiko kualitatif

|                             | Tingkat | Deskriptor   | Deskripsi   |
|-----------------------------|---------|--------------|---|
| <b>DAMPAK / KONSEKUENSI</b> | 1       | Sangat Kecil | Luka kecil, kerusakan 1-1000 US\$, produktivitas sedikit menurun, tidak ada dampak lingkungan.  |
|                             | 2       | Kecil        | Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan, kerusakan 10.000 – 50.000 US\$, gangguan terhadap produktivitas, buangan ke lingkungan segera dihentikan.                |
|                             | 3       | Sedang       | Butuh pengobatan, kerusakan 50.000 – 100.000 US\$, produktivitas dihentikan selama 1-5 hari, kerugian produksi, buangan tempat kerja diawasi oleh pihak luar. |
|                             | 4       | Besar        | Luka berat, kerusakan 100.000 – 500.000 US\$, kerugian produktivitas selama satu minggu, buangan tempat kerja yang tidak berdampak merugikan.                 |
|                             | 5       | Sangat Besar | Kematian, kerugian produktivitas selama 1 bulan, limbah beracun dengan dampak merugikan. Kerugian lebih dari 5.000 US\$.                                      |

|                     | Tingkat | Deskriptor           | Deskripsi                                      |
|---------------------|---------|----------------------|--|
| <b>PROBABILITAS</b> | A       | Hampir pasti         | Dapat terjadi satu kali sebulan di lokasi ini. |
|                     | B       | Sangat Mungkin       | Mungkin terjadi sekali setahun di lokasi ini.  |
|                     | C       | Mungkin              | Mungkin terjadi sekali setahun di PT X.        |
|                     | D       | Hampir tidak mungkin | Dapat terjadi sekali dalam lima tahun PT X.    |
|                     | E       | Jarang sekali        | Mungkin terjadi sekali dalam lima tahun PT X.  |

Tabel 2.3 Deskripsi matriks analisa penilaian risiko kualitatif

- b. Analisa kuantitatif** diperlukan dalam menganalisa isu-isu risiko yang lebih spesifik. Analisis kuantitatif menggunakan nilai numerik (bukan deskriptif skala seperti yang digunakan dalam kualitatif dan semi-kuantitatif analisis). Untuk konsekuensi dan kemungkinan menggunakan data dari sumber bermacam. Kualitas analisis, tergantung pada ketepatan dan kelengkapan nilai numerik dan validitas model yang digunakan.
- c. Analisis semi-kuantitatif**, yakni skala kualitatif diberikan nilai-nilai dengan tujuan untuk menghasilkan peringkat skala yang lebih luas daripada yang biasanya dicapai dalam analisis kualitatif. Nilai tersebut bukan untuk menyatakan realistis nilai risiko seperti yang dicoba dalam analisis kuantitatif. Namun nilai yang dialokasikan untuk setiap deskripsi mungkin tidak berhubungan akurat dengan besaran sebenarnya dari konsekuensi atau kemungkinan. Angka-angka seharusnya hanya digabungkan dengan menggunakan rumus yang mengakui keterbatasan jenis skala yang digunakan. Perawatan harus diambil dengan penggunaan semi-kuantitatif analisis karena angka-angka yang dipilih mungkin tidak benar mencerminkan relativitas dan ini dapat menyebabkan tidak konsisten, anomali atau tidak tepat hasil. Semi-kuantitatif analisis tidak dapat membedakan benar antara risiko, terutama ketika baik konsekuensi atau kemungkinan adalah ekstrim.

### 2.4.3. Evaluasi Risiko

Proses yang biasa digunakan untuk menentukan manajemen risiko dengan membandingkan tingkat risiko yang ada terhadap kriteria standar yang telah ditentukan, target tingkat risiko dan kriteria lainnya. Setelah itu tingkatan risiko yang ada untuk beberapa bahaya dibuat tingkatan prioritas manajemennya. Jika tingkat risiko ditetapkan rendah, maka risiko tersebut masuk ke dalam kategori yang dapat diterima dan mungkin hanya memerlukan pemantauan saja tanpa harus melakukan pengendalian.

Hasil evaluasi risiko diantaranya adalah :

- Gambaran tentang seberapa penting risiko yang ada
- Gambaran tentang prioritas risiko yang perlu ditanggulangi
- Gambaran tentang kerugian yang mungkin terjadi baik dalam parameter biaya ataupun parameter lainnya.
- Masukan informasi untuk pertimbangan tahapan pengendalian

### 2.5. Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko adalah sebuah proses dimana setiap bahaya di tempat kerja berhubungan dengan risiko. Tujuan pengendalian risiko adalah untuk menghilangkan bahaya yang dapat meningkatkan risiko. Apabila menghilangkan bahaya tidak mungkin dilakukan, maka pengendalian yang dapat dilakukan adalah mengurangi bahaya tersebut. Proses pengendalian risiko dimulai dengan risiko yang paling tinggi baru kemudian kepada risiko yang dibawahnya. Setiap risiko dikendalikan berdasarkan *Hierarchy of Controls*.

Berikut ini adalah *Hierarchy of Controls* :

1. Kendali Rekayasa (*Engineering Control*) merupakan pengendalian risiko yang dilakukan dengan cara langsung menangani mesin-mesin atau objek-objek yang terkait yang diduga sebagai sumber potensi bahaya. Diperkirakan penggunaan metode pengendalian teknik memberikan hasil atau efektifitas penurunan risiko sebesar 70% - 90 % (perubahan disain atau penggantian mesin) dan 40% - 70% (pemberian pembatas atau barrier) (Oxenburg, 2000). Jenis pengendalian teknik dilakukan dengan.

- Eliminasi Bahaya : menghilangkan sumber bahaya yang ada di tempat kerja
  - Substitusi : mengganti material, mesin, atau peralatan yang menjadi sumber bahaya dengan material atau mesin lain yang tidak berbahaya dengan pekerja.
  - Isolasi : memisahkan atau membuat jarak antara sumber bahaya dengan pekerja, seperti mengotomatiskan mesin sehingga tidak perlu secara manual mengoperasikannya, membuat pelindung pada mesin yang menghasilkan sumber bising, menutup bagian mesin yang berpotensi menimbulkan bahaya, dan memberikan pagar pembatas antara mesin dengan pekerja.
2. Kendali Administratif merupakan pengendalian risiko yang dilakukan dengan cara mengelola sistem yang ada. Pengendalian administrasi ini dapat berupa pengaturan *shift* kerja, pemberian training kepada pekerja untuk meningkatkan pengetahuan, dan pembuatan standar prosedur kerja. Penggunaan pengendalian administrasi mempunyai efek pengurangan risiko sebesar 10%-50% (Oxenburg, 2000)
  3. Alat Pelindung Diri (APD) digunakan oleh tenaga kerja atau subjek-subjek yang terkait yang diduga terancam risiko bahaya tersebut. Pemberian alat pelindung ini bisa berupa alat pelindung pernafasan, alat pelindung mata, alat pelindung kulit, dan lain sebagainya.

## 2.6. *Cost Benefit*

Kebanyakan ekonom menyatakan bahwa suatu penilaian kurang lengkap bila usaha melihat penggunaan sumber daya dan hasil yang didapat tidak dinyatakan dalam nilai uang (Ekonomi Kesehatan, Prijono Tjiptoherijanto dan Budhi Soesetyo, hal 164).

Pada dasarnya model *Cost-Benefit* menawarkan perbandingan antara seluruh biaya dan manfaat dari suatu program yang dibiayai dari dana masyarakat. Biaya yang dikeluarkan termasuk juga rencana pengeluaran yang terlihat dalam

anggaran. Sedangkan manfaat dari program-program kesehatan tidak lain dari biaya yang dicegah bila program tersebut berhasil.

Dalam pandangan sosial bahwa *benefit-cost analysis* adalah suatu proses pengidentifikasian, pengukuran dan perbandingan *benefit* and *cost* sosial dari suatu investasi proyek atau program. Dimana suatu program adalah suatu rangkaian proyek yang dilaksanakan selama satu periode waktu dalam pandangan objektif tertentu. Penting untuk memahami bahwa *cost-benefit* analisis dimaksudkan untuk menginformasikan proses pengambilan keputusan yang ada, bukan untuk menggantikannya. (Herry Campbell, 2003)

*Cost benefit analysis* dapat membantu pembuat keputusan dengan lebih baik dalam memahami dampak sebuah keputusan. *CBA* dapat digunakan untuk menginformasikan pembuat keputusan. *Cost benefit analysis* dapat menyediakan perkiraan yang berguna dari keseluruhan manfaat dan biaya dari kebijakan yang diajukan. *CBA* juga dapat menilai dampak pengajuan kebijakan pada konsumen, tenaga kerja, and pengusaha organisasi dan dapat mengenali potensial kebijakan benar dan salah. (Kenneth, et al. 1996)

### **2.6.1. Biaya / Cost**

Biaya atau *Cost* (C) pada umumnya digunakan untuk mengindikasikan suatu ukuran dari sumber daya yang digunakan atau ditukarkan untuk mencapai atau menghasilkan suatu barang atau jasa. Titik awal untuk menilai *cost* dari suatu intervensi bersandar pada konsep biaya kesempatan (*opportunity cost*) sebagai dasar penaksiran dan secara umum berguna untuk estimasi biaya (Wilhelmine Miller et. al, 2006). Biaya kesempatan / *opportunity cost* (C) adalah nilai barang dan jasa dalam pilihan penggunaannya yang paling baik. (Peter Muennig, 2008)

### **2.6.2. Manfaat / Benefit**

*Benefit* (B) merupakan manfaat atau faedah yang diperoleh atau dihasilkan dari suatu kegiatan yang produktif, misalnya pembangunan dan rehabilitasi atau perluasan sehingga diperoleh hasil yang lebih besar. Dikenal adanya 2 macam *benefit*, yaitu *benefit* langsung (*direct benefit*) dan *benefit* tak langsung (*indirect benefit*). *Direct benefit* merupakan manfaat yang diperoleh sebagai manfaat

langsung dari proyek yang bersangkutan merupakan (tujuan utama). *Indirect benefit* merupakan benefit yang diperoleh sebagai manfaat tak langsung dari proyek yang bersangkutan (Radiks Purba, 1997). Sedangkan menurut Wilhelmine Miller et. al, 2006 bahwa *benefit* adalah secara umum digunakan untuk mengindikasikan sebuah hasil positif atau diinginkan.

Secara praktek, *cost* sering didefinisikan termasuk dampak dari persyaratan yang ditentukan oleh regulasi atau intervensi lain, dan *benefit* termasuk hasil atau terkait sasaran dengan memenuhi persyaratan-persyaratan.

### 2.6.3. *Benefit Cost Ratio (B/C Ratio)*

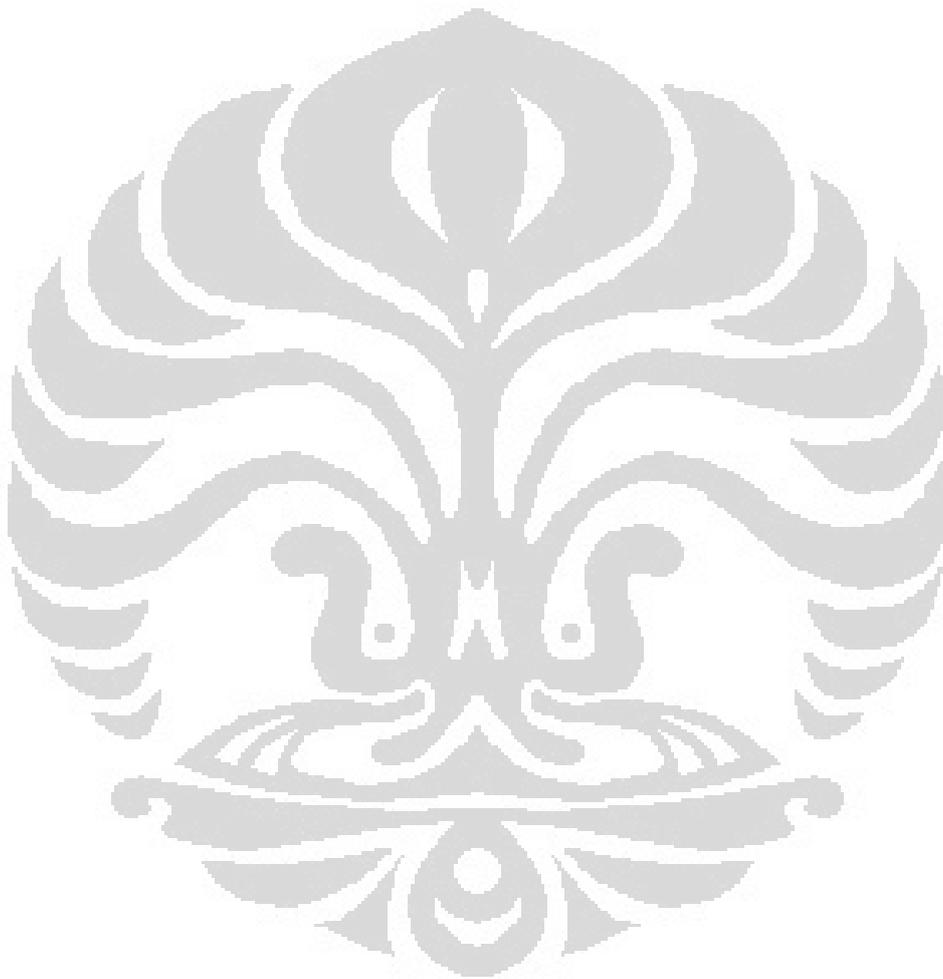
*Benefit cost ratio* lebih besar dari 1 (satu), berarti manfaat (*benefit*) lebih besar dari biaya (*cost*) yang digunakan untuk memperoleh *benefit*. Bukan hanya sekedar *benefit* lebih besar dari biaya, tetapi *B/C ratio* lebih besar dari 1 (satu) sedemikian rupa sehingga *benefit* dapat menutupi selain dari biaya, juga dapat mengembalikan (*repayment*) investasi. Bukan hanya sekedar dapat menutupi dan pengembalian investasi, tetapi *benefit* juga harus dapat memberikan keuntungan (*profit*) bagi perusahaan.

Model *cost benefit* bila dalam keselamatan dan kesehatan kerja digunakan untuk mengukur prosentase manfaat yang dihasilkan oleh program K3, yaitu dengan cara membandingkan antara total biaya kerugian dari sebuah kecelakaan, cedera dan penyakit akibat kerja yang harus ditanggung dengan total biaya yang dikeluarkan untuk biaya program pengendalian (OREGON OSHA, 2005). Jika dibuatkan dalam formula maka *Benefit Cost Ratio* dari suatu proyek biaya dapat dihitung dengan rumus:

$$B/C \text{ Ratio} = \frac{\text{Total Biaya Kecelakaan}}{\text{Total Biaya Pengendalian}} \times 100\%$$

Biaya kecelakaan maupun penyakit akibat kerja didapatkan dari perhitungan biaya langsung dan tidak langsung. Biaya langsung didapatkan dari penjumlahan biaya perawatan atau biaya pengobatan, biaya-biaya ini disebut juga biaya yang telah diasuransikan oleh perusahaan. Sedangkan perhitungan biaya tidak langsung didapatkan dari biaya-biaya lembur, biaya rekrutmen pegawai baru, biaya keterlambatan operasional, produksi, dll.

Menghitung biaya penerapan program yang harus dikeluarkan dari sebuah program pengendalian bahaya dan risiko terdiri dari beberapa elemen biaya, seperti biaya pendisainan alat, biaya material, biaya pekerja, biaya pemasangan dan biaya perawatan. Tetapi hal ini juga dipengaruhi estimasi berapa lama waktu sebuah aset dapat digunakan atau *Economic life* (Asfahl, *Industrial Safety Management*, 1995)

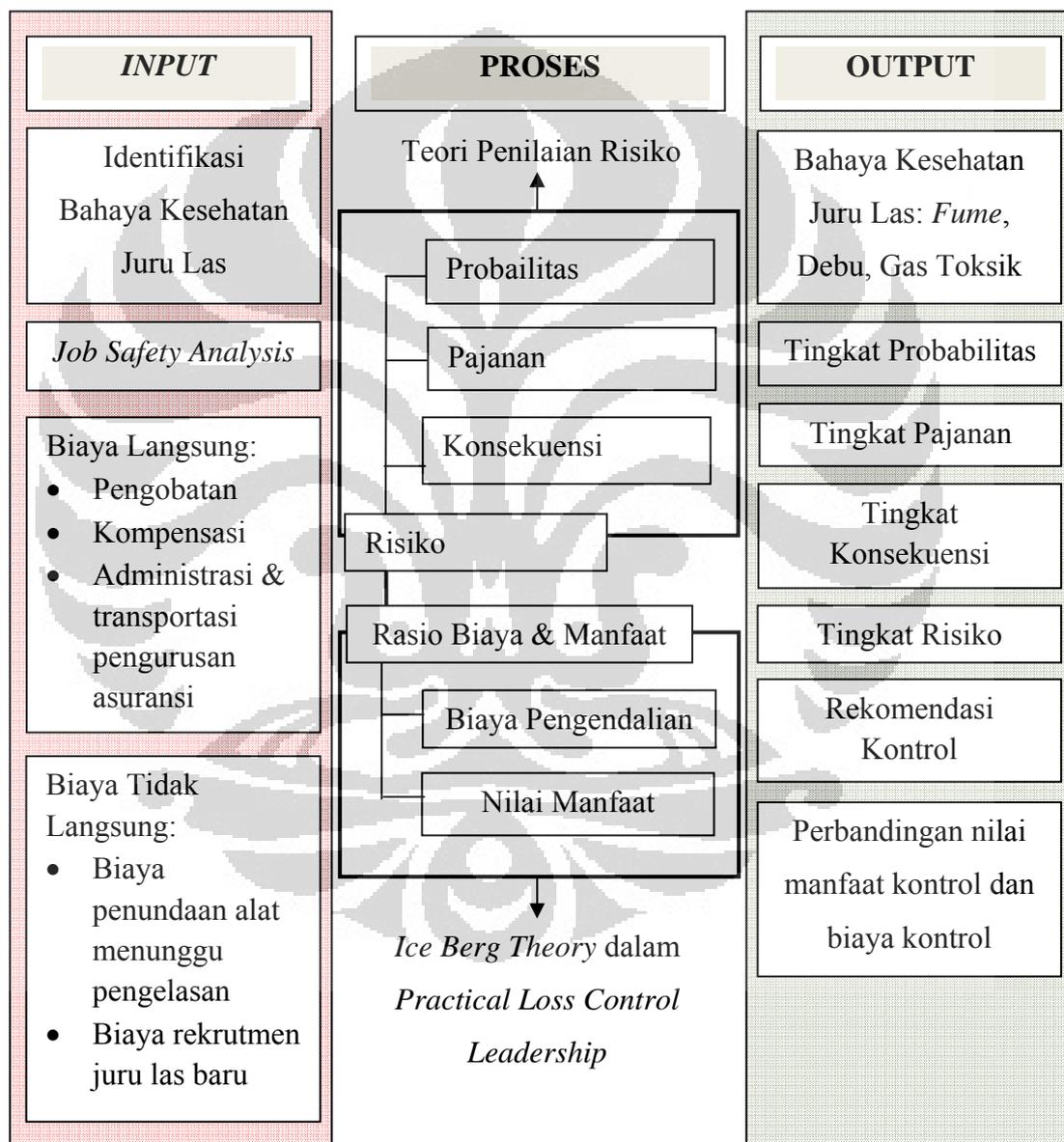


## BAB III

### KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

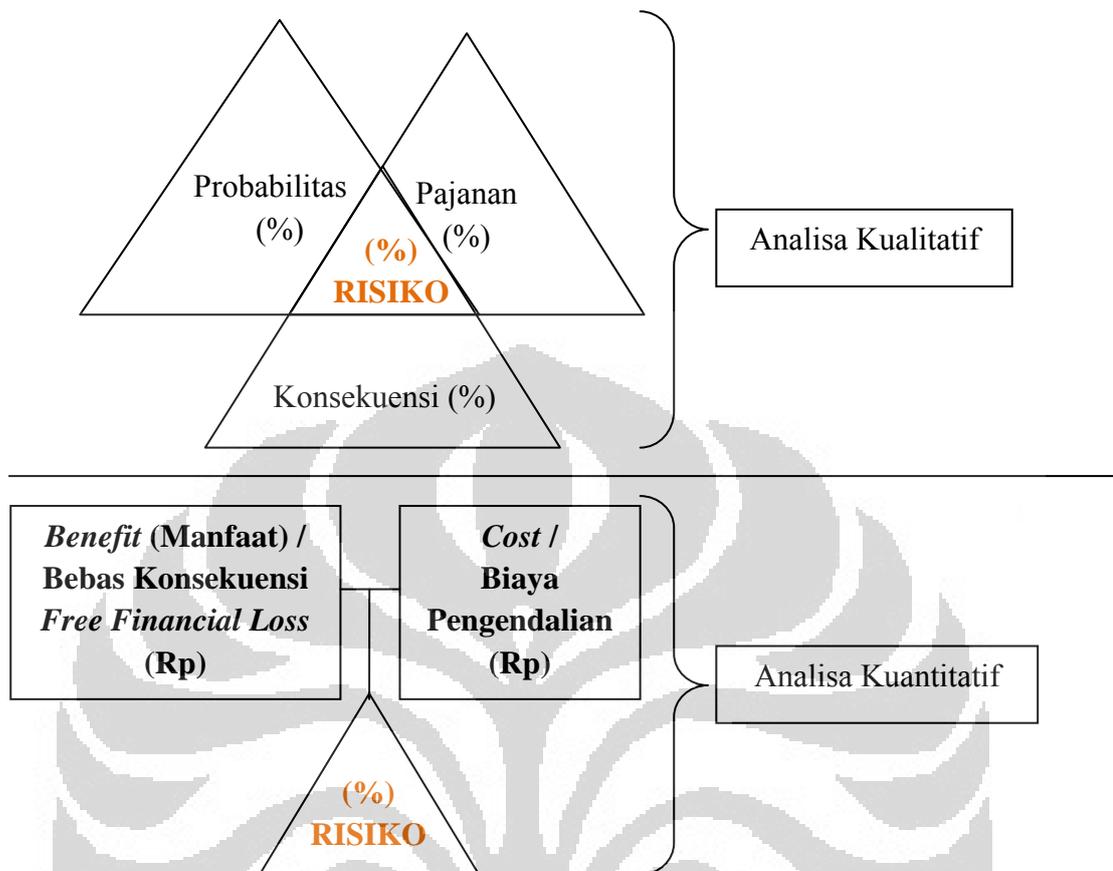
#### 3.1. Kerangka Teori

Kerangka teori yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Bagan 3.1 Bagan Hubungan Kerangka Teori Penilaian Risiko dan Teori *Ice Berg*

### 3.2. Kerangka Konsep



Bagan 3.2 Kerangka Konsep (*HRA - B/C Ratio*)

Pada konsep ini merupakan cara pandang dalam mengkombinasikan atau mengintegrasikan antara penilaian risiko kesehatan dengan melihat perbandingan biaya pengendalian dan manfaat (*cost-benefit ratio*) dari program perlindungan inhalasi terhadap juru las. Konsep ini juga tidak bertujuan untuk membuktikan hubungan atau pengaruh satu variabel dengan variabel lainnya.

Penilaian risiko kesehatan kerja memiliki variabel konsekuensi yang apabila dikendalikan sesuai komitmen maka konsekuensi akan menjadi nilai keuntungan (*benefit*) dimana biaya kerugian, biaya PAK dan biaya kecelakaan kerja dipandang dalam bilangan finansial (Rp) kemudian disebut variabel *benefit*. Selain itu penilaian risiko harus bermuara pada pengendalian dimana ini merupakan upaya yang membutuhkan biaya finansial. Konversi pengendalian dalam bilangan finansial (Rp) kemudian disebut variabel *cost*. Untuk mengetahui besar manfaat pengendalian dalam penilaian risiko maka dapat dianalisa melalui pendekatan ekonomi yaitu menggunakan metoda *B/C Ratio*.

### 3.2. Definisi Operasional

| No | Variable     | Definisi Operasional  | Metode Pengukuran/<br>Pelaksanaan   | Kategori  | Skala   |
|----|--------------|---|---|---|---------|
| 1. | Probabilitas | Tingkat keseringan bahaya untuk terjadi efek kesehatan. (OEL) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisis data sekunder</li> <li>• Wawancara</li> <li>• Observasi lapangan</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Almost certain</i> (skor 100%): Sangat sering terjadi, hampir beberapa kali tiap tahun (&gt;&gt;OEL).</li> <li>• <i>Likely</i> (skor 60%): seringkali terjadi, banyak kasus di tempat kerja (&gt;OEL).</li> <li>• <i>Unusual but possible</i> (skor 30%): bisa terjadi, beberapa kasus di tempat kerja (50%-100% OEL).</li> <li>• <i>Remotely possible</i> (skor 10%): Jarang terjadi, pernah ada di tempat kerja (10%-50% OEL).</li> <li>• <i>Conceivable</i> (skor 5%): Mungkin terjadi, tercatat kasus literature (&lt;10% of OEL).</li> <li>• <i>Practically Impossible</i> (skor 1%): Hampir tidak mungkin terjadi.</li> </ul> | Ordinal |

| No | Variable    | Definisi Operasional   | Metode Pengukuran/<br>Pelaksanaan   | Kategori  | Skala   |
|----|-------------|--|---|---|---------|
| 2. | Pajanan     | Frekuensi pajanan terhadap bahaya  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisis data sekunder</li> <li>• Wawancara</li> <li>• Observasi lapangan</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Continuously</i> (skor 100%): Sering terpajan dalam sehari yakni secara terus menerus selama 8 jam kerja</li> <li>• <i>Frequently</i> (skor 60%): Kira-kira satu kali dalam sehari yakni secara terus menerus antara 2 - 4 jam per <i>shift</i></li> <li>• <i>Occasionally</i> (skor 20%): Satu kali dalam sebulan sampai sekali dalam setahun</li> <li>• <i>Unusual</i> (skor 10%): Diketahui kapan terjadinya yakni beberapa kali dalam setahun</li> <li>• <i>Rare</i> (skor 5%) : Satu kali dalam setahun</li> </ul> | Ordinal |
| 3  | Konsekuensi | Deskripsi Perkiraan dampak yang mungkin timbul dari setiap kegiatan. Dampak yang timbul diperhitungkan | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisis data sekunder</li> <li>• Wawancara</li> <li>• Observasi lapangan</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Catastrophe</i> (skor 100%): Menimbulkan efek toksik akut, kematian masal.</li> <li>• <i>Disaster</i> (skor 50%): Menimbulkan kerusakan nirpulih, cacat permanen atau kematian individual.</li> <li>• <i>Very Serious</i> (skor 25%): Menimbulkan</li> </ul>  | Ordinal |

| No | Variable       | Definisi Operasional   | Metode Pengukuran/<br>Pelaksanaan   | Kategori  | Skala   |
|----|----------------|--|---|---|---------|
|    |                | sebagai biaya kerugian jika tidak dikendalikan dan sebagai nilai keuntungan ( <i>benefit</i> ) jika berhasil dikendalikan. |   | <p>gangguan kesehatan yang nirpulih namun tidak menimbulkan kematian.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Serious</i> (skor 15%): Menimbulkan gangguan kesehatan atau kesakitan yang timbul dapat pulih, cacat non permanen.</li> <li>• <i>Important</i> (skor 5%): Dibutuhkan perawatan medis, tidak berdampak pada kapasitas kerja dan gangguan kesehatan.</li> <li>• <i>Noticeable</i> (skor 1%): Luka-luka atau sakit ringan, kerugian ringan atau terhentinya proses kerja untuk sementara.</li> </ul> |         |
| 4  | Tingkat Risiko | Merupakan hasil dari penilaian dengan mempertimbangkan probabilitas, pajanan dan konsekuensi                               | $\text{Risiko} = \text{Probabilitas} \times \text{Pajanan} \times \text{Konsekuensi}$ | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Very High</i> : 100 %</li> <li>• <i>Priority</i> : 50 – 99 %</li> <li>• <i>Subtancial</i> : 5 % – &lt;50 %</li> <li>• <i>Priority 3</i> : 2 % – &lt; 5 %</li> <li>• <i>Acceptable</i> : &lt; 2 %</li> </ul>   | Ordinal |

| No | Variable  | Definisi Operasional   | Metode Pengukuran/<br>Pelaksanaan  | Kategori  | Skala   |
|----|---|--|--|---|---------|
| 5  | Pengendalian  | Merupakan segala usaha yang mengeluarkan sejumlah biaya ( <i>cost</i> ) oleh perusahaan untuk pengendalian risiko kesehatan.       | Rincian biaya penerapan program kesehatan kerja yang terdiri dari : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya tenaga kerja</li> <li>• Biaya material</li> <li>• Biaya training</li> <li>• Biaya pemeliharaan</li> </ul> | Perkiraan Rupiah  | Ordinal |
| 6  | Rasio Biaya Manfaat ( <i>Benefit Cost Ratio</i> ) terhadap pengendalian risiko kesehatan inhalasi | Rasio biaya manfaat program. Salah satu bentuk pengukuran keuangan secara matematika sederhana yang digunakan di dalam pengambilan | $B/C \text{ Ratio} = \frac{\text{Benefit (Manfaat)}}{\text{Cost (Biaya)}}$ $= \frac{\sum \text{Biaya-biaya Kerugian/PAK/ Kecelakaan}}{\sum \text{Biaya-biaya Pengendalian}}$   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jika B/C ratio &gt; 1 maka <i>benefit</i> yang akan diperoleh selama umur teknis-ekonomis proyek yang bersangkutan lebih besar dari <i>cost</i>, berarti proyek yang bersangkutan dapat dilaksanakan.</li> <li>• Jika B/C ratio = 1 maka <i>benefit</i> yang akan diperoleh selama umur teknis-ekonomis proyek yang bersangkutan hanya cukup untuk menutupi <i>cost</i> (biaya), berarti proyek yang bersangkutan</li> </ul> | Ordinal |

| No | Variable | Definisi Operasional  | Metode Pengukuran/<br>Pelaksanaan | Kategori   | Skala |
|----|----------|---|-----------------------------------|--|-------|
|    |          | keputusan program yang dipilih dengan melihat prosentase besar manfaat yang dihasilkan. <i>B/C Ratio</i> mempertimbangkan program menguntungkan atau tidak. |                                   | <p>dari segi finansial dan ekonomis tidak perlu dilaksanakan, sedangkan dari segi sosial dan pembangunan masyarakat dapat dipertimbangkan untuk dilaksanakan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jika <math>B/C \text{ ratio} &lt; 1</math> maka <i>benefit</i> yang akan diperoleh selama umur teknis-ekonomis proyek yang bersangkutan tidak cukup menutupi <i>cost</i>, berarti proyek yang bersangkutan tidak dapat dilaksanakan.</li> <li>• <i>Benefit</i> adalah biaya-biaya kerugian / PAK / kecelakaan kerja dipandang sebagai <i>benefit</i> jika pengendalian berhasil dilakukan.</li> <li>• <i>Cost</i> adalah total dari biaya atau pengeluaran untuk pengendalian.</li> </ul> |       |

Tabel 3.1 Definisi Operasional

## BAB IV

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 4.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini bersifat deskriptif analitik menggunakan pendekatan analisa risiko semikuantitatif dan analisa kuantitatif dilakukan hanya dalam penggunaan metode *benefit cost ratio* untuk memperhitungkan perbandingan besar manfaat suatu program pengendalian risiko kesehatan. Penelitian ini menggunakan perhitungan matematika sederhana sehingga menggambarkan perbandingan antara total biaya pengendalian sebagai biaya (*cost*) dan total biaya konsekuensi setelah risiko diturunkan dengan kontrol yang telah dilakukan sebagai manfaat (*benefit*). Nilai biaya konsekuensi dapat berupa biaya penyakit akibat kerja atau kecelakaan kerja yang bersifat langsung maupun tidak langsung. Pengendalian efektif dapat dijadikan sebagai estimasi *benefit* atau keuntungan bagi perusahaan.

#### 4.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di *workshop* PT X pada kurun waktu bulan Mei 2011.

#### 4.3. Objek Penelitian

Objek penelitian yaitu kegiatan pada pengelasan dan aktivitas juru las di PT X.

#### 4.4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan dua jenis data:

- a) Data primer, berupa informasi dari juru las dan observasi lapangan dengan melihat proses kerja secara langsung.
- b) Data skunder, yaitu dengan melakukan pemeriksaan data yang berhubungan dengan kegiatan pengelasan serta prosedur kerja juru las.

#### 4.5. Analisa Pengolahan Data

Data yang diperoleh, dianalisa dan disajikan menurut variabelnya masing-masing, dilakukan dengan menentukan tingkat pajanan, probabilitas dan tingkat

konsekuensi yang akan terjadi. Untuk ditentukan tingkatan risiko aktivitasnya sebelum dikontrol dan sesudah dikontrol, dengan setiap fasenya mengalikan ketiga variabel (paparan x probabilitas x konsekuensi) berskala persentasi.

Kemudian menentukan variabel nilai biaya (*cost*) dari masing-masing pengendalian dan nilai estimasi *benefit* dilakukan dengan simulasi formula berikut: Risiko (R %) = Paparan (%) x Probabilitas (%) x Konsekuensi (%)

Tabel 4.1 Sistemika Integrasi *Benefit Cost Ratio* dan Penilaian Risiko

| Tahap Kendali                 | Biaya Intervensi                                 | Nilai Risiko     | Biaya Konsekuensi (Estimasi <i>Benefit</i> )                                |
|-------------------------------|--|------------------|---|
| Risiko Awal (R <sub>0</sub> ) | <i>Cost</i> 0                                    | R <sub>0</sub> % | Loss 0 (L <sub>0</sub> )  |
| Kendali Risiko 1              | <i>Cost</i> 1                                    | R <sub>1</sub> % | L <sub>1</sub> = (R <sub>1</sub> % : R <sub>0</sub> %) . L <sub>0</sub>     |
| Kendali Risiko 2              | <i>Cost</i> 2                                    | R <sub>2</sub> % | L <sub>2</sub> = (R <sub>2</sub> % : R <sub>1</sub> %) . L <sub>1</sub>     |
| Kendali Risiko 3              | <i>Cost</i> 3                                    | R <sub>3</sub> % | L <sub>3</sub> = (R <sub>3</sub> % : R <sub>2</sub> %) . L <sub>2</sub>     |
| Kendali Risiko X              | <i>Cost</i> X                                    | R <sub>x</sub> % | L <sub>X</sub> = (R <sub>x</sub> % : R <sub>3</sub> %) . L <sub>3</sub>     |
| Total                         | ∑ <i>Cost</i> Intervensi<br>(Biaya Pengendalian) |                  | L <sub>0</sub> – L <sub>X</sub><br>(Biaya Konsekuensi Yang Mungkin Terjadi) |

$$\text{Benefit Cost Ratio} = \frac{\sum \text{Biaya Konsekuensi Yang Mungkin Terjadi (Benefit)}}{\sum \text{Biaya Pengendalian (Cost)}}$$

#### 4.6. Penyajian Data

Hasil penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel dan narasi.

#### 4.7. Keterbatasan Penelitian

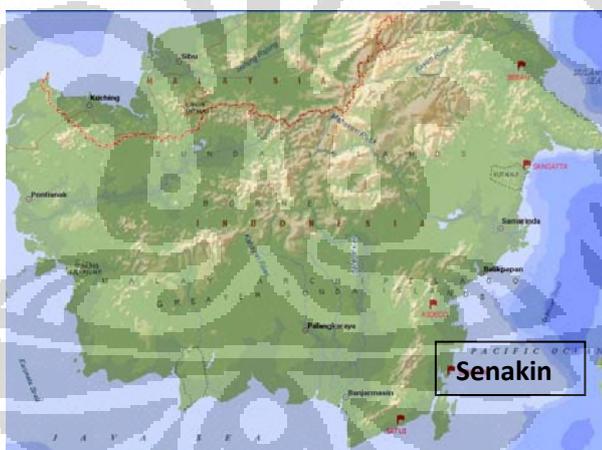
Oleh karena adanya keterbatasan, penelitian ini menggunakan metode analisis semikuantitatif dalam memperkirakan besaran risiko sehingga hanya dapat digunakan sebagai tinjauan awal dalam menjelaskan seberapa besar potensi risiko yang dihadapi pekerja dan *benefit cost ratio* yang diperoleh perusahaan. Penelitian ini belum semaksimal menggunakan metode kuantitatif yang membutuhkan waktu dan dana cukup banyak, data-data lebih lengkap, rinci dan sangat detail dalam pelaksanaannya serta membutuhkan tim kerja berkompeten dalam bidangnya.

## BAB V

### GAMBARAN PERUSAHAAN DAN UNIT K3

#### 5.1. Profil Perusahaan

PT X hadir sebagai kontraktor PT Y untuk membangun fasilitas-fasilitas pendukung tambang seperti jalan, bangunan, *crusher*, *port* serta infrastruktur lainnya. Pada tanggal 17 Mei 2000 terjadi aliansi grup (*Broken Hill Proprietary*) *BHP Coal* Indonesia, PT Y dengan PT X. Maka sejak tanggal 12 Juni 2000 secara sah PT X bertanggung jawab terhadap seluruh kegiatan operasional pertambangan setelah diserahkan oleh PT Y. Tambang yang mulai berproduksi tahun 1989 mempunyai target sampai sekarang mencapai 11 juta ton pertahun. Rencana produksi jangka panjang yang dilakukan oleh PT X ditujukan terhadap pengembangan proyek penambangan yang dimulai dari daerah Asam-Asam dengan sasaran terbesarnya adalah untuk bahan bakar pembangkit listrik milik Perusahaan Listrik Negara (PLN).



Gambar 5.1 Peta Lokasi Tambang Senakin PT X

Proyek antara PT X Proyek Senakin dan PT Y dengan nominal kontrak mencapai 556.000.000 US dolar ini dimulai pada tahun 2000 dengan persetujuan kontrak selama 5 tahun, tetapi pada Oktober 2004 kontrak ini menjadi kontrak pertambangan abadi yang berarti bahwa proyek ini dikatakan selesai jika batubara yang di tambang oleh PT X di area PT Y telah habis. PT X dalam proyek ini terlibat sebagai kontraktor yang bertanggung jawab atas perencanaan tambang,

pengeboran dan peledakan, pemindahan *overburden* (OB), transportasi batubara dari area tambang ke area pencucian, pemuatan batubara ke tongkang dan penghijauan kembali area tambang yang telah selesai. Pertambangan Senakin memproduksi rata-rata 450.000 ton batubara setiap bulannya.

Proyek PT X yang sedang berlangsung di pertambangan batubara Senakin, Kalimantan Selatan, didukung beberapa subkontraktor yaitu :

| Administrasi          | Mekanikal     | Operasional Tambang    |
|-----------------------|---------------|------------------------|
| BNR & Kontrak Lokal   | PT UT         | PT Orica               |
| PT Pangansari Utama   | PT Trakindo   | PT MPS                 |
| PT Bumi Hambaran Luas | PT Hexindo    | PT Kobexindo           |
| PT Bagong Motor       | PT Eka Dharma | PT Trac & Cakra Jawara |
| CV Bumi Maluku Jaya   | PT Altrac     |                        |

Tabel 5.1 Daftar Subkontraktor PT X Proyek Senakin Tahun 2011

Senakin letaknya dekat dengan khatulistiwa, maka mempunyai iklim tropis dimana terjadi musim hujan dan musim kemarau secara bergantian setiap tahun. Suhu udara di Senakin antara 26° - 33° C, dengan kelembaban antara 89 - 93%. Kelembaban tertinggi terjadi pada bulan Januari dan Desember sedangkan terendah pada bulan Agustus dan September.

## 5.2. Visi, Misi dan Tujuan

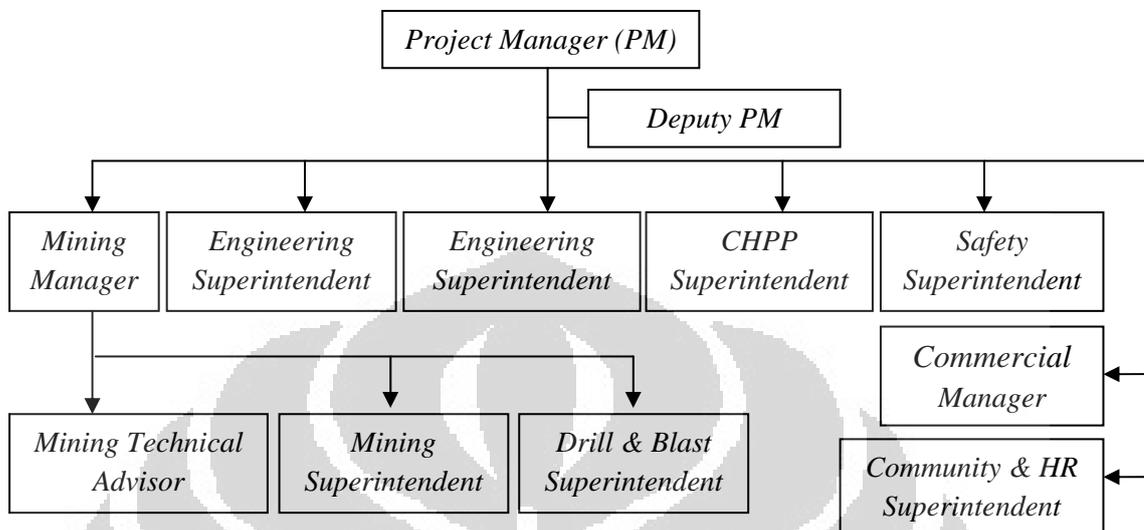
Visi: “Kita akan menjadi pemimpin industri dengan menyediakan beragam jasa konstruksi dan pertambangan di seluruh Indonesia.”

Misi: “Secara terus menerus meningkatkan kualitas dan efisiensi manajemen dan operasional kita, melalui solusi rekayasa yang inovatif serta keahlian dan pengembangan para karyawan kita untuk membuat suatu perbedaan.”

Tujuan, nilai dan inti semangat perusahaan yaitu menjadi kontraktor terdepan dalam bidang pertambangan, konstruksidanjasa di seluruh Australia serta pasar internasional terpilih, berkomitmen untuk mencapai pertumbuhan yang berkesinambungan dan menguntungkan melalui solusi cerdas serta inovasi, memberikan hasil yang lebih baik bagi klien kami.

### 5.3. Struktur Organisasi

Secara struktur organisasi, PT X Proyek Senakin terdiri dari beberapa departemen sebagai berikut:



Bagan 5.1 Struktur Organisasi PT X Proyek Senakin Tahun 2011

- Departemen administrasi berperan sebagai pengatur dan pengelola semua kegiatan administrasi seperti dokumen perusahaan, mengelola *Management System*, travel dan transportasi, *camp*, dan *security*.
- Departemen HR berperan sebagai pengelola sumber daya manusia yang terlibat dalam kegiatan proyek Senakin.
- Departemen *Commercial* sebagai pengelola semua kegiatan keuangan proyek Senakin.
- Departemen *Mining* (Tambang) bertanggungjawab atas seluruh kegiatan mining mulai dari eksplorasi, *drill & blast*, *loading*, *dumping*, *hauling*, dan *barging*.
- Departemen CHPP (*Coal Handling Preparation Plant*) bertanggungjawab atas seluruh kegiatan pengolahan batubara seperti *crushing*, *washing* dan *sampling* batubara.
- Departemen *Plant* bertanggungjawab atas seluruh kegiatan terkait unit yang beroperasi diaktivitas tambang, gudang, dan pemeliharaan unit.
- Departemen K3 / OHS (*Occupational Health and Safety*) bertanggungjawab terhadap sistem manajemen K3, implementasi dan pengawasan dilapangan.

- Departemen *Engineering* bertanggungjawab terhadap perencanaan dan monitoring eksplorasi batubara dan aktifitas penambangan baik dalam jangka waktu pendek (*short term*) maupun jangka panjang (*long term*), selain itu *Engineering* berkoordinasi terhadap *Environmental Section* (dibawah koordinasi *Engineering Department*) yang berperan terhadap reklamasi hutan, pengelolaan limbah cair dan padat, serta higiene lingkungan seperti kontrol debu di area tambang dan jalan angkut batubara.

#### 5.4. Tenaga Kerja dan Pengaturan Jam Kerja

Jumlah tenaga kerja PT X Proyek Senakin hingga April 2011 yaitu 1.546 orang (*man power*) dan karyawan subkontraktor yang terlibat mencapai 396 orang sehingga total keseluruhan tenaga kerja untuk Proyek Senakin mencapai 1.942 tenaga kerja.

Sistem pengaturan jam kerja di PT X Proyek Senakin berdasarkan 12 jam kerja sehingga terdapat 2 *shift* kerja yaitu *Day Shift* atau waktu kerja siang (06:00 - 18:00) dan *Night Shift* atau waktu kerja malam (18:00 - 06:00). Proses kegiatan operasional dilaksanakan selama 24 jam dan untuk kegiatan administrasi / *office* dilaksanakan hanya pada *day shift* setiap harinya. Fasilitas di proyek Senakin antara lain klinik dengan 2 mobil ambulans; sarana olahraga seperti gymnasium, lapangan badminton, tenis dan basket, dan lapangan bola; *mess hall* untuk sarana makan karyawan; *camp* atau penginapan; serta bus karyawan.

#### 5.5. Unit K3

Unit K3 dalam PT X bersifat independen dan dibentuk disetiap wilayah proyek. Sifatnya yang independen mewajibkan peronal K3 memberikan masukan dan membatu sistem pengelolaan K3 di setiap proyek. Berikut ini merupakan fungsi dari unit K3 di PT.X :

- Memberikan masukan kepada *Project Manager & Supervisor* mengenai K3
- Melakukan inspeksi berkala ditempat kerja untuk memastikan hasil observasi sesuai standar dan melakukan tindakan/saran perbaikan jika diperlukan.

- Memastikan semua kecelakaan dan penyakit akibat kerja diinvestigasi dan dicatat serta membuat rekomendasi yang diperlukan.
- Membuat dan menyajikan data-data kinerja K3 dan statistik atau analisa kecelakaan.
- Memberikan training K3 dan pengembangan promosi K3.

### 5.5.1. Tujuan dan Target K3

Perusahaan berusaha untuk memprioritaskan utama terhadap K3 dan tidak akan dikompromikan. Tujuan K3 perusahaan adalah menjadikan tempat kerja yang bebas dari kecelakaan dan cedera. Dalam mencapai tujuan tersebut secara terukur target K3 di proyek Senakin telah ditetapkan untuk meningkatkan kinerja K3 perusahaan diantaranya tidak ada kecelakaan kelas 1 atau 2, minimum 2060 SBO Amankan per bulan, minimum 300 *Hazard Report* (Pelaporan Bahaya) per bulan, dan audit terhadap 5 subkontraktor per bulan.

### 5.5.2. Kebijakan K3

Kebijakan K3 perusahaan telah dibuat dan ditanda tangani oleh pimpinan manajemen tertinggi yakni *President Director*. Kebijakan K3 tersebut menitik beratkan kepada tiga hal.

- Memastikan bahwa manajemen keselamatan dan kesehatan kerja serta penerapannya tercakup kedalam semua aspek operasi.
- Berupaya untuk mendapatkan komitmen pribadi dari semua karyawan dalam praktek kerja yang aman dan sehat
- Mengelola dan memantau tampilan indikator-indikator K3



Gambar 5.2 Kebijakan K3 PT X Tahun 2010

### 5.5.3. Struktur organisasi P2K3

Organisasi P2K3 dibentuk dengan kerjasama PT X dengan pihak klien. Wadah yang memiliki struktur organisasi dan dipayungi oleh Permenaker No. 04 tahun 1987 adalah sebagai wadah kerjasama antara unsur pimpinan perusahaan dan tenaga kerja dalam menangani masalah K3 di perusahaan. Berikut ini bentuk gambaran struktur organisasi P2K3.



Bagan 5.2 Struktur Organisasi P2K3 PT X Proyek Senakin Tahun 2011

### 5.5.4. Program-program K3

Berbagai program K3 diimplementasikan oleh PT X untuk mencapai tujuan dan sasaran K3 yang telah ditetapkan diantaranya:

a. **Pengelolaan Risiko**

Merupakan suatu program untuk mengidentifikasi aktifitas, sub aktifitas kerja dan bahaya untuk kemudian dinilai tingkat risiko awal dan toleransi risiko agar dapat ditentukan prioritas pengendalian / kontrol risiko. Penilaian tingkat risiko dan toleransi mempertimbangkan tingkat kemungkinan (likelihood) dan tingkat akibat (consequences). Pengelolaan risiko yang di terapkan PT X mengacu pada AS/NZS 4360: 2004 (*Risk Management Guideline*).

b. **Edukasi dan Pelatihan**

Memastikan rencana pelatihan ada ditempat kerja dan diterapkan. Karyawan mendapatkan pelatihan K3 sesuai untuk memenuhi tugas dan tanggungjawabnya. Berikut ini beberapa pelatihan utama terkait K3 yang

dilakukan secara teratur terhadap seluruh karyawan ataupun pada pengawas yakni *Safety Day*, *Perform First Aid* (Pertolongan Pertama pada Kecelakaan), *SBO Amankan Training*, *Safety Supervisor Level 1*, *Work in Confined Space* (Bekerja di Ruang Terbatas), *Working at Height* (Bekerja di Ketinggian).

c. Inspeksi

Inspeksi K3 bukan hanya untuk mengidentifikasi tindakan dan kondisi tidak aman saja tapi lebih penting dari itu adalah untuk mencari penyebab adanya kondisi dan tindakan tidak aman tersebut. Dengan melakukan tindakan perbaikan terhadap penyebab dasar inilah maka tindakan dan kondisi tidak aman tersebut dapat dicegah untuk terulang kembali.

Manajer proyek bertanggung jawab mengembangkan dan menjalankan sebuah program inspeksi K3 secara teratur dengan keterlibatan tingkat manajer dan superintendent dalam basis mingguan; dan inspeksi keselamatan berbasis perilaku yang disebut amankan. Inspeksi K3 harus dilakukan juga oleh :

- Team manajemen setiap saat mereka mengunjungi area kerja (terus-menerus)
- Koordinator Safety pada basis inspeksi yang terencana
- Supervisor sesuai dengan perannya dan pada basis yang terencana
- Wakil terpilih dari K3 sesuai jadwal yang sudah ditentukan
- Karyawan yang merupakan bagian dari persyaratan penerimaannya, yang berhubungan dengan area kerjanya dan alat serta perlengkapannya

d. Pelaporan Bahaya (*Hazard Reporting*)

Setiap karyawan yang melihat suatu cara kerja, kondisi atau peralatan yang menurut dia tidak aman harus melakukan sesuatu untuk memperbaikinya atau bila hal itu tidak memungkinkan, maka dia harus membuat laporan kepada atasannya dengan mengisi formulir "*Hazard Report*" untuk dilakukan tindakan perbaikan. Pengawas yang bertanggung jawab terhadap area temuan bahaya harus segera melakukan tindakan pengendalian dan menutup temuan bahaya di sistem pelaporan.

e. Pelaporan Kecelakaan

Memastikan seluruh kecelakaan / kejadian diinvestigasi dan dilaporkan sesuai dengan prosedur perusahaan. Pemberitahuan kepada klien dari seluruh kecelakaan / kejadian sesuai ketentuan. Seluruh laporan investigasi kejadian signifikan ditinjau oleh manajer departemen dan superintendent. Pencatatan laporan ditetapkan dan dipelihara sebagai rekaman dan pelaporan kejadian di tempat kerja.

Karyawan diwajibkan untuk melaporkan semua cedera sekecil apapun kepada supervisor. Perawatan Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K) akan diberikan dan kecelakaannya akan dicatat. Karyawan harus melapor terlebih dahulu kepada supervisor sebelum meninggalkan lokasi karena cedera, sakit, baik yang berhubungan pekerjaan atau bukan.

f. Rehabilitasi

Menetapkan program rehabilitasi untuk memastikan bahwa dukungan yang mencukupi diberikan kepada pekerja yang mengalami cedera dan kepada keluarganya untuk dapat kembali bekerjalebih awal.

g. Analisa Keselamatan dan Lingkungan Kerja / JSEA

*Job Safety Environmental Analysis* (JSEA) merupakan sebuah prosedur yang digunakan untuk meninjau metode kerja dan menemukan bahaya yang;

- (1) mungkin telah terabaikan dalam rancangan plant atau bangunan dan dalam desain mesin, peralatan, alat-alat, proses dan tempat kerja;
- (2) mungkin timbul setelah produksi dimulai; atau
- (3) berasal dari perubahan dalam prosedur kerja atau tenaga kerja. Merupakan salah satu langkah dalam menganalisa bahaya dan kecelakaan dalam pelatihan K3.

Dalam memilih pekerjaan yang akan dianalisa dengan JSEA, pengawas tertinggi dalam suatu bagian harus mengikuti beberapa petunjuk berikut ini:

- (1) *Pekerjaan yang memiliki Frekuensi Insiden yang tinggi yaitu pekerja yang berulang kali mengakibatkan insiden merupakan pekerjaan yang masuk dalam golongan JSEA. Jumlah insiden yang besar sehubungan dengan kerja, menjadi hal utama untuk dinyatakan sebagai JSEA.*
- (2) *Pekerjaan yang diketahui memiliki tingkat keparahan yang tinggi. Setiap pekerjaan yang telah memiliki tingkat keparahan yang tinggi harus dilakukan JSEA. Untuk mencegah kecelakaan berikutnya diperlukan tindakan pencegahan sehingga tidak terjadi lagi.*
- (3) *Pekerjaan baru atau pengganti yang memiliki tingkat risiko sedang sampai sangat tinggi. Ganti peralatan atau proses dengan yang tidak memiliki sejarah insiden/kecelakaan, namun potensi insidennya/kecelakaan mungkin tidak benar-benar diperhatikan.*
- (4) *Pekerjaan yang diidentifikasi dari proses risk management harus dikontrol dengan JSEA. JSEA dari pekerjaan yang baru harus dibuat sesegera mungkin saat pekerjaan tersebut dibuat. Analisis tidak boleh ditunda sampai insiden/kecelakaan hampir terjadi.*

#### h. SBO Amankan Program

*Safe Behaviour Observation* (SBO) atau pengamatan perilaku aman ini termasuk dalam program pemeriksaan keselamatan dan kesehatan kerja karyawan yang berbasis perilaku. SBO Amankan merupakan suatu slogan kampanye yang diperuntukkan bagi semua karyawan, mulai karyawan yang berjabatan paling rendah hingga yang berjabatan paling tinggi di tempat kerja.

Slogan kampanye ini berupa suatu pengingat terhadap empat elemen utama keselamatan kerja yang harus dipenuhi bagi karyawan baik saat akan memulai suatu pekerjaan atau sedang melakukan suatu pekerjaan. Proses slogan kampanye ini sangatlah sederhana. Adapun elemen pengamatan saat melakukan SBO Amankan adalah:

- Perencanaan (Pemeriksaan terhadap prosedur kerja, JSEA, jam tidur karyawan, dll)
- Alat dan Peralatan (pemeriksaan sudah dilakukan, peralatan sesuai pekerjaan, dll)

- Lingkungan Kerja (desain, kondisi area, rambu-rambu terpasang, dll)
- Karyawan (sehat, cukup istirahat, kompeten, posisi pekerja aman, APD tersedia, dll)

i. Pertemuan K3

Seorang pengawas harus mampu mengatur dan memimpin Pertemuan K3 yang disebut *Safety Talks* atau *Toolbox Talks* yang merupakan pertemuan yang tidak formal dalam suatu kelompok kerja. Keuntungannya meliputi :

- Komunikasi menjadi lebih baik
- Kesempatan bagi karyawan untuk membahas suatu masalah
- Menyediakan suatu forum untuk menyelesaikan suatu masalah
- Meningkatkan kemampuan dan pemahaman

*Toolbox Talk* dilakukan pada pertemuan informal anggota kelompok untuk berinteraksi dan berdiskusi mengenai topik dan waktu yang berhubungan dengan pekerjaan anggota kelompok. Di lokasi kerja yang melibatkan banyak orang, dibentuk kelompok-kelompok kecil untuk meningkatkan keefektifan dari pertemuan. Keterlibatan karyawan harus didorong agar mendapatkan manfaat yang maksimum dari pertemuan ini. Interval pelaksanaan *Toolbox Talk* dilakukan setiap hari untuk pekerjaan yang bersifat dinamis dan *Safety Talk* setiap satu minggu untuk yang bersifat statis.

j. Promosi Prosedur

Promosi Standar Operasional Prosedur (SOP) dapat dilakukan dengan berbagai media yakni leaflet dan poster. Berikut ini salah satu bentuk isi dari promosi SOP juru las:

- Hanya orang yang terlatih dan berwenang yang diperbolehkan menggunakan peralatan pengelasan, pemotongan dan pengerindaan.
- Periksa semua perkakas dan peralatan sebelum digunakan. Slang yang usang atau rusak, ujung las atau bagian lainnya yang cacat dan dapat mempengaruhi operasi mesin harus diperbaiki atau dibuang.

- Sebelum mulai mengelas, memotong dan menggerinda periksalah sekeliling tempat kerja untuk mengetahui adanya bahan yang mudah menyala atau mudah terbakar yang dapat menyebabkan kebakaran.
- Gunakan tirai pengelasan untuk mencegah agar orang yang berada dekat tempat pengelasan, terlindung dari percikan api las listrik.
- Alat pemadam api harus selalu tersedia bila melakukan pekerjaan pengelasan, pemotongan atau penggerindaan.
- Batu gerinda, roda atau piringan tidak boleh digunakan pada mesin dengan jumlah putaran permenit yang lebih tinggi dari standar batu gerinda.
- Jangan mengelas, memotong atau menggerinda drum, kaleng atau tempat lainnya yang mengandung bahan beracun atau mudah terbakar sebelum zat-zat tersebut seluruhnya dibersihkan atau dikuras.
- Ikuti prosedur bekerja dalam ruangan terbatas bila harus melakukan pengelasan dalam ruangan tertutup.

k. Alat Pelindung Diri (APD)

APD merupakan garis akhir perlindungan diri terhadap cedera, pekerja wajib menggunakan dan merawat agar APD dapat berfungsi dengan baik.

- Pakaian Pelindung: Pakaian pelindung yang sesuai dan dilengkapi pemantul atau rompi pemantul harus digunakan bila terdapat kemungkinan cedera akibat bahaya tertentu. Serta celana panjang dan baju berlengan harus digunakan saat bekerja di tempat kerja.
- Pelindung Kepala: helmet pelindung harus dipakai di semua lokasi kerja dan helmet pelindung hanya boleh diberi peralatan tambahan yang diizinkan
- Pelindung wajah dan mata yang sesuai harus selalu digunakan bila terdapat kemungkinan cedera terhadap mata. “*Googles*” harus digunakan pada saat menggerinda, membor atau pekerjaan sejenis lainnya. Pelindung wajah harus digunakan bila menangani asam, soda api atau logam cair panas.

- Pelindung pendengaran yang sesuai harus selalu digunakan bila berada di tempat yang telah ditentukan.
- Pelindung pernafasan digunakan bila terdapat kemungkinan cedera akibat udara yang masuk melalui saluran pernafasan. Kemungkinan cedera pada saluran pernafasan dapat disebabkan antara lain oleh debu, uap organik, asap rokok, udara beracun, atau bila terdapat udara berbahaya lainnya. Karyawan berhak bicarakan dengan supervisor untuk mendapatkan alat pelindung pernafasan yang sesuai sebelum bekerja di tempat yang belum dipahami.
- Pelindung Tangan: sarung tangan yang sesuai harus selalu digunakan bila terdapat kemungkinan cedera pada tangan. Sarung tangan anti bahan kimia harus dikenakan bila menangani bahan kimia. Sarung tangan las harus digunakan pada saat mengelas atau memotong dengan menggunakan peralatan gas bertekanan atau listrik. Sarung tangan kulit harus digunakan saat menangani kabel baja.
- Pelindung kaki atau sepatu *safety* yang ujungnya dilengkapi baja pengaman harus dipakai di semua lokasi. Sepatu *safety* khusus terhadap bahan kimia harus dipakai bila terdapat kemungkinan cedera pada kaki akibat bahan kimia.
- Pelindung terhadap bahaya jatuh merupakan alat pelindung diri dari bahaya jatuh harus dikenakan bila ada kemungkinan cedera bila terjatuh. Peralatan pelindung jatuh harus sesuai dengan situasi yang dihadapi.
- Pelampung yang sesuai ketentuan harus dikenakan setiap saat berada di dekat lokasi yang berair, yang memungkinkan mengalami bahaya tenggelam.

#### 1. Respon Keadaan Darurat (*Emergency Respond*)

Jika terjadi keadaan darurat karyawan diwajibkan segera laporkan ke Supervisor anda, dengan menggunakan jalur *emergency* jika tersedia. Pelapor wajib memberikan informasi nama pelapor, lokasi darurat, keadaan darurat, jumlah orang yang cedera dan keadaannya, dan pertolongan yang diperlukan.

Jika evakuasi diperlukan, pekerja wajib mengetahui tempat berkumpul di lokasi kerjanya. Ketentuan perusahaan terhadap respon keadaan darurat :

- Tinggalkan tempat kerja secara tenang dan teratur.
- Membantu orang lain yang cidera tanpa membahayakan diri sendiri.
- Jika sampai di lokasi berkumpul, melapor kepada supervisor dan tunggu informasi lebih lanjut.
- Dilarang meninggalkan tempat berkumpul sebelum diminta oleh supervisor.
- Dilarang kembali ke tempat kerja sebelum semuanya dinyatakan aman.
- Team respon keadaan darurat dibentuk untuk mengkoordinasikan tindakan penyelamatan dan penetralan kondisi darurat dalam satu komando.

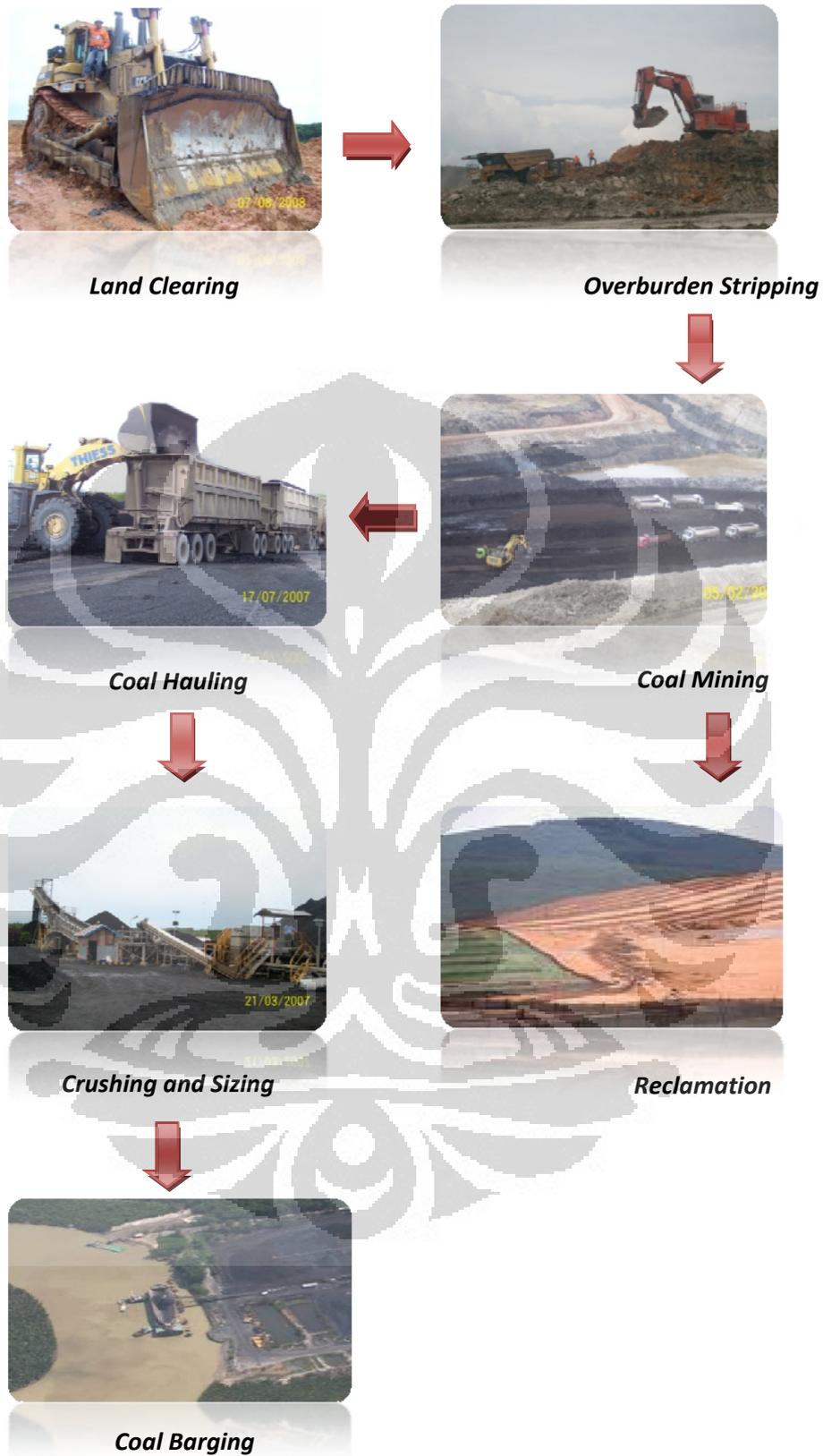
#### 5.6. Kegiatan Penambangan

Operasi penambangan yang dilakukan oleh PT X dilakukan dengan metode “*strip mining*” yaitu metode penambangan dengan jenjang-jenjang penambangan pada pengupasan tanah penutup dan penggalian batubara. Kemajuan penambangan didahului oleh kemajuan jenjang pada pengupasan tanah penutup, yaitu dibatasi oleh blok-blok penambangan.

Keuntungan dari metode ini adalah tanah penutup dapat langsung diangkut ke blok yang telah habis ditambang (*back filling digging method*) yang berfungsi sebagai *inpit dump*. Dengan demikian jarak dari muka penambangan ke *inpit dump* relatif tetap. Dengan adanya *inpit dump*, maka blok yang telah ditambang berada dalam keadaan terbuka dalam waktu yang relatif pendek, sehingga memungkinkan kita untuk membentuk lereng dengan kemiringan cukup besar (*highwall*), sehingga batubara yang dapat diambil juga bertambah besar.

Areal yang akan ditambang dibagi-bagi ke dalam blok-blok penambang dengan lebar 125 m. Metode penggalian yang digunakan adalah cara konvensional yaitu kombinasi alat-alat pemindahan tanah mekanis (alat gali, muat dan angkut) yaitu *backhoe* Liebherr 994 dan Hitachi 3600 dengan alat angkut *dump truck* Caterpillar 785 C dan Caterpillar 777 D.

Tahapan-tahapan dalam kegiatan penambangan batubara yang dilakukan oleh PT X sebagai berikut :



Gambar 5.3 Diagram alir penambangan batubara PT X

### 5.6.1. Pembukaan Lokasi Penambangan dan Pembersihan Lahan

Pembukaan dan pembersihan lahan dilakukan untuk mempersiapkan lokasi penambangan sebelum ditambang yang kegiatannya meliputi kegiatan pembersihan dari vegetasi (semak-semak dan pohon-pohonan) yang akan dibuang ketempat tertentu dan pembuatan jalan masuk ke medan kerja. Alat yang digunakan dalam kegiatan ini adalah *bulldozer* Caterpillar D 10 R atau Komatsu D 375.

### 5.6.2. Pengupasan Lapisan Penutup

Setelah kegiatan pembukaan dan pembersihan lahan selesai dilakukan maka akan dilanjutkan dengan kegiatan pengupasan lapisan penutup. Kegiatan ini dilakukan untuk memindahkan lapisan tanah penutup sebelum penambang menambang batubara. Kegiatan ini dibagi menjadi dua yaitu pengupasan lapisan tanah pucuk yang terdiri dari unsur hara dan pengupasan lapisan *ove burden*. Lokasi penimbunan dua jenis lapisan penutup ini tidak boleh pada suatu tempat yang sama. Penimbunan *top soil* harus pada tempat khusus yang sudah disediakan. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pengambilan kembali *top soil* tersebut untuk kegiatan reklamasi lahan bekas penambangan

Dalam kegiatan pengupasan tanah penutup ini perlu diketahui jenis materialnya. Bila material tanah penutup relatif keras perlu diadakan pembongkaran dengan pemboran dan peledakan sebelum penggalian dengan alat berat. Peledakan yang dilakukan adalah dengan menggunakan sistem peledakan non elektrik. Tetapi bila material tanah penutup ini merupakan lapisan yang relatif lunak maka material tersebut langsung dimuat dengan menggunakan alat muat *back hoe*. Alat muat yang digunakan oleh PT X adalah *back hoe merk* Liebherr 994, Liebherr 995 dan Hitachi 3600. Sedangkan untuk proses pengangkutan menuju ke lokasi penimbunan lapisan tanah penutup, alat angkut yang digunakan adalah *dump truck* Liebherr T252, Caterpillar 785 C, Caterpillar 777 D, Komatsu 530 M dan Komatsu HD 785. Pada lokasi penimbunan di tempatkan *bulldozer* yang berguna untuk mengatur timbunan yang ada dengan cara mendorong material yang ditumpahkan oleh alat angkut.

### 5.6.3. Penggalian dan Pengangkutan Batubara dari Pit Menuju *Stock Yard*

Proses penggalian batubara mengikuti arah kemajuan pengupasan material tanah penutup. Sebelum proses pengambilan batubara, terlebih dahulu dilakukan pembersihan dengan menggunakan *excavator hitachi 330* untuk menghilangkan *overburden* yang masih tertinggal diatas lapisan batubara. Setelah itu penggalian batubara baru dilakukan dengan menggunakan alat gali Komatsu PC 1250 dan diangkut menuju ke tempat penimbunan sementara (*stock yard*) dengan menggunakan alat muat *dump truck Caterpillar 777*.

### 5.6.4. Pengangkutan dan pengolahan Batubara

Pengangkutan batubara dari *stock yard* ke *crushing plant* dilakukan dengan menggunakan truk trailer melalui jalan tambang dengan jarak  $\pm 30$  km. Jalan tambang ini selalu dirawat dengan menggunakan *grader* agar jalan tidak bergelombang dan disiram agar tidak berdebu sehingga tidak berbahaya bagi pengemudi truk dan warga yang tinggal disekitar jalan tambang tersebut. Pada proses pemuatan batubara ke truk trailer dilakukan dengan menggunakan *wheel loader*.

Pengolahan dilakukan dengan cara kering. *Run of material (ROM)* yang berukuran  $\leq 600$  mm di masukkan melalui *hopper* dengan ukuran 11,8 x 7 x 7 meter, kemudian diremuk sebanyak 3 kali peremukan sehingga didapat produk kurang dari 50 mm.

### 5.6.5. Reklamasi

Areal yang telah selesai ditambang akan dilapisi dengan lapisan *top soil* dengan ketebalan antara 1 sampai dengan 2 meter. Tumbuhan yang digunakan oleh PT X untuk mereklamasi lahan bekas tambang adalah tanaman jenis akasia.

## 5.7. Aktifitas Pemeliharaan Alat dan Pengelasan

Seperti yang telah diketahui sebelumnya bahwa setiap proses kerja di dalam pengerjaan tambang menggunakan peralatan alat berat berteknologi tinggi, yakni :

- *Back hoe*; Liebherr 994, Liebherr 995, Hitachi 3600

- Excavator; Hitachi 330, Komatsu PC 1250
- Truk angkut alat berat; Caterpillar 785 C, 777 D, dan Komatsu 530 M, HD 785
- Bulldozer; Caterpillar D 8 R, D 10 R, D 10 T, Komatsu D 375
- Grader; Caterpillar CAT 16 H, 16 M

Semua peralatan tersebut memiliki struktur utama adalah logam atau metal atau baja dengan mekanisme pergerakan elektrik dan oli hidrolis. Untuk menjaga ketersediaannya dipapangan maka periode pemeliharaan secara reguler dilakukan oleh departemen *Plant* dengan tim mekanik, juru las, juru listrik tegangan rendah. Usaha pemeliharaan yang dimaksudkan adalah perbaikan-perbaikan peralatan secara mekanikal, elektrik, dan penggantian pelumas atau penambahan bahan bakar. Perbaikan mekanikal dapat berupa penggantian komponen atau *spare part* seperti *bucket excavator*, *blade dozer*, perbaikan tangga atau modifikasi pelindung mesin (*engine guard*), dll. Disini peranan juru las dalam aktifitas pengelasan sangat diperlukan.

Istilah las diartikan sebagai proses menyambung logam atau paduan logam dalam keadaan lumer atau cair. Untuk melumerkan/mencairkan bagian logam atau paduan logam yang akan disambung tersebut dengan menggunakan panas. Dengan demikian, mengelas merupakan kegiatan untuk menyatukan dua bagian logam atau lebih, dengan menggunakan energi panas agar dihasilkan ikatan metallurgi pada bagian sambungan tersebut. Pengelasan dilakukan dengan beberapa jenis metode, berikut ini dua diantaranya.

#### 5.7.1. Las Listrik (*Electrical Welding*)

Las didefinisikan sebagai ikatan metallurgi pada sambungan logam atau paduan yang dihasilkan oleh pemanasan pada suhu tertentu (*suitable temperature*), dengan atau tanpa penggunaan tekanan, dan dengan atau tanpa pemakaian logam pengisi (*filler metal*).

Prinsip kerja las listrik adalah dua metal konduktif (elektroda dan bahan induk) jika dialiri arus listrik yang cukup padat (*dense*) dengan tegangan yang relatif rendah akan menghasilkan loncatan elektron dalam bentuk busur listrik yang menimbulkan panas amat tinggi (lebih dari 9000<sup>0</sup>F) sehingga dapat

melelehkan ujung elektroda dan bahan induk pada bagian yang akan disambung. Lelehan itu membentuk suatu kawah cair yang akan membeku dan mengikat kedua bahan induk.



Gambar 5.4 Mesin las listrik

Untuk keselamatan kerja, tegangan yang dipakai adalah 35 - 250 V, dengan arus listrik 10 - 500 A dan panas yang dihasilkan lebih dari  $9000^{\circ}\text{F}$  ( $5000^{\circ}\text{C}$ ). Elektroda dibungkus oleh zat pelindung dengan berat jenis yang lebih ringan dari baja, sehingga melindungi baja dari oksidasi (reaksi dengan  $\text{O}_2$ ).

Untuk kesehatan kerja, partikel zat padat atau uap yang berukuran sangat kecil (kurang dari satu mikron) terbentuk bila logam dipanaskan. Kemudian uap logam mengalami kondensasi dan oksidasi dalam udara sehingga terbentuk oksidasi dari logam tersebut. Sifat fisik akibat debu asap las pada paru-paru, debu dalam las yang besarnya berkisar antara  $0,2\ \mu\text{m}$  sampai dengan  $3\ \mu\text{m}$ . Butir-butir debu asap dengan ukuran  $5\ \mu\text{m}$  atau lebih bila terhisap akan tertahan oleh bulu-bulu hidung dan bulu pipa pernafasan, sedangkan debu asap yang lebih halus akan terbawa masuk ke dalam paru-paru, di mana sebagian akan dihembuskan keluar kembali. Debu asap yang tertinggal dan melekat pada kantong udara di paru-paru dapat penyakit sesak nafas dan lain sebagainya.

Risiko kesehatan akan bertambah tinggi pada perilaku cara kerja yang dapat mengakibatkan hamburan debu, sebuk logam dan percikan api serta tumpahan bahan berbahaya dan memakai PPE yang tidak semestinya atau cara memakai yang salah.

Berikut ini beberapa peralatan las listrik yang digunakan pada unit kerja *welding* :

- a. Mesin las *Transformer AC / Generator DC*  
Adalah alat yang berfungsi merubah arus AC menjadi arus DC, dan sebagai alat yang menghasilkan tahanan untuk proses pengelasan.
- b. Kabel las yang dihubungkan dengan tangkai maupun penjepit las (*welding circuit*).
- c. Penjepit las dan tangkai las/penjepit elektroda (*electrode holder*).
- d. Alat yang berfungsi penjepit elektroda dan berguna sebagai holder.
- e. Elektroda yakni kawat (logam) las yang digunakan sebagai bahan tambahan di dalam pengisian penyambungan pipa-pipa.
- f. Pemotong besi.
- g. Mesin gerinda yaitu alat yang digunakan setelah selesai pengelasan untuk menghaluskan permukaan besi.

Kegiatan *Grinding* (gerinda) sangat erat dengan kegiatan pengelasan karena berfungsi untuk membersihkan kotoran-kotoran las setelah proses pengisian setiap pengelasan dan untuk menghaluskan permukaan lasan dengan menggunakan mesin gerinda agar hasil lasan lebih terlihat bagus karena permukaan halus dan rata dengan permukaan pipa sebelumnya.

### **5.7.2. Gas Metal Arc Welding (GMAW)**

Proses penyambungan dua material logam atau lebih menjadi satu melalui proses pencairan setempat, dengan menggunakan pencairan setempat, dengan menggunakan elektroda gulungan (*filler metal*) yang sama dengan logam dasarnya (base metal) dan menggunakan gas pelindung (*innert & active gas*). Gas pelindung yakni berupa Argon, Helium dan CO<sub>2</sub> digunakan untuk mencegah terjadinya oksidasi dan melindungi hasil las selama pembekuan (*solidification*)

### **5.7.3. Las Oxy-acetylene**

Las oxy-acetylene adalah semua proses pengelasan yang menggunakan campuran oksigen dan bahan bakar gas *acetylene* untuk membuat api sebagai sumber panas untuk mencairkan benda kerja. Oksigen dan *acetylene* dicampur

dalam suatu alat dengan komposisi tertentu sehingga api yang dihasilkan dapat mencapai suhu maksimum. Api tersebut berada pada ujung/moncong alat pembakar sehingga dapat diarahkan secara efektif ke arah bagian benda kerja yang akan disambung. Hanya sebagian kecil (bagian ujung) benda kerja yang mencair dan menyatu sehingga setelah membeku membentuk suatu sambungan yang kuat, dapat menyamai kekuatan benda tersebut.



Gambar 5.5 Pengelasan dengan *oxy-acetylene*

Keuntungan las ini dibanding proses yang lain adalah benda kerja dapat dipanaskan, dicairkan, disambung, dimuaikan ataupun dilunakkan dengan pemanasan *oxy-acetylene*. Pengelas dapat mengontrol dengan mudah panas yang masuk ke benda kerja, keenceran cairan logam, besar kawah yang terbentuk dan volume endapan lasan karena bahan tambah terpisah dengan sumber panas.

Las *oxy-acetylene* juga sesuai untuk mengelas benda kerja tipis dan pekerjaan reparasi. Ditinjau dari segi biaya awal dan operasional, las *oxy-acetylene* sangat murah. Disamping itu, peralatan yang murah tersebut dapat juga dipakai untuk keperluan yang lain seperti brazing, soldering, pemanasan awal, pemanasan akhir proses pengelasan lain, dan memanasi pipa yang akan dibengkok serta keperluan lainnya. Volume peralatan yang relatif kecil dan portable memungkinkan dibawa ke lapangan dan tidak tergantung keberadaan sumber energi yang lain. Keterbatasannya adalah tidak ekonomis untuk benda kerja yang tebal dan besar serta kurang sesuai untuk bahan benda kerja yang reaktif terhadap gas *acetylene* maupun yang dihasilkan dari proses pembakaran.

## BAB VI

### HASIL PENELITIAN

#### 6.1. Gambaran Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT X yang memiliki bagian pengelasan di *workshop* dan di luar *workshop* yang termasuk dalam divisi perawatan alat berat (*heavy equipment*). Akan berbeda risiko pajanan terhadap pernafasan kerja pada pengelasan yang dilakukan di dalam *workshop* dan di lapangan seperti di lokasi pertambangan. Jumlah karyawan juru las PT X sebanyak 19 orang dengan komposisi : 2 pengawas, 3 *foreman*, 4 juru las spesialis, 9 juru las, dan 1 juru las lapangan.

Pengelasan di *workshop* dikerjakan dalam bangunan *workshop* yang berada sekitar 90 meter dari jalan angkut batu bara yang memungkinkan masuk dalam jangkauan ambien debu. Sedangkan lokasi *workshop* terhadap lokasi penambangan terdekat Pit 20 yaitu berjarak sekitar 4,76 km. Bangunan *workshop* tersebut berbentuk persegi dan terbuka dari 3 sisi, sehingga dilusi terhadap debu ataupun *fume* secara umum oleh angin atau udara terbuka.



Gambar 6.1 Lokasi *Workshop* Khusus Aktivitas Pengelasan

Belum pernah dilakukan pengukuran secara spesifik terhadap kualitas udara ambien pada lokasi *workshop* maupun dosis pajanan pada pekerja. Namun jelas aktifitas pengelasan dengan material kawat las dan mesin las berisiko

menimbulkan *fume* yang terhirup oleh karyawan karena objek berada di zona pernafasan juru las sekitar 30 – 50 cm.



Gambar 6.2 Objek las dalam zona pernafasan juru las 30 - 50 cm

Pengelasan di lapangan adalah pekerjaan yang mengharuskan juru las melakukan perbaikan atau modifikasi di lokasi penggalian atau Pit. Lokasi tersebut padat aktifitas penambangan sehingga terdapat pajanan debu respirabel.

## 6.2. Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko

Identifikasi dan analisis risiko harus dilakukan pada pekerjaan pengelasan karena banyak terdapat bahaya, yang khususnya bahaya terhadap kesehatan pernafasan juru las. Dalam pengelasan bukan hanya tukang las yang harus menyiapkan segala sesuatu tentang perlengkapan las, tetapi yang lebih utama adalah persiapan lingkungan kerja yang diusahakan oleh pihak pengawas kerja ataupun perusahaan. Dengan cara meninjau apakah lokasi pengelasan layak ditempati oleh tukang las selama melaksanakan pekerjaan, misalnya apakah lokasi pengelasan panas sekali, sedikit aliran udara, mengandung gas-gas yang beracun atau mudah terbakar/meledak dan sebagainya. Begitu juga perlu dipelajari modus penyimpangan dari keadaan pengoperasian normal.

Secara pasti *fume* ada disetiap aktivitas pengelasan yang merupakan partikel zat padat atau uap yang berukuran sangat kecil (kurang dari satu mikron) terbentuk bila logam dipanaskan. Kemudian uap logam mengalami kondensasi dan oksidasi dalam udara sehingga terbentuk oksidasi dari logam tersebut.

Material yang digunakan dalam pengelasan berbeda tergantung skala yang digunakan untuk pekerjaan pengelasan dengan ketebalan metal >14 cm digunakan kawat las *flux core* dengan bantuan gas pelindung yakni gas campuran (Argon 75% dan Karbondioksida 25%). Sedangkan untuk ketebalan max 1 cm menggunakan *ferograf* dan kawat seng (*wire zink*).

### 6.2.1. Debu

- Probabilitas

Debu lingkungan (termasuk debu batubara) dapat mengakibatkan PAK bagi pekerja juru las di PT X. Tanpa proteksi pernafasan terhadap juru las dapat memungkinkan timbulnya beberapa kasus di tempat kerja. Kasus PAK debu dapat terjadi beberapa kasus di tempat kerja dengan jumlah orang berisiko 17 orang juru las yang aktif setiap hari dengan masing-masing perilaku dari total tenaga kerja 1.942 jiwa. Probabilitas ini diskalakan dalam nilai 30%.

- Konsekuensi debu lingkungan

Dalam konsekuensi ini mendeteksi efek pada juru las yang terpajan debu lingkungan termasuk debu batu bara yakni secara kronis menimbulkan penyakit silikosis dan penyakit gangguan paru-paru kronik. Konsekuensi diatas mendeskripsikan bahwa debu di lingkungan kerja termasuk dalam kategori dapat menimbulkan kerusakan nirpulih, cacat permanen atau kematian individual. Konsekuensi ini diskalakan dalam nilai 50%.

- Paparan

Juru las bekerja setiap hari terus menerus antara 10-12 jam per *shift*. Juru las mendapat kesempatan libur kerja setelah bekerja selama 13 hari. Selama jam kerja, juru las dapat bekerja di area *workshop* yang berjarak 90 meter dari jalan hauling batubara dan tempat curahan pengisian batubara ke dalam truk angkut. Selain itu juru las mungkin untuk di tugaskan di area pit atau area penggalian. Untuk nilai dosis spesifik paparan debu belum terukur namun lama paparan dapat menjadi variabel yang berpengaruh pada kesehatan pernafasan. Nilai paparan debu ini diskalakan dalam nilai 60%.

### 6.2.2. Fume

- Probabilitas

*Fume* dapat mengakibatkan PAK bagi pekerja juru las di PT X, dimana apabila belum terdapat proteksi maka memungkinkan timbulnya beberapa kasus terhadap juru las di tempat kerja. Kasus PAK akibat *fume* dapat terjadi beberapa kasus di tempat kerja dengan jumlah juru las berisiko adalah 17 orang juru las yang aktif setiap hari dengan masing-masing perilaku, dari total tenaga kerja 1.942 jiwa. Probabilitas ini diskalakan dalam nilai 30%.

- Konsekuensi

Konsekuensi inhalasi pajanan akut terhadap *fume zink* dapat menimbulkan demam metal *fume*, gejala menyerupai influenza, pada umumnya terjadi beberapa jam setelah terpajan dan termasuk gejala batuk, kedinginan, kehausan, demam, sakit otot, sakit dada, fatigue, nyeri saluran pencernaan, sakit kepala, mual dan muntah. Sedangkan pajanan kronik yang memungkinkan komponen *fume* seperti timbal, tembaga dan mangan beracun terhadap sistem saraf dan dapat menimbulkan kerusakan nirpulih, cacat permanen atau kematian individual. Konsekuensi ini diskalakan dalam nilai 50%.

- Pajanan

Juru las bekerja setiap hari antara 10 – 12 jam per *shift*, namun aktivitas pengelasan yang aktif dilakukan selama 5 – 6 jam (per hari) dengan waktu sisa tersebut diisi dengan aktivitas penggerindaan, pemukulan manual, pengecatan dan penulisan laporan. Selain itu ada pertimbangan lama bekerja bahwa 7 orang dari 17 juru las telah bekerja diatas 5 tahun dan 1 diantaranya sudah bekerja selama 13 tahun. Pajanan *fume* ini diskalakan dalam nilai 50%.

### 6.2.3. Gas Toksik

- Probabilitas

Terdapat beberapa gas toksik yang dihasilkan dari pengelasan dengan melibatkan 2 unsur nitrogen. Nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>) berasal dari nyala api

las dalam gas-gas di udara. Paparan terhadap Ozon dihasilkan dalam GMAW dan pengelasan dengan *plasma arc*. Kasus PAK akibat gas toksik dapat terjadi beberapa kasus di tempat kerja dengan jumlah juru las berisiko adalah 17 orang juru las yang aktif setiap hari dengan masing-masing perilaku, dari total tenaga kerja 1.942 jiwa. Probabilitas ini diskalakan dalam nilai 30%.

- **Konsekuensi**

Paparan ozon dapat menyebabkan hasil seperti sekresi lendir berlebihan, pusing, lesu, iritasi mata dan iritasi pada saluran pernafasan. Dalam kasus ekstrim, kelebihan cairan (*excess fluid*) dan bahkan *haemorrhage* dapat terjadi pada paru-paru. Efek iritan dari gas pada saluran pernafasan atas dan paru-paru mungkin untuk tertunda. Selain itu paparan Nitrogen Oksida (NO) menimbulkan efek hampir serupa dengan efek ozon pada saluran pernafasan. Inhalasi gas nitrogen oksida tidak selalu menimbulkan efek-efek iritan segera tetapi dapat menghasilkan cairan berlebihan di dalam jaringan paru-paru (*pulmonary oedema*) beberapa jam setelah berhentinya paparan. Efek buruk terhadap kesehatan seperti *pulmonary oedema*, yang mungkin menjadi kematian, sesak nafas, batuk, dll. Menimbulkan kerusakan nirpulih, cacat permanen atau kematian individual. Berdasarkan deskripsi ini maka konsekuensi gas toksik diskalakan dalam nilai 50%.

- **Paparan**

Juru las bekerja setiap hari antara 10 – 12 jam per *shift*, namun aktivitas pengelasan yang aktif dilakukan selama 5 – 6 jam (per hari) dengan waktu sisa tersebut diisi dengan aktivitas pengerindaan, pemukulan manual, pengecatan dan penulisan laporan. Konsekuensi ini diskalakan dalam nilai 50%.

### **6.3. Variabel Biaya Konsekuensi dan Variabel Biaya Pengendalian**

Berikut ini nilai variabel-variabel temuan sebagai deskripsi terkait *Cost-Benefit Ratio (B/C R)* terkait dengan penilaian risiko pernafasan pada aktivitas juru las di PT X.

### 6.3.1. Perkiraan Biaya Konsekuensi

Perkiraan biaya ini dibatasi dalam periode satu tahun dengan kemungkinan rincian perkiraan biaya pembelian dan perawatan masker untuk 19 orang karyawan terhadap konsekuensi yang dapat ditimbulkan. Perkiraan biaya konsekuensi adalah sebagai berikut:

#### *Biaya Langsung*

- Besarnya upah pekerja juru las di PT X per hari rata-rata sebesar Rp 240.875 (berdasarkan hasil wawancara dengan bagian keuangan dan karyawan juru las). Sedangkan untuk upah tersebut sudah termasuk lembur yang bervariasi per jamnya.
- Sampai saat ini, dalam data pemeriksaan kesehatan (MCU) bahwa tidak terdapat juru las yang dinyatakan tidak fit, namun secara risiko terdapat peluang dilihat dari lama bekerja. Berdasarkan data wawancara, 7 dari 17 juru las telah bekerja diatas 5 tahun dan 1 diantaranya sudah bekerja selama 13 tahun. Sehingga terdapat peluang diagnosa PAK yang timbul secara kronis. Berikut ini perhitungan risiko pembiayaan perawatan medis dan santunan, berdasarkan peraturan yang terdapat di buku Perjanjian Kerja Bersama (PKB) PT X tahun 2009 - 2011 dan berdasarkan UU No 13 tahun 2003. Bahwa pekerja yang mengalami sakit berkepanjangan (tidak dapat melakukan pekerjaan melampaui batas 12 bulan mendapat kompensasi yang dikelola oleh perusahaan :

| Lama bekerja<br>Juru las<br>berisiko | Uang Pesangon<br>(18 x gaji regular)<br>A | Uang Penghargaan<br>(5 x gaji regular)<br>B | Uang Pengganti Hak<br>15% x (A+B)<br>C |
|--------------------------------------|---|---|--|
| 18 tahun                             | 18 x Rp 2.314.300                         | 5 x Rp 2.314.300                            | 15 % (53.228.900)                      |
| Jumlah                               | Rp 41.657.400                             | Rp 11.571.500                               | Rp 7.984.335                           |
| Total                                | A+B+C = Rp 61.213.235                     |   |  |

| Lama bekerja<br>Juru las<br>berisiko | Uang Pesangon<br>(18 x gaji regular)<br>A | Uang Penghargaan<br>(5 x gaji regular)<br>B | Uang Pengganti Hak<br>15% x (A+B)<br>C |
|--------------------------------------|---|---|--|
| UU No 13<br>Tahun 2003               | 2 X A                                     | 2 X B                                       | C                                      |
|                                      | Rp 83.314.800                             | Rp 23.143.000                               | Rp 7.984.335                           |
| Total                                | 2A+2B+C = Rp 93.613.435                   |   |  |

Tabel 6.1 Tabel Nilai Maksimal Perkiraan Pembayaran Kompensasi

- Berdasarkan rekap kehadiran dalam setahun welder tidak hadir dengan keterangan sakit rata-rata 9 hari dari 19 orang dalam setahun. Biaya pengobatan sakit atau klaim medikal dalam rekaman yang dikelola PT X bahwa klaim pengobatan pribadi yang dibayarkan perusahaan dalam setahun adalah sejumlah rata-rata Rp 5.000.000,00 per orang. Jadi secara total biaya pengobatan pertahun untuk 19 orang juru las x Rp 5.000.000 = Rp 95.000.000. Adapun biaya pengobatan tersebut untuk semua diagnosa penyakit terkait termasuk ISPA seperti *common cold*, batuk, pilek, rhinitis, sinusitis, asma, dll.
- Biaya rehabilitasi dan pengobatan karyawan yang terdiagnosa terkena penyakit akibat kerja akan mendapat jaminan dari pihak asuransi. Semua karyawan telah didaftarkan dalam kepesertaan Jamsostek. Oleh karena itu biaya pengobatan diasumsikan 0. Namun dalam terjadinya kasus PAK terdapat biaya tenaga, administrasi dan transportasi dalam pengurusannya sekitar Rp 1.000.000 (Keterangan oleh bagian HR).

### ***Biaya Tidak Langsung***

- Biaya penundaan operasional alat. Ketika terjadi penundaan perbaikan pengelasan maka akan berdampak pada penundaan operasional alat. Dalam perkiraan departemen *plant* bahwa dalam setahun terdapat penundaan atau keterlambatan pengelasan akibat faktor tenaga kerja (*man*

*power*) yakni pada 15 *dump truck* sekitar 450 jam (dengan estimasi biaya keterlambatan operasional 450 jam x 92 US\$ x Rp 8.600,00 = Rp 356.040.000) dan pada 4 *libherr excavator* sekitar 50 jam (dengan estimasi biaya keterlambatan operasional 184 jam x 386 US\$ x Rp 8.600 = Rp 610.806.400 (kurs Rp 8.600/ 1 dollar). Biaya penundaan operasional yang dipengaruhi oleh absensi atau ketidak hadiran karyawan yang khususnya karena faktor kesehatan.

- Biaya rekrutmen juru las baru Rp 2.500.000 (training dan pemeriksaan kesehatan) asumsi berasal dari wawancara HRD.

### 6.3.2. Perkiraan Biaya Penyediaan *Local Exhaust Fan*

Secara rekayasa untuk mengurangi *fume* ataupun debu yang ada di zona pernafasan juru las maka dapat digunakan alat yang disebut Local Exhaust Fan. Biaya Pengendalian dengan menyediakan *portable exhaust fan* adalah sekitar 1553.617 dollar Amerika atau senilai Rp 13.361.106 (kurs Rp 8.600 = 1 US\$). Dengan mempertimbangkan lingkup pekerjaan dalam tim maka diperlukan 3 perangkat *exhaust*. Sehingga biaya pengendalian ini yang perlu disediakan Rp 40.083.318. Alat ini memerlukan daya listrik sekitar 800 watt dan dengan perawatan pengecekan. Sehingga perlu dianggarkan 20% sebagai biaya operasional dan perawatan dalam setahun sekitar Rp 8.016.663.



Gambar 6.3 *Height Fume-Air Portable HEPA Filtered Welding Fume Extractor*

### 6.3.3. Perkiraan Biaya Penyediaan Masker

Biaya pembelian masker ini sangat sederhana namun membutuhkan dana dan komitmen yang berkelanjutan dari manajemen. Berdasarkan rekomendasi NIOSH bahwa salah satu produk masker atau pelindung pernafasan untuk juru las adalah *Particulate Welding Respirator* N95 atau salah satu produk 3M berseri 8515. Masker tersebut efektif untuk perlindungan dari mineral, batubara, *iron ore*, *flour*, dan beberapa bahan lainnya. Tahan terhadap semprotan atau uap cairan atau partikel dasar non-oil. Masker tersebut untuk perlindungan *fume* logam yang dihasilkan dari pengelasan, brazing, pemotongan dan operasional lainnya yang melibatkan pemanasan logam.



Gambar 6.4 Masker atau *Particulate Welding Respirator* 8515 (3M Product)

Berdasarkan interview dengan OHES divisi 3M Indonesia, harga per kotak berisi 10 buah masker sekitar 30,8 dollar Amerika atau sekitar Rp 264.880/kotak (kurs Rp 8.600 = 1 dollar) atau sekitar Rp 26.488 per satu buah masker. Pelindung pernafasan ini berlaku untuk sekali penggunaan, namun jangka pemakaiannya tergantung dari perawatan yang diperlakukan. Masker tersebut dapat diperkirakan bertahan 4 hari, sehingga dalam satu tahun PT X akan mengeluarkan dana sebesar Rp 44.797.752 (19 Juru Las x 91 hari penggantian x Rp 26.488/ satu masker).

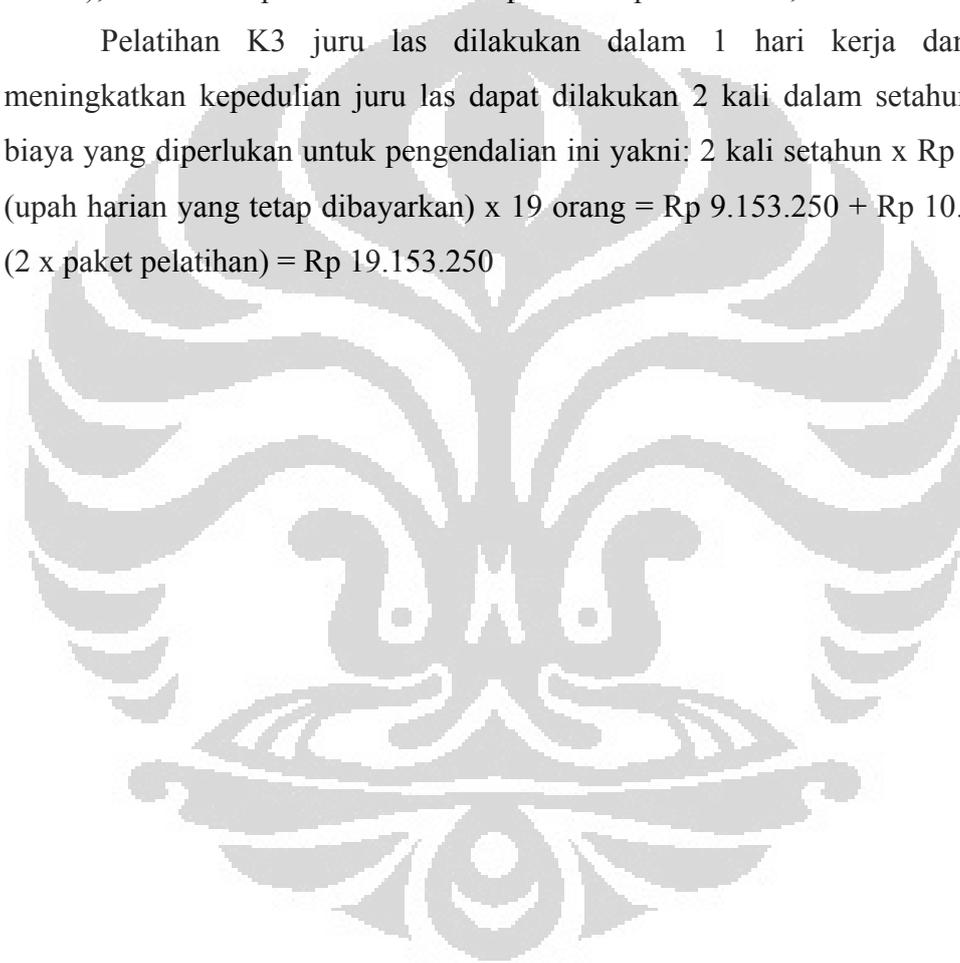
### 6.3.4. Perkiraan Biaya Pelatihan

Secara administratif, pengetahuan juru las dapat membantu perilaku juru las dalam menghindari bahaya dan risiko pengelasan terhadap pernafasan. Dalam *training* atau pelatihan, juru las diberitahukan bahaya dan dampak penyakit yang diakibatkan oleh *fume* maupun debu pengelasan. Selain itu pelatihan perlu mengajarkan penggunaan Masker maupun kelengkapan perlindungan yang lain

untuk memaksimalkan keefektifannya. Misalnya, masker yang tidak rapat penggunaannya akan mengizinkan *fume* masuk ke dalam pernafasan dari celah-celah masker. Selain itu, peletakan *hood* local exhaust fan yang terlalu jauh dari sumber *fume* menyebabkan kegagalan dalam penyedotian kontaminan.

Pelatihan kesehatan juru las dapat dikembangkan untuk memberi perhatian juru las terhadap perilaku sehari-hari atau faktor gaya hidup seperti efek merokok, efek alkohol, efek perjalanan dalam kendaraan (pencemaran udara di jalan umum), efek lokasi perumahan terhadap sumber pencemaran, dll.

Pelatihan K3 juru las dilakukan dalam 1 hari kerja dan untuk meningkatkan kepedulian juru las dapat dilakukan 2 kali dalam setahun. Maka biaya yang diperlukan untuk pengendalian ini yakni: 2 kali setahun x Rp 240.875 (upah harian yang tetap dibayarkan) x 19 orang = Rp 9.153.250 + Rp 10.000.000 (2 x paket pelatihan) = Rp 19.153.250



## BAB VII

### PEMBAHASAN

#### 7.1. Keterbatasan Penelitian

Dalam variabel penelitian ini terdapat beberapa keterbatasan, sehingga penelitian ini tidak bisa dikatakan sempurna, yaitu :

- Adanya asumsi dan estimasi dalam menentukan jumlah biaya pengobatan karena keterbatasan data yang didapat. Biaya-biaya yang dihitung didapat dari sumber-sumber literatur, undang-undang dan peraturan yang membahas mengenai K3. Sehingga perhitungan total biaya kerugian yang terjadi akibat penyakit akibat kerja tidak dapat maksimal.
- Pertimbangan faktor-faktor yang dapat berpengaruh seperti gaya hidup dan faktor lingkungan rumah pada kesehatan inhalasi tenaga kerja diluar dari pekerjaan belum dimasukkan.
- Perhitungan B/C Ratio ini hanya perhitungan matematika sederhana untuk membandingkan nilai manfaat suatu kontrol inhalasi juru las terhadap biaya kontrol yang dikeluarkan dimasa sekarang. Penelitian ini hanya merupakan gambaran bagaimana melihat manfaat dari suatu program K3 sehingga mendapat nilai estimasi dari suatu manfaat program tersebut. Jika diketahui manfaatnya dari segi ekonomi dapat meyakinkan perusahaan untuk meningkatkan program K3 khususnya pencegahan penyakit akibat kerja.
- Waktu penelitian yang terbatas, sehingga penelitian dari *benefit cost ratio* hanya dari satu jenis bahaya dan risiko dari biaya suatu program pengendalian bahaya dan risiko saluran pernafasan pada pekerjaan juru las.

#### 7.2. Penilaian Risiko Kesehatan Juru Las

| Pajanan<br>Penafasan | Probabilitas<br>(P) |                           | Konsekuensi<br>(C) |                          | Pajanan<br>(E) |                        | Risiko (R)<br>P x C x E |
|----------------------|---------------------|---------------------------|--------------------|--------------------------|----------------|------------------------|-------------------------|
|                      | Debu<br>(Batubara,  | Bisa terjadi,<br>beberapa | 30%                | Menimbulkan<br>kerusakan | 50%            | Kira-kira<br>satu kali | 60%                     |

| Pajanan<br>Penafasan  | Probabilitas<br>(P)                                   |     | Konsekuensi<br>(C)   |     | Pajanan<br>(E)   |     | Risiko (R)<br>P x C x E   |
|---|---|-----|--|-----|--|-----|---------------------------|
|   |   |     |  |     |  |     |                           |
| Silika)   | kasus di<br>tempat kerja                              |     | nirpulih, cacat<br>permanen atau<br>kematian<br>individual                                       |     | dalam sehari<br>yakni secara<br>terus<br>menerus<br>antara 2 - 4<br>jam per <i>shift</i>                           |     |                           |
| <i>Fume</i><br>(Zink<br>oksida,<br>komponen<br>timbang,<br>tembaga,<br>mangan)  | Bisa terjadi,<br>beberapa<br>kasus di<br>tempat kerja | 30% | Menimbulkan<br>kerusakan<br>nirpulih, cacat<br>permanen atau<br>kematian<br>individual.          | 50% | Kira-kira<br>satu kali<br>dalam sehari<br>yakni secara<br>terus<br>menerus<br>antara 2 - 4<br>jam per <i>shift</i> | 60% | 9%<br><i>Subtancial</i>   |
| Nitrogen<br>dioksida<br>(NO <sub>2</sub> ),<br>Ozon<br>dihasilkan<br>dalam<br>GMAW<br>dan<br>dengan<br><i>plasma</i><br><i>arc.</i> | Bisa terjadi,<br>beberapa<br>kasus di<br>tempat kerja | 30% | Menimbulkan<br>gangguan<br>kesehatan<br>yang nirpulih<br>namun tidak<br>menimbulkan<br>kematian. | 25% | Kira-kira<br>satu kali<br>dalam sehari<br>yakni secara<br>terus<br>menerus<br>antara 2 - 4<br>jam per <i>shift</i> | 60% | 4,5%<br><i>Priority 3</i> |

Tabel 7.1 Penilaian risiko kesehatan pernafasan Juru las PT X

Keterangan tingkat risiko :

- *Very High* : 100 %
- *Subtancial* : 5 % – <50 %
- *Acceptable* : < 2 %
- *Priority* : 50 – 99 %
- *Priority 3* : 2 % – < 5 %

Dari hasil observasi dan wawancara yang dilakukan bahwa disimpulkan secara deskriptif:

- a. Bahaya pajanan jalur inhalasi pada kegiatan juru las di *workshop* PT X adalah debu (batubara), *fume* berupa *zink* oksida, komponen timbal, tembaga, mangan yang berasal dari pemanasan dan reaksi bahan material pengelasan. Selain itu pajanan gas Argon, Nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>) dan Ozon dihasilkan dalam GMAW (*Gas Metal Arc Welding*), dan dengan *plasma arc*. Secara spesifik pajanan ini belum terukur konsentrasinya.
- b. Tingkat probabilitas risiko pada kegiatan juru las di *workshop* PT X dapat terjadi, beberapa kasus di tempat kerja karena dengan jumlah orang berisiko 17 orang juru las yang aktif setiap hari dengan masing-masing perilaku. Pekerja lebih mendapat pengetahuan keselamatan dan kesehatan di awal induksi K3. Sedangkan untuk pengetahuan tentang bahaya kesehatan dibahas singkat.
- c. Tingkat pajanan bahaya kepada juru las di *workshop* PT X kira-kira satu kali dalam sehari yakni secara terus menerus antara 2 - 4 jam per *shift*. Pengawas dilapangan telah mengatur bahwa juru las diberikan kesempatan waktu istirahat setelah mengelas 2 jam terus menerus.
- d. Tingkat konsekuensi pada kegiatan juru las di *workshop* PT X secara menyeluruh menimbulkan kerusakan nirpulih, cacat permanen atau kematian individual. Seperti inhalasi pajanan akut terhadap *fume zink* dapat menimbulkan demam metal *fume*, gejala menyerupai influenza, pada umumnya terjadi beberapa jam setelah terpajan dan termasuk gejala batuk, kedinginan, kehausan, demam, sakit otot, sakit dada, fatigue, nyeri saluran pencernaan, sakit kepala, mual dan muntah. Sedangkan pajanan kronik yang memungkinkan komponen *fume* seperti timbal, tembaga dan mangan beracun terhadap sistem saraf dan dapat menimbulkan kerusakan nirpulih, cacat permanen atau kematian individual. Selain itu, pajanan ozon dapat menyebabkan hasil seperti sekresi lendir berlebihan, pusing, lesu, iritasi mata dan iritasi pada saluran pernafasan. Dalam kasus ekstrim, kelebihan cairan (*excess fluid*) dan bahkan *haemorrhage* dapat terjadi pada paru-paru. Efek iritan dari gas pada saluran pernafasan atas dan paru-paru mungkin untuk

tertunda. Selain itu pajanan Nitrogen Oksida (NO) menimbulkan efek hampir serupa dengan efek ozon pada saluran pernafasan. Inhalasi gas nitrogen oksida tidak selalu menimbulkan efek-efek iritan segera tetapi dapat menghasilkan cairan berlebihan di dalam jaringan paru-paru (*pulmonary oedema*) beberapa jam setelah berhentinya pajanan. Efek buruk terhadap kesehatan seperti *pulmonary oedema*, yang mungkin menjadi kematian, sesak nafas, batuk, dll.

### 7.3. Pengendalian Bahaya Terhadap Inhalasi Juru Las PT X

Prinsip pengendalian risiko pernafasan juru las adalah dengan mengurangi dan menghambat konsentrasi debu, *fume* ataupun gas toksik yang masuk kedalam saluran pernafasan. Berikut ini pengendalian yang disarankan dalam mengurangi risiko kesehatan :

- a. *Portable local exhaust fan* merupakan alat yang digunakan dengan pompa untuk menarik atau menyedot *fume* dan debu yang berada di zona pernafasan juru las. Bersifat portable karna dapat dipindah posisi sesuai aktivitas juru las. Saat ini PT X belum maksimal dalam menyediakan lokal *exhaust fan*. Namun terdapat *blower* yang secara fisik dipersepsikan karyawan sebagai kendali dari *fume* dan juga dirasakan terlebih untuk mengurangi panas terhadap juru las.

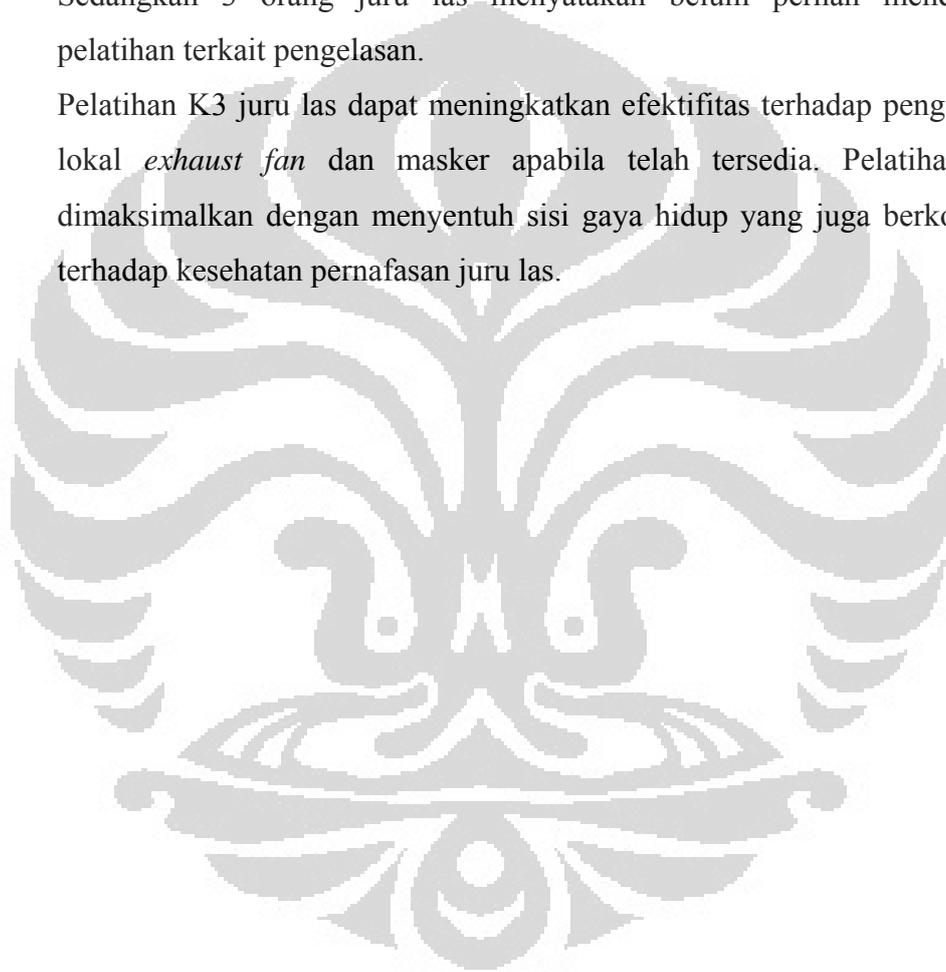


Gambar 7.1 Blower di workshop pengalasan

- b. Maker 3M 8515 N95 *recommended NIOSH* telah ada namun belum mencukupi pengantiannya. Masih ditemukan welder menggunakan masker biasa (tanpa respiratory filter).

- c. Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja terhadap juru las ditujukan untuk pengembangan perilaku dalam bekerja dan gaya hidup karyawan. Seperti diketahui bahwa kebiasaan merokok, kondisi lingkungan tinggal atau keluarga juga menjadi faktor kesehatan pernafasan dari juru las. Dalam wawancara 7 orang juru las pernah mendapat pelatihan pengelasan yang lebih bersifat operasional seperti : *perform welding activity*, SMAW (*Shield Metal Arc Welding*), dan induksi prosedur pengelasan & penggunaan APD. Sedangkan 3 orang juru las menyatakan belum pernah mendapatkan pelatihan terkait pengelasan.

Pelatihan K3 juru las dapat meningkatkan efektifitas terhadap pengendalian lokal *exhaust fan* dan masker apabila telah tersedia. Pelatihan dapat dimaksimalkan dengan menyentuh sisi gaya hidup yang juga berkontribusi terhadap kesehatan pernafasan juru las.



#### 7.4. Penilaian Integrasi *Benefit Cost Ratio* dan Penilaian Risiko Kesehatan Penafasan Juru Las

| Pajanan Penafasan | Risiko (R <sub>0</sub> ) | Konsekuensi   | Parameter Konsekuensi                         | Biaya Konsekuensi L <sub>0</sub> (Rp) | Biaya Exhaust C <sub>1</sub> (Rp)  | Risiko Sisa       |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|-------------------|--------------------------|---|---|---------------------------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                   |                          |   |   |                                       |  | (P <sub>1</sub> ) | (C <sub>1</sub> ) | (E <sub>1</sub> ) | (R <sub>1</sub> ) |                   |                   |                   |
| Debu              | 9%                       | Silikosis dan penyakit gangguan paru-paru kronik                    | • Rehabilitasi PAK                            | Klaim Asuransi                        | Local Exhaust Fan<br>Invest: 40.083.318<br>Opr: 8.016.663<br>Total: 48.099.981 | 30%               | 50%               | 20%               | 3%                |                   |                   |                   |
|                   |                          |   | • Administrasi & transportasi urusan Asuransi | 1.000.000                             |  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|                   |                          |   | • Perekrutan juru las baru (training & MCU)   | 2.500.000                             |  |                   |                   |                   |                   | Sisa Risiko       |                   |                   |
|                   |                          |   | • Dana kompensasi (pensiun)                   | 93.613.435                            | (P <sub>2</sub> )  |                   |                   |                   |                   | (C <sub>2</sub> ) | (E <sub>2</sub> ) | (R <sub>2</sub> ) |
| Fume, Gas         | 9%                       | Demam metal fume, iritasi pada saluran pernafasan, pulmonary oedema | • Penundaan pekerjaan                         | 610.806.400                           | Total Juru Las dan Pengawas = 19<br>Pengeluaran pertahun yaitu:<br>44.797.752  | 10%               | 50%               | 20%               | 1%                |                   |                   |                   |
|                   |                          |   | • Pengobatan jalan                            | 356.040.000                           |  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|                   |                          |   | • Penyelidikan medis dan uji lab              | 95.000.000                            |  |                   |                   |                   |                   | Sisa Risiko       |                   |                   |
|                   |                          |   | • Penyelidikan medis dan uji lab              | 2.000.000                             | (P <sub>3</sub> )  |                   |                   |                   |                   | (C <sub>3</sub> ) | (E <sub>3</sub> ) | (R <sub>3</sub> ) |
|                   |                          |   |   |                                       | Biaya Training C <sub>3</sub> (Rp)   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|                   |                          |   |   |                                       | 2x per tahun<br>19.153.250   | 10%               | 50%               | 20%               | 1%                |                   |                   |                   |
| Total             |                          |   |   | 1.160.959.835                         | 112.050.983  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |

#### 7.4.1. *B/C Ratio*

Berdasarkan tabel 7.2 bahwa perkiraan *B/C Ratio* proyek pengendalian kesehatan pernafasan jurulas PT X adalah sebagai :

$$\frac{\text{Manfaat (Benefit)}}{\text{Biaya (Cost)}} = \frac{1.160.959.835}{112.050.983} = 10,36$$

Dengan hasil *B/C Ratio* 10,36 dimana lebih dari satu ( $> 1$ ), maka proyek dengan pengendalian-pengendalian layak dilaksanakan.

#### 7.4.2. Integrasi *B/C Ratio* dan Nilai Risiko

Jadi penurunan risiko kesehatan terhadap saluran pernafasan dengan kendali 3 tahap yaitu local exhaust fan, masker dan pelatihan, diperkirakan dapat mengurangi biaya konsekuensi :

##### a. Kendali *Local Exhaust Fan*

$$\begin{aligned} L_1 &= (R_1\% : R_0\%) \cdot L_0 \\ &= (3\% : 9\%) \times 1.160.959.835 \\ &= \text{Rp } 386.986.611,7 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan local exhaust fan diharapkan dapat meminimisasi konsekuensi ataupun kerugian hingga 386.986.611 rupiah. Distribusi penurunan kerugian dapat berasal dari berbagai komponen biaya langsung dan tidak langsung.

##### b. Kendali Masker

$$\begin{aligned} L_2 &= (R_2\% : R_1\%) \cdot L_1 \\ &= (1\% : 3\%) \times \text{Rp } 386.986.611,7 \\ &= \text{Rp } 128.995.537,2 \end{aligned}$$

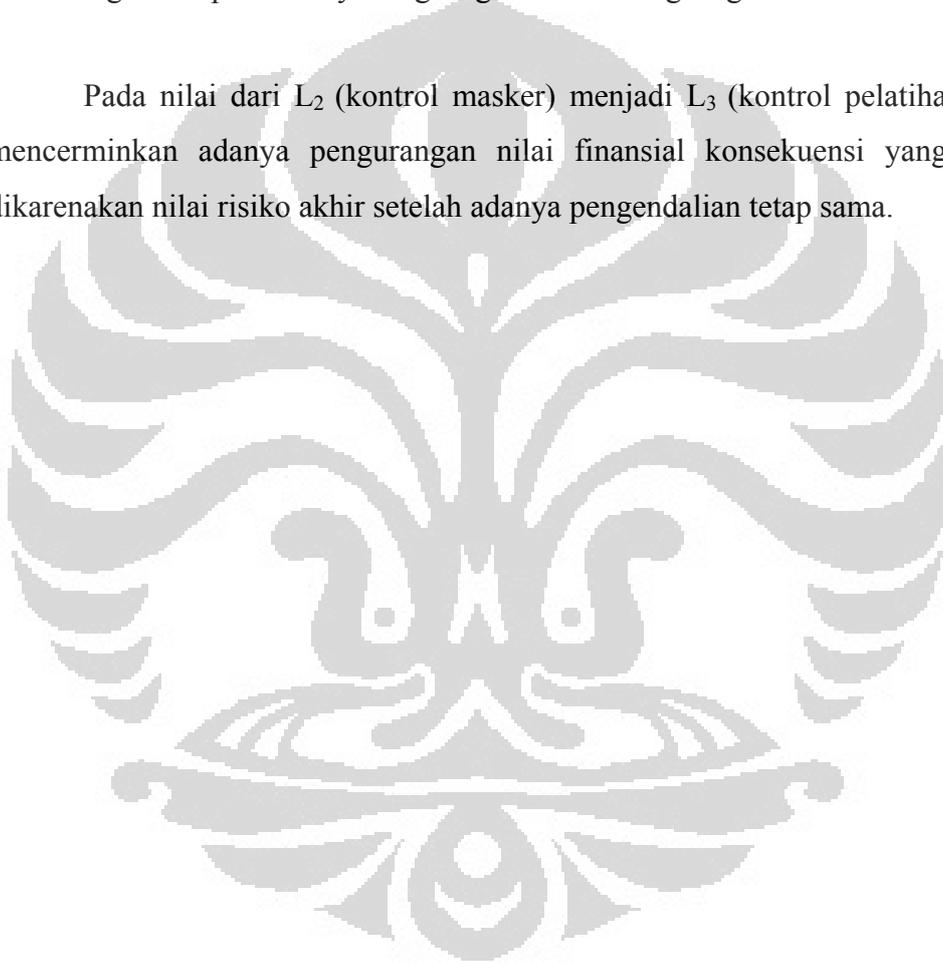
Dengan menggunakan masker diharapkan dapat meminimisasi konsekuensi ataupun kerugian hingga Rp 128.995.537,2 rupiah. Distribusi penurunan kerugian dapat berasal dari berbagai komponen biaya langsung dan tidak langsung.

c. Kendali Pelatihan / *Training*

$$\begin{aligned} L_3 &= (R_3\% : R_2\%) \cdot L_2 \\ &= (1\% : 1\%) \times \text{Rp } 128.995.537,2 \\ &= \text{Rp } 128.995.537,2 \end{aligned}$$

Dengan pelaksanaan training terhadap 19 orang (pengawas dan juru las) diharapkan dapat meminimisasi konsekuensi ataupun kerugian hingga 128.995.537,2 rupiah. Distribusi penurunan kerugian dapat berasal dari berbagai komponen biaya langsung dan tidak langsung.

Pada nilai dari  $L_2$  (kontrol masker) menjadi  $L_3$  (kontrol pelatihan) tidak mencerminkan adanya pengurangan nilai finansial konsekuensi yang timbul dikarenakan nilai risiko akhir setelah adanya pengendalian tetap sama.



## BAB VIII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 8.1. Kesimpulan

1. Bahaya pajanan inhalasi pada juru las di *workshop* PT X adalah debu (batubara), *fume* berupa *zink* oksida, komponen timbal, tembaga, mangan yang berasal dari pemanasan dan reaksi bahan material pengelasan. Selain itu pajanan gas Argon, Nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>) dan Ozon dihasilkan dalam *GMAW* (*Gas Metal Arc Welding*), dan dengan *plasma arc*. Secara spesifik ambien dan dosis pajanan ini belum terukur konsentrasinya.
2. Secara umum probabilitas dapat terjadi, beberapa kasus di tempat kerja karena dengan jumlah orang berisiko 17 orang juru las yang aktif setiap hari dan 2 orang pengawas dengan masing-masing perilaku. Pekerja lebih mendapat pengetahuan keselamatan dan kesehatan di awal induksi K3. Sedangkan untuk pengetahuan tentang bahaya kesehatan dibahas singkat.
3. Pajanan pada juru las di *workshop* PT X kira-kira satu kali dalam sehari yakni secara terus menerus antara 2 - 4 jam per *shift*. Pengawas dilapangan telah mengatur bahwa juru las diberikan kesempatan waktu istirahat setelah mengelas 2 jam terus menerus.
4. Konsekuensi pada kegiatan juru las di *workshop* PT X secara menyeluruh menimbulkan kerusakan nirpulih, cacat permanen atau kematian individual. Inhalasi pajanan akut menimbulkan dampak kesehatan seperti demam metal *fume* akibat *fume zink*. Sedangkan pajanan kronik yang memungkinkan komponen *fume* seperti timbal, tembaga dan mangan beracun terhadap sistem saraf dan dapat menimbulkan kerusakan nirpulih, cacat permanen atau kematian individual.

Efek iritan dari gas pada saluran pernafasan atas dan paru-paru mungkin untuk tertunda. Seperti pajanan ozon dapat menyebabkan hasil seperti sekresi lendir berlebihan, pusing, lesu, iritasi mata dan iritasi pada saluran pernafasan. Dalam kasus ekstrim, kelebihan cairan (*excess fluid*) dan bahkan *haemorrhage* dapat terjadi pada paru-paru.

Inhalasi gas nitrogen oksida tidak selalu menimbulkan efek-efek iritan segera tetapi dapat menghasilkan cairan berlebihan di dalam jaringan paru-paru (*pulmonary oedema*) beberapa jam setelah berhentinya pajanan. Efek buruk terhadap kesehatan seperti *pulmonary oedema*, yang mungkin menjadi kematian, sesak nafas, batuk, dll.

5. Secara umum berdasarkan perkalian variabel probabilitas, pajanan dan konsekuensi, tingkat risiko kesehatan pada pajanan inhalasi terhadap juru las di *workshop* PT X yaitu:
  - *Substantial* atau menengah (9%) memerlukan tindakan pencegahan. Risiko tersebut antara lain pada debu lingkungan (batubara, silika), *fume* (zink oksida, komponen timbal, tembaga, mangan)
  - *Priority 3* (4,5%) memerlukan tindakan pencegahan. Risiko tersebut antara lain nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), ozon dihasilkan dalam GMAW dan dengan *plasma arc*.
6. Posisi objek pengelasan berada di zona pernafasan juru las sekitar 30 – 50 cm. Pertimbangan menerapkan kontrol berupa *local exhaust fan*, penggunaan APD masker dapat mengurangi kemungkinan tingkat pajanan yang terinhalasi oleh juru las. Selain itu pelatihan K3 juru las dapat meningkatkan efektifitas jurulas untuk penggunaan masker ataupun *local exhaust fan* secara tepat. Selain pelatihan tersebut dapat menyadarkan juru las bahwa gaya hidup (contoh merokok) dan lingkungan rumah juga berpengaruh terhadap kesehatan inhalasi juru las.
7. Perbandingan besaran finansial antara *cost* dari biaya pengendalian yang berkisar Rp112.050.983 dan *benefit* dari tercegahnya konsekuensi Rp 1.160.959.835, menunjukkan *B/C Ratio* 10,36 atau bernilai > 1 atau maka proyek dengan pengendalian-pengendalian layak dilaksanakan.  
 Dengan menerapkan kontrol berupa *local exhaust fan*, penggunaan APD masker dan pelatihan K3 khusus juru las maka diharapkan konsekuensi Rp1.160.959.835 dapat tereduksi hingga menjadi Rp 128.995.537,2 berdasarkan perhitungan integrasi *cost-benefit ratio* dan risiko (%). Dengan catatan perhitungan masa kini dan distribusi penurunan kerugian dapat berasal dari berbagai komponen biaya langsung dan tidak langsung. Penelitian ini

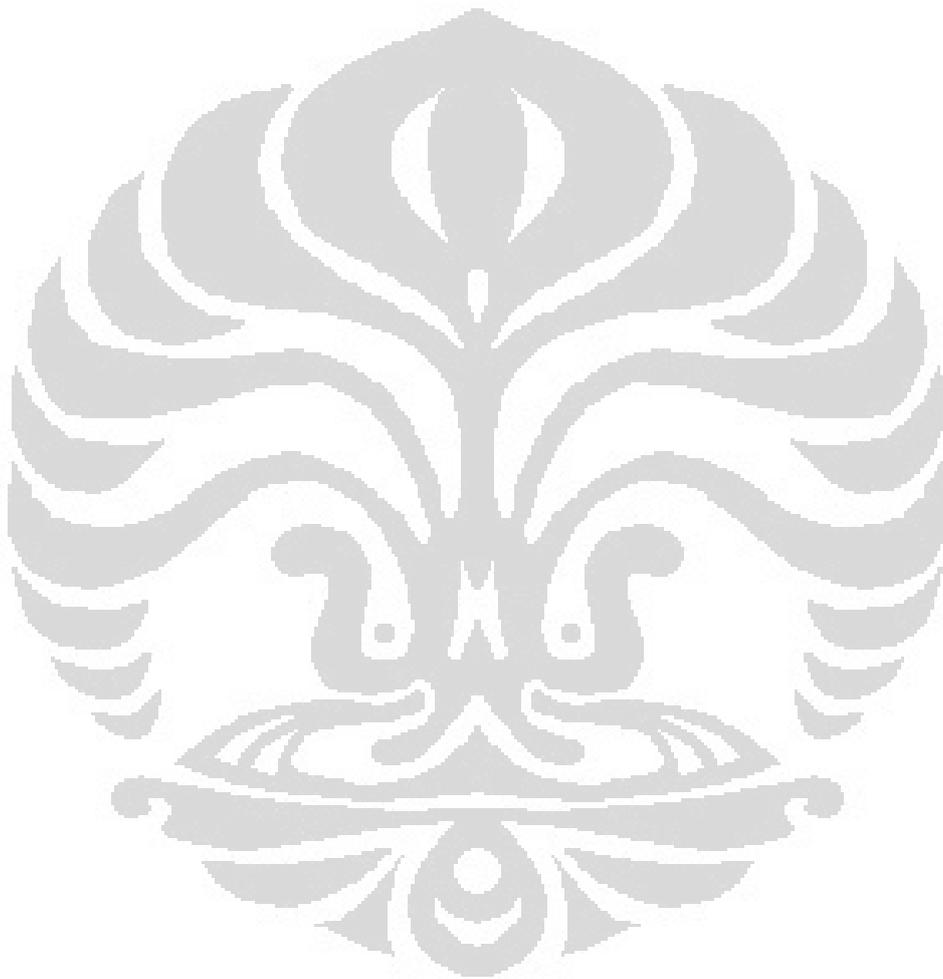
hanya merupakan gambaran bagaimana melihat manfaat dari suatu program K3 sehingga mendapat nilai estimasi dari suatu manfaat program tersebut. Jika diketahui manfaatnya dari segi ekonomi dapat meyakinkan secara advokasi terhadap perusahaan untuk meningkatkan program K3 khususnya pencegahan penyakit akibat kerja.

8. Apabila ditemukan tidak adanya perubahan nilai risiko (nilai risiko awal dan akhir tetap sama), maka integrasi *B/C Ratio* dan semikuantitatif penilaian risiko kesehatan tidak akan mencerminkan adanya pengurangan nilai finansial.

## 8.2. Saran

1. Bahaya paparan debu, *fume*, gas toksik belum pernah terukur secara uji lab oleh PT X. Akan lebih objektif dalam menentukan nilai risiko bila kadar bahaya telah terukur secara spesifik dan dibanding dengan nilai ambang batas.
2. Pencatatan penyakit pekerja dan biaya pengobatan yang dibayarkan oleh PT X dilakukan dengan pendataan penyakit berbasis *database* atau komputerisasi untuk melihat hubungan antara gangguan kesehatan yang dialami tenaga kerja dengan jenis pekerjaan yang dilakukannya. Hal ini dapat mempermudah perusahaan dalam melihat besar konsekuensi yang ditanggung perusahaan dari bahaya terhadap kesehatan tenaga kerja.
3. Pengaturan jeda istirahat setelah setelah pengelasan 2 jam secara terus menerus dan maksimal pengelasan 4 jam per hari dapat dipertahankan untuk mencegah peningkatan paparan.
4. Tingkat risiko *Substancial* 9% merekomendasikan perusahaan untuk memonitor pengendalian terhadap risiko inhalasi juru las di PT X
5. Penyediaan *local exhaust fan* dan alat pelindung pernafasan (masker khusus juru las) dapat menurunkan tingkat risiko penyakit akibat kerja terkait inhalasi juru las. Selain itu, perusahaan perlu mengembangkan pelatihan K3 khusus juru las dengan proporsi topik kesehatan sebanding dengan topik keselamatan. Pelatihan dapat dirancang dengan memberikan kesadaran kepada tenaga kerja bahwa faktor lingkungan rumah atau gaya hidup berpengaruh terhadap dampak penyakit yang dialami tenaga kerja.

6. Membuat perbandingan nilai manfaat dan biaya-biaya (*cost*) perlindungan dari setiap program pengendalian risiko, sebagai upaya advokasi dengan memberikan pandangan manfaat atau *benefit* kepada pihak manajemen.



## DAFTAR PUSTAKA

- ACGIH. 2009. *Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agent & Biological Exposure Indices 2009*.
- Asfahl, C. Ray. 1995. **Industrial Safety and Health Management 3<sup>rd</sup> ed.** Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice Hall
- A.M, Leman, et. al. 2010. *Monitoring of Welding Work Environmental in Small and Medium Industries (SMIs)*. Malaysia : IJRRAS.
- Bird, Frank dan Germain, George. 1990. **Practical Loss Control and Leadership**. Georgia: Loganville.
- Campbell, Herry dan Brown Richard. 2003. *Benefit-Cost Analysis*. New York: Cambridge University Press
- Colling, David. 1990. **Industrial Safety: Management and Technology**. Englewood Cliff: NY Prentice Hall
- Darmanto Djojodibroto.1999. **Kesehatan Kerja di Perusahaan**. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Goetsch, David. 1996. **Occupational Safety and Health in The Age of High Technology For Technologist, Engineers, and Managers**. 2<sup>nd</sup> ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Hu, Howard. 1983. **Occupational Health: Other Physical Hazard and Their Effects**. United State of America: Little, Brown and Company Boston.
- Health and Safety Executive (HSE). \_\_\_\_\_. *UK Government Publication, Health and Safety Benchmarking*. Suffolk, UK: Health and Safety Executive
- Joint Australian/New Zealand Standard. 2001. **Risk management AS/NZS 4360:2004**. Sydney: Standards Australia International

- Kasper D, Braunwald E, Fauci A, et al. 2004. **Harrison's Principles of Internal Medicine**, (ed 16). Columbus: McGraw Hill.
- Kenneth, et al. 1996. **Benefit-Cost Analysis in Environmental, Health, and Safety Regulation**. London: American Enterprise Institute Press
- Kurniawidjaja, Meily. 2010. **Teori dan Aplikasi Kesehatan Kerja**. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Kolluru, V. Rao, et. al. 1996. **Risk Assessment and Management Handbook**. New York: Mgraw-Hill
- Linda Rosenstock. 2006. **Disease Control Priorities in Developing Countries**. \_\_\_\_\_: WHO
- Miller, Wilhelmine, et. al. 2006. **Valuing Health for Regulatory Cost-Effectiveness Analysis**. Washington DC: National Academy of Sciences
- Muennig, Peter. 2008. **Cost Effectiveness Analyses in Health A Practical Approach 2<sup>nd</sup> ed**. San Francisco: John Wiley & Sons
- National Occupational Health and Safety Commission (NOHSC). 1990. **Welding: Fume and Gases**. Canberra: Australian Government Publishing Service.
- Occupatioanal Health and Safety Assessment Series OHSAS 18001:2007. **Occupational Health and Safety Management Systems – Requirements**. Project Group. July 2007
- Oregon OSHA. 2005. **OR-OSHA 107: "Selling Safety To Management"**. Oregon: Departement of Business and Consumer Business
- Purba, Radiks. 1997. **Analisa Biaya dan Manfaat (Cost and Benefit Analysis)**. Jakarta: Rineka Cipta
- Snook, Stover H. 1983. **Occupational Health: Back and Other Musculoskeletal Disorders**. United State of America: Little, Brown and Company Boston.

Wegman, David. 1983. **Occupational Health: Respiratory Disorder**. United State of America: Little, Brown and Company Boston

WHO. 1993. **Deteksi Dini Penyakit Akibat Kerja**. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

3M. 2000. ***N95 Particulate 3M recommended for welding, brazing, metal pouring and cutting User Instructions***. Canada: 3M Occupational Health and Environmental Safety Division

Undang-Undang Republik Indonesia No.13 Tahun 2003 **Tentang Ketenagakerjaan**

Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi. Peraturan Menakertrans No. 1 Tahun 1981 **Tentang Wajib Melapor Penyakit Akibat Kerja**

Jamsostek. Laporan Tahunan 2006. Jakarta: Jamsostek (Persero). 2006

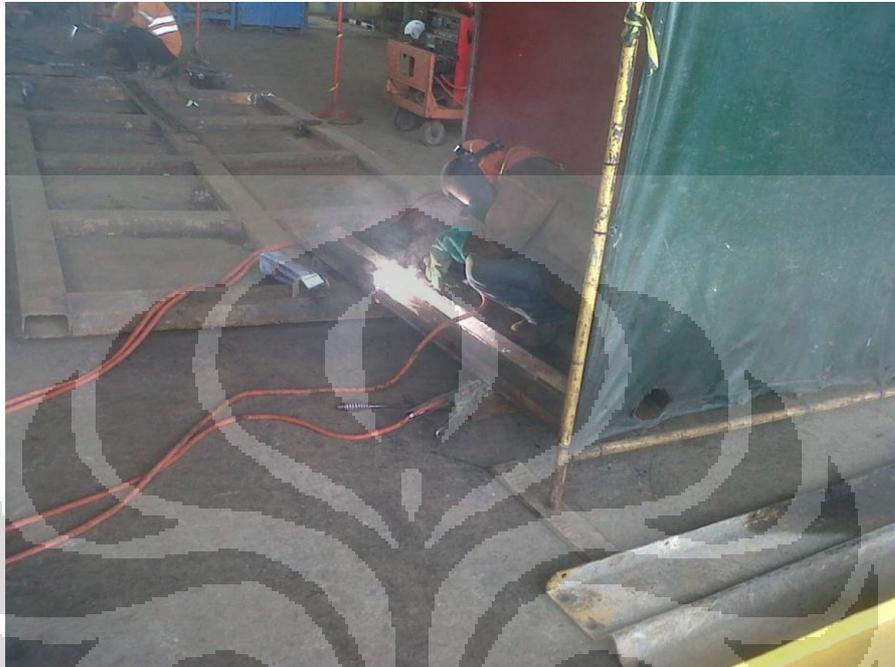
Jamsostek. Laporan Tahunan 2007. Jakarta: Jamsostek (Persero). 2007

Jamsostek. Laporan Tahunan 2008. Jakarta: Jamsostek (Persero). 2008

Jamsostek. Laporan Tahunan 2009. Jakarta: Jamsostek (Persero). 2009

## Lampiran 1

### Foto Aktifitas Pengelasan di *Workshop PT X*



## Lampiran 1

### Foto Aktifitas Pengelasan di *Workshop PT X*



## Lampiran 1

### Foto Aktifitas Pengelasan di *Workshop PT X*



## JOBSHEET 1

### PENGELASAN DENGAN LAS OXY ACCETYLINE MENGGUNAKAN SAMBUNGAN I

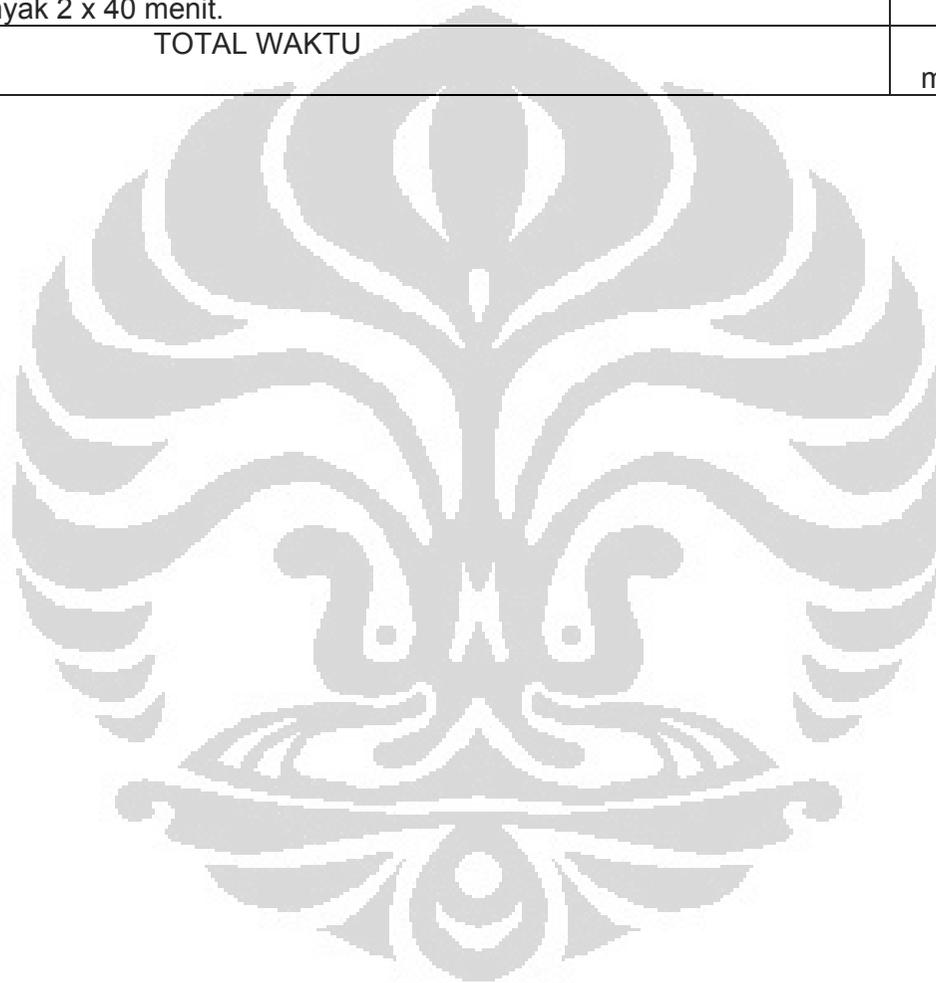
**Kompetensi dasar:** Mengelas pelat baja lunak posisi di bawah tangan dengan las oxy acetylene menggunakan jenis Sambungan I.

**Tujuan pembelajaran:** Setelah proses pembelajaran, diharapkan mahasiswa menguasai kompetensi dasar dalam mengelas pelat baja lunak untuk posisi di bawah tangan dengan las oxy acetylene menggunakan jenis sambungan I, dengan aspek kognitif level aplikasi, psikomotor level respon terbimbing, dan afektif level merespon.

| No | Kegiatan      | Unjuk Kerja  | Waktu    | Kontrol | Paraf |
|----|---------------|--|----------|---------|-------|
| 1  | PERSIAPAN     | Siapkan:<br>1) Peralatan keselamatan kerja (sepatu, baju kerja, kaca mata las, sarung tangan, dan pelindung kepala).<br>2) Benda kerja (pelat baja karbon rendah) ukuran 40x100x2 mm sebanyak satu buah.<br>3) Kawat las ukuran $\varnothing$ 2,5-3 mm.<br>4) Peralatan las (tabung gas oxygen dan acceteyline, slang, dan pembakar untuk ketebalan bahan 4 mm).<br>5) Alat-alat bantu pengelasan (tang penjepit, palu baja, korek api).   | 5 menit  | Visual  |       |
| 2  | LANGKAH KERJA | 1) Gunakan alat-alat keselamatan kerja.<br>2) Atur tekanan oxygen pada tekanan 5-7 psi dengan cara membuka kran oxygen sementara kran acetyiline tetap tertutup dan putar kran regulator oxygen sampai menunjukkan tekanan kerja, kemudian tutup lagi kran oxygen pada pembakar.<br>3) Atur tekanan acetyline pada tekanan 5-7 psi, dengan cara membuka kran acetyiline sementara kran oxygen tertutup dan putar kran regulator acetyline sampai menunjukkan tekanan kerja, kemudian tutup lagi kran acetyiline pada pembakar. | 35 menit | Visual  |       |

|   |             |  |  |        |  |
|---|-------------|--|--|--------|--|
|   |             | <ol style="list-style-type: none"> <li>4) Letakkan benda kerja pada meja las secara berdampingan dengan jarak antara kedua benda kerja sekitar 1-2 mm.</li> <li>5) Nyalakan api lasan berdasarkan urutan sebagai berikut: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Buka kran oxygen sedikit</li> <li>b) Buka kran acetyline sedikit lebih besar dari oxygen.</li> <li>c) Nyalakan gas dengan korek api las.</li> </ol> </li> <li>6) Atur nyala api las sampai mendapatkan jenis nyala api las yang sesuai dengan jenis pekerjaan (nyala netral) dengan cara mengatur perbandingan jumlah volume gas oxygen dan acetyline.</li> <li>7) Pegang pembakar dengan posisi 60-70<sup>0</sup> terhadap permukaan benda kerja pada arah kanan kiri dan 90<sup>0</sup> pada arah depan belakang.</li> <li>8) Pegang kawat las dengan posisi 30-40<sup>0</sup> terhadap permukaan benda kerja.</li> <li>9) Panaskan bagian benda yang akan dilas mulai dari pinggir kanan dengan cara memutar pembakar sampai terjadi kawah las.</li> <li>10) Masukkan ujung kawat las pada tepi kawah las dan panaskan hingga mencair dan bersatu dengan cairan bahan dasar.</li> <li>11) Angkat kawat las dan atur kawah lasan dengan api las sambil memutar dan menggerakkan maju pembakar.</li> <li>12) Lakukan pekerjaan nomor 10 dan 11 secara teratur dan terus menerus sampai ujung kiri benda kerja.</li> <li>13) Jika pengelasan telah sampai di ujung kiri benda kerja, matikan api las dengan urutan sebagai berikut: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Tutup kran acetylene.</li> <li>b) Tutup kran oxygen.</li> </ol> </li> <li>14) Jika seluruh pekerjaan telah selesai, tutup kembali aliran gas dari tabung dengan cara sebagai berikut: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Tutup kran regulator acetylene dan kran regulator oxygen.</li> <li>b) Buka kran oxygen dan acetylene pada pembakar sampai tekanan pada regulator menunjukkan nol.</li> </ol> </li> </ol> |  |        |  |
| 3 | HASIL KERJA | Benda kerja berbentuk plat dengan bahan baja karbon baja rendah disambung dengan menggunakan sambungan jenis I.  |  | VISUAL |  |

|             |                |  |             |  |  |
|-------------|----------------|--|-------------|--|--|
| 4           | WAKTU<br>KERJA | Waktu kerja standar 40 menit<br>Untuk mencapai keterampilan respon terbimbing diperlukan latihan<br>sebanyak 2 x 40 menit. |             |  |  |
| TOTAL WAKTU |                |  | 40<br>menit |  |  |



## JOB SAFETY AND ENVIRONMENT ANALYSIS

| <b>PROJECT/PROYEK:</b><br><br><b>SENAKIN MINE</b>   | <b>LOCATION OF WORK/LOKASI KERJA:</b><br><br><b>WORKSHOP AND FIELD</b>   | <b>Analysis By/Dianalisa oleh:</b><br>XXX   | <b>Date:</b> 4 January 09<br><b>Page (s)</b> 5  |
|---|--|---|---|
| <b>JOB DESCRIPTION/URAIAN PEKERJAAN:</b><br><br><h3 style="text-align: center;">CUTTING AND WELDING PIN TRACK LINK D6, D7G, D8R, D9R, D10R, D10T, D85SS, D375-A KOMATSU</h3>  |  | <b>Reviewed By/ Diperbaiki oleh:</b><br>XXX   | <b>JSEA No.</b> SA412   |
|   |  | <b>Approved By/ Disetujui oleh:</b><br>XXXX   | <input checked="" type="checkbox"/> <b>New/Baru</b><br><br><input type="checkbox"/> <b>Revised/Diperbaiki</b> |
| SEQUENCE OF BASIC JOB STEPS<br><i>LANGKAH-LANGKAH DASAR PEKERJAAN</i>   | POTENTIAL HAZARDS<br><i>POTENSI BAHAYA</i>   | RECOMMENDED ACTION OR PROCEDURE<br><i>REKOMENDASI TINDAKAN ATAU PROSEDUR</i>  | WHO<br><i>SIAPA</i>   |
| Break the job down into steps. Each of the steps should accomplish some major task and be logical/ <i>Uraikan pekerjaan ke dalam langkah-langkah kerja. Masing-masing langkah kerja harus memenuhi beberapa tugas utama dan harus logis</i> | Identify the hazards associated with each step. Examine each to find possibilities that could lead to an accident/ <i>Kenali potensi bahaya pada setiap langkah kerja. Pelajari masing-masing potensi bahaya tersebut untuk menemukan kemungkinan yang bisa mengarah kepada kecelakaan</i> | Using the first two columns as a guide, decide what actions are necessary to eliminate or minimise the hazards that could lead to an accident, injury or occupational illness/ <i>Gunakan kedua kolom pertama sebagai panduan tentukan-tindakan yang diperlukan untuk menghilangkan atau meminimalkan potensi bahaya yang dapat mengarah kepada kecelakaan, cedera atau sakit akibat kerja.</i> | Worker who conduct the activities/ <i>Pekerja yang akan melakukan kegiatan tsb.</i>                           |
| 1. Memarkir unit<br><b>Parking the unit</b>   | 1.1 Area parkir yang sempit dan tidak rata<br><b>Narrow and not level Parking Area</b>   | 1.1.1 Pastikan unit parkir di tempat yang datar dan mengikuti procedure X-H&S-PR-026 Mobile Plant parking and Reversing Procedure.<br><b>Make sure the unit parking on level and hard surface and follow Parking Procedure X_H&amp;S-PR-026 Mobile Plant Parking and Reversing</b>  | <b>Driver and Spotter</b>   |
|   |  | 1.1.2 Pastikan saat memarkir unit mengikuti panduan dari spotter X-H&S-PR-026.1 Spotter guidelines.<br><b>Spotter should be available and follow his guide as X-H&amp;S-PR-026.1 Spotter guide lines.</b>   | <b>Spotter</b>  |

| SEQUENCE OF BASIC JOB STEPS<br>LANGKAH-LANGKAH DASAR<br>PEKERJAAN | POTENTIAL HAZARDS<br>POTENSI BAHAYA                 | RECOMMENDED ACTION OR PROCEDURE<br>REKOMENDASI TINDAKAN ATAU PROSEDUR   | WHO<br>SIAPA                      |
|---|---|---|-----------------------------------|
|   |   | 1.1.3 Barricade dan wheel chock sudah terpasang dengan baik.<br><b>Ensure the barricade tape and wheel chock already installed properly</b>   | Mechanic                          |
| 2. Isolasi .<br>Isolation procedure.                              | 2.1 Power listrik<br>Electric Power                 | 2.1.1 Pastikan main switch ( clipsal ) dalam posisi off.<br><b>Make sure main switch (clipsal) on off position.</b>   | isolation officer and<br>Mechanic |
|   |   | 2.1.2 Pastikan clipsal dapat berfungsi dengan baik<br><b>Make sure the clipsal is function properly</b>   | isolation officer and<br>Mechanic |
|   |   | 2.1.3 Pastikan isolation officer melakukan pemeriksaan terhadap unit yang akan di lakukan perbaikan X-PLT-PR-049.3 Isolation Officer Flowchart<br><b>Make sure the isolation officer person does inspect around the unit prior to commence a repair X-PLT-PR-049.3 Isolation Officer Flowchart</b>  | isolation officer and<br>Mechanic |
|   |   | 2.1.4 Pastikan pad lock untuk isolation officer sudah terpasang, kemudian personal padlock, danger tag and out of service tag di pasang. X-PLT-PR-049 Isolation tagging and live testing procedure<br><b>Make sure the yellow pad lock has been attached, then the red padlock (personal Pad lock), personal danger tag and out of service tag installs.X-PLT-PR-049 Isolation tagging and live testing procedure</b> | isolation officer and<br>Mechanic |
| 3. Persiapan Material<br>Prepare of material                      | 3.1 Beban berat Material<br>Material load is weight | 3.1.1 Ikuti Prosedure kerja Penanganan Material Handling. X-H&S -PR-057<br><b>Follow material handling procedure X-H&amp;S -PR-057</b>  | Welder                            |
|   |   | 3.1.2 Gunakan sarung tangan X-H&S-PR-033.6 Hand Protection<br><b>Use hand gloves X-H&amp;S-PR-033.6 Hand Protection</b>   | Welder                            |

| SEQUENCE OF BASIC JOB STEPS<br>LANGKAH-LANGKAH DASAR<br>PEKERJAAN  | POTENTIAL HAZARDS<br>POTENSI BAHAYA                                       | RECOMMENDED ACTION OR PROCEDURE<br>REKOMENDASI TINDAKAN ATAU PROSEDUR  | WHO<br>SIAPA |
|--|---|--|--------------|
| 4. Persiapan Peralatan Kerja<br><i>Prepare of workplace</i>  | 4.1 Permukaan material tajam<br><i>Sharp of the material surface</i>      | 4.1.1 Ikuti Prosedure kerja Penanganan Material Handling. X-H&S-PR-057 Manual Handling Procedure<br><i>Follow material handling procedure X-H&amp;S-PR-057</i>   | Welder       |
|  | 4.2 Beban berat Material<br><i>Heavy material</i>                         | 4.2.1 Gunakan alat bantu pengangkatan jika perlu.<br><i>Use lifting tool if necessary</i>  | Welder       |
|  |   | 4.2.2 Periksa tagging pada kabel dan pastikan kondisi peralatan dalam keadaan baik<br><i>Check cable tagging and ensure on good condition</i>  | Welder       |
| 5. Pemotongan Menggunakan Oxy-Ace Cutting (Cutting Torch)<br><i>Use Oxy- Acetylene Cutting (Cutting Torch)</i> | 4.1 Peralatan yang rusak<br><i>The frazzelof tools</i>                    | 4.1.1 Periksa dan pastikan hose serta regulator aman untuk di gunakan. X-H&- PR-045 Gas Cylinders<br><i>Ensure and make sure hose and regulator safe to use X-H&amp;S-PR-045 Gas Cylinders</i>   | Welder       |
|  | 4.2 Gas Bertekanan<br><i>Gas pressure</i>                                 | 4.2.1 Gunakan PPE Leather Gloves, Face Shield. X-H&S-PR-033 Personal Protective Equipment<br><i>Use PPE Standard Safety Glass, Safety Helmet Safety Shoes X-H&amp;S-PR-033 Persona; Protective Equipment, Leather gloves, Face shield X-H&amp;S-PR-033</i> | Welder       |
|  | 4.3 Api dan Panas (molten,spark)<br><i>Fire and hot ( Molten, Spark )</i> | 4.3.1 Gunakan Google, Welding Cap, Apron dan Welding Screen.X-H&S-PR-033<br><i>Use Google, Welding cap, Apron, and Welding screen X-H&amp;S-PR-033 Personal Protective Equipment</i>   | Welder       |
|  | 4.4 Radiasi Cahaya Ultra Violet<br><i>UV light radiation</i>              | 4.4.1 Pakai Masker / Respirator. X-H&S-PR-033.5 (Respiratory Protection)<br><i>Use masker / Respiratory X-H&amp;S-PR-033 (Respiratory Protection)</i>  | Welder       |

| SEQUENCE OF BASIC JOB STEPS<br>LANGKAH-LANGKAH DASAR<br>PEKERJAAN | POTENTIAL HAZARDS<br>POTENSI BAHAYA                      | RECOMMENDED ACTION OR PROCEDURE<br>REKOMENDASI TINDAKAN ATAU PROSEDUR  | WHO<br>SIAPA                  |
|---|--|--|-------------------------------|
| 6. Menggerinda<br><i>Grinding</i>                                 | 5.1 Asap Beracun.<br><i>Poison smoke</i>                 | 5.1.1 Periksa dan pastikan kabel power aman untuk di gunakan serta hindari dari genangan air.  | Welder                        |
|   | 5.2 Bahaya Power Listrik<br><i>Electric power hazard</i> | 5.2.1 Gunakan Ear Plug/ Ear Muff<br><i>Use Ear plug/ Ear Muff</i>  | Welder                        |
|   | 5.3 Bising<br><i>Noise</i>                               | 5.3.1 Gunakan masker dan face shield<br><i>Use masker and face shield</i>  | Welder                        |
| 7. Pengelasan.<br><i>Welding</i>                                  | 7.1 Debu Gerinda<br><i>Dust of grind</i>                 | 7.1.1 Periksa & pastikan kabel power aman untuk dipakai & hindari genangan air.  | Welder                        |
|   | 7.2 Bahaya Power Listrik<br><i>Electric power hazard</i> | 7.2.1 Gunakan Welding cap dan pasang welding screen.<br><i>Use Welding Cap and put Welding screen</i>  | Welder                        |
|   | 7.3 Radiasi Infra red<br><i>Infra red radiation</i>      | 7.3.1 Gunakan Leather gloves<br><i>Use leather gloves</i>  | Welder                        |
|   | 7.4 Panas<br><i>Hot</i>                                  | 7.4.1 Pakai Masker.<br><i>Use masker</i>   | Welder                        |
| 8. Pekerjaan selesai<br><i>Finish job</i>                         | 8.1 Peralatan isolasi<br><i>Isolation device</i>         | 8.1.1 Pastikan semua peralatan isolasi ( pad log, danger tag, out of service tag dan isolation officer) sudah dilepas<br><i>Make sure isolation device ( pad log, danger tag, out of service tag and isolation officer) has been removed</i> | Isolation officer and involve |
|   |  | 8.2 Pastikan semua pekerjaan sudah diselesaikan dengan benar<br><i>Make sure all the job be finished correctly</i>   | Isolation officer and involve |
|   | 8.2 Garbage  | 8.2.1 Semua sisa sampah yang berserakan di bersihkan dan di tempatkan di tempat sampah<br><i>All waste materials over the floor should be clean up and put at bin/ scrap bin.</i>  | Mechanic and involve          |



## Lampiran 5

### Formulir pertanyaan dan wawancara

Tanggal Wawancara : Usia :

Nama Karyawan : Jenis Kelamin :

Jabatan :

1. Sudah berapa lama anda bekerja sebagai welder?

2. Sebutkan dan jelaskan riwayat pekerjaan anda?

| Tahun | Jabatan | Tugas dan Tanggungjawab |
|-------|---------|-------------------------|
|       |         |                         |
|       |         |                         |
|       |         |                         |
|       |         |                         |

3. Berapa jam anda bekerja dalam sehari?

- a. 6-7 jam      b. 8 - 9 jam      c. 10 - 11 jam      d. > 12 jam

4. Berapa lama anda melakukan pengelasan dalam satu hari?

- a. 1-2 jam      b. 3 - 4 jam      c. 5 - 6 jam      d. 7 - 8 jam      e. 9 - 10 jam

5. Apakah terdapat waktu tenggang atau jeda selama melakukan pengelasan?

- a. Ya      b. Tidak

Jika, berapa lama:

6. Dimana anda sering melakukan pengelasan?

- a. Di dalam pit      b. Di workshop

7. Berapa lama jarak anda istirahat ketika sedang melakukan pengelasan?

- a. 30 - 45 menit      b. 46 menit - 1 jam      c. 1 jam - 1,5 jam      d. > 1,5 jam - 2

8. Apakah anda menggunakan APD selama melakukan pengelasan?

- a. Ya                      b. Tidak

Jika Ya sebutkan APD apa saja yang digunakan untuk melindungi pernafasan anda.....

- 
- 
- 
- 

9. Apakah anda tahu bahaya atau risiko kesehatan apa yang terdapat pada aktivitas pengelasan?

- a. Ya                      b. Tidak

Jika ya, sebutkan:

10. Apakah ada peralatan lain untuk mengurangi pencemaran udara dalam workshop?

- a. Ya      b. Tidak

Jika ya, sebutkan :

11. Apakah anda memiliki penyakit keturunan seputar pernafasan?

- a. Ya      b. Tidak

Jika ya, sebutkan :

12. Apa nama mesin dan material yang anda gunakan selama pengelasan?

- 
- 
- 

13. Sebutkan dan jelaskan aktivitas selain pengelasan selama anda bekerja dalam 1 shift?

- 
- 

14. Apakah anda saat ini terdapat keluhan terhadap pernafasan?

- a. Ya      b. Tidak

Jika ya, sebutkan :

15. Apakah anda pernah mendapatkan pelatihan atau training tentang risiko kesehatan pengelasan dari perusahaan?

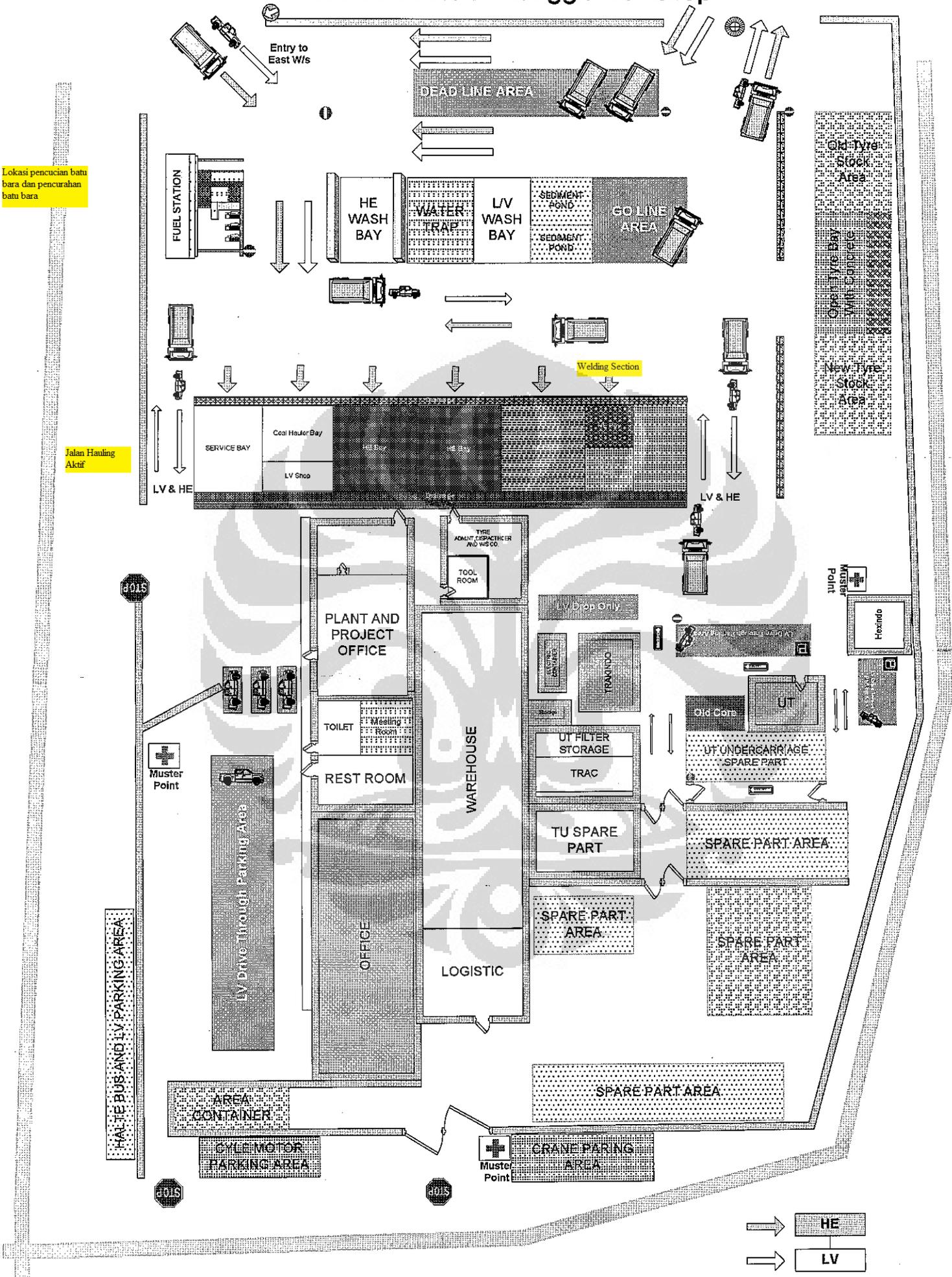
- a. Ya      b. Tidak

Jika ya, sebutkan :

# Route Access at Manggis Workshop

Lokasi pencucian batu bara dan pencurahan batu bara

Jalan Hauling Aktif



**Lampiran 6**  
**Ringkasan Wawancara**

| <b>Pertanyaan</b>                                      | <b>Subyek</b>          | <b>Ringkasan</b>  | <b>Detail</b>  |
|--|------------------------|---|--|
| Sudah berapa lama anda bekerja sebagai welder?         | Jurulas & Supervisor   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 9 jurulas telah bekerja 1-5 tahun</li> <li>• 7 jurulas telah bekerja &gt; 5 tahun</li> <li>• 1 orang telah bekerja 13 tahun</li> </ul> | Wawancara dilakuan terhadap 17 orang juru las dan 2 orang pengawas.  |
| Berapa jam anda bekerja dalam sehari?                  | Jurulas & Supervisor   | 10-12 jam / hari  | Bekerja setiap hari terus menerus antara 10-12 jam per <i>shift</i> . Juru las mendapat kesempatan libur kerja setelah bekerja selama 13 hari. |
| Berapa lama anda melakukan pengelasan dalam satu hari? | Jurulas dan supervisor | 6 orang: 5-6 jam/hari<br>3 orang: 7-8 jam/hari<br>10 orang : menjawab tidak tentu.  | Kebanyakan juru las menjawab aktivitas pengelasan yang aktif dilakukan selama 5 – 6 jam (per hari).  |

**Lampiran 6**  
**Ringkasan Wawancara**

| <b>Pertanyaan</b>  | <b>Subyek</b>        | <b>Ringkasan</b>   | <b>Detail</b>   |
|--|----------------------|--|---|
| Apakah terdapat waktu tenggang atau jeda selama melakukan pengelasan? Jika ya berapa lama? | Supervisor           | Ya   | Pengelasan 2 jam secara terus menerus dan maksimal pengelasan 4 jam per har   |
| Dimana anda sering melakukan pengelasan?   | Jurulas & Supervisor | Dari 19 orang; 16 di dalam workshop, 1 orang dilapangan, 2 orang dengan proporsi 50-50 | Semua jurulas mendapatkan kemungkinan untuk bekerja di luar workshop.   |
| Sebutkan dan jelaskan aktivitas selain pengelasan selama anda bekerja dalam 1 shift?       | Jurulas & Supervisor | Memotong, Penggrindaan, <i>Housekeeping</i>  | Memotong atau menggerinda, memukul, pemanasan plat baja, pengecatan, manual handling, ( <i>house keeping</i> – menyapu atau penyiraman lantai <i>workshop</i> ) |

**Lampiran 6**  
**Ringkasan Wawancara**

| <b>Pertanyaan</b>  | <b>Subyek</b>        | <b>Ringkasan</b>  | <b>Detail</b>  |
|--|----------------------|---|--|
| (Pengetahuan Juru Las)<br>Apakah anda tahu bahaya atau risiko kesehatan apa yang terdapat pada aktivitas pengelasan? Sebutkan? | Jurulas & Supervisor | Ya  | Asap las merusak paru-paru (merusak pernafasan), panas, radiasi sinar UV las yang sangat silau ke mata, sakit pinggang dan kanker kulit.                                   |
| Apakah anda saat ini terdapat keluhan terhadap pernafasan? Jika ya, sebutkan !   | Jurulas & Supervisor | Dari 19 orang:<br>Tidak = 8 juru las<br>Ya = 3 juru las<br>Ragu = 8 | Keluhan yang ada saat ini: sering batuk, alergi debu.  |
| Apakah anda memiliki penyakit keturunan seputar pernafasan?  | Jurulas & Supervisor | Tidak = 19 orang  |  |
| Apa nama mesin dan material yang anda gunakan selama pengelasan? Sebutkan  | Jurulas & Supervisor | Oxy Acetylene<br><br><i>Gas Metal Arc Welding (GMAW)</i>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Welding machine diesel &amp; electric</i></li> <li>• <i>Electodes</i></li> <li>• <i>Metal plate / besi material</i></li> </ul> |

**Lampiran 6**  
**Ringkasan Wawancara**

| Pertanyaan   | Subyek                          | Ringkasan | Detail  |
|--|---------------------------------|-----------|---|
|  |                                 |           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Base metal</i></li> <li>• <i>Oxy-Acetylene</i></li> <li>• <i>Welding machine transformer &amp; generator</i></li> <li>• <i>Wire: fluc core, ferograf, wire zink</i></li> <li>• <i>Gas pelindung: mix gases (75% Argon &amp; 25 % CO<sub>2</sub>)</i></li> </ul> |
| <p>Apakah ada peralatan lain untuk mengurangi pencemaran udara dalam workshop?<br/>Jika ya, sebutkan !</p> | <p>Jurulus &amp; Supervisor</p> | <p>Ya</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Welding Masker Respirator.</i></li> <li>• <i>Blower</i></li> </ul>  |

**Lampiran 6**  
**Ringkasan Wawancara**

| Pertanyaan   | Subyek               | Ringkasan  | Detail   |
|--|----------------------|--|--|
| Apakah anda pernah mendapatkan pelatihan atau training tentang risiko kesehatan pengelasan dari perusahaan?<br>Sebutkan1 | Jurulas & Supervisor | Ya = 7 orang<br>Tidak = 3 orang<br>Ragu = 10 orang | 7 orang juru las pernah mendapat pelatihan pengelasan yang lebih bersifat operasional seperti : <i>perform welding activity</i> , SMAW ( <i>ShieldMetal Arc Welding</i> ), dan induksi prosedur pengelasan & penggunaan APD.<br>Sedangkan 3 orang juru las menyatakan belum pernah mendapatkan pelatihan terkait pengelasan. |
| Apakah anda menggunakan APD selama melakukan pengelasan?   | Jurulas & Supervisor | Ya   | Jawaban 17 orang jurulas dan 2 orang supervisor  |

**Lampiran 6**  
**Ringkasan Wawancara**

| Pertanyaan  | Subyek          | Ringkasan | Detail  |
|---|-----------------|-----------|---|
| Apa pengaruh ketidak hadiran karyawan / juru las terhadap produksi? | Supervisor      | Ya        | <p>Pengaruhnya terhadap jumlah tenaga yang diperlukan sehingga terjadi kertelambatan unit untuk kembali melakukan operasional. Dimana dalam mekanisme pengaturan unit bahwa setiap jam unit harus dibayar walaupun unit beroperasi ataupun tidak. Biaya per jam alat yang dibebankan</p> <p><i>Libherr excavator</i> = 386 \$US<br/><i>Dump Truck</i> = 92 US\$</p> |
| Berapa jumlah juru las dan bagaimana susunan keorganisasiannya?     | Personal<br>HRD | 19 orang  | 2 supervisor, 3 <i>foreman</i> , 4 juru las spesialis, 9 juru las, dan 1 juru las lapangan  |

**Lampiran 6**  
**Ringkasan Wawancara**

| <b>Pertanyaan</b>   | <b>Subyek</b>   | <b>Ringkasan</b>  | <b>Detail</b>   |
|---|-----------------|---|---|
| Berapa jumlah tingkat absensi karyawan yang izin sakit dalam setahun?     | Personal<br>HRD | Keterangan sakit rata-rata 9 hari dari 19 orang setahun |   |
| Apakah biaya pengobatan karyawan ditanggung oleh perusahaan?              | Personal<br>HRD | Ya  | Biaya pengobatan sakit atau klaim medikal dalam rekaman yang dikelola PT X, dengan alokasi <i>budget</i> tertentu.                    |
| Apakah ada aturan yang mengatur tentang kompensasi Penyakit Akibat Kerja? | Personal<br>HRD | Ya  | Berdasarkan peraturan yang terdapat di buku Perjanjian Kerja Bersama (PKB) PT X tahun 2009 - 2011 dan berdasarkan UU No 13 tahun 2003 |

**Lampiran 6**  
**Ringkasan Wawancara**

| <b>Pertanyaan</b>  | <b>Subyek</b>   | <b>Ringkasan</b>   | <b>Detail</b>  |
|--|-----------------|--|--|
| Berapa biaya yang dikeluarkan perusahaan dalam setahun untuk biaya pengobatan penyakit terkait inhalasi? | Personal<br>HRD | Rp 5.000.000,00 per orang  | Bahwa klaim pengobatan juru las yang dibayarkan perusahaan dalam setahun adalah sejumlah rata-rata Rp 5.000.000,00 per orang. Nilai tersebut sudah di spesifikkan terhadap penyakit terkait saluran inhalasi (seperti radang, asma, dll) |
| Berapa biaya training yang biasa dibudgetkan oleh perusahaan?  | Personal<br>HRD | Rp 240.875 (upah harian yang tetap dibayarkan) / Hari + Paket pelatihan Rp 5.000.000/paket | Dikelola oleh <i>training center</i> di proyek   |

**Lampiran 6**  
**Ringkasan Wawancara**

| <b>Pertanyaan</b>                               | <b>Subyek</b>                                      | <b>Ringkasan</b>  | <b>Detail</b>  |
|---|--|---|--|
| Berapa biaya Masker                             | Provider<br>Masker 3M                              | Per kotak<br>berisi 10 buah<br>masker sekitar 30,8<br>dollar Amerika atau<br>sekitar Rp<br>264.880/kotak<br>atau sekitar Rp<br>26.488 per satu buah<br>masker | Berdasarkan interview dengan<br>OHES divisi 3M Indonesia.<br>(kurs Rp 8.600 = 1 dollar)        |
| Berapa biaya peralatan <i>local exhaust fan</i> | <i>Provider</i><br>Peralatan<br><i>Exhaust Fan</i> | 1553.617 dollar<br>Amerika atau senilai<br>Rp 13.361.106  | Berdasarkan penelusuran di<br>website <i>provider</i> peralatan K3<br>(kurs Rp 8.600 = 1 US\$) |