



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS PENGENDALIAN DEBU  
PADA INDUSTRI MEBEL  
DI AREA PRODUKSI PRE CUT PT X  
TAHUN 2011**

**SKRIPSI**

**ADE SAPTARI**

**0706272396**

**PROGRAM KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS INDONESIA  
2011**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS PENGENDALIAN DEBU  
PADA INDUSTRI MEBEL  
DI AREA PRODUKSI PRE CUT  
PT X TAHUN 2011**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana**

**ADE SAPTARI**

**0706272396**

**PROGRAM KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS INDONESIA**

**2011**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,

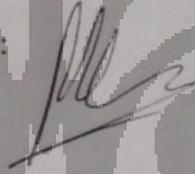
dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk

telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Ade Saptari

NPM : 0706272396

Tanda Tangan :



Juni 2011 : 23 Juni 2011

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Ade Saptari

NPM : 0706272396

Mahasiswa Program : S1 Reguler Kesehatan Masyarakat

Tahun Akademik : 2007

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

**Analisis Pengendalian Debu Pada Industri Mebel di Area Produksi Pre Cut PT  
X Tahun 2011**

Apabila 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, 28 Juni 2011



Ade Saptari

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Ade Saptari

NPM : 0706272396

Program Studi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Judul Skripsi : Analisis Pengendalian Debu Pada Industri Mebel di Area Produksi Pre Cut PT X Tahun 2011

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat pada Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : dr. Chandra Satrya, M.App.Sc

(.....)

Penguji : DR. Robiana Modjo, SKM, M.Kes

(.....)

Penguji : Ellen Happy Forever, S.Hut, MKKK

(.....)

Ditetapkan di : Depok, Jawa Barat

Tanggal : 28 Juni 2011

## Identitas Diri

Nama : Ade Saptari

NPM : 0706272396

Fakultas : Kesehatan Masyarakat

Jurusan : S1 Reguler Keselamatan dan Kesehatan Kerja

TTL : Bogor, 10 Desember 1988

Alamat Rumah: Kp. Kranji Barat Lingkungan 04 Rt 01/11 No. 29 Cibinong-  
Bogor (16918)

HP : 085694010398

E-mail : ade.saptari@gmail.com

Jejaring Sosial : bintang\_ade@rocketmail.com

Riwayat Pendidikan :

- 1 SDN Kranji 01, Cibinong 1994-2000
- 2 SLTP Tritura, Depok 2000-2003
- 3 SMU Negeri 1 Citeureup, Bogor 2003-2006
- 4 FKM UI K3 Depok, Jawa Barat Angkatan 2007

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak, maka sangat sulit bagi saya untuk dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibuku tercinta yang telah memberikan banyak dukungan baik materi ataupun moril. *“you are the reason why I did this all because you are the spririt of my life”*
2. Ayah dan nenek yang telah memberikan doa dan dukungannya serta kakak perempuanku beserta suami yang selalu memberikan dukungan materi dan juga motivasi.
3. Bpk Chandra Satrya selaku pembimbing skripsi.
4. Bpk. Monang selaku Kepala HRD PT X yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian di tempatnya.
5. Bapak Andre selaku Kepala Bagian Pre Cut yang telah mendampingi peenulis dalam pengambilan data.
6. Ibu Bian dan Mba Ellen selaku penguji sidang skripsi.
7. Rekan senasib dan sekamar Rubi Wanto dan Septio Wahyudi. *“Ini bukan akhir dari kebersamaan kita, kita terpisah untuk berkumpul kembali”*.
8. Rekan lainnya Indra, Indra Bramantara, Habib, Dani, Taufan, Zeiness, Deva, Dipta, Pandan Bikun, Fadlina, Frans, Diah, Bang Adit, dan rekan-rekan lainnya yang sudah turut membantu dalam penyusunan skripsi ini.

9. Putriana Rahim yang telah memberikan perhatian dan kasih sayang kepada penulis sehingga menggairahkan kembali semangat dalam pengerjaan skripsi ini. *“Tuhan memberikan aku sesuatu yang lebih. Dan itu kamu”*.
10. Satryo Bantarpraci yang telah meminjamkan mobilnya untuk pengambilan data konsentrasi debu dan Firman Adin yang telah bersedia menjadi supir mobil tersebut.
11. Rendi, Agi, Uta, Kiki, Isma, Bondan, Gilman, Menwa, Buyung, Novia, Restu DH, dan rekan-rekan Mapala UI lain yang selalu memberikan dukungan baik motivasi maupun fasilitas yang dibutuhkan penulis dalam pengerjaan skripsi. *“Gw ga bermaksud meninggalkan Mapala dan segudang kegiatannya. Gw cuma butuh sedikit waktu buat sendiri”*.
12. Teman-teman PHFC (*Public Health Futsal Club*) yang selalu menghibur penulis di kala sedih. *“Kita tim futsal yang hebat (setelah tim futsal sastra tentunya)”*.
13. Cowet, Apit, Mang Mpick, dan segenap warga kantin yang telah melayani penulis secara lahir (makan dan minum) dan batin (semangat dan motivasi). *“sory kalo ada yang lupa gw bayar”*.
14. Teman-teman lainnya yang sudah datang pada saat sidang, membantu, mendukung, dan mendoakan dalam pembuatan skripsi ini.

# HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

## TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Ade Saptari

NPM : 0706272396

Program Studi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Departemen : Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Fakultas : Kesehatan Masyarakat

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisis Pengendalian Debu Pada Industri Mebel di Area Produksi Pre Cut PT X Tahun 2011

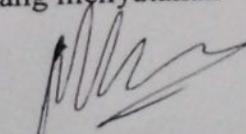
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok, Jawa Barat

Pada tanggal : 28 Juni 2011

Yang menyatakan



(Ade Saptari)

## ABSTRAK

Nama : Ade Saptari

Program Studi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Judul : Analisis Pengendalian Debu Pada Industri Mebel di Area Produksi Pre Cut PT X Tahun 2011

Skripsi ini membahas tentang analisa pengendalian debu yang dilakukan pada area produksi Pre Cut PT X tahun 2011. Penelitian ini adalah penelitian semi-kuantitatif dengan desain observasional. Variabel yang diteliti adalah tingkat konsentrasi debu pekerja, ventilasi alami, *local exhaust ventilation*, *housekeeping*, dan alat pelindung diri. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pengendalian yang dilakukan pada area produksi Pre Cut belum efektif dalam mengendalikan debu. Hal tersebut dibuktikan dengan hasil pengukuran konsentrasi debu di tiga unit (unit kerja pembelahan sebesar  $1.765 \text{ mg/m}^3$ , unit kerja pemotongan sebesar  $1.389 \text{ mg/m}^3$ , dan unit kerja penyerutan sebesar  $0.016 \text{ mg/m}^3$ ) dimana dua dari tiga unit kerja yang ada di area Pre Cut telah melewati Nilai Ambang Batas ( $1 \text{ mg/m}^3$ ) yaitu unit kerja pembelahan dan unit kerja pemotongan.

Kata kunci :

Debu, pengendalian.

## ABSTRACT

Name : Ade Saptari  
Programme : Occupational Health and Safety  
Title : Dust Control Analysis in Furniture Industry at Pre Cut Production Area at X Company 2011

This research discusses the analysis of dust control in the Pre Cut production area at X Company 2011. This study is a semi-quantitative study with observational designs. The variables studied were level of dust concentration of workers, natural ventilation, local exhaust ventilation, housekeeping, and personal protective equipment. Based on the results of research showed that the control in Pre Cut production areas have not been effective in controlling dust. This is evidenced by the results of measurements of dust concentration in the three units (fission units 1.765 mg/m<sup>3</sup> division, cutting unit of 1.389 mg/m<sup>3</sup>, and shaving unit 0.016 mg/m<sup>3</sup>) in which two of the three units in the area pre Cut has passed the Threshold Limit Value (1 mg/m<sup>3</sup>) are fission unit and cutting unit.

Keyword :  
Dust, control.

## Daftar Isi

Halaman Pernyataan Orisinalitas.....	ii
Halaman Pernyataan Bebas Plagiat .....	iii
Halaman Pengesahan .....	iv
Identitas Diri.....	v
Kata Pengantar.....	vi
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir Untuk Kepentingan Akademis.....	viii
Abstrak .....	ix
<i>Abstract</i> .....	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel.....	xiv
Daftar Gambar .....	xv
Daftar Lampiran.....	xvi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Pertanyaan Penelitian .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.4.1 Tujuan Umum .....	4
1.4.2 Tujuan Khusus .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.5.1 Bagi Institusi Pendidikan .....	4
1.5.2 Bagi Perusahaan .....	5
1.5.3 Bagi Peneliti .....	5
1.6 Ruang Lingkup .....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pencemaran Udara .....	6
2.1.1 Sumber Pencemaran Udara.....	6
2.1.2 Jenis Pencemaran Udara .....	7
2.1.3 Dampak Pencemaran Udara .....	7
2.2 Debu .....	9
2.2.1 Sifat Debu .....	9
2.2.2 Faktor-Fakor yang Mempengaruhi Efek Paparan Debu .....	11

2.2.3	Pembagian jenis Debu .....	11
2.2.4	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Dispersi Debu .....	13
2.2.5	Debu Kayu .....	14
2.3	Hirarki Pengendalian .....	15
2.4	Pengendalian Debu .....	17
2.4.1	Ventilasi .....	18
2.4.1.1	<i>General Ventilation</i> .....	18
2.4.1.2	<i>Dillution Ventilation</i> .....	19
2.4.1.3	<i>Local Exhaust Ventilation</i> .....	20
2.4.2	<i>Housekeeping</i> .....	23
2.4.3	Alat Pelindung Diri (APD) .....	23
2.5	Nilai Ambang Batas (NAB) .....	25
2.6	Pengukuran dan Analisis Konsentrasi Debu.....	26
2.5.1	Prinsip Peengambilan <i>Sample</i> .....	26
2.5.2	Panduan Pengambilan <i>Sample</i> .....	29
2.7	Gambaran Umum Proses Produksi Industri Furniture .....	31
2.8	Jalur Masuk dan Perjalanan Debu Dalam Sistem Pernapasan.....	33
2.9	Efek Debu Kayu Terhadap Kesehatan.....	35
2.7.1	Iritasi Mata, Hidung, dan Tenggorokan.....	35
2.7.2	Dermatitis.....	35
2.7.3	Efek Pada Sistem Pernapasan.....	36
2.7.4	Kanker.....	36
<b>BAB 3 KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DAN DEFINISI OPERASIONAL</b>		
3.1	Kerangka Teori .....	38
3.2	Kerangka Konsep .....	40
3.3	Definisi Operasional .....	42
<b>BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN</b>		
4.1	Desain penelitian .....	44
4.2	Waktu dan Lokasi .....	44
4.3	Objek Penelitian .....	44
4.4	Penentuan Lokasi Pengukuran Debu.....	44
4.5	Teknik Pengumpulan Data .....	45
4.5.1	Data Primer.....	45
4.5.2	Data Sekunder .....	46
4.6	Alir Strategi Kajian Pajanan di Tempat Kerja .....	47
4.7	Instrumentasi Data.....	48
4.8	Analisis Data .....	48

## BAB 5 GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

5.1 Sejarah Perkembangan PT X .....	50
5.2 Visi, Misi, Tujuan, dan Prospek Masa Depan PT X .....	51
5.3 Profil PT X .....	52
5.4 Eksistensi PT X .....	53
5.5 Produk lokal PT X .....	54
5.6 Bidang Usaha dan Proses Produksi .....	56
5.7 Struktur Organisasi PT X .....	59

## BAB 6 HASIL

6.1 Tingkat Konsentrasi Debu Pekerja Area Produksi Pre Cut PT X.....	61
6.1.1 Tingkat Konsentrasi Debu Pekerja Pada Unit Kerja Penyerutan..	61
6.1.2 Tingkat Konsentrasi Debu Pekerja Pada Unit Kerja Penyerutan..	62
6.1.3 Tingkat Konsentrasi Debu Pekerja Pada Unit Kerja Penyerutan..	62
6.2 Ventilasi Alami .....	63
6.3 <i>Local Exhaust Ventilation</i> .....	64
6.4 <i>Housekeeping</i> .....	64
6.5 Alat Pelindung Diri (APD) .....	66

## BAB 7 PEMBAHASAN

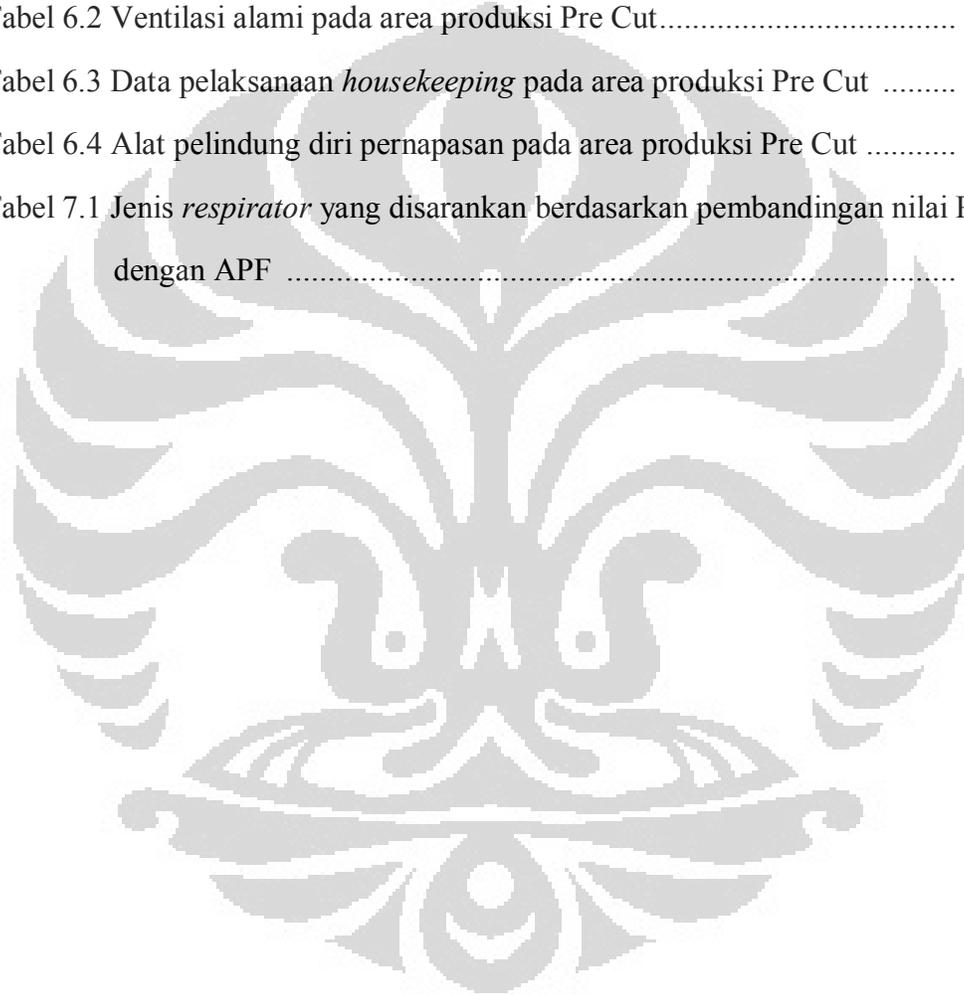
7.1 Kelemahan Penelitian .....	67
7.2 Tingkat Konsentrasi Debu Pekerja Area Produksi Pre Cut PT X.....	67
7.2.1 Tingkat Konsentrasi Debu Pekerja Pada Unit Kerja Penyerutan ..	67
7.2.2 Tingkat Konsentrasi Debu Pekerja Pada Unit Kerja Penyerutan ..	68
7.2.3 Tingkat Konsentrasi Debu Pekerja Pada Unit Kerja Penyerutan ..	69
7.3 Ventilasi Alami .....	69
7.4 <i>Local Exhaust Ventilation</i> .....	70
7.5 <i>Housekeeping</i> .....	71
7.6 Alat Pelindung Diri (APD) .....	73

## BAB 8 KESIMPULAN DAN SARAN

8.1 Kesimpulan .....	75
8.2 Saran .....	76
Daftar Pustaka .....	78
Lampiran .....	81

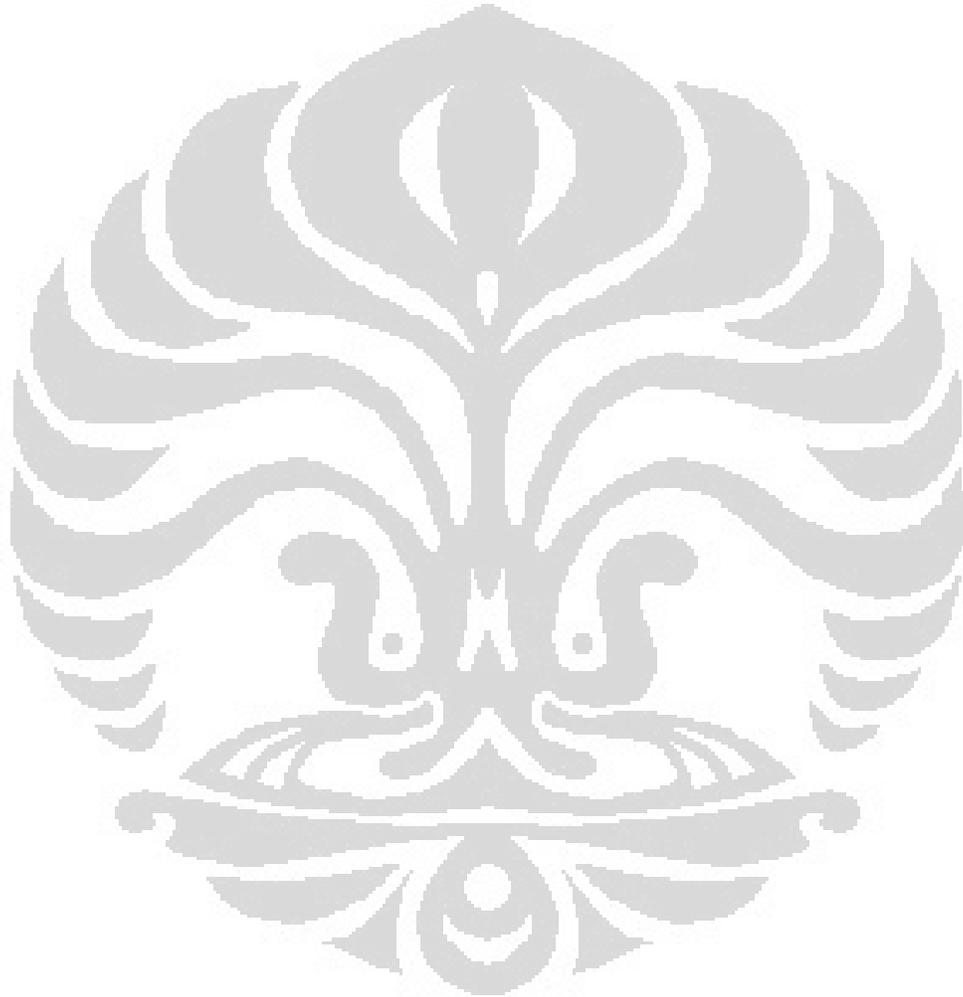
## Daftar Tabel

Tabel 2.1 Standar <i>local exhaust ventilation</i> untuk kegiatan industri kayu .....	22
Tabel 2.2 <i>Assigned protection factors</i> .....	24
Tabel 6.1 Konsentrasi debu pada area produksi Pre Cut .....	63
Tabel 6.2 Ventilasi alami pada area produksi Pre Cut.....	64
Tabel 6.3 Data pelaksanaan <i>housekeeping</i> pada area produksi Pre Cut .....	65
Tabel 6.4 Alat pelindung diri pernapasan pada area produksi Pre Cut .....	66
Tabel 7.1 Jenis <i>respirator</i> yang disarankan berdasarkan perbandingan nilai PF dengan APF .....	74



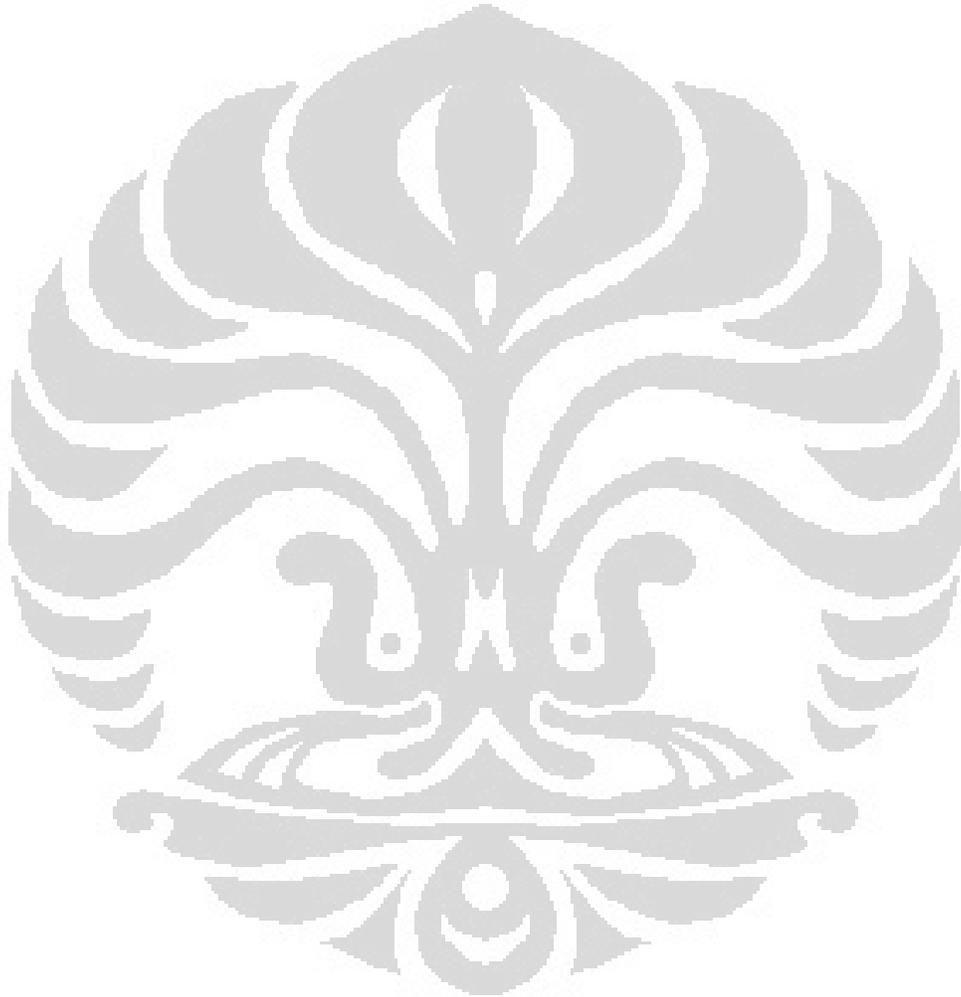
## Daftar Gambar

Gambar 3.1 Diagram metode pengendalian pajanan .....	39
Gambar 4.1 Diagram Alir Strategi Kajian Pajanan di Tempat Kerja .....	47



## Daftar Lampiran

Lampiran 1 Hasil *sampling* debu respirabel di area produksi Pre Cut PT X .. 81



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Industri furniture merupakan industri yang memegang peranan penting dalam menunjang aktivitas sehari-hari. Hampir di setiap tempat seperti di rumah tinggal, perkantoran, hotel, atau tempat komersial lainnya dapat kita temui produk-produk furniture seperti perabot rumah tangga yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan barang, tempat duduk, tempat tidur, meja, lemari, lain-lain. Bisa dikatakan bahwa hampir di setiap ruangan dapat ditemui produk-produk furniture. Furniture dapat terbuat dari kayu, bambu, logam, plastik dan lain sebagainya namun sebagian besar produk dibuat dari bahan dasar kayu karena bahan jenis ini dinilai lebih artistik dan sudah lama menjadi bahan dasar dalam pembuatan furniture.

Sejauh ini industri furniture Indonesia masih memiliki pamor bagus dalam perdagangan dunia. Selama tahun 2010, ekspor produk furniture dan kerajinan Indonesia mampu menembus angka USD 2,70 milyar atau mengalami peningkatan sebesar 20% dibandingkan dengan tahun 2009 lalu yang hanya mencapai USD 2,25 milyar (Badan Pusat Statistik). Demikian juga dari sisi pasar nasional, industri mebel lokal masih menguasai 70% pasar mebel domestik.

Setiap tahunnya, Indonesia mengalami perkembangan produksi industri furniture. Hal ini dikarenakan dukungan dari Pemerintah untuk mengembangkan industri furniture terlebih sektor ini telah ditetapkan pemerintah sebagai salah satu dari sepuluh komoditas unggulan ekspor Tanah Air. Pemerintah telah membuat kebijakan yang memudahkan investor dalam berinvestasi dan memperoleh bahan baku. Faktor lain yang mendorong perkembangan industri furniture adalah tingginya kebutuhan produk furniture seiring dengan meningkatnya bisnis properti baik di Indonesia maupun dunia. Meningkatnya produksi ini juga didukung oleh kualitas dan desain produk yang diminati oleh konsumen luar negeri dan ketersediaan bahan baku kayu yang dihasilkan oleh hutan-hutan Indonesia yang memiliki luas  $\pm$  138 juta Ha.

Seiring dengan perkembangan tersebut, timbul beberapa masalah yaitu meningkatnya tingkat pajanan di tempat kerja yang dihasilkan dari proses produksi. Proses pengolahan bahan baku kayu cenderung menghasilkan polusi udara berupa debu kayu. Debu tersebut akan mencemari udara area kerja dan lingkungan sehingga pekerja dan orang-orang di sekitar area produksi akan terpapar debu kayu. Diperkirakan jumlah pekerja yang terpapar debu kayu di Amerika Serikat pada tahun 2007, lebih dari setengah juta pekerja (519.651) (US Census Bureau) and sekitar 3.6 juta pekerja di 25 negara di Uni Eropa (Kauppinen *et al.*, 2006).

Debu kayu dapat terhirup dan terdeposit di hidung, kerongkongan, atau paru-paru, tergantung dari ukuran partikel debu tersebut. Keberadaan debu tersebut dapat menyebabkan beberapa masalah seperti iritasi kulit, infeksi saluran pernapasan atas (ISPA), gangguan fungsi faal paru, gangguan penglihatan, dan berkurangnya kenyamanan dalam bekerja. Debu kayu juga dikategorikan sebagai zat karsinogen terhadap manusia. Hal ini didasari oleh hasil penelitian mengenai debu kayu yang dilakukan oleh *International Agency for Research on Cancer (IARC)* pada tahun 1995 yang ditulis dalam literatur “*Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. Wood Dust and Formaldehyde. Volume 62*”. Dalam literatur tersebut, beberapa hasil studi menunjukkan bahwa pajanan debu kayu mempunyai asosiasi dengan kejadian kanker terutama *nasal cavities cancer* dan *paranasal sinuses cancer*.

Untuk mencegah atau meminimalisasi pemaparan debu terhadap pekerja diperlukan upaya-upaya pengendalian yang tepat agar konsentrasi debu tetap di bawah batas aman. Upaya pengendalian tersebut dapat dilakukan dengan pendekatan *engineering*, administratif, dan juga alat pelindung diri (APD). Pengendalian yang tidak efektif akan menyebabkan tinginya konsentrasi debu di tempat kerja. Kondisi ini akan meningkatkan risiko pekerja untuk terkena penyakit akibat pemaparan debu.

Sebagai salah satu industri furniture, PT. X mempunyai banyak emisi debu kayu di udara terutama pada area produksi Pre Cut. Beberapa upaya pengendalian pun telah dilakukan perusahaan untuk mengendalikan konsentrasi debu. Akan tetapi, debu kayu yang terlepas ke udara akibat proses produksi masih tetap tinggi. Oleh

karena itu, perlu dilakukan analisa terhadap pengendalian debu dan juga pengukuran konsentrasi debu untuk mengetahui tingkat efektifitas upaya pengendalian dalam mengendalikan konsentrasi debu. Untuk itu dalam penulisan ini, penelitian yang akan dilakukan adalah analisa pengendalian debu yang dilakukan di area produksi Pre Cut PT X tahun 2011.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam industri mebel, banyak debu kayu yang dihasilkan karena hampir semua proses pekerjaan pengolahan kayu menghasilkan debu. Debu kayu tersebut dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan beberapa efek kesehatan jika memapari pekerja.

Hasil pengamatan yang dilakukan peneliti di lingkungan produksi PT. X pada awal April 2011 terlihat banyak sekali debu kayu yang dihasilkan dari proses produksi. Area produksi Pre Cut merupakan area produksi yang menghasilkan debu kayu paling tinggi di antara area produksi lainnya karena semua proses kerja yang dilakukan yaitu menyerut kayu, membelah kayu, dan memotong kayu menghasilkan debu kayu dalam jumlah besar. Oleh karena itu, perusahaan melakukan beberapa upaya pengendalian berupa ventilasi alami, *local exhaust ventilation*, *housekeeping*, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Walaupun upaya-upaya pengendalian tersebut telah dilakukan, debu yang terdapat pada area kerja Pre Cut masih banyak baik yang beterbangan di udara maupun yang mengendap di lantai. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut, penulis ingin melakukan analisa mengenai pengendalian debu yang dilakukan di area produksi Pre Cut PT X tahun 2011.

## 1.3 Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana tingkat konsentrasi debu yang memapari pekerja di area produksi Pre Cut PT. X?
2. Bagaimana gambaran ventilasi alami yang ada pada area produksi Pre Cut PT. X?

3. Bagaimana gambaran sistem *local exhaust ventilation* di area produksi Pre Cut sudah memenuhi standar?
4. Bagaimana gambaran pelaksanaan *housekeeping* yang dilakukan pada area produksi Pre Cut dalam mengendalikan debu?
5. Bagaimana gambaran alat pelindung diri (APD) yang digunakan oleh pekerja di area produksi Pre Cut?

## **1.4 Tujuan Penelitian**

### **1.4.1 Tujuan Umum**

Mengetahui tingkat efektifitas pengendalian debu yang dilakukan di area produksi Pre Cut PT. X tahun 2011.

### **1.4.2 Tujuan Khusus**

1. Mengetahui tingkat konsentrasi debu yang memapari pekerja di area produksi Pre Cut PT. X.
2. Mengetahui informasi mengenai ventilasi alami yang ada di area produksi Pre Cut PT. X.
3. Mengetahui informasi mengenai sistem *local exhaust ventilation* di area produksi Pre Cut PT. X.
4. Mengetahui informasi mengenai pelaksanaan *housekeeping* yang dilakukan di area produksi Pre Cut PT. X.
5. Mengetahui informasi mengenai alat pelindung diri (APD) yang digunakan pekerja di area produksi Pre Cut PT. X.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

### **1.5.1 Institusi Pendidikan**

Sebagai salah satu bahan masukan untuk mengembangkan penelitian khususnya mengenai pengendalian debu dan pengukuran konsentrasi debu di industri furniture.

### 1.5.2 Perusahaan

Memberikan gambaran mengenai tingkat konsentrasi debu dan efektifitas pengendalian yang sudah dilakukan. Selain itu, peneliti juga memberikan rekomendasi mengenai pengendalian yang tepat sebagai bahan masukan untuk perusahaan.

### 1.5.3 Peneliti

Dengan penelitian ini, diharapkan dapat menambah wawasan dan keterampilan bagi penulis khususnya tentang penilaian efektifitas pengendalian debu dan pengukuran konsentrasi debu yang ada di tempat kerja dan mengaplikasikan secara langsung ilmu yang telah didapat selama perkuliahan.

## 1.6 Ruang Lingkup

Penulis akan meneliti tentang analisa pengendalian debu di unit produksi Pre Cut PT. X tahun 2011. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2011, yang berlokasi di area produksi Pre Cut PT X. Dalam penelitian ini akan dilakukan analisa mengenai pengendalian yang dilakukan di area produksi Pre Cut PT X yaitu ventilasi alami, *local exhaust ventilation*, *housekeeping*, dan alat pelindung diri (APD). Selain itu akan dilakukan pengukuran konsentrasi debu sebagai data pendukung untuk mengevaluasi pengendalian yang telah dilakukan. Data primer (nilai rata-rata konsentrasi debu respirabel) diperoleh dengan cara melakukan pengukuran debu di area kerja dengan menggunakan alat dan *Personal Dust Sampler* (PDS) sedangkan untuk data sekunder (upaya pengendalian di area Pre Cut) diperoleh dari dokumen-dokumen yang dimiliki PT X.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pencemaran Udara**

Pencemaran udara adalah kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, mengganggu estetika dan kenyamanan, atau merusak properti. Pencemaran udara adalah kondisi udara yang tercemar oleh bahan, zat-zat asing atau komponen lain di udara yang menyebabkan berubahnya tatanan udara oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Pencemaran udara mempengaruhi sistem kehidupan makhluk hidup seperti gangguan kesehatan, ekosistem yang berkaitan dengan manusia. Beberapa definisi gangguan fisik seperti polusi suara, panas, radiasi atau polusi cahaya dianggap sebagai polusi udara. Sifat alami udara mengakibatkan dampak pencemaran udara dapat bersifat langsung dan lokal, regional, maupun global. Atmosfer merupakan sebuah sistem yang kompleks, dinamik, dan rapuh. Belakangan ini efek dari emisi polusi udara dalam konteks global dan hubungannya dengan pemanasan global, perubahan iklim dan deplesi ozon di stratosfer semakin meningkat.

##### **2.1.1 Sumber Pencemaran Udara**

Pencemaran udara disebabkan oleh kegiatan yang bersifat alami dan kegiatan yang dilakukan manusia (Soedomo, 2001):

1. Sumber pencemaran alami dihasilkan oleh aktifitas alam seperti letusan gunung berapi, dekomposisi biotik, debu, dan spora tumbuhan, kebakaran hutan, dan lain-lain.

2. Sumber pencemaran akibat aktivitas manusia (kegiatan antropogenik) yang lebih sering terjadi dibandingkan pencemaran alami. Untuk pencemaran ini biasanya dikaitkan dengan kegiatan yang dilakukan manusia sehari-hari seperti aktivitas transportasi, industri, rumah tangga, pembangkit listrik, pembakaran (perapian, kompor, furnace, insinerator dengan berbagai jenis bahan bakar) dan lain-lain.

### **2.1.2 Jenis Pencemaran Udara**

Pencemaran udara dapat ditimbulkan oleh sumber-sumber alami maupun kegiatan manusia. Pencemar udara dibedakan menjadi pencemar primer dan pencemar sekunder. Pencemar primer adalah substansi pencemar yang ditimbulkan langsung dari sumber pencemaran udara. Karbon monoksida adalah sebuah contoh dari pencemar udara primer karena ia merupakan hasil dari pembakaran. Pencemar sekunder adalah substansi pencemar yang terbentuk dari reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer. Pembentukan ozon dalam smog fotokimia adalah sebuah contoh dari pencemaran udara sekunder.

1. Pencemar primer : pencemar yang di timbulkan langsung dari sumber pencemaran udara.
2. Pencemar sekunder : pencemar yang terbentuk dari reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer. Contoh: Sulfur dioksida, Sulfur monoksida dan uap air akan menghasilkan asam sulfurik.

### **2.1.3 Dampak Pencemaran Udara**

1. Dampak kesehatan

Substansi pencemar yang terdapat di udara dapat masuk ke dalam tubuh melalui sistem pernapasan. Jauhnya penetrasi zat pencemar ke dalam tubuh bergantung kepada jenis pencemar. Partikulat berukuran besar dapat tertahan di saluran pernapasan bagian atas, sedangkan partikulat berukuran kecil dan gas dapat

mencapai paru-paru. Dari paru-paru, zat pencemar diserap oleh sistem peredaran darah dan menyebar ke seluruh tubuh. Dampak kesehatan yang paling umum dijumpai adalah ISPA (infeksi saluran pernapasan akut), termasuk di antaranya, asma, bronkitis, dan gangguan pernapasan lainnya. Beberapa zat pencemar dikategorikan sebagai toksik dan karsinogenik.

## 2. Dampak terhadap tanaman

Tanaman yang tumbuh di daerah dengan tingkat pencemaran udara tinggi dapat terganggu pertumbuhannya dan rawan penyakit, antara lain klorosis, nekrosis, dan bintik hitam. Partikulat yang terdeposisi di permukaan tanaman dapat menghambat proses fotosintesis. pH normal air hujan adalah 5,6 karena adanya CO<sub>2</sub> di atmosfer. Pencemar udara seperti SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> bereaksi dengan air hujan membentuk asam dan menurunkan pH air hujan. Dampak dari hujan asam ini antara lain:

- Mempengaruhi kualitas air permukaan
- Merusak tanaman
- Melarutkan logam-logam berat yang terdapat dalam tanah sehingga mempengaruhi kualitas air tanah dan air permukaan
- Bersifat korosif sehingga merusak material dan bangunan

## 3. Efek rumah kaca

Efek rumah kaca disebabkan oleh keberadaan CO<sub>2</sub>, CFC, metana, ozon, dan N<sub>2</sub>O di lapisan troposfer yang menyerap radiasi panas matahari yang dipantulkan oleh permukaan bumi. Akibatnya panas terperangkap dalam lapisan troposfer dan menimbulkan fenomena pemanasan global. Dampak dari pemanasan global adalah:

- Pencairan es di kutub
- Perubahan iklim regional dan global

#### 4. Kerusakan lapisan ozon

Lapisan ozon yang berada di stratosfer (ketinggian 20-35 km) merupakan pelindung alami bumi yang berfungsi memfilter radiasi ultraviolet B dari matahari. Pembentukan dan penguraian molekul-molekul ozon (O<sub>3</sub>) terjadi secara alami di stratosfer. Emisi CFC yang mencapai stratosfer dan bersifat sangat stabil menyebabkan laju penguraian molekul-molekul ozon lebih cepat dari pembentukannya, sehingga terbentuk lubang-lubang pada lapisan ozon. Kerusakan lapisan ozon menyebabkan sinar UV-B matahari tidak terfilter dan dapat mengakibatkan kanker kulit serta penyakit pada tanaman. Pencemaran udara dapat bersifat langsung dan lokal, regional, maupun global.

### 2.2 Debu

Debu merupakan partikel solid yang memiliki ukuran mikron (Tomany, 1975). Sedangkan menurut WHO (1999) debu adalah partikel padat dengan ukuran antara 1 µm sampai 100 µm yang dapat menjai pencemar udara bergantung pada asalnya, karakteristik fisiknya dan kondisi udara *ambient*.

#### 2.2.1 Sifat Debu

Sifat-sifat yang dimiliki debu adalah sebagai berikut (Depkes RI, 1993):

##### 1. Sifat Pengendapan

Berat molekul debu yang dipengaruhi gaya gravitasi bumi menyebabkan debu cenderung tertarik turun ke permukaan lantai. Akan tetapi, jika beratnya terlalu rendah, debu akan terangkat dan melayang-layang di udara karena aliran udara di sekitar debu tersebut. Debu yang terendap mempunyai kemungkinan mengandung proporsi partikel yang lebih besar dari pada yang terdapat di udara.

## 2. Sifat Higroskopis

Pada permukaan partikel debu terdapat lapisan air yang tipis yang disebabkan oleh fenomena absorpsi sehingga debu tersebut selalu basah. Sifat higroskopis yang dimiliki ini memungkinkan debu untuk berikatan dengan bahan kimia lain. Sifat ini dapat dimanfaatkan untuk melakukan pengendalian terhadap debu yaitu dengan menambah kandungan air kepada debu sehingga beratnya bertambah dan mengendap di lantai atau tanah.

## 3. Sifat Penggumpalan

Lapisan air yang terdapat pada permukaan debu menyebabkan debu dengan mudah berikatan dengan bahan kimia lain dan menyebabkan penggumpalan. Fenomena ini akan dipengaruhi oleh turbulensi udara di sekitar dan tingkat kelembaban yang melampaui titik saturasi yang akan meningkatkan pembentukan penggumpalan. Oleh karena fenomena-fenomena tersebut, terdapat cairan yang terkonsentrasi dalam debu dan menyebabkan ukuran partikel menjadi lebih besar.

## 4. Sifat Listrik

Sifat ini menyebabkan debu dapat menarik partikel lain yang memiliki muatan listrik yang berbeda. Kontak yang terjadi antara partikel debu yang memiliki muatan debu yang berbeda muatan akan mempercepat penggumpalan dan pengendapan.

## 5. Sifat Optis

Dengan sifat optis yang dimiliki membuat debu dapat memantulkan cahaya yang dikenal dengan fenomena Tyndall. Fenomena ini dapat kita lihat jika terdapat sinar yang menimpa debu dalam kamar gelap.

### 2.2.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Efek Paparan Debu

Tingkat keparahan dari efek yang yang ditimbulkan oleh paparan debu dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu (Olishisfski, 1985;172):

1. Jenis dan karakteristik debu.
2. Lamanya waktu paparan.
3. Konsentrasi debu di udara tempat kerja yang ada di sekitar pekerja
4. Ukuran Partikel debu

Untuk meminimalisasi efek dari paparan debu, sangat penting untuk mengetahui data mengenai jenis, karakteristik dan konsentrasi debu yang berada di tempat kerja agar kemudian dapat ditentukan bagaimana pengendalian yang tepat.

### 2.2.3 Pembagian Jenis Debu

#### A. Berdasarkan komposisi kimia dan efek yang ditimbulkan

Debu dapat diklasifikasikan berdasarkan komposisi kimia dan menurut efek yang ditimbulkan, yaitu (Naiem, 1992):

1. Berdasarkan komposisi kimia, debu dibedakan dibedakan menjadi dua macam yaitu:

- Debu organik

Debu organik umumnya berasal dari tumbuh-tumbuhan, binatang, dan lain-lain, contohnya seperti debu kapas dan debu kayu.

- Debu anorganik

Debu anorganik dibagi menjadi dua yaitu debu metal dan debu mineral. Contoh debu metal adalah debu timah hitam, kadmium, merkuri, dan lain-lain. Sedangkan contoh untuk debu mineral adalah debu silika, debu arang, dan lain-lain.

2. Berdasarkan efek yang ditimbulkan, debu dapat diklasifikasikan menjadi:

- Debu *Inert*

Debu *inert* diartikan sebagai debu yang mengganggu kenikmatan kerja. Debu ini tidak menyebabkan fibrosis jaringan. Jika setelah reaksi seluler akibat pajanan debu berhenti, jaringan akan segera pulih kembali.

- Debu Toksik

Debu toksik merupakan debu yang menimbulkan efek sistemik baik akut ataupun kronik jika terhirup masuk ke dalam tubuh. Biasanya target organ yang diserang adalah paru, ginjal, jantung, hati, sistem pencernaan, susunan syaraf pusat, dan lain-lain.

- Debu Alergi

Debu jenis ini mengandung zat allergen terhadap tubuh sehingga jika terjadi kontak dengan kulit akan menimbulkan reaksi alergi . apabila debu jenis ini terhirup ke paru-paru akan menimbulkan *ashtma brochial*. Sifat allergen ini mempunyai reaksi yang berbeda kepada setiap orang tergantung dari karakteristik fisik orang tersebut. Efek dari alergi ini bersifat sementara, apabila pajanan dari debu tersebut selesai maka efek alergi pun akan hilang.

- Debu Fibrosis

Debu fibrosis merupakan debu yang menyebabkan fibrosis pada paru seperti pneumokoniosis. Debu yang tergolong jenis ini adalah debu silika dan debu kapas.

## B. Berdasarkan Ukuran Debu

Berdasarkan ukurannya, debu dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu:

### 1. Debu *Respirable*

Debu yang mempunyai ukuran partikel di bawah  $4\ \mu\text{m}$  (TLV,2009). Debu dengan ukuran ini tidak dapat dilihat dengan mata telanjang dan harus menggunakan mikroskop untuk melihatnya. Dengan ukurannya yang sangat kecil, debu tersebut dapat masuk ke daerah *bronchiale* samapai dengan alveoli (WHO, 1999;8). Partikel debu jenis ini akan berbahaya jika tertimbun di dalam daerah pertukaran gas di sistem pernapasan.

### 2. Debu *Inhalable*

Debu jenis ini merupakan debu yang yang membentuk kepulan debu (*cloud dust*) dan dapat terhirup ke dalam tubuh dan terdeposit di hidung atau mulut, kerongkongan, dan rongga saluran pernapasan atas. Ukuran debu ini di bawah  $10\ \mu\text{m}$ .

### 3. Debu Total

Semua partikel yang terdapat di udara yang berukuran di bawah  $100\ \mu\text{m}$ .

## 2.2.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Dispersi Debu

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi dispersi debu di udara adalah (Effendie, 1983):

### 1. Kelembaban

Kelembaban sangat dipengaruhi oleh banyaknya kandungan air, sinar matahari, kecepatan angin, dan juga kemendungan. Jika faktor-faktor tersebut tinggi maka kelembaban juga akan tinggi. Jika suatu daerah mempunyai kelembaban yang tinggi maka konsentrasi debu di daerah tersebut menjadi kecil. Hal ini disebabkan adanya sifat flokulasi/penggumpalan debu yang membuat bobot debu menjadi tinggi dan terbawa ke permukaan tanah atau lantai.

## 2. Temperatur

Jika di suatu daerah memiliki temperatur yang tinggi maka konsentrasi debu di daerah tersebut akan semakin tinggi pula. Hal ini disebabkan karena kandungan air di udara akan berkurang karena temperatur yang tinggi sehingga sangat sedikit air yang tersedia untuk bereaksi dengan debu dan menyebabkan bobot debu berkurang dan menyebabkan debu melayang di udara.

## 3. Kecepatan dan arah angin

Faktor ini sangat mempengaruhi konsentrasi debu terutama dalam penyebaran dan pengenceran debu. Semakin tinggi kecepatan angin maka debu yang terbawa akan semakin banyak.

## 4. Iklim

Pada musim hujan konsentrasi debu di udara cenderung lebih rendah dibandingkan dengan musim kemarau. Hal ini berkaitan dengan temperatur dimana semakin tinggi temperatur maka konsentrasi debu akan tinggi pula.

## 5. Lingkungan non fisik

Lingkungan non fisik merupakan lingkungan yang dihasilkan oleh kegiatan yang dilakukan manusia seperti perdagangan, lalu lintas, transportasi, rumah tangga, dan lain-lain. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan tersebut akan menghasilkan emisi debu dan akan meningkatkan konsentrasi debu di udara.

### 2.2.5 Debu Kayu

Debu Kayu adalah bubuk yang mempunyai serat berwarna coklat atau coklat muda yang terbentuk karena kontak antara mesin atau peralatan lain dengan material kayu ketika melakukan proses pekerjaan. Debu kayu mempunyai berat jenis 0,56 (Radian,1991). Secara umum, kayu dibedakan menjadi dua yaitu hardwood yang merupakan tumbuhan dengan jenis angiospermae dan softwood yaitu tumbuhan gymnospermae. Morfologi jaringan softwood lebih sederhana daripada hardwood.

Sebagian besar softwood terdiri dari satu jenis sel saja, yaitu tracheid. Tracheid adalah sel dengan serat memanjang berbentuk penampang persegi atau poligonal. Sedangkan hardwood mempunyai jaringan yang lebih kompleks yaitu jaringan yang berfungsi untuk penstabilan dan penyimpanan. Jaringan tersebut mengandung serat libriform (seperti serat trakeid tapi lebih panjang, noktah lebih sedikit) dan tracheids.

Debu kayu merupakan senyawa kompleks. Dinding sel kayu terdiri dari beberapa lapisan yang berbeda dalam struktur dan komposisi kimia. Komposisi kimianya tergantung pada jenis pohon yang biasanya terdiri dari selulosa, polyoses, dan lignin. Selulosa merupakan komponen utama baik hardwood dan softwood. Polyoses (hemiselulosa) lebih banyak terdapat pada hardwood daripada softwood. Polyoses terdiri dari lima unit gula netral: heksosa, glukosa, mannososa, galaktosa, dan pentosa (xilosa dan arabinosa). Kandungan lignin softwood adalah lebih tinggi dari hardwood.

*Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) mengategorikan debu kayu sebagai zat karsinogen terhadap manusia berdasarkan penelitian yang dilakukan tahun 1995 oleh *International Agency for Research on Cancer* (IARC) yang menyimpulkan bahwa terdapat bukti karsinogenitas debu kayu pada manusia dan diklasifikasikan sebagai karsinogenik untuk manusia (A1) (IARC 1995). Pengklasifikasian debu kayu ini didasarkan pada hasil studi yang menunjukkan adanya peningkatan risiko kanker rongga hidung dan sinus paranasal terkait dengan paparan debu kayu.

## 2.3 Hirarki Pengendalian

### 1. Eliminasi

Menghilangkan sumber bahaya secara keseluruhan. Cara ini merupakan pilihan pertama dalam melakukan pengendalian tapi sangat sulit untuk dilakukan.

## 2. Substitusi

Mengganti bahan baku atau alat dengan jenis lain yang tidak terlalu bahaya. Misalnya adalah mengganti mesin yang sudah rusak atau kuno dengan mesin yang lebih canggih dan mengganti material berbahaya dengan material yang lebih aman.

## 3. *Engineering control*

Merupakan langkah pengendalian yang dilakukan dengan memanfaatkan teknologi-teknologi yang ada dengan cara memodifikasi desain untuk menghilangkan atau mengurangi bahaya. Contoh dari upaya pengendalian tipe ini adalah menginstalasi sistem ventilasi, pemberian pelindung pada mesin, dan pengurangan sumber bising. Pendekatan *engineering* dalam mengendalikan debu dapat dilakukan dengan cara:

- Local-exhaust ventilation untuk menangkap debu langsung dari sumber
- Program perawatan alat secara rutin. Misalnya dengan menjaga ketajaman dan kecepatan putaran gergaji agar debu yang dihasilkan lebih sedikit
- General-exhaust ventilation untuk mengendalikan debu yang gagal tertangkap local-exhaust ventilation terlepas ke udara
- Memodifikasi proses produksi dan peralatan yang dipakai
- Menggunakan proses basah yaitu memanfaatkan sifat higroskopis debu yang mudah bereaksi dengan air sehingga bobot debu bertambah dan mengendap di permukaan lantai

## 4. *Administrative control*

Merupakan upaya pengendalian yang dilakukan dengan cara membuat beberapa sistem berupa prosedur untuk memastikan pekerja melakukan pekerjaannya dengan aman. Contoh sederhana dari pengendalian tipe ini adalah pemasangan rambu, standar, prosedur kerja, dan pemeriksaan kesehatan.

- Housekeeping (membersihkan debu dengan segera untuk mengurangi jumlah debu dalam area kerja)
- Menambah jarak antara sumber debu dan pekerja agar pekerja tidak terpapar dengan debu berkonsentrasi tinggi
- Memantau area kerja secara berkala untuk memonitor keberadaan debu
- Mengatur shift kerja, waktu istirahat, dan agar tidak terlalu lama terpapar debu
- Melakukan training terhadap pekerja mengenai pemaparan, bahaya, dan pengendalian debu
- Melakukan pengukuran untuk memantau konsentrasi debu
- Melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala
- Pemberian rambu-rambu K3

#### 5. Alat pelindung Diri (APD)

Pengendalian dengan alat pelindung diri merupakan pilihan terakhir. Adapun APD yang digunakan untuk meminimalisasi pemaparan debu adalah masker. Penggunaan masker sangat tergantung dengan jenis dan ukuran debu. Untuk itu sangat penting untuk mengetahui konsentrasi, jenis, dan juga ukuran partikel debu agar dapat menentukan pengendalian yang tepat.

#### 2.4 Pengendalian Debu

Sesuai dengan hirarki pengendalian yang terdapat dalam OSHAS 18001:2007, terdapat beberapa cara dalam mengendalikan bahaya di tempat kerja yaitu dengan eliminasi, substitusi, *engineering control*, *administrative control*, dan juga alat pelindung diri (APD). Menurut Olishiski (1985), pengendalian bahan fisik atau kimia dapat dilakukan dengan menerapkan sistem *engineering* dan ditambah dengan pengendalian secara administrasi atau penggunaan alat pelindung diri. Berikut ini adalah beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengendalikan debu di tempat kerja.

## 2.4.1 Ventilasi

Secara umum, definisi ventilasi adalah sirkulasi udara atau pergerakan udara. Sedangkan ventilasi dalam dunia industri memiliki arti yang lebih rumit. Ventilasi industri merupakan suatu sistem yang integral dalam pengendalian hazard kesehatan dan keselamatan kerja yang berfungsi untuk mengendalikan kontaminan (fisik, kimia dan biologi), panas, dan mencegah kebakaran dan ledakan. Secara umum, ventilasi dapat dikategorikan menjadi *general ventilasi* (ventilasi umum), *dilution ventilation* (ventilasi dilusi), dan *local exhaust ventilation* (ventilasi buangan udara keluar) (ACGIH, 1986). Penjelasan mengenai ketiga kategori tersebut akan diuraikan pada bagian di bawah ini.

### 2.4.1.1 *General Ventilation* (Ventilasi Umum)

Sistem ventilasi ini berfungsi untuk menjaga udara di tempat kerja tetap nyaman cara mensuplai udara segar ke tempat kerja dan membuang udara kotor dari tempat kerja. Ventilasi umum dapat memindahkan panas dan udara yang terkontaminasi dengan cara mengencerkan udara yang terkontaminasi dengan suplai udara segar sebelum dihirup oleh pekerja. Oleh pola kerja sistem seperti ini, sistem ventilasi umum memiliki beberapa persyaratan agar penggunaannya efektif dan efisien. Syarat-syarat tersebut yaitu:

1. Jumlah atau konsentrasi kontaminan tidak boleh terlalu tinggi dari nilai ambang batas (NAB) karena untuk mengencerkan kontaminan dengan konsentrasi tinggi membutuhkan penggantian udara yang sangat besar sehingga tidak efisien.
2. Jarak pekerja tidak dengan sumber kontaminan tidak boleh terlalu dekat untuk mencegah pekerja menghirup udara berkontaminan yang belum sempat diencerkan.
3. Tingkat toksisitas kontaminan harus rendah

4. Jumlah kontaminan harus stabil/tidak fluktuatif untuk memastikan kontaminan di udara tetap berada di bawah NAB

*General ventilation* dapat dibagi menjadi dua yaitu dengan cara alamiah dan mekanis. Sumber udara ventilasi dengan cara alamiah berasal dari hembusan angin di sekitar lingkungan tempat kerja sedangkan ventilasi dengan cara mekanis menggunakan sistem *engineering* untuk menggerakkan udara. Hasil terbaik dari ventilasi umum adalah penggunaan kedua cara ini sekaligus.

#### 1. Alamiah

Ventilasi umum alamiah adalah semua lubang udara yang terdapat di tempat kerja. Pintu, jendela, atau lubang-lubang di dinding merupakan bagian dari ventilasi alamiah. Perbandingan luas lubang ventilasi yang direkomendasikan untuk ventilasi jenis ini adalah 10% dari luas lantai. Sistem ventilasi ini tidak direkomendasikan menjadi prioritas dalam pengendalian di tempat kerja karena tidak terlalu efektif dalam membuang udara yang terkontaminasi di tempat kerja.

#### 2. Mekanis

Cara kerja ventilasi umum dengan cara ini adalah membuang udara yang terkontaminasi dari tempat kerja dan menyuplai udara segar ke tempat kerja dengan menggunakan *fan* (kipas) sebagai penggerak udara.

##### **2.4.1.2 Dilution Ventilation (Ventilasi Dilusi)**

Sistem ventilasi ini berguna untuk menurunkan konsentrasi udara yang terkontaminasi dengan cara menggantinya dengan udara yang masih segar dan belum terkontaminasi. Untuk menerapkan sistem ini terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

- Toksisitas kontaminan harus rendah
- Tersedianya udara segar
- Jumlah/konsentrasi kontaminan harus kecil

- Penyebaran kontaminan harus merata ke seluruh tempat kerja

Prinsip-prinsip yang harus dilakukan dalam menerapkan sistem ventilasi ini adalah:

- Udara yang dibutuhkan untuk sistem ventilasi ini harus memadai sesuai kebutuhan
- *Inlet* (tempat masuk udara) harus sedekat mungkin dengan sumber kontaminan
- Peletakkan lubang keluaran udara harus disesuaikan agar udara mengalir ke daerah yang terkontaminasi
- Usahakan untuk meletakkan ventilasi udara keluar diantara sumber kontaminan dan pekerja agar kontaminan bisa segera dibuang sebelum memapari pekerja
- Lubang pembuangan (*outlet*) harus diletakkan jauh dari lubang udara masuk untuk menghindari masuknya kembali udara terkontaminasi yang sudah dibuang. Biasanya *outlet* diletakkan di atap.

#### 2.4.1.3 *Local Exhaust Ventilation* (Ventilasi Buangan Keluar Lokal)

Cara kerja ventilasi buangan keluar lokal adalah menangkap kontaminan dari jalur pajanan dan membuangnya ke penampungan atau ke luar tempat kerja untuk mencegah pekerja menghirup udara yang telah terkontaminasi. Sistem ventilasi ini dapat digunakan untuk kontaminan yang mempunyai toksisitas tinggi dan dalam jumlah besar karena sistem ventilasi ini akan sesegera mungkin menangkap kontaminan ketika keluar dari sumber. Dalam penerapan sistem ventilasi buangan keluar lokal terdapat prinsip-prinsip yang harus diperhatikan, antara lain:

- Menutup sumber kontaminan semaksimal mungkin
- Menyesuaikan kecepatan daya hisap untuk menangkap kontaminan
- Mencegah kontaminan masuk ke daerah pernapasan pekerja
- Mencegah udara buangan masuk kembali ke tempat kerja
- Suplai udara bersih harus tersedia

Komponen-komponen dari ventilasi buangan keluar lokal adalah:

- *Hood*

*Hood* merupakan alat yang berfungsi untuk menutup sumber kontaminan agar kontaminan dapat dihisap secara keseluruhan. Prinsip kerja dari alat ini adalah mengurangi atau menghilangkan gerakan kontaminan sehingga lebih mudah untuk dihisap keluar. Untuk memaksimalkan penangkapan kontaminan, hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan *hood* adalah:

1. Gerakan mesin
2. Gerakan bahan
3. Gerakan/posisi pekerja
4. Suhu udara yang dihasilkan dari proses produksi

- *Duct*

*Duct* merupakan sebutan untuk pipa yang menghubungkan antara *hood* dan komponen lain seperti *fan* dan *blower*. *Duct* akan membawa kontaminan dari *hood* menuju *blower* untuk dibuang.

- *Air Cleaner*

Alat ini berfungsi untuk menyaring kontaminan dari udara. Terdapat dua jenis *air cleaner* yaitu filter udara dan *dust collector*. *Dust collector* biasanya diletakkan di dalam sistem ventilasi sedangkan filter udara di luar alat penghisap.

- *Fan* (Penggerak Udara)

Alat ini berupa baling-baling yang berfungsi untuk menggerakkan udara. Alat ini yang menghisap kontaminan udara sampai ke penampungan. Terdapat dua jenis fan yang biasa digunakan yaitu *axial flow* yaitu aliran udara paralel dengan as fan dan *centrifugal* yaitu aliran udara yang bergerak tegak lurus dengan as dari fan.

- *Stack*

Alat yang digunakan untuk membuang udara yang terkontaminasi keluar tempat kerja.

Tabel 2.1

Standar *Local Exhaust Ventilation* Untuk Kegiatan Industri Kayu

<b>Operation or Hood Type for Wood Working</b>	<b>Air Flow (cfm)</b>	<b>Minimum Transport Velocity (fpm)</b>
<b>Jointers</b>	(350-800) <sup>1</sup>	3500
<b>Horizontal belt sanders</b>	(790-1690) <sup>2</sup>	3500
<b>Disc sanders</b>	(350-1250) <sup>3</sup>	3500
<b>Multiple drum sander</b>	(550-1400) <sup>4</sup>	3500
<b>Single drum sander</b>	(350-1400) <sup>5</sup>	3500
<b>Band saw</b>	(700-1950) <sup>6</sup>	3500
<b>Swing saws</b>	(350-440) <sup>7</sup>	3500
<b>Table saw</b>	(350-550) <sup>7</sup>	3500
<b>Radial saw</b>	430	3500

Sumber: ACGIH, *Industrial Ventilation* 20<sup>th</sup> edition, 1988

Notes:

1. *Depend on knife length*
2. *Depend on belt width*
3. *Depend on disc diameter*
4. *Depend on drum length*
5. *Depend on drum surface*
6. *Depend on blade width*
7. *Depend on saw diameter*

### 2.4.2 *Housekeeping*

Apabila pengendalian secara *engineering* masih kurang efektif dalam pengendalian debu, maka harus dilakukan pengendalian berupa *housekeeping*. *Housekeeping* dilakukan untuk menjaga kebersihan dari bahan mentah ataupun residu yang bersifat toksik yang tersebar ke permukaan (Williams dan Burson, 1985). Selain itu, keuntungan lain dari pelaksanaan *housekeeping* adalah menjaga properti dan peralatan kerja tetap bersih sehingga tahan lama. Penggunaan vacuum cleaner adalah metode yang efektif untuk membersihkan bahan toksikan dan tidak disarankan untuk menggunakan sapu (Williams dan Burson, 1985). Penggunaan metode basah (*wet method*) dalam pelaksanaan *housekeeping* dapat mereduksi paparan sampai dengan 90% (Thorpe, 1999).

### 2.4.3 Alat Pelindung Diri (APD)

Walaupun pengendalian secara *engineering* telah dilakukan, tidak menutup kemungkinan masih adanya *hazard* di tempat kerja. Oleh karena itu, penggunaan APD perlu dilakukan sebagai upaya terakhir dalam sebuah tindakan pengendalian. APD yang digunakan untuk debu biasanya adalah alat pelindung pernapasan atau biasa disebut *respirator*. Terdapat dua jenis *respirator* yaitu *Air-Purifying Respirator* (*respirator* yang memurnikan udara) dan *Supplied-Purifying Respirator* (*respirator* yang mensuplai udara).

Prinsip kerja dari *respirator* jenis *Air-Purifying Respirator* adalah memurnikan udara dengan cara menyaring kontaminan yang dihirup oleh pekerja. Sedangkan cara kerja *Supplied-Purifying Respirator* adalah dengan mensuplai oksigen kepada pekerja. Biasanya *respirator* jenis ini digunakan di tempat yang minim oksigen dan mengandung bahan kimia berbahaya.

Tabel 2.2  
Assigned Protection Factors (APF)

Type Respirator <sup>1,2</sup>	Quarter Mask	Half Mask	Full Facepiece	Helmet /Hood	Loose- Fitting Facepiece
<b>1. Air-Purifying Respirator</b>	5	10	50	-----	-----
<b>2. Powered Air-Purifying Respirator (PAPR)</b>	-----	50	1000	25/1000	25
<b>3. Supplied- Air Purifying Respirator (SARS) or Airline Respirator</b>					
• Demand mode	-----	10	50	-----	-----
• Continues flow mode	-----	50	1000	25/1000	25
• Pressure-demand or other possitive-pressure mode	-----	50	1000	-----	-----
<b>4. Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA)</b>					
• Demand mode	-----	10	50	50	-----
• Pressure-demanf or other possitive-pressure mode (e.g., open/closed circuit)	-----	-----	10.000	10.000	-----

Sumber: OSHA's *Respiratory Protection Standard*: 29 CFR 1910.134

Pemilihan jenis respirator dilakukan dengan cara menghitung membandingkan nilai protection factors (PF) dengan nilai APF (tabel 2). Nilai PF ditentukan dengan melakukan pembagian antara nilai konsentrasi kontaminan dengan nilai ambang batas (NAB). Dari perbandingan nilai PF dengan nilai APF dapat ditentukan jenis respirator yang tepat untuk digunakan di tempat kerja. Selain itu, faktor lain yang dipertimbangkan dalam pemilihan respirator adalah karakteristik fisik dan kimia kontaminan.

## 2.5 Nilai Ambang Batas (NAB)

Nilai ambang batas (NAB) merupakan standar dari faktor-faktor lingkungan kerja yang disarankan di tempat kerja agar pekerja masih dapat menerimanya tanpa menyebabkan penyakit atau gangguan kesehatan, dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 jam sehari atau 40 jam seminggu. Terdapat tiga kategori NAB yang diberlakukan, yaitu (SE-01/MENAKER/1997):

1. NAB rata-rata selama jam kerja, yaitu kadar bahan-bahan kimia rata-rata dilingkungan kerja selama 8 jam per hari atau 40 jam per minggu di mana hampir semua tenaga kerja dapat terpajan berulang-ulang, sehari-hari dalam melakukan pekerjaannya, tanpa mengakibatkan gangguan kesehatan maupun penyakit akibat kerja. Dalam daftar Nilai Ambang Batas disingkat dengan NAB.
2. NAB batas pemaparan singkat, yaitu kadar tertentu bahan-bahan kimia di udara lingkungan kerja di mana hampir semua tenaga kerja dapat terpajan secara terus menerus dalam waktu yang singkat, yaitu tidak lebih dari 15 menit dan tidak lebih dari 4 kali pemajanan per hari kerja, tanpa menderita/ mengalami gangguan iritasi, kerusakan atau perubahan jaringan yang kronis serta efek narkosis. Dalam daftar disingkat dengan PSD atau Pemajanan Singkat yang Diperkenankan.
3. NAB tertinggi, yaitu kadar tertinggi bahan-bahan kimia di udara lingkungan kerja setiap saat yang tidak boleh dilewati selama melakukan pekerjaan. Dalam daftar disingkat dengan KTD atau Kadar Tertinggi Yang Diperkenankan.

Dalam Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja No : SE. 01 / Men / 1997 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Kimia di Udara Lingkungan Kerja juga disebutkan bahwa nilai ambang batas ini akan digunakan sebagai rekomendasi bagi praktek higiene perusahaan dalam melakukan penatalaksanaan lingkungan kerja sebagai upaya untuk mencegah dampaknya terhadap kesehatan. Dengan demikian NAB antara lain dapat pula digunakan :

1. Sebagai kadar standar untuk perbandingan.
2. Sebagai pedoman untuk perencanaan produksi dan perencanaan teknologi pengendalian bahaya-bahaya di lingkungan kerja
3. Menentukan substitusi bahan proses produksi terhadap bahan yang lebih beracun dengan bahan yang kurang beracun.
4. Membantu menentukan diagnosis gangguan kesehatan, timbulnya penyakit-penyakit dan hambatan-hambatan efisiensi kerja faktor kimiawi dengan bantuan pemeriksaan biologik.

Untuk nilai ambang batas debu kayu, ACGIH merekomendasikan standar yang diperkenankan melalui TLV (*Threshold Limit Value*) sebesar  $0.5 \text{ mg/m}^3$  untuk debu kayu jenis *western red cedar* dan  $1 \text{ mg/m}^3$  untuk kayu jenis lainnya.

## **2.6 Pengukuran dan Analisis Konsentrasi Debu**

### **2.6.1 Prinsip Pengambilan *sample***

Dalam melakukan pengambilan *sample*, terdapat beberapa prinsip yang harus diperhatikan yaitu:

1. Penentuan lokasi/titik pengukuran atau pengambilan *sample*.

Menurut Leidel (1977) terdapat empat jenis lokasi untuk melakukan *sampling* yaitu:

- *Personal*

Alat *sampling* diletakkan atau ditempelkan pada pekerja dan dipakai selama pekerja tersebut melakukan pekerjaan. Hal bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tingkat pajanan debu kepada pekerja selama melakukan pekerjaannya.

- *Breathing zone* (zona pernapasan)

Alat sampling diletakkan di zona pernapasan pekerja untuk mengetahui tingkat pajanan kontaminan terhadap pekerja.

- Sumber kontaminan

Alat sampling diletakkan di dekat sumber emisi debu atau kontaminan untuk mengetahui seberapa besar debu yang dilepaskan atau dihasilkan dari sumber tersebut.

- *General air*

Alat sampling diletakkan di suatu tempat di area kerja dengan tujuan mengetahui distribusi kontaminan dalam area kerja tersebut. Jenis pengukuran ini sering disebut juga area *sampling*.

## 2. Jenis sample

Terdapat dua jenis pengambilan sample yaitu (Stellman,1998;607):

- Spontan

Sampling dilakukan dalam waktu yang singkat sekitar 3-4 menit. Hasil analisis akan digunakan untuk mengetahui variasi dari konsentrasi kontaminan selama *shift* kerja.

- Kontinyu

Sampling dilakukan secara berkelanjutan selama periode tertentu untuk mengetahui rata-rata konsentrasi selama satu periode *shift* kerja.

## 3. Volume minimal dan maksimal sampling

Menurut Stellman (1998;607), dalam melakukan sampling, sangat penting untuk memperhitungkan volume minimal sampling yang dibutuhkan dengan tujuan

menghindari tidak terdeteksi/tertangkapnya kontaminan di udara karena volume udara yang terlalu sedikit. Volume minimal sample adalah volume udara yang memenuhi syarat untuk menentukan konsentrasi kontaminan dengan standar NAB. (Stellman,1998;608). Berikut adalah volume minimal dan maksimal yang harus dipenuhi selama pengambilan sample debu :

- Debu total : volume minimal 133
- Debu *respirable* : volume minimal 400 L

#### 4. Lamanya waktu pengambilan sample

Berdasarkan periode waktu pengambilan sampling, jenis sampling dapat dibagi menjadi (Iestari,2010;61):

- *Grab sampling*

*Grab sampling* adalah sampling yang dilakukan sesaat. Hal ini bertujuan untuk memperoleh gambaran pajanan secara umum sebelum dilakukan pengukuran yang lebih komprehensif, contohnya seperti sampling pada saat melakukan *walkthrough survey* atau evaluasi awal untuk mengetahui kebutuhan sampling dan pengukuran kontaminan lebih lanjut.

- *Short term sampling*

Metode ini dilakukan untuk jangka waktu yang pendek (misalnya 15 menit) dan kemudian hasilnya dibandingkan dengan *short term exposure limit* (STEL).

- *Long term sampling*

Sampling yang dilakukan selama delapan jam penuh dan kemudian hasilnya dibandingkan dengan NAB selama 8 jam.

- *Continues Sampling*

Sampling yang dilakukan secara kontinyu untuk mengetahui profil pajanan dan konsentrasi kontaminan selama proses kerja berlangsung. Jangka waktu sampling ini dapat 8 jam kerja atau lebih. Hasil dari sampling ini adalah variabilitas kontaminan dan konsentrasinya sesuai dengan perubahan proses kerja, pola kerja, metode kerja, dan faktor lingkungan.

### 2.6.2 Panduan Pengambilan Sample

Dalam melakukan suatu pengukuran sample udara terdapat panduan yang harus diikuti dengan tujuan agar hasil penelitian sesuai dengan yang diinginkan. Berikut adalah panduan pengukuran sample udara yang dikeluarkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN):

#### A. Prinsip

Alat dipasangkan pada tenaga kerja dengan posisi penghisap dikaitkan pada pinggang tenaga kerja dan *respirable sampler holder* yang telah berisi filter dikaitkan di kerah baju tenaga kerja dan selanjutnya kadar debu *respirable* yang diukur ditentukan secara gravimetri.

#### B. Peralatan

- *Respirable dust sampler* dilengkapi dengan pompa penghisap udara dengan kapasitas 1 L/menit – 5 L/menit dan selang silikon atau selang teflon
- Timbangan analitik dengan sensitivitas 0.01 mg
- Pinset
- Desikator, suhu  $(20\pm 1)^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban udara  $(50\pm 5)\%$
- Obeng kecil
- Higrometer

#### C. Bahan

- Filter hidrofobik (misal PVC, fiberglass) dengan ukuran pori 0.5  $\mu\text{m}$
- Penyangga dari bahan selulosa
- Kertas label

#### D. Prosedur sampling

##### 1. Persiapan

- Filter yang diperlukan disimpan dalam desikator selama 24 jam agar mendapatkan kondisi stabil.
- Filter kosong ditimbang sampai diperoleh berat konstan, minimal tiga kali penimbangan sehingga diketahui berat filter sebelum pengambilan sample. Catat berat filter blanko  $B_1$  (mg) dan berat filter  $W_1$  (mg). masing-masing filter tersebut diletakkan di dalam holder setelah diberi nomor.
- Filter dimasukkan ke dalam holder dengan menggunakan pinset dan tutup bagian atas holder.
- Hubungkan filter dengan pompa penghisap udara dikalibrasi dengan kecepatan laju aliran udara 5 L/menit dengan menggunakan flowmeter
- Hidupkan pompa penghisap udara dan lakukan kalibrasi dengan kecepatan aliran udara 1.7 L/menit dengan menggunakan flowmeter

## 2. Proses Sampling

- Pasangkan alat pada tenaga kerja dengan posisi penghisap dikaitkan pada pinggang tenaga kerja dan *respirable sampler holder* yang telah berisi filter dikaitkan di kerah baju tenaga kerja
- Hidupkan pompa penghisap udara dan lakukan pengambilan sample dengan kecepatan aliran udara 1.7 L/menit
- Lama pengambilan contoh dilakukan selama 6 jam secara terus menerus
- Setelah selesai pengambilan contoh, debu pada bagian luar *holder* dibersihkan untuk menghindari kontaminasi pada filter
- Filter dipindahkan dengan menggunakan pinset ke kaset filter dan dimasukkan ke dalam desikator selama 24 jam

## 3. Penimbangan

- Filter blanko sebagai pembanding dan filter contoh ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik yang sama sehingga diperoleh berat filter blanko dan filter contoh masing-masing  $B_2$  (mg) dan  $W_2$  (mg)

- Catat hasil penimbangan berat filter blanko dan filter contoh sebelum pengukuran dan sesudah pengukuran

#### 4. Perhitungan

Setelah mendapatkan berat filter setelah pengambilan sample, maka tingkat konsentrasi debu akan dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V} \times 10^3 (\text{mg/m}^3)$$

Dengan:

$C$  = Kadar/konsentrasi debu total ( $\text{mg/m}^3$ )

$W_2$  = Berat filter *sample* setelah pengambilan *sample* (mg)

$W_1$  = Berat filter *sample* sebelum pengambilan *sample* (mg)

$B_2$  = Berat filter blanko setelah pengambilan *sample* (mg)

$B_1$  = Berat filter blanko sebelum pengambilan *sample* (mg)

$V$  = Volume udara waktu pengambilan *sample* (L)

#### 2.7 Gambaran Umum Proses Produksi Industri Furniture

Dalam Industri furniture, ada enam proses yang dilalui untuk menghasilkan produk furniture, yaitu proses penggergajian (*sawmill*), proses pengawetan (*wood treatment*), proses pengeringan (*kiln dry*), proses konstruksi, proses assembling, dan penyelesaian akhir (*Finishing*). Berikut adalah uraian dari keenam proses pekerjaan tersebut:

##### 1. Proses Penggergajian (*sawmill*)

Proses sawmill merupakan proses dasar dalam industri furniture. Dalam proses ini terdapat tiga fase kegiatan, yaitu konversi kayu log (masih berbentuk kayu gelondongan) menjadi kayu gergajian, menentukan ukuran kayu gergajian, dan membelah kayu gergajian.

## 2. Proses Pengawetan kayu (*Wood Treatment*)

Beberapa jenis kayu tertentu harus diawetkan untuk mencegah serangan serangga/organisme maupun jamur perusak kayu. Yang dimaksudkan dengan pengawetan yaitu memasukkan bahan kimia ke dalam (pori-pori) kayu sehingga menembus permukaan kayu setebal beberapa mm ke dalam daging kayu. Pengawetan bertujuan untuk menambah umur pakai kayu lebih lama terutama kayu yang dipakai untuk bahan bangunan ataupun untuk perabot di luar ruangan. Bahan pengawet yang kandungannya berupa bubuk memiliki berbagai jenis. Bahan tersebut dicampurkan dengan air pada kadar campuran tertentu dan metode pengawetannya bermacam-macam.

## 3. Proses Pengeringan (*kiln dry*)

Pengeringan kayu bisa dideskripsikan sebagai sebuah proses pengeluaran kandungan air di dalam kayu. Ukuran ideal proporsi air diukur dengan cara menentukan kelembaban di dalam kayu dalam ukuran persen (%). Proporsi yang baik adalah apabila berada pada level 8 - 12%. Kondisi ini mengindikasikan kayu dalam keadaan kering yang cukup dan baik sehingga kemungkinan menyusut sangat kecil. Proses ini bertujuan agar kayu lebih ringan, kuat, dan awet sehingga daya tahan kayu lebih lama.

## 4. Proses Konstruksi

Proses konstruksi dimulai dengan penyerutan kayu untuk menghasilkan permukaan yang halus, lalu pemotongan pada sisi panjang sebagai ukuran jadi hingga pembuatan lubang. Proses konstruksi meliputi Pembuatan lubang dowel, pembuatan tenon & mortise, alur dan takikan pingul pada sisi ujung kayu dan lain-lain.

## 5. Assembling

Assembling merupakan proses perakitan komponen-komponen barang menjadi satu kesatuan. Setelah melalui proses ini kemudian komponen yang telah

dirakit tersebut akan mengalami proses yang terakhir yaitu proses akhir atau finishing. Pada proses ini terdapat beberapa tahapan yaitu pengeleman, membersihkan sisa lem, dan perakitan.

#### 6. Proses Akhir (*Finishing*)

Finishing merupakan lapisan paling akhir pada permukaan kayu. Proses ini mempunyai dua tujuan, yang pertama adalah untuk memberikan nilai estetika yang lebih baik pada perabot kayu dan juga berfungsi untuk menutupi beberapa kelemahan kayu dalam hal warna, tekstur atau kualitas ketahanan permukaan pada material tertentu. Tujuan kedua adalah untuk melindungi kayu dari kondisi luar (cuaca, suhu udara dll) ataupun benturan dengan barang lain. Dengan kata lain untuk menambah daya tahan dan keawetan produk kayu. Material yang digunakan untuk finishing bisa bermacam-macam. Cara aplikasinya pun berbeda-beda. Dilihat dari jenis material, pada dasarnya ada dua macam jenis finishing untuk kayu atau material yang terbuat dari kayu.

### 2.8 Jalur Masuk dan Perjalanan Debu Dalam Sistem Pernapasan

Jalur utama debu sebagai pencemar udara ke dalam tubuh manusia adalah melalui saluran pernapasan. Debu yang masuk ke dalam saluran pernapasan akan terdeposit di bagian-bagian tertentu dari sistem pernapasan atau dikeluarkan kembali bersama udara buangan (WHO, 1999a).

Ada lima mekanisme deposisi partikel debu dalam sistem pernapasan yaitu sedimentasi, impaksi inersial, difusi (khusus partikel dengan ukuran  $<5$  mikron), intersepsi dan deposisi elektrostatis. Mekanisme yang paling penting adalah sedimentasi dan impaksi. Sedimentasi adalah mekanisme penimbunan debu karena adanya gaya gravitasi. Partikel debu yang mencapai daerah dengan kecepatan udara pernapasan, akan mengalami pengendapan karena partikel debu jatuh akibat gaya gravitasi. Partikel debu dengan massa cukup besar tidak dapat ikut dengan udara ketika udara mengalir melauhi saluran pernapasan yang membelok. Kelembaban

partikel debu menyebabkan partikel debu tetap bergerak lurus ketika udara pernapasan membelok sehingga partikel debu menabrak selaput lendir dan melekat di daerah tersebut. Mekanisme tersebut merupakan impaksi nersial (WHO 1999a). Sedangkan difusi adalah proses deposisi dari partikel pada saluran pernapasan yang tergantung pada gerakan molekul udara dan sangat penting bagi partikel-partikel kecil.

Sebanyak 1 % dari partikel debu dengan ukuran 10 mikron dapat masuk dan terdeposit sampai ke daerah alveolar sehingga 10 mikron dapat dianggap sbagai batas ukuran aerodinamis partikel debu yang dapat masuk ke bagian itu. Deposisi maksimum partikel debu di daerah alveolar terjadi pada partikel dengan ukuran 2 mikron. Namun di bagian sistem saluran pernafasan manapun partikel debu terdeposit, partikel debu akan tetap memiliki potensi untuk mengakibatkan gangguan kesehatan, terutama jika partikel debu terdeposit dalam waktu yang lama (WHO 1999a).

Bahan partikel yang halus dapat mempengaruhi saluran pernapasan dari hidung sampai alveoli. Partikel yang besar dapat dikeluarkan melalui impaksi dari hidung dan tenggorokan. Partikel yang berukuran sedang agak sukar dikeluarkan sehingga dapat menyebabkan terjadinya sedimentasi. Partikel yang berukuran kecil dengan diameter 0.1 mikron dapat meencapai alveoli dan akan menyebabkan terjadinya difusi ke dinding alveoli (mukono, 1997).

Pola bernafas sangat berpengaruh dalam proses masuknya debu ke dalam saluran pernapasan. Bernapas melalui mulut lebih berisiko dibandingkan dengan bernapas melalui hidung. Hidung memiliki mekanisme penyaringan untuk mencegah terdepositnya debu di paru-paru (WHO, 1999a).

Jalur masuk debu selain inhalasi (WHO 1999a):

#### 1. Absorpsi melalui kulit

Absorpsi melalui kulit dapat terjadi jika debu larut dengan air sehingga bahan yang larut dalam air akan larut dengan keringat dan terserap masuk ke aliran darah.

#### 2. Ingesti

Ingesti merupakan proses masuknya debu ke dalam tubuh karena kurang higienisnya area kerja. Makanan, minuman, dan rokok dapat terkontaminasi debu. Paparan melalui ingestasi dapat terjadi jika si pekerja menyentuh permukaan benda yang mengandung debu.

### **2.9 Efek Debu Kayu Terhadap Kesehatan**

#### **2.9.1 Iritasi Mata, Hidung, dan Tenggorokan**

Susunan kimia debu kayu dapat menyebabkan iritasi pada mata, hidung, dan tenggorokan, dan mengakibatkan nafas yang pendek, sensasi kering dan sakit pada tenggorokan, bersin, dan inflamasi pada membran mukosa mata. Debu kayu yang berukuran sedang (5-10  $\mu\text{m}$ ) akan terkumpul di hidung dan menyebabkan bersin dan radang selaput lendir.

#### **2.9.2 Dermatitis**

Debu kayu dapat menyebabkan dermatitis dimana kulit menjadi kemerahan, gatal, atau kering. Kontak langsung dengan debu kayu dengan kulit yang sensitif secara berulang-ulang dapat menyebabkan dermatitis kontak alergi (DKA). Akan tetapi, DKA jarang terjadi karena hanya kulit yang sangat peka (hipersensitif) yang akan mengalami reaksi ini. Efek lain akibat kontak debu kayu terhadap kulit adalah dermatitis kontak iritan (DKI). DKI dapat diderita oleh semua orang dari berbagai kalangan umur, ras, dan jenis kelamin. Faktor lain yang berpengaruh terhadap DKI

adalah suhu dan kelembaban lingkungan. Selain itu, faktor individu pekerja juga berperan faktor ketebalan kulit yang menentukan permeabilitas (daya serap/tembus).

### **2.9.3 Efek pada sistem pernapasan**

Efek pajanan debu kayu terhadap sistem pernapasan diantaranya adalah penurunan kapasitas paru dan reaksi alergi paru. Penurunan kapasitas paru disebabkan oleh iritasi jaringan paru akibat efek mekanik atau kimia dari debu kayu. Debu kayu dapat menyebabkan menyempitnya saluran pernapasan yang akan mengurangi volume udara yang diterima oleh paru dan mengakibatkan kesulitan bernapas. Biasanya efek ini baru terlihat setelah terpajan debu kayu secara terus-menerus dalam waktu yang lama.

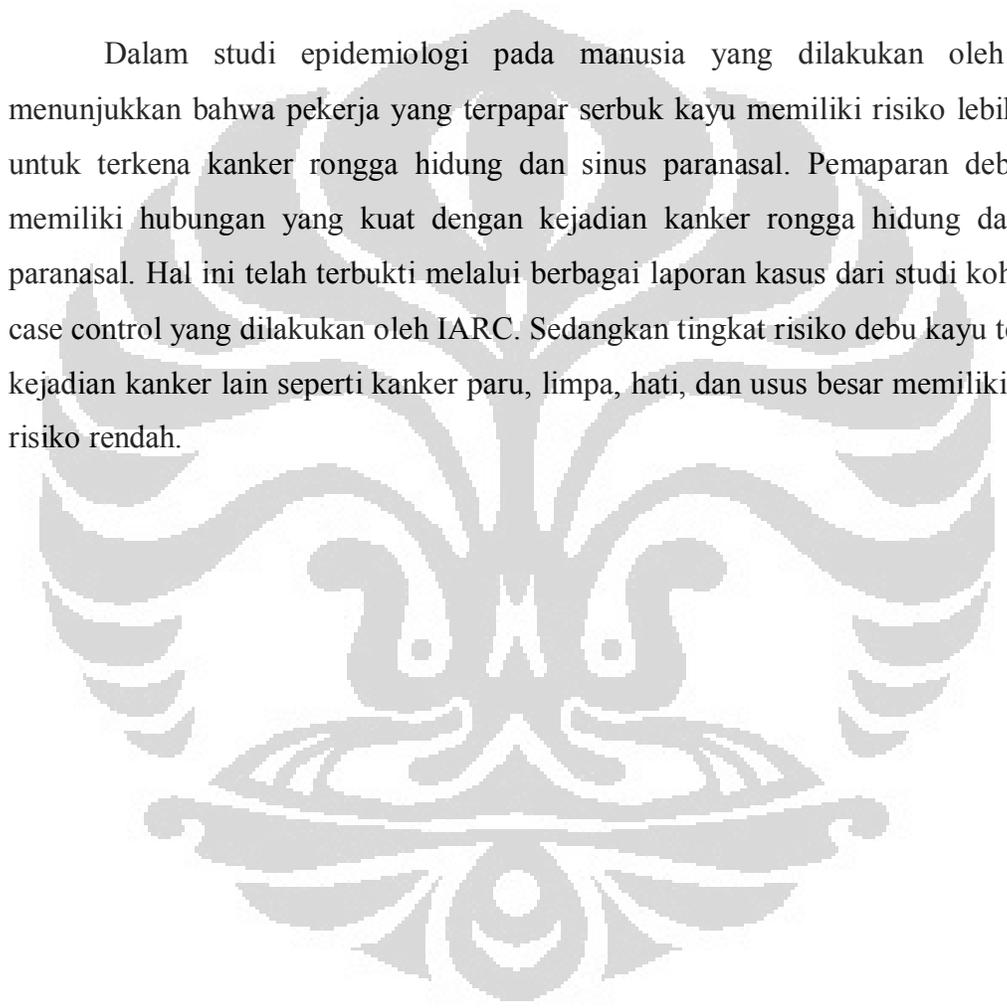
Reaksi alergi paru yang biasanya terjadi adalah asma akibat pekerjaan dan hipersensitivitas pneumonitis (inflamasi pada dinding alveoli). Hipersensitivitas pneumonitis timbul akibat penetrasi debu berukuran kecil ke dalam paru dan menimbulkan respon alergi. Biasanya efek pertama yang terjadi setelah beberapa jam atau beberapa hari setelah pajanan adalah flu dan gejala-gejala demam seperti pusing, berkeringat, kedinginan, dan sulit bernapas. Pajanan dalam waktu yang lama akan menyebabkan kerusakan permanen pada paru dimana dinding alveoli mengalami penebalan dan pengerasan dan akan menyebabkan kesulitan dalam bernapas. Efek kesehatan lain yang terjadi akibat debu kayu adalah asma yang mengakibatkan menyempitnya saluran pernapasan sehingga menyebabkan kesulitan dalam bernapas. Kejadian asma juga disertai dengan batuk dan hidung yang selalu berlendir. Biasanya gejala asma akan timbul dalam hitungan minggu pemaparan debu kayu.

### **2.9.4 Kanker**

Pada tahun 1981 dan 1987, *International Agency for Research on Cancer* (IARC) melakukan penelitian mengenai hubungan antara pekerjaan di industri kayu dan kanker. IARC menyimpulkan bahwa pekerja industri mebel mempunyai risiko terkena kanker lebih besar. Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian yang

menunjukkan adanya peningkatan risiko kanker pada pekerja kayu, kertas, dan kusen. Penelitian ini kemudian dilakukan kembali oleh IARC pada tahun 1995 untuk mengetahui seberapa besar kemungkinan debu kayu untuk menyebabkan kanker tertentu. Dalam penelitian tersebut, IARC menyimpulkan bahwa ada bukti yang cukup untuk menyatakan bahwa debu kayu bersifat karsinogen dan diklasifikasikan sebagai karsinogenik bagi manusia (Kelompok A1).

Dalam studi epidemiologi pada manusia yang dilakukan oleh IARC menunjukkan bahwa pekerja yang terpapar serbuk kayu memiliki risiko lebih tinggi untuk terkena kanker rongga hidung dan sinus paranasal. Pemaparan debu kayu memiliki hubungan yang kuat dengan kejadian kanker rongga hidung dan sinus paranasal. Hal ini telah terbukti melalui berbagai laporan kasus dari studi kohort dan case control yang dilakukan oleh IARC. Sedangkan tingkat risiko debu kayu terhadap kejadian kanker lain seperti kanker paru, limpa, hati, dan usus besar memiliki tingkat risiko rendah.



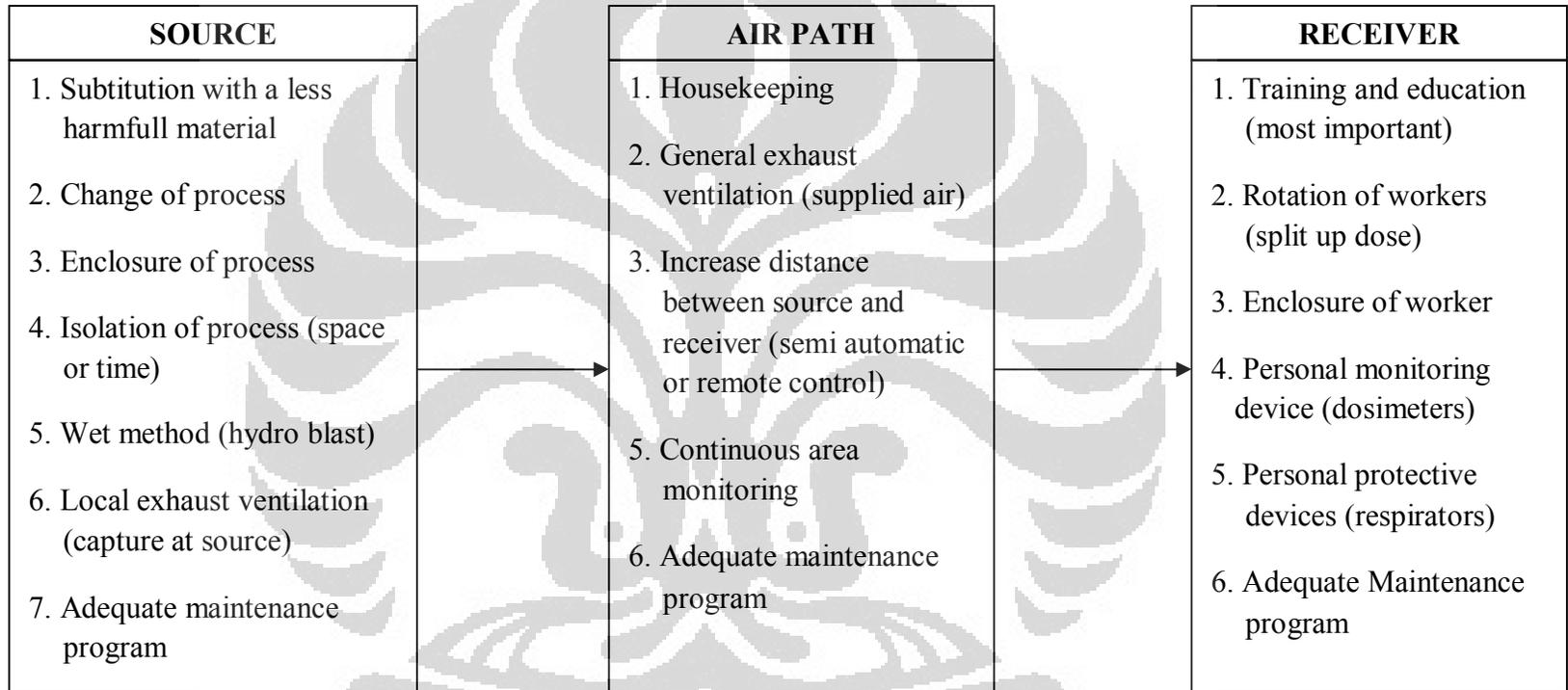
## BAB 3

### KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DAN DEFINISI OPERASIONAL

#### 3.1 Kerangka Teori

Pengendalian debu di tempat kerja dapat dilakukan pada tiga objek pada sumber, jalur udara pajanan, dan pekerja. Upaya pengendalian yang utama diprioritaskan pada sumber pajanan yaitu proses/mesin untuk meminimalisasi terlepasnya debu ke udara. Program pengendalian yang dapat dilakukan pada sumber antara lain mengganti material berbahaya dengan material yang lebih aman, merubah proses kerja, mengisolasi proses, menerapkan metode basah, *local exhaust ventilation*, dan melakukan perawatan terhadap alat. Apabila pengendalian pada sumber pajanan masih kurang efektif, maka pengendalian selanjutnya dilakukan pada jalur udara pajanan. Beberapa upaya yang dapat dilakukan pada jalur udara pajanan adalah dengan melaksanakan *housekeeping*, *general exhaust ventilation*, *dilution ventilation*, mengatur jarak antara sumber pajanan dan pekerja, dan melakukan monitoring pajanan secara rutin. Setelah melakukan pengendalian terhadap sumber dan jalur udara bukan berarti pajanan di tempat kerja sudah hilang secara keseluruhan. Untuk menghindari kontak langsung antara pajanan dan pekerja perlu dilakukan upaya pengendalian terhadap pekerja. Upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan informasi dan pelatihan, melakukan rotasi kerja, melakukan *personal monitoring* terhadap pekerja, dan penggunaan alat pelindung diri (APD).

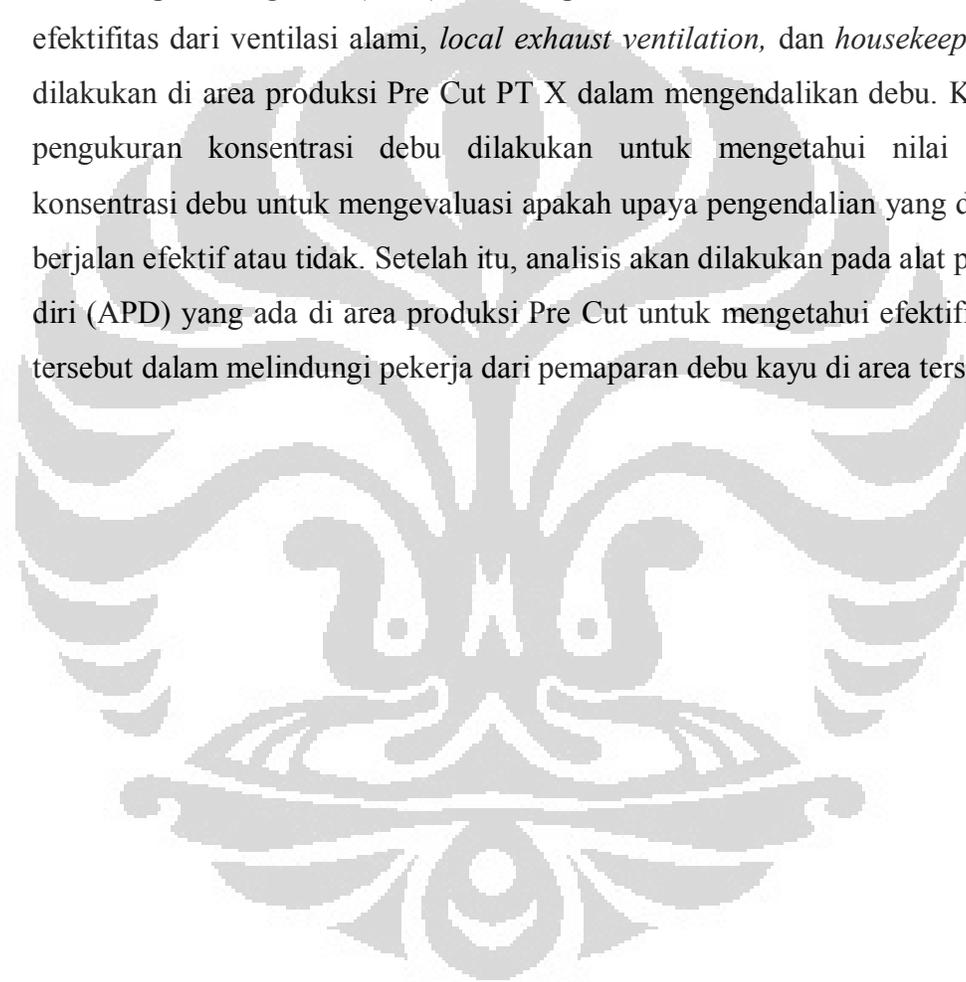
### GENERALIZED DIAGRAM OF METHODS OF CONTROL

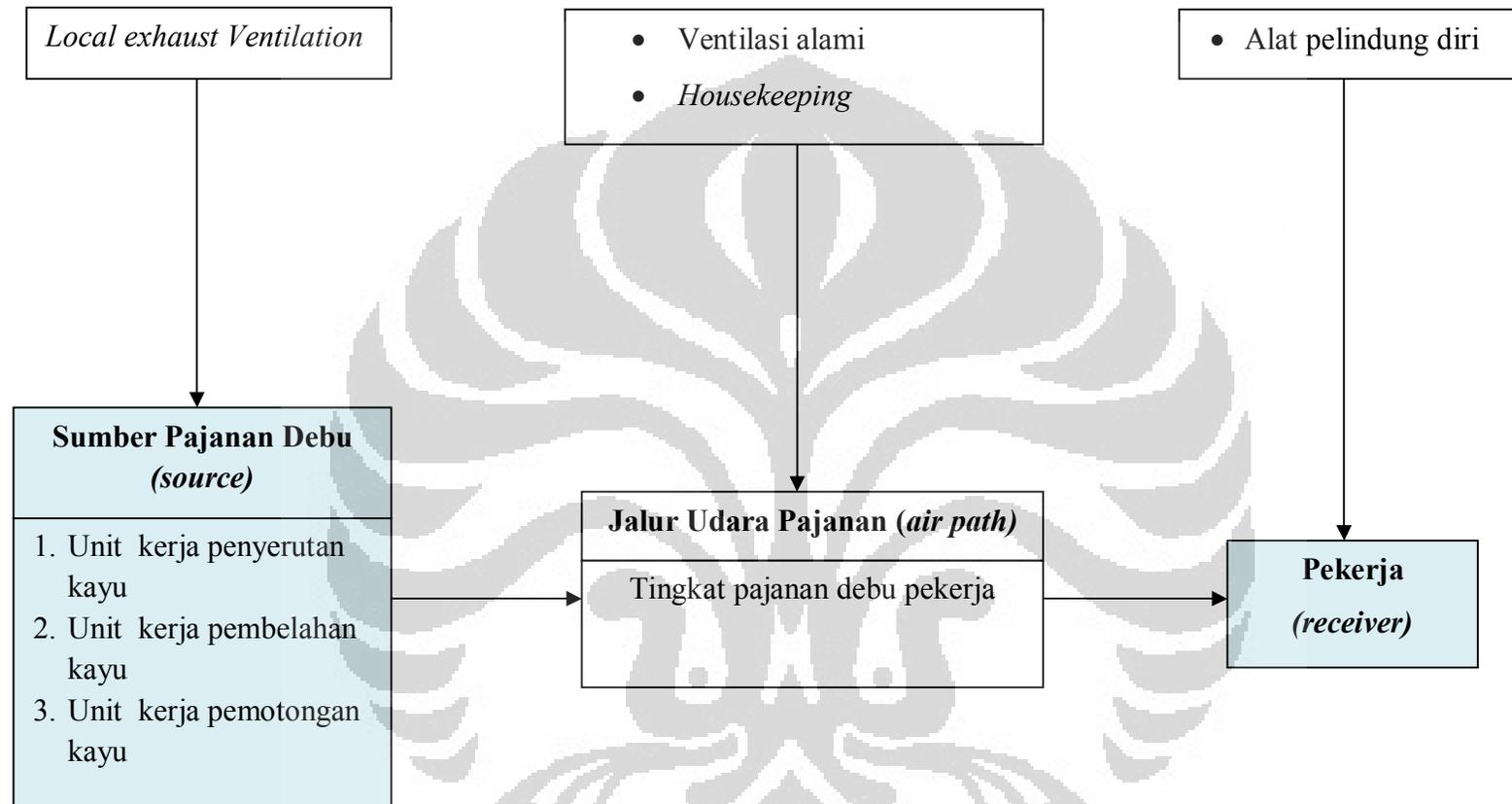


Gambar 3.1 Diagram metode pengendalian paparan (Sumber: Barbara & Patricia, Chapter 18. *Methods of Control. Fundamental of Industrial Hygiene*. Ed. ke-5. USA. 2002.

### 3.2 Kerangka Konsep

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa pengendalian debu yang dilakukan di area produksi Pre Cut PT. X tahun 2011. Upaya pengendalian yang akan dianalisis adalah ventilasi alami, *local exhaust ventilation*, *housekeeping*, dan alat pelindung diri (APD). Dalam penelitian ini akan dianalisa mengenai efektifitas dari ventilasi alami, *local exhaust ventilation*, dan *housekeeping* yang dilakukan di area produksi Pre Cut PT X dalam mengendalikan debu. Kemudian pengukuran konsentrasi debu dilakukan untuk mengetahui nilai rata-rata konsentrasi debu untuk mengevaluasi apakah upaya pengendalian yang dilakukan berjalan efektif atau tidak. Setelah itu, analisis akan dilakukan pada alat pelindung diri (APD) yang ada di area produksi Pre Cut untuk mengetahui efektifitas APD tersebut dalam melindungi pekerja dari pemaparan debu kayu di area tersebut.





- Variabel yang tidak diteliti
- Variabel yang diteliti

### 3.2 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala
1	Tingkat pajanan debu pekerja	Tingkat konsentrasi debu respirabel yang memapari pekerja di area produksi Pre Cut yang tertangkap oleh alat <i>personal dust sampler</i> (PDS).	<i>Personal Dust Sampler</i>	Pengukuran langsung di setiap unit kerja yang ada di area produksi Pre Cut yaitu unit kerja penyerutan, pembelahan, dan pemotongan.	Nilai rata-rata konsentrasi debu yang memapari pekerja dalam satuan $\text{mg}/\text{m}^3$	Rasio
2	Ventilasi alami	Lubang permanen, jendela, pintu, atau sarana lain yang dapat dibuka di area produksi Pre Cut yang berfungsi untuk pergantian udara secara alami	Data sekunder milik perusahaan yaitu luas lubang permanen, pintu, jendela, atau sarana lain yang dapat dibuka dan luas lantai di area produksi Pre Cut	Membandingkan luas total lubang permanen, pintu, jendela, atau sarana lain yang dapat dibuka dengan luas lantai di area produksi Pre Cut	Persentase (%) antara luas total lubang permanen, jendela, pintu, atau sarana lain yang dapat dibuka dengan luas lantai di area produksi Pre Cut	Rasio

3	<i>Local exhaust ventilation</i>	Tingkat <i>Air flow</i> dan <i>velocity</i> pada <i>Local exhaust ventilation</i> yang terdapat di area produksi Pre Cut	Data sekunder milik perusahaan yang diukur dengan alat <i>air velocity meter</i>	Membandingkan nilai <i>Air flow</i> dan <i>velocity</i> pada <i>Local exhaust ventilation</i> yang terdapat di area produksi Pre Cut dengan nilai standar yang direkomendasikan	1. Memenuhi standar 2. Tidak memenuhi standar	Ordinal
4	<i>Housekeeping</i>	Kegiatan pembersihan yang dilakukan di area produksi Pre Cut	Data sekunder milik perusahaan, observasi, dan wawancara	Menilai keefektifan kegiatan <i>Housekeeping</i> dalam mengendalikan debu	1. Efektif 2. Tidak Efektif	Ordinal
5	Alat pelindung diri (APD)	Alat yang digunakan pekerja di area produksi Pre Cut untuk melindungi dirinya dari pajanan debu kayu di tempat kerja	Data sekunder milik perusahaan	Menentukan apakah alat pelindung diri yang digunakan sudah memenuhi standar atau tidak	1. Memenuhi standar 2. Tidak memenuhi standar	Ordinal

## **BAB 4**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **4.1 Desain penelitian**

Penelitian ini menggunakan desain penelitian semi kuantitatif dengan menggunakan pendekatan *cross sectional* untuk melihat pengendalian yang dilakukan di area produksi Pre Cut PT. X.

#### **4.2 Waktu dan Lokasi penelitian**

Lamanya waktu yang digunakan dalam pengumpulan data penelitian hingga hasil penelitian adalah satu bulan yaitu bulan Mei 2011. Penelitian dilakukan pada area produksi Pre Cut PT. X yang berlokasi di daerah Cibinong, Bogor pada bulan Mei tahun 2011.

#### **4.3 Objek Penelitian**

Objek dari penelitian ini adalah pengendalian debu yang dilakukan di area produksi Pre Cut PT. X. Pengendalian tersebut meliputi ventilasi alami, *local exhaust ventilation*, *housekeeping*, dan APD. Selain itu, objek lain yang diteliti adalah tingkat konsentrasi debu yang memapari pekerja di area produksi Pre Cut PT X.

#### **4.4 Penentuan Lokasi Pengukuran Debu**

Penentuan lokasi pengukuran dilakukan berdasarkan unit kerja yang berada pada area produksi Pre Cut PT. X. Terdapat tiga proses kerja yang dilakukan di area produksi Pre Cut yaitu penyerutan kayu, pembelahan kayu, dan pemotongan kayu. Masing-masing unit akan dilakukan pengukuran untuk mendapatkan nilai rata-rata tingkat konsentrasi debu yang memapari pekerja.

## 4.5 Teknik Pengumpulan data

### 4.5.1 Data Primer

Data primer dalam penelitian ini adalah nilai rata-rata konsentrasi debu di area Pre Cut PT X. Data tersebut didapat melalui pengukuran konsentrasi debu yang dilakukan pada unit kerja penyerutan kayu, pembelahan kayu, dan pemotongan kayu pada area produksi Pre Cut PT. X dengan menggunakan metode *long term sampling* dengan menggunakan alat *personal dust sampler* (PDS). Berikut adalah tahapan yang dilakukan untuk memperoleh data konsentrasi debu:

#### 1. Tahap persiapan

- Filter disimpan di dalam desikator selama 24 jam agar mendapatkan kondisi stabil.
- Filter ditimbang sampai memperoleh berat konstan, minimal tiga kali penimbangan sehingga diketahui berat filter sebelum pengambilan contoh kemudian catat berat filter blanko dan filter masing-masing dengan berat  $B_1$  (mg) dan  $W_1$  (mg). Masing-masing filter tersebut diletakkan di dalam holder setelah diberi nomer (kode).
- Filter dimasukkan ke dalam *Personal Dust Sampler* dengan menggunakan pinset dan tutup bagian atas *holder*.
- Pompa penghisap udara dikalibrasi menggunakan *flowmeter* dengan kecepatan laju aliran udara 1.7 L/menit

#### 2. Tahap Pengambilan *Sample*

- PDS dihubungkan dengan pompa penghisap udara dengan menggunakan selang silikon atau teflon.
- PDS ditempelkan pada pekerja dengan posisi *respirable sampler holder* di area pernapasan pekerja (kerah baju pekerja)
- Setelah selesai melakukan pengukuran, debu pada bagian luar *holder* dibersihkan untuk menghindari kontaminasi.
- Filter dipindahkan dengan menggunakan pinset ke kaset filter dan dimasukkan ke dalam desikator selama 24 jam.

### 3. Tahap penimbangan

- Filter blanko sebagai pembanding dan filter contoh ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik yang sama sehingga diperoleh berat filter blanko dan filter contoh masing-masing  $B_2$  (mg) dan  $W_2$  (mg).
- Catat hasil penimbangan berat filter blanko dan filter contoh sebelum pengukuran dan sesudah pengukuran.

### 4. Tahap perhitungan

Formula yang digunakan untuk menghitung konsentrasi adalah:

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V} \times 10^3 (\text{mg/m}^3)$$

Dengan:

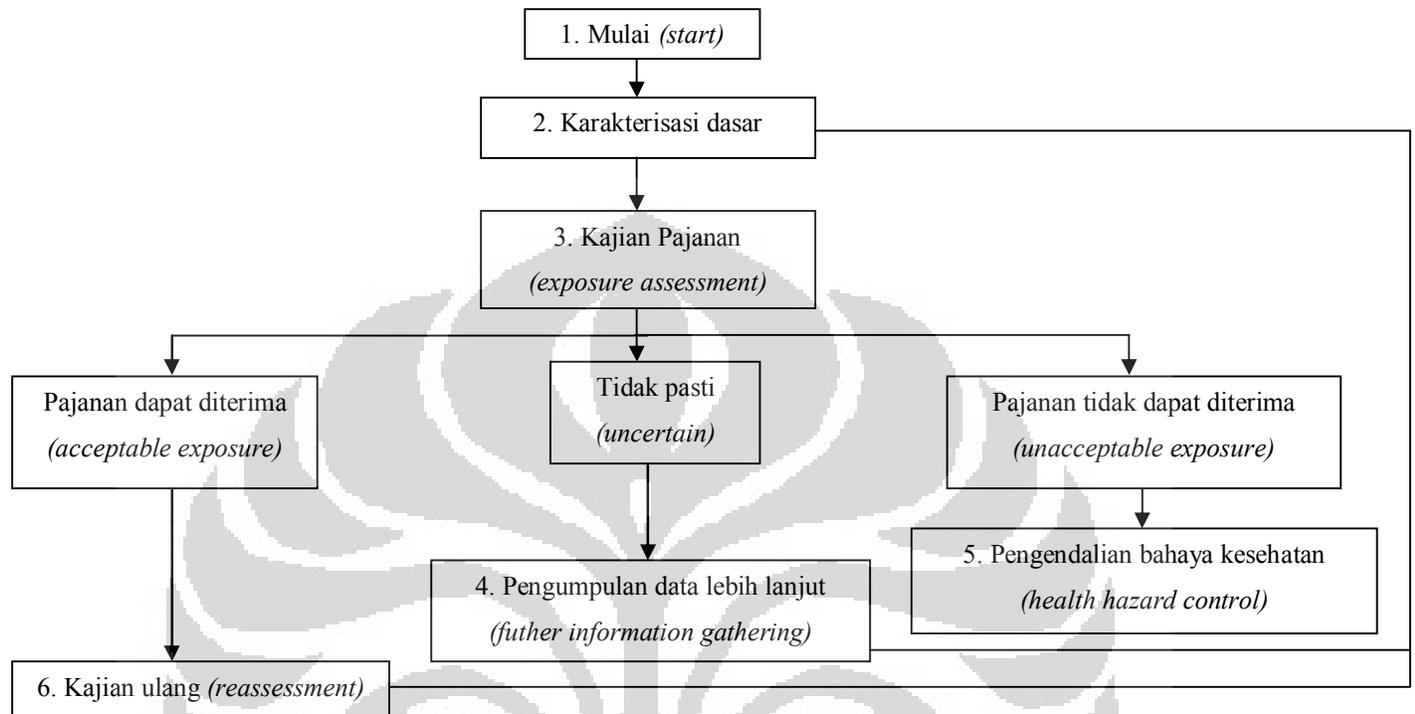
- $C$  = Kadar/konsentrasi debu total ( $\text{mg/m}^3$ )
- $W_2$  = Berat filter *sample* setelah pengambilan *sample* (mg)
- $W_1$  = Berat filter *sample* sebelum pengambilan *sample* (mg)
- $B_2$  = Berat filter blanko setelah pengambilan *sample* (mg)
- $B_1$  = Berat filter blanko sebelum pengambilan *sample* (mg)
- $V$  = Volume udara waktu pengambilan *sample* (L)

#### 4.5.2 Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan peneliti diperoleh dari perusahaan khususnya area Pre Cut PT X. Data-data yang diambil meliputi data mengenai pengendalian debu di area Pre Cut dan juga gambaran perusahaan. Data yang diambil mengenai pengendalian di area produksi Pre Cut antara lain data ventilasi alami, *local exhaust ventilation*, *housekeeping*, dan alat pelindung diri (APD). Data mengenai pengendalian debu di area Pre Cut diperoleh melalui:

- Data milik kepala bagian Pre Cut PT X
- Pengamatan langsung di lokasi penelitian
- Wawancara mendalam dengan menggunakan pedoman wawancara

#### 4.6 Alir Strategi Kajian Paparan di Tempat Kerja



Gambar 4.1 Diagram alir strategi kajian paparan di tempat kerja (Sumber: Mulhausen & Damiano, Bab 6. Comprehensive Exposure Assessment. The Occupational Environment: Its Evaluation, Control, and Management. Ed. ke-2 Salvatore. 2003.

Dalam menentukan kajian paparan di tempat kerja, diperlukan sebuah strategi untuk menentukan profil paparan. Tahap-tahap tersebut dimulai dengan menentukan karakterisasi dasar berupa informasi tempat kerja, tenaga kerja, dan paparan di tempat kerja. Setelah itu, tahapan selanjutnya adalah melakukan kajian paparan yaitu dengan menentukan kelompok paparan, menentukan profil paparan, dan membandingkan hasilnya dengan standar yang direkomendasikan. Tahap selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data lebih lanjut jika hasil kajian tidak pasti (*uncertain*), membuat atau mengevaluasi program pengendalian bahaya kesehatan jika hasil kajian tidak dapat diterima (*unacceptable exposure*), dan melakukan kajian ulang (*reassessment*) jika hasil kajiannya paparan dapat diterima (*acceptable exposure*).

#### 4.7 Instrumen Data

Dalam penelitian ini, instrumen data digunakan untuk mencari nilai konsentrasi debu yang memapari pekerja dan juga untuk melihat pengendalian yang telah dilakukan di area produksi Pre Cut PT X. Untuk mendapatkan tingkat konsentrasi debu, instrumen yang digunakan adalah:

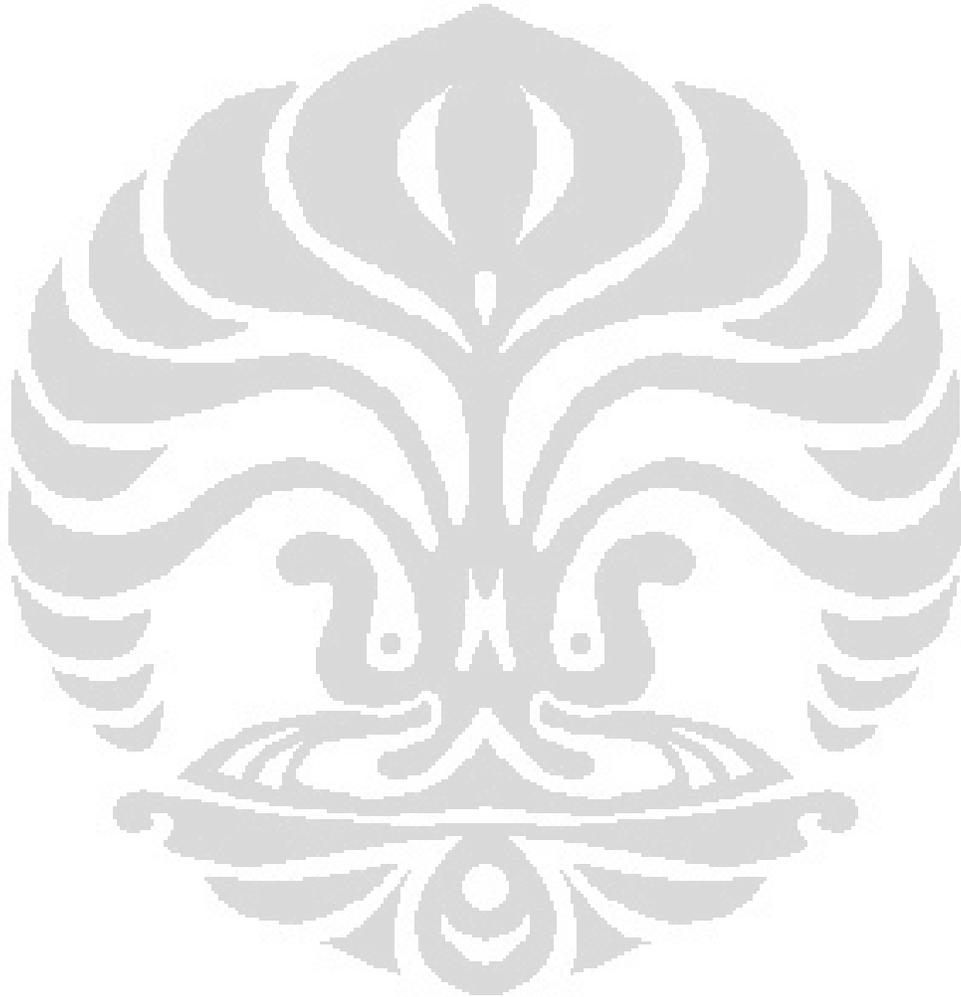
1. Personal Dust Sampler (PDS) yang dilengkapi dengan pompa penghisap udara dengan kapasitas 1-5 L/menit dan selang silikon atau selang teflon.
2. Timbangan analitik dengan sensitivitas 0,01 mg untuk melakukan penimbangan filter.
3. Pinset untuk memindahkan filter.
4. Desikator untuk menyimpan filter.
5. Flowmeter untuk mengatur flow rate atau laju udara.

Sedangkan untuk pengendalian debu, instrumen yang digunakan adalah data sekunder milik perusahaan untuk melihat program pengendalian debu yang telah dilakukan di area produksi Pre Cut PT X.

#### 4.8 Analisis Data

Analisa data yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisa konsentrasi debu dan analisa pengendalian yang dilakukan di area produksi Pre Cut PT X. Untuk konsentrasi debu, metode analisis data dilakukan berdasarkan pengujian laboratorium dengan metode gravimetri. Filter yang telah menangkap kontaminan udara dikondisikan di dalam desikator dengan kelembaban 50% atau di ruangan ber AC dan didiamkan selama 24 jam. Setelah melakukan proses tersebut barulah filter ditimbang sampai mendapatkan berat tetap. Langkah selanjutnya adalah mengurangi berat filter setelah pengambilan sampel dengan berat filter sebelum pengambilan sampel. Setelah mendapat data hasil penimbangan, dilakukan penghitungan untuk mencari konsentrasi debu. Dari hasil tersebut dapat diketahui seberapa besar nilai rata-rata tingkat konsentrasi debu yang memapari pekerja.

Untuk menganalisa pengendalian debu yaitu ventilasi alami, *local exhaust ventilation*, *house keeping*, dan alat pelindung diri, analisa yang dilakukan adalah dengan menentukan apakah pengendalian-pengendalian tersebut sudah memenuhi standar yang direkomendasikan atau belum.



## BAB 5

### GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

#### 5.1 Sejarah Perkembangan PT X

PT X didirikan oleh Rudy Bambang Hartono dan Julius Hadinata pada tanggal 4 Februari 1975 dihadapan Notaris Suzana Zakaria di Bandung dan telah mendapat izin usaha dengan No. 7/1975. PT. X adalah pabrik furniture terkemuka di Indonesia, khususnya furniture untuk ruang keluarga, kamar tidur, dan ruang makan, dimana bahan baku yang digunakan dalam pembuatan furniture didominasi oleh unsur kayu, rotan, dan panel.

Ada dua merek yang diperkenalkan sebagai merek dagang yaitu “LIGNA” Furnitur dan “SIRO” Furnitur. Untuk kelas menengah ke atas PT X meluncurkan produk unggulannya dengan brand “LIGNA FURNITUR”, sedangkan untuk furnitur dengan kelas bawah konsumen dapat menjumpai brand “SIRO FURNITUR”. Keduanya merupakan jenis tampilan produk yang menggunakan kualitas produk dengan standard yang cukup tinggi.

Sejak didirikan hingga saat ini PT X menghasilkan dan memproduksi furnitur-furnitur yang secara terus-menerus melakukan penyempurnaan dalam hal kualitas dan desain yang ditawarkan kepada konsumen.

Saat ini PT X berhasil mengeksport produk-produknya ke seluruh kota di Indonesia dan sejumlah negara di Asia, Australia, Amerika, hingga memasuki kawasan Eropa. Untuk dapat memenuhi kebutuhan akan permintaan furnitur dengan bahan material pilihan dan memiliki seni estetika, PT X menyerap hampir 873 tenaga kerja yang kompeten. Total kapasitas output yang dihasilkan perbulannya dapat mencapai 50x40” container.

## 5.2 Visi, Misi, Tujuan, dan Prospek Masa Depan PT X

PT X & Co. mempunyai visi tertentu, yaitu:

1. Ikut serta membantu program pemerintah dalam menciptakan keamanan bekerja dan lapangan kerja guna meningkatkan taraf hidup penduduk sekitar lokasi pabrik dan mengurangi pengangguran di seluruh Indonesia.
2. Turut mensukseskan program pemerintah mengenai ekspor non-migas, dan juga ingin menunjukkan bahwa permealban Indonesia dapat menembus pasaran ekspor.

Adapun yang menjadi misi dari PT X & Co. antara lain:

1. Pencapaian probabilitas perusahaan dengan memperhatikan kualitas dari segi-segi estetika, *ergonomic*, yang menghasilkan *comfortable* dan *strenght*.
2. Berorientasi pada kepuasan konsumen (*consumer oriented and satisfaction*).
3. Tercapainya hubungan industrial Pancasila dan masyarakat industri yang handal.

Berbicara masa depan adalah merupakan hal yang harus direncanakan dengan baik. *Management change* adalah strategi guna menjamin kesuksesan masa depan, ketahanan akan adanya perubahan-perubahan yang terjadi dalam dunia bisnis akan sangat tergantung pada sejauh mana organisasi peduli terhadap perubahan-perubahan akan teknologi, ekonomi, budaya, populasi penduduk serta kompetitor.

Aset yang dimiliki oleh PT X untuk menjamin masa depan perusahaan yaitu:

1. Memiliki mesin yang kurang lebih berjumlah 400 buah, mulai dari *Hand Machine* sampai modern *Wood Working Machine* yang akan menjamin kualitas Ligna Furnitur.
2. Memiliki SDM yang terampil serta memiliki latar belakang dari berbagai disiplin ilmu. Pembinaan sumber daya manusia dilakukan melalui program pendidikan dan pelatihan serta pengembangan karir yang terbuka bagi karyawan yang ingin berprestasi dalam bekerja.

3. Lokasi industri yang tepat dengan luas kurang lebih 20.000 m<sup>2</sup> sehingga akan menjamin kontinuitas produksi yang lancar karena *stock material* tertampung cukup banyak.
4. Jaringan pemasaran di seluruh kota-kota besar di Indonesia serta menembus ekspor luar negeri untuk kawasan Asia, Australia, Amerika, dan Eropa.
5. Kualitas produk yang memadukan segi-segi estetika dan ergonomic yang menghasilkan *comfortable, strenght* sebagai hasil dari mesin-mesin yang modern, *material selection* yang menjamin kualitas barang jadi kuat yang akan menambah semarak ruang di mana saja produk Ligna ditempatkan.
6. Research yang senantiasa memperhatikan pada nilai-nilai *Consumer Oriented and Satisfaction*.
7. *One Day Service*
8. Showroom-showroom yang di tata sedemikian rupa sehingga menambah prestise Ligna.

### 5.3 Profil PT X

Nama Perusahaan	: PT X
Didirikan (Bandung)	: 4 Februari 1975, Akta Notaris Suzana Zakaria
Produk Utama	: Furniture untuk Living Room, Bedroom, Dining Room & Garden Furniture
Merk Dagang	: Ligna Furniture, Siro Furniture
Presiden Komisaris	: Ir. Yulius Hadinata
Managing Director	: Ariono Hadinoto
Direksi	: Victor Hadinata dan Susilo Hadinoto
Lokasi Pabrik	: Jl. Tapos Km 1, Po Box 23, Cibinong-Bogor
	Telp: (021) 8752151, (021) 8752191
	Fax: (021) 8752261
Luas Area	: 20.000 m <sup>2</sup>

Pusat Marketing Lokal	: Jl. Tapos Km 1, Cibinong-Bogor Telp: (021) 8755915, (021) 8755925 Fax: (021) 8755911
Pusat Marketing Lokal	: Jl. Tapos Km 1, Cibinong-Bogor Telp: (021) 8755915, (021) 8755925 Fax: (021) 8755911
Area Pemasaran	: Lokal (seluruh kota besar di Indonesia) Ekspor (USA, Eropa, Timur Tengah, Asia, dan Australia)
Jumlah Tenaga Kerja	: 873 orang
Total Kapasitas	: 50x40” container
Bank Rekanan	: Lippobank, Rabobank, BCA, Bank Ekonomi, dsb

#### 5.4 Eksistensi PT X

Banyak prestasi yang telah diraih oleh PT X baik oleh perusahaan maupun karyawan. Prestasi merupakan indikator yang bisa dijadikan hal-hal yang memberikan kebanggaan bagi tenaga kerja, karena prestasi merupakan puncak dari keberhasilan suatu organisasi atau perorangan.

Adapun prestasi-prestasi yang telah dicapai oleh PT X, adalah sebagai berikut:

1. Terkait dengan bisnis
  - a). Ekspor perdana PT X telah terlaksana pada tahun 1977 (pada saat furniture di Indonesia belum ada yang mengekspor “*Knock Down Furniture*”). Ligna dikenal dengan pioner *Knock Down System* di Indonesia.
  - b). Meraih *The Best Seller* pada pameran ekspor yang diadakan Badan Pengembangan Ekspor Nasional tahun 1985.
  - c). Mendapat piagam pada Tropy Asia Award di bidang furniture.

d). Mendapat *Europe Award* di bidang furniture

2. Terkait dengan aturan Pemerintah

a. Hampir setiap tahun PT X mendapat “Piagam Taat Pajak” sebagai pembayar pajak 40-24 se-Jawa Barat.

b. Pada tahun 1992, meraih “Penghargaan Pengola HIP (Hubungan Industri Pancasila) terbaik ketiga pada tingkat propinsi Jawa Barat ditinjau dari tingkat kesejahteraan.

c. Telah diperbaiki KKB (Kesepakatan Kerja Bersama) yang kelima dengan mengutamakan tingkat kesejahteraan dan keharmonisan.

3. Terkait dengan bidang olahraga

Pembinaan olahraga telah menghasilkan bernagai prestasi uuntuk cabang olahraga seperti bulutangkis (untuk tingkat kabupaten Bogor, bola basket, volley ball, sepak bola, dan tenis meja. Perkembangan olahraga bersepeda juga tidak lepas dari jangkutan, saat ini PT X telah memiliki klub *fun bike* atau dikenal dengan *Ligna Fun Bike Club* yang anggotanya mencapai 200 orang

### **.5.5 Produk lokal PT X**

Produuk-produk lokal yang dihasilkan oleh PT X, yaitu:

1. Merek LIGNA

Produk yang dihasilkan dari merek LIGNA antara lain:

a. Ruang tam, terdiri dari:

1. Sofa Aprilia
2. Sofa Ivory
3. Sofa Divina
4. Sofa Kyoto
5. Sofa Natalia

6. Sofa Palermo
  7. Sofa Santiago
- b. Ruang tidur, terdiri dari:
1. Bed set Bergamo
  2. Bed set Etonia
  3. Bed set Vista
  4. Bed set Luna
  5. Bed set Messaria
- c. Ruang makan, terdiri dari:
1. Meja makan Corsica (4 orang dan 6 orang)
- d. Ruang Keluarga, terdiri dari:
1. Wall unit Iona (modul A, B, dan C)
- e. Ruang Kantor, terdiri dari:
1. Kurdi Kantor Claudius (kayu)
  2. Kursi steel kantor
  3. Meja tulis  $\frac{1}{2}$  biro Claudius
- f. Accessories, terdiri dari:
1. Kasur Busa
  2. Bantal dan Guling (Dacron)

## 5.6 Bidang Usaha dan Proses Produksi

PT X & Co yang merupakan sebuah perusahaan industri yang bidang usaha yang menghasilkan beberapa jenis furniture, dimana proses produksinya terdiri dari dua divisi produk, yaitu:

1. Divisi Kayu
2. Divisi Panel Axima

Dalam memproduksi suatu produk selalu diperlukan adanya suatu proses produksi yang memperlihatkan metode maupun teknik pembuatan produk yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut. Proses pembuatan produk akan baik, jika ditunjang oleh penggunaan bahan baku yang baik pula. Adapun bahan baku yang digunakan untuk memproduksi furniture terdiri dari bahan baku utama dan bahan baku penolong, yang meliputi:

1. Bahan baku utama, terdiri dari:
  - Particle Board (PB)
  - Medium Density Fibreboard (MDF)
  - Tripleks
  - Multipleks
  - Kayu
2. Bahan baku penolong, terddiri dari:
  - Tepung terigu
  - Cat
  - Thinner
  - Dempul
  - Hardener

Untuk proses produksi yang berlangsung pada pembuatan furniture divisi Panel Axima, antara lain:

1. Proses Pembahanan, terdiri dari :

- Pembahanan Lokal
- Pembahanan Ekspor (*real panel*)

2. Proses Konstruksi, terdiri dari:

- Konstruksi Panel
- Konstruksi Prefin

3. Proses Finishing

4. Proses *Assembling* dan *Packing*

Proses awal pembahanan (pembahanan lokal) menangani pembahanan untuk bahan baku produk yang akan dipasarkan di dalam negeri (lokal). Yang dimaksud dengan proses pembahanan di sini adalah pembahanan untuk bahan baku panel. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pembahanan lokal adalah:

a. Bahan baku utama

1. *Particle Board* (PB)

PB merupakan bahan yang terbuat dari serpihan kayu/*chip* yang dicampur dengan bahan perekat sintetis (lem), melalui proses dengan bahan tekanan dan kekuatan tertentu sesuai dengan ketebalan yang diinginkan.

2. *Medium Density Fireboard* (MDF)

MDF merupakan jenis PB, tetapi terbuat dari serpihan kertas, bukan serpihan kayu yang dicampur dengan perekat sintetis melalui *press* dengan tekanan dan kekuatan sesuai dengan ketebalan yang diinginkan.

### 3. Tripleks

Tripleks merupakan bahan yang terbuat dari beberapa *real venner* (lapisan dari kayu asli) yang digabung melalui proses *press*.

### 4. Multipleks

Multipleks merupakan bahan yang terbuat dari beberapa tripleks yang digabung melalui *press*.

#### b. Bahan pelapis

##### 1. Lem

Lem berguna untuk merekatkan bahan pelapis dengan bahan baku utama.

##### 2. Tepung terigu

Sebagai bahan pencampur lem supaya komposisinya tepat (tidak terlalu encer).

Selain pembahanan lokal terdapat pula pembahanan ekspor, pembahanan ekspor menangani pembahanan untk produk ekspor. Pembahanan ekspor dapat disebut juga dengan Departemen *Real Venner* yang dimana dalam pelapisan produknya menggunakan lapisan *real venneer*. Bahan baku yang digunakan pada proses *real venner* sama seperti pada pembahanan lokal hanya PB dan pelapisnya saja yang berbeda.

Proses kedua yaitu proses konstruksi. Konstruksi disini dimaksudkan uuntuk konstruksi panel, yang merupakan proses pengalokasian penggunaan *part-part* dari bahan baku panel yang telah dipotong pada Departemen Pembahanan.

Proses ketiga yaitu proses *finishing*. *Finishing* merupakan suatu proses terakhir yang meliputi pewarnaan khusus bagi *part-part* yang telah melalui proses-proses sebelumnya.

Proses keempat yaitu *assembling* dan *packing* lokal. *Assembling* merupakan proses pentuan antara *part* dalam satu unit. Produk dengan kondisi permanen sedangkan proses *packing* merupakan proses pemasangan *part* dalam satu unit produk ke dalam box kardus, yang disebut *colly*. Dalam pengemasan satu unit produk ini dapat dimasukkan ke dalam dua *colly* tergantung ukuran dan kepraktisan dalam transportasi barang.

Selain pengemasan juga dilakukan penampilan merek, proses *assembling* dan *packing* menjadi satu departemen, hal ini dimaksudkan agar kedua proses tersebut dapat dilakukan dengan efisien sehingga dapat menghemat waktu kerja yang dibutuhkan.

*Assembling* dan *packing* ekspor pada dasarnya memiliki pekerjaan yang sama dengan *assembling* lokal, yaitu proses penyatuan antara *part* dalam satu unit produk dengan kondisi permanen. Perbedaannya hanya ada *assembling* ekspor produk di *assembling* dalam bek kesatuan yang utuh, produk tidak dalam bentuk *knock down*. Proses *packing* ekspor merupakan proses pengemasan produk jadi ke dalam kardus dan proses penampilan merek.

### **5.7 Struktur Organisasi PT X**

Adapun struktur organisasi dari Departemen Marketing seperti yang terdapat pada lampiran. Dari lampiran tersebut terlihat terdapat marketing untuk wilayah ekspor dan marketing untuk wilayah lokal. Manager untuk marketing ekspor terdiri dari Bpk Andytio dan Bpk doni, sedangkan manager untuk marketing lokal yaitu Bapak Agus dan Bapak Indra.

Marketing lokal dibagi lagi menjadi dua fokus yaitu marketing order partai yang terdiri dari tiga *Marketing executive (salesman)* dan marketing cabang (resmi) yang tersebar di beberapa wilayah Indonesia, seperti wilayah Jakarta, Bandung, Medan, Pekanbaru, Makassar, Surabaya, dan Semarang. Marketing order partai memfokuskan pada konsumen khususnya perusahaan atau instansi yang memerlukan furniture

dalam jumlah partai. Sedangkan marketing cabang memfokuskan pada toko-toko furniture yang ada di wilayahnya masing-masing. Namun, tidak menutup kemungkinan apabila marketing cabang ini juga dapat menerima retail dari konsumen langsung yang ada di wilayahnya tersebut..

Marketing lokal mempunyai *Assistant Manager* dan *Officer* yang bertugas untuk membantu menyediakan laporan, mengatur pengiriman barang dan mengurus administrasi untuk order partai maupun order dari berbagai cabang resmi Ligna.



## BAB 6

### HASIL

#### 6.1 Tingkat Konsentrasi Debu Pekerja Area Produksi Pre Cut PT X

Pengukuran konsentrasi debu *respirable* pada pekerja dilakukan pada semua unit kerja yang ada di area produksi Pre Cut yaitu unit kerja pembelahan kayu, penyerutan kayu, dan pemotongan kayu. Pengukuran dilakukan secara bersamaan yaitu pada tanggal 24 Mei 2011 pada pukul 09.00-14.00 WIB (6 jam) dengan menggunakan alat *Personal Dust Sampler* (PDS) dan filter *poly vinyl chloride* (PVC) dengan ukuran pori 0.8  $\mu\text{g}$  dan diameter 37 mm. Pengukuran ini dilakukan selama 360 menit dengan *flow rate* 1.7 L/menit yang diasumsikan sebagai *flow rate* manusia.

##### 6.1.1 Tingkat Konsentrasi Debu Pekerja Pada Unit Kerja Penyerutan

Hasil penimbangan laboratorium menunjukkan bahwa berat filter sebelum pengukuran adalah 37.15 mg dan berat setelah pengukuran adalah 37.16 mg, sedangkan berat blanko sebelum pengukuran adalah 37.35 mg dan berat setelah pengukuran masih sama yaitu 37.35 mg. Dengan data tersebut, untuk mencari nilai konsentrasi debu dapat dilakukan dengan perhitungan berikut ini:

$$\begin{aligned} C &= \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V} \times 10^3 (\text{mg/m}^3) \\ &= \frac{(37.16 - 37.15) - (37.35 - 37.35)}{612} \times 10^3 (\text{mg/m}^3) \\ &= 0.016 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

Dengan hasil perhitungan tersebut, maka nilai rata-rata konsentrasi debu *respirable* pekerja di unit pekerjaan penyerutan adalah sebesar 0.016  $\text{mg/m}^3$ .

### 6.1.2 Tingkat Konsentrasi Debu Pekerja Pada Unit Kerja Pembelahan

Berat filter sebelum pengukuran dilakukan adalah 34.98 mg dan berat setelah pengukuran adalah 36.06 mg, sedangkan berat blanko sebelum pengukuran adalah 34.91 mg dan setelah pengukuran adalah 34.91 mg. Dari data-data tersebut dapat di hitung konsentrasi debu *respirable* dengan menggunakan formula:

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V} \times 10^3 (\text{mg/m}^3) \\
 &= \frac{(36.06 - 34.98) - (34.91 - 34.91)}{360 \times 1.7} \times 10^3 (\text{mg/m}^3) \\
 &= 1.765 \text{ mg/m}^3
 \end{aligned}$$

Dengan hasil perhitungan tersebut, maka nilai rata-rata konsentrasi debu *respirable* pekerja di unit pekerjaan pembelahan adalah sebesar 1.765 mg/m<sup>3</sup>.

### 6.1.3 Tingkat Konsentrasi Debu Pekerja Pada Unit Kerja Pemotongan

Berat filter sebelum pengukuran adalah 35.16 mg dan berat setelah pengukuran adalah 36.01 mg, sedangkan berat blanko sebelum pengukuran adalah 35.90 mg dan berat setelah pengukuran adalah 35.90 mg. Berikut adalah penghitungan konsentrasi debu *respirable* pekerja di unit kerja pemotongan:

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V} \times 10^3 (\text{mg/m}^3) \\
 &= \frac{(36.01 - 35.16) - (35.90 - 35.90)}{612} \times 10^3 (\text{mg/m}^3) \\
 &= 1.389 \text{ mg/m}^3
 \end{aligned}$$

Dengan hasil perhitungan tersebut, maka nilai rata-rata konsentrasi debu *respirable* pekerja di unit pekerjaan pemotongan adalah sebesar 1.389 mg/m<sup>3</sup>.

Tabel 6.1  
Konsentrasi Debu Pada Area Produksi Pre Cut PT X

No	Unit Kerja	Debu <i>Respirable</i>	
		Konsentrasi (mg/m <sup>3</sup> )	NAB (mg/m <sup>3</sup> )
1	Penyerutan	0.016	1
2	Pembelahan	1.765	1
3	Pemotongan	1.389	1

Dari tabel 6.1 dapat diketahui bahwa konsentrasi debu *respirable* pekerja yang tertinggi terdapat pada unit kerja pembelahan dengan konsentrasi 1.765 mg/m<sup>3</sup> dan konsentrasi terendah terdapat pada unit kerja penyerutan yaitu 0.016 mg/m<sup>3</sup>.

## 6.2 Ventilasi Alami

Disain bangunan yang ada pada area produksi Pre Cut adalah semi terbuka dimana tidak seluruh bagian bangunan tertutup oleh dinding. Dari data yang didapatkan dari pihak perusahaan, luas lantai pada area produksi Pre Cut adalah ± 3400 m<sup>2</sup>. Di area produksi Pre Cut, terdapat 13 sisi ruangan yang tidak ber dinding dimana setiap sisi tersebut memiliki ukuran 7 x 6 m. Berarti total luas lubang ventilasi alamiah yang ada di unit produksi Pre Cut adalah 546 m<sup>2</sup>. Dengan demikian, perbandingan antara total luas ventilasi alami dengan luas lantai di area Pre Cut adalah 16.05 %.

Tabel 6.2  
Ventilasi Alami Pada Area Produksi Pre Cut PT X

Karakteristik	Ukuran
Total luas lubang alami	504 m <sup>2</sup>
Luas lantai	3400 m <sup>2</sup>
Persentase total lubang alamiah dengan luas lantai	16.05 %

### 6.3 Local Exhaust Ventilation (LEV)

Setiap mesin pada area kerja Pre Cut dilengkapi dengan ventilasi buangan udara keluar lokal (*local exhaust ventilation*) yang berfungsi untuk menangkap debu kayu yang terbentuk akibat proses pekerjaan yang dilakukan. Semua sistem *local exhaust ventilation* diseluruh unit kerja di area produksi Pre Cut (unit kerja penyerutan, unit kerja pembelahan, dan unit kerja pemotongan) tidak memiliki data terkini mengenai laju udara (*air flow*) atau daya hisap (*velocity*) karena pihak perusahaan tidak pernah melakukan pemantauan terhadap kinerja sistem ini. Dengan kondisi seperti ini sangat sulit untuk menentukan apakah sistem *local exhaust ventilation* sudah memenuhi standar atau belum mengingat tidak adanya data mengenai *air flow* atau *velocity*. Selain itu, dengan tidak adanya data-data tersebut sulit untuk menentukan apakah kontaminan dapat terhisap seluruhnya atau tidak.

### 6.4 Housekeeping

Pada area produksi Pre Cut, kegiatan *housekeeping* yang dilakukan pada semua unit kerja tidak ada perbedaan. Kegiatan ini tidak ditangani oleh tim khusus tetapi dilakukan oleh pekerja pada masing-masing unit kerja. Tidak semua area dibersihkan oleh pekerja, hanya bagian-bagian tertentu saja seperti mesin, meja kerja, dan lantai disekitar mesin. Kegiatan ini dilakukan sebanyak dua kali per hari yaitu ketika awal *shift* (sebelum memulai pekerjaan) dan akhir *shift* (setelah pekerjaan selesai). Alat yang digunakan untuk melakukan pembersihan adalah sapu dan

kompressor angin (untuk membersihkan area yang diinginkan dengan menyemprotkan angin ke debu).

Proses *housekeeping* dilakukan dengan membersihkan mesin dari debu kayu yang menempel dan tertumpuk pada bagian mesin. Debu yang dibersihkan dari mesin kemudian dikumpulkan di lantai. Proses selanjutnya adalah membersihkan meja kerja dari debu kayu dan menjatuhkannya ke lantai. Setelah debu dari mesin dan meja kerja terkumpul di lantai, pembersihan selanjutnya dilakukan pada lantai di sekitar area kerja masing-masing unit. Pada umumnya, pembersihan dilakukan dengan sapu tapi untuk bagian-bagian yang sulit seperti celah-celah mesin, sela-sela meja atau lantai, pembersihan dilakukan dengan menyemprotkan angin pada bagian yang ingin dibersihkan dengan menggunakan kompressor. Seluruh debu yang terkumpul akan dibuang secara manual.

Tabel 6.3

Data Pelaksanaan *Housekeeping*

Kategori	Pelaksanaan
<b>Pelaksana <i>housekeeping</i></b>	Pekerja pada masing-masing unit
<b>Frekuensi pembersihan</b>	2 kali per hari
<b>Waktu pelaksanaan</b>	Awal dan akhir <i>shift</i>
<b>Area yang dibersihkan</b>	Mesin, meja kerja, dan lantai sekitar mesin (radius 7m dari tempat kerja/mesin)
<b>Alat yang digunakan</b>	Sapu dan kompressor

### 6.5 Alat Pelindung Diri (APD)

Banyaknya debu yang terdapat di udara area produksi Pre Cut membuat pihak manajemen perusahaan melakukan beberapa langkah pengendalian melalui alat pelindung diri untuk meminimalisasi masuknya debu kayu ke dalam sistem pernapasan pekerja. Alat pelindung diri yang disediakan oleh perusahaan untuk semua unit kerja (unit kerja penyerutan, pembelahan, dan pemotongan) adalah masker kain. Spesifikasi dari masker kain ini tidak diketahui sehingga sulit untuk menentukan efektifitasnya dalam menahan debu. Masker ini diberikan pada pekerja setiap satu bulan sekali namun jika sudah tidak layak, pekerja dapat meminta masker tersebut ke pihak manajemen. Pihak manajemen mewajibkan pekerja untuk selalu menggunakan masker tersebut selama berada di area kerja.

Tabel 6.4  
Alat Pelindung Diri Pernapasan Pada Area Kerja Pre Cut PT X

<b>Unit Kerja</b>	<b>Jenis Masker</b>	<b>Spesifikasi/Ukuran Pori</b>
<b>Unit kerja penyerutan</b>	Masker kain	Tidak diketahui
<b>Unit kerja pembelahan</b>	Masker kain	Tidak diketahui
<b>Unit kerja pemotongan</b>	Masker kain	Tidak diketahui

## BAB 7

### PEMBAHASAN

#### 7.1 Kelemahan dan Keterbatasan Penelitian

1. Jenis penelitian *cross-sectional* yang digunakan dalam penelitian ini bersifat deskriptif, dimana hanya dilakukan satu kali pengukuran untuk suatu area kerja. Untuk pemantauan konsentrasi debu di suatu area dibutuhkan surveillance minimal pemantauan 24 jam yang dilakukan secara terus-menerus.
2. Peneliti tidak mengukur tekanan udara yang merupakan data pendukung dikarenakan keterbatasan alat dan dana.
3. Hasil pengukuran dengan menggunakan *Personal Dust Sampler* (PDS) diasumsikan sebagai tingkat pajanan debu terhadap pekerja tanpa menggunakan alat pelindung diri (APD).

#### 7.2 Konsentrasi Debu di Area Produksi Pre Cut PT X

##### 7.2.1 Konsentrasi debu pekerja di unit kerja penyerutan

Unit penyerutan merupakan proses pekerjaan pertama yang dilakukan pada area produksi Pre Cut sebelum dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu pembelahan dan pemotongan. Pada proses ini, lapisan kayu diserut menggunakan mesin bermata pisau dengan tujuan agar permukaan kayu menjadi lebih halus sehingga mudah untuk diolah pada proses selanjutnya. Debu yang dihasilkan dari proses ini rata-rata mempunyai ukuran yang besar sehingga banyak sekali debu yang mengendap di permukaan lantai namun tidak menutup kemungkinan terdapat debu dengan ukuran kecil yang dihasilkan pada proses ini.

Nilai konsentrasi rata-rata debu yang respirabel pekerja dari hasil pengukuran di unit kerja penyerutan adalah  $0.016 \text{ mg/m}^3$ . Secara umum, nilai rata-rata tingkat konsentrasi debu baik di unit kerja ini termasuk rendah. ACGIH dalam TLV (*Threshold limit value*) menganjurkan nilai ambang batas untuk debu kayu sebesar  $1 \text{ mg/m}^3$ . Dengan mengacu pada standar tersebut, berarti konsentrasi debu pekerja di unit kerja penyerutan tidak melewati nilai ambang batas yang direkomendasikan. Rendahnya konsentrasi debu di unit kerja penyerutan disebabkan oleh sedikitnya bagian kayu yang hancur akibat interaksi dengan mesin. Bagian kayu yang diolah dan mengalami interaksi dengan mesin hanya bagian luarnya saja yaitu bagian kulit kayu sehingga dengan proses seperti ini debu yang dihasilkan sedikit dan cenderung berukuran besar ( $\geq 100 \mu\text{m}$ ) sehingga tidak terhisap dan tersaring oleh filter.

### **7.2.2 Konsentrasi debu pekerja di unit kerja pembelahan**

Pada proses ini, bahan baku kayu yang sudah melewati proses penyerutan akan dibelah untuk mendapatkan lebar kayu yang diinginkan. Kontak antara mata gergaji pada mesin dengan kayu akan menimbulkan terbentuknya debu kayu dengan berbagai ukuran tergantung dari jenis kayu, ketajaman mata gergaji, dan kecepatan putaran gergaji.

Nilai konsentrasi rata-rata debu respirabel pekerja di unit kerja pembelahan adalah  $1.765 \text{ mg/m}^3$ . Konsentrasi tersebut sudah melewati nilai ambang batas yaitu  $1 \text{ mg/m}^3$  per 8 jam kerja. Untuk mengatasi kondisi ini diperlukan suatu program pengendalian yang tepat untuk mengurangi konsentrasi debu. Pada unit kerja ini, banyak bagian kayu yang berubah menjadi debu karena interaksi gergaji dengan kayu dan membuat debu terdispersi ke udara. Dalam proses pekerjaannya, alat yang digunakan adalah mesin dengan mata gergaji tajam dan putaran yang sangat cepat sehingga debu yang dihasilkan cukup banyak dan berukuran kecil sehingga dapat terhirup oleh pekerja. Selain itu putaran gergaji yang sangat cepat membuat debu yang terbentuk terlempar ke udara sehingga memapari pekerja. Banyaknya debu yang dihasilkan diperparah dengan kondisi area kerja yang sangat kotor yaitu banyaknya

debu yang tertimbun di permukaan lantai, mesin, dan properti pekerjaan sehingga jika terinjak atau tertiuap angin akan menyebabkan debu tersebut terangkat ke udara dan menambah konsentrasi debu di udara.

### 7.2.3 Konsentrasi debu pekerja di unit kerja pemotongan

Proses ini merupakan bagian terakhir yang dilakukan pada area kerja Pre Cut PT X. Kayu yang sudah diserut dan dibentuk dengan lebar sesuai ukuran akan melewati proses pemotongan untuk mendapatkan kayu dengan ukuran panjang yang diinginkan. Meskipun proses pekerjaan unit pemotongan berbeda dengan proses pembelahan, alat yang digunakan hampir sama yaitu mesin gergaji tapi dengan tipe, ukuran, dan kecepatan putaran gergaji yang berbeda. Pada proses ini, banyak debu yang tertimbun di lantai dan beterbangan di udara sehingga memapari pekerja. Nilai rata-rata konsentrasi debu yang memapari pekerja pada unit ini adalah  $1.389 \text{ mg/m}^3$ . Konsentrasi tersebut sudah melewati nilai ambang batas yang diperkenankan (NAB untuk debu kayu  $1 \text{ mg/m}^3$ ) dan diperlukan monitoring secara berkala untuk memantau tingkat konsentrasi debu di unit kerja ini.

### 7.3 Ventilasi Alami

Persentase yang didapatkan dari pembagian antara luas lubang ventilasi alamiah dengan luas lantai yang ada di area Pre Cut adalah 16.05 %. Nilai tersebut sudah memenuhi standar ventilasi alamiah yang direkomendasikan yaitu 10 %. Sistem ventilasi ini telah memenuhi standar untuk menjaga udara tetap segar dan nyaman bagi pekerja. Akan tetapi, sistem ventilasi alami saja tidak cukup untuk menjamin udara di tempat kerja tetap nyaman dan segar. Hal ini dikarenakan pergantian udara yang terjadi pada ventilasi alamiah sangat ditentukan oleh pergerakan angin di lingkungan sehingga kita tidak dapat menentukan jumlah pergantian udara setiap jamnya.

Penerapan general ventilation secara mekanis jauh lebih efektif dibandingkan dengan ventilasi alamiah. Dengan menggunakan sistem ini, kinerja *fan* (kipas/baling-

baling) dapat diatur sehingga kita dapat menentukan pergantian udara setiap jamnya sesuai dengan standar yang direkomendasikan.

#### **7.4 Local Exhaust Ventilation (LEV)**

Perusahaan tidak mempunyai data mengenai sistem *local exhaust ventilation* (LEV) pada seluruh sistem LEV di area Pre Cut sehingga mereka tidak dapat menilai kinerja sistem ini sudah berjalan dengan baik atau tidak. Dengan kondisi seperti ini, perusahaan tidak bisa menentukan apakah sistem LEV mereka sudah sesuai standar yang berlaku atau belum karena mereka sendiri tidak mengetahui data-data tentang daya hisap (*velocity*) atau laju udara (*air flow*) pada sistem LEV perusahaan. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan tidak pernah melakukan pemantauan kinerja pada sistem LEV. Padahal monitoring terhadap sistem ini harus dilakukan secara rutin untuk menjaga kinerjanya tetap baik.

Konsentrasi debu pada dua dari tiga unit kerja (unit kerja pembelahan dan unit kerja pemotongan) berada di atas nilai ambang batas (NAB) ( $1.765 \text{ mg/m}^3$  untuk unit kerja pembelahan dan  $1.389 \text{ mg/m}^3$  untuk unit kerja pemotongan). Hal ini menunjukkan bahwa sistem LEV yang ada tidak efektif dalam menangkap kontaminan karena debu yang terlepas ke udara akibat proses kerja masih banyak dan memapari pekerja. Banyaknya debu yang terlepas ke udara disebabkan oleh rendahnya laju udara (*air flow*) dan daya hisap (*velocity*) sehingga sistem ini tidak dapat menghisap seluruh debu kayu yang dihasilkan dari proses produksi.

Konsentrasi debu di unit kerja penyerutan yang masih di bawah NAB ( $0.016 \text{ mg/m}^3$ ) tidak berarti menunjukkan bahwa sistem LEV pada unit kerja tersebut berjalan dengan baik. Rendahnya konsentrasi debu disebabkan karena pada proses ini sangat sedikit bagian kayu yang mengalami kontak dengan mesin yaitu hanya pada bagian kulit saja sehingga debu yang dihasilkan rendah. Alat yang digunakan pun bukan gergaji seperti pada unit kerja pemotongan dan pembelahan melainkan mata pisau yang berfungsi untuk menyerut permukaan kayu agar halus. Dari proses seperti ini, debu yang dihasilkan tidak terlalu banyak dan cenderung berukuran besar

( $\geq 100 \mu\text{m}$ ) dan mempunyai bobot yang tinggi sehingga mengendap di lantai. Pada umumnya, kondisi LEV pada unit kerja penyerutan tidak jauh berbeda dengan unit lainnya. Perlu dilakukan pengukuran laju udara dan daya hisap agar dapat diketahui apakah sistem tersebut sudah bekerja dengan efektif atau belum.

### **7.5 Housekeeping**

Kegiatan *housekeeping* yang dilakukan di seluruh unit di area kerja Pre Cut masih tergolong sederhana. Kegiatan ini tidak dilakukan oleh orang-orang khusus tetapi pekerja pada masing-masing unit. Alat yang digunakan pun berupa sapu dan kompressor untuk menyemprot debu. Pembersihan ini dilakukan sebanyak dua kali sehari yaitu pada awal dan akhir *shift* dengan objek pembersihan antara lain mesin, meja kerja, dan lantai di sekitar area kerja masing-masing unit.

Metode pembersihan yang dilakukan adalah dengan menyapu bagian-bagian yang kotor di meja kerja dan lantai. Untuk objek yang sulit seperti mesin dan sela-sela lantai menggunakan dibersihkan dengan menyemprotkan angin dari kompressor. Metode pembersihan tersebut baik dengan menyapu maupun disemprot, tidak direkomendasikan karena akan menyebabkan debu yang mengendap menjadi beterbangan dan terkonsentrasi di udara. Walaupun ketika melakukan kegiatan *housekeeping* seluruh proses kerja sudah berhenti, debu yang beterbangan di udara masih cukup banyak karena proses *housekeeping* yang tidak tepat. Selain itu, dengan metode pembersihan seperti ini akan menyebabkan perpindahan debu ke area atau tempat lain (terutama dengan metode penyemprotan). Dengan kata lain, hanya sebagian atau debu yang berukuran besar saja yang dibersihkan sedangkan debu yang berukuran kecil akan beterbangan dan berpindah ke tempat lain. Metode pembersihan yang disarankan adalah dengan menggunakan *vacuum cleaner* (William dan Burson 1985) dimana debu langsung dihisap tanpa menyebabkan debu tersebut beterbangan ke udara. Selain itu, penggunaan metode basah (*wet method*) dalam melakukan kegiatan *housekeeping* akan mereduksi pemaparan debu sebesar 95% (Thorpe, 1999). Pelaksanaan metode basah ini dapat dilakukan dengan cara menyemprotkan air

dengan *sprayer* ke area atau objek yang akan dibersihkan dengan tujuan membasahi debu sehingga bobotnya bertambah untuk mencegah debu tersebut beterbangan ke udara ketika dibersihkan.

Kegiatan *housekeeping* tidak dilakukan di seluruh area tetapi hanya pada bagian unit kerja saja (mesin, meja kerja, dan lantai dengan radius 7 meter dari tempat kerja/mesin) sedangkan area lain di luar zona tersebut seperti lantai dan properti pekerjaan tidak dibersihkan. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan penulis, area atau objek yang dibersihkan di area produksi Pre Cut hanya sekitar 15% saja sedangkan sisanya tidak dibersihkan. Masih banyaknya area yang tidak dibersihkan menyebabkan debu menumpuk dan terkumpul di area yang tidak dibersihkan tersebut. Debu-debu yang mengendap di area tersebut akan kembali beterbangan ke udara jika tertiup angin atau terhempas kendaraan pengangkut yang lewat dan memapari area lain yang sudah dibersihkan. Kondisi ini menyebabkan meningkatnya konsentrasi debu yang memapari pekerja dan juga akan mengotori area lain yang udah dibersihkan.

Proses kerja yang dilakukan menghasilkan debu dalam jumlah besar, baik yang berukuran kecil sampai yang berukuran besar. Debu-debu yang berukuran agak besar akan mengendap dan tertumpuk disekitar pekerja. Debu-debu yang jatuh ke lantai akan terlihat banyak setelah proses kerja berjalan selama 2-3 jam sedangkan kegiatan *housekeeping* hanya dilakukan pada awal dan akhir *shift* padahal debu yang mengendap di sekitar pekerja cukup banyak. Apabila tidak segera dibersihkan, debu yang mengendap di lantai sekitar pekerja akan terinjak-injak atau terhembus angin dan menyebabkan debu berukuran kecil beterbangan dan melayang di udara dan pada akhirnya menambah konsentrasi debu. Sebaiknya frekuensi pelaksanaan *housekeeping* ditingkatkan yaitu setiap 2-3 jam sekali atau ketika debu yang tertumpuk sudah terlihat banyak. Hal ini dilakukan agar debu yang menumpuk di sekitar pekerja dapat segera dibuang dan mencegah debu tersebut terinjak-injak dan beterbangan ke udara.

## 7.6 Alat Pelindung Diri (APD) Pernapasan

Dari tabel 6.5 yang berisi tentang alat pelindung pernapasan yang digunakan pada area produksi Pre Cut PT X dapat diketahui bahwa seluruh pekerja pada semua unit kerja di area Pre Cut menggunakan masker kain sebagai alat pelindung pernapasan. Efektifitas dari penggunaan masker jenis ini pun tidak dapat diketahui karena spesifikasi dari masker ini (ukuran pori-pori) tidak diketahui.

Pihak perusahaan mewajibkan seluruh pekerja untuk menggunakan masker selama berada di area kerja. Akan tetapi, dari hasil temuan di lapangan masih banyak pekerja yang tidak menggunakan masker ketika melakukan pekerjaan. Dengan demikian, udara yang mengandung debu akan langsung masuk ke saluran pernapasan pekerja tanpa tersaring sedikitpun. Jika kondisi ini terjadi secara terus-menerus akan meningkatkan risiko pekerja untuk terkena penyakit akibat debu kayu.

Dalam pemilihan jenis respirator yang tepat untuk digunakan di tempat kerja, langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan informasi pra-seleksi berupa:
  - Konsentrasi kontaminan
  - TLV (*Threshold Limit Value*) atau PEL (*Permissible Exposure Limit*). TLV untuk debu kayu adalah  $1 \text{ mg/m}^3$ .
  - Nilai PF (*protection Factors*) = konsentrasi kontaminan / PEL atau TLV
2. Memilih *respirator* yang sesuai dengan cara membandingkan nilai PF dengan nilai APF yang ada di tabel 2.2
3. Melakukan sosialisasi mengenai cara penggunaan dan perawatan yang benar

Tabel 7.1  
 Jenis *Respirator* yang disarankan  
 Berdasarkan Perbandingan Nilai PF dengan APF

No	Unit Kerja	Konsentrasi Debu (mg/m <sup>3</sup> )	PF	Jenis <i>Respirator</i> yang Disarankan
1	Penyerutan	0.016	0.016	<i>Quarter-mask-Air-purifying</i>
2	Pembelahan	1.765	1.765	<i>Quarter-mask-Air-purifying</i>
3	Pemotongan	1.389	1.389	<i>Quarter-mask-Air-purifying</i>

Berdasarkan tabel di atas, jenis respirator yang disarankan untuk tiga proses kerja yang ada di area produksi Pre Cut adalah *Quarter-mask-Air-purifying respirator* dengan *dust filter* jenis *fiber glass*. Filter jenis *fiber glass* mampu menahan debu dengan ukuran kecil yaitu < 1  $\mu\text{m}$  sehingga sangat efisien dalam menangkap debu yang ada pada pekerjaan ini.

## BAB 8

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 8.1 Kesimpulan

1. Konsentrasi tertinggi tingkat paparan debu pekerja pada area produksi Pre Cut berada di unit kerja pembelahan sedangkan yang paling rendah berada pada unit kerja penyerutan. Tingkat paparan debu pekerja di area produksi Pre Cut telah melewati nilai ambang batas (NAB) kecuali pada unit kerja penyerutan.
2. Ventilasi alami yang ada di area produksi Pre Cut berupa disain ruangan yang semi terbuka sehingga terdapat lubang udara pada sebagian sisi bangunan. Sistem ventilasi alami pada area produksi ini sudah memenuhi standar. Akan tetapi, pergantian udara dengan sistem ini tidak stabil karena sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan.
3. Seluruh unit kerja di area produksi Pre Cut menggunakan sistem *Local exhaust ventilation* yang sama. Walaupun sudah menggunakan sistem LEV, nilai rata-rata konsentrasi debu di area produksi Pre Cut masih tinggi. Hal ini dibuktikan dengan tingkat konsentrasi debu yang melewati nilai ambang batas (NAB) yaitu pada unit kerja pembelahan dan pemotongan. Tidak efektifnya sistem LEV disebabkan karena pihak perusahaan tidak pernah melakukan pemantauan mengenai kinerja LEV sehingga sulit untuk menentukan apakah kinerja LEV sudah memenuhi standar atau belum.
4. Kegiatan *housekeeping* yang dilakukan di area produksi Pre Cut untuk mengurangi debu tergolong sangat sederhana dan tidak direkomendasikan. Area yang dibersihkan hanya di sekitar unit kerja saja sedangkan bagian lain tidak dibersihkan. Selain itu, metode pembersihan yang dilakukan cenderung menyebabkan debu kembali beterbangan di udara dan mengotori area lain.

5. Seluruh pekerja pada area produksi Pre Cut menggunakan alat pelindung diri (APD) pernapasan yang sama yaitu masker kain. Tingkat efektifitas dari masker ini tidak dapat diketahui karena ukuran pori-porinya tidak diketahui.

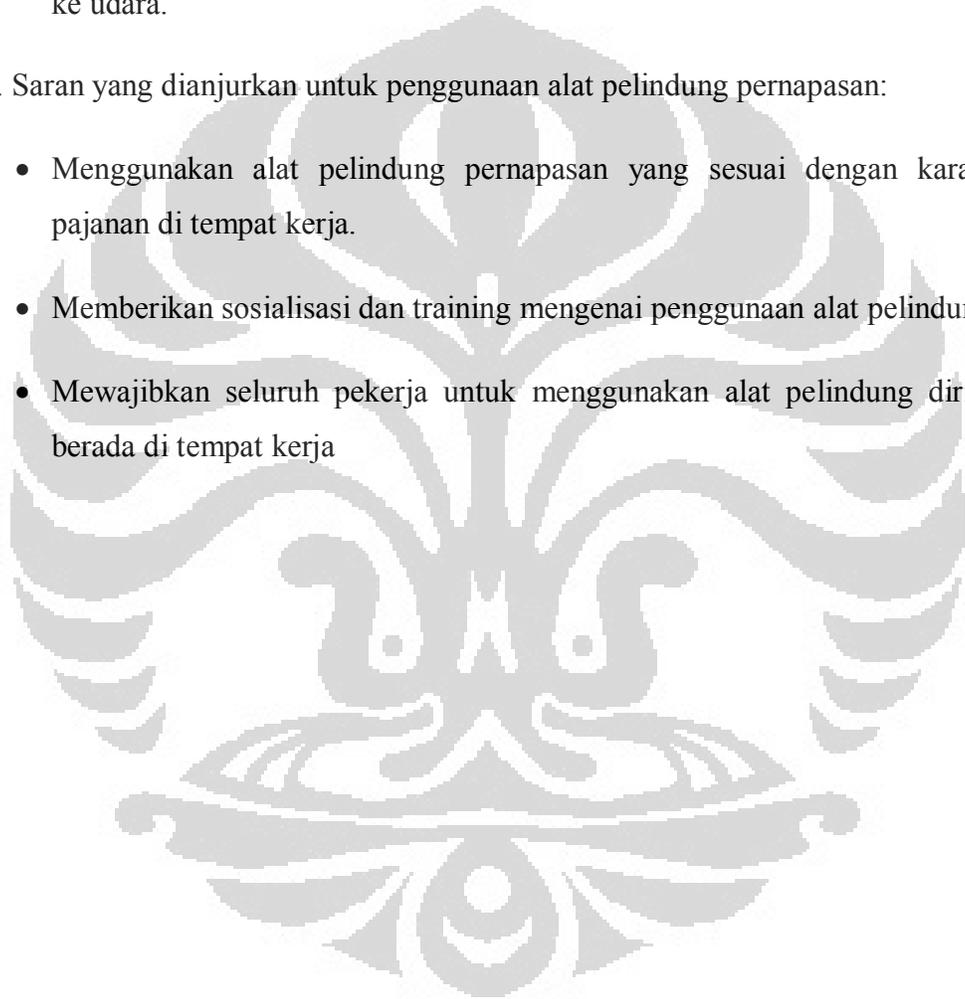
## 8.2 Saran

1. Melakukan pengukuran konsentrasi debu secara berkala untuk memantau tingkat pajanan debu dan untuk mengevaluasi efektifitas dari program pengendalian yang ada.
2. Saran yang dianjurkan untuk *local exhaust ventilation*:
  - Dilakukan pemantauan mengenai kinerja sistem *local exhaust ventilation* yaitu dengan melakukan pengukuran daya hisap (*velocity*) atau laju udara (*air flow*) secara berkala untuk memastikan sistem ini berjalan sesuai standar yang direkomendasikan.
  - Menyesuaikan kapasitas LEV dengan karakteristik pekerjaan agar mampu menangkap kontaminan yang dihasilkan dari proses produksi.
3. Saran yang dianjurkan pada kegiatan *housekeeping*:
  - Mengurangi metode pembersihan yang dilakukan dengan cara penyemprotan karena metode pembersihan ini menyebabkan debu yang mengendap kembali beterbangan dan mengotori area lain.
  - Melakukan metode basah (*wet method*) yaitu dengan menyemprokan air pada area yang akan dibersihkan dengan menggunakan *sprayer*. Hal ini bertujuan untuk menambah bobot debu dengan memanfaatkan sifat higroskopis (menyerap air) dari debu sehingga debu tersebut menjadi berat dan tidak beterbangan ke udara ketika dibersihkan.

- Membersihkan seluruh bagian area produksi Pre Cut karena debu yang tidak dibersihkan dapat berpindah dan memapari pekerja jika terkena hembusan udara.
- Meningkatkan frekuensi *housekeeping* untuk membersihkan debu-debu yang tertimbun di sekitar pekerja agar debu tersebut tidak terinjak-injak dan kembali ke udara.

4. Saran yang dianjurkan untuk penggunaan alat pelindung pernapasan:

- Menggunakan alat pelindung pernapasan yang sesuai dengan karakteristik paparan di tempat kerja.
- Memberikan sosialisasi dan training mengenai penggunaan alat pelindung diri
- Mewajibkan seluruh pekerja untuk menggunakan alat pelindung diri selama berada di tempat kerja



## DAFTAR PUSTAKA

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (2009). *Threshold Limit Value and Biological Exposure Indices*. United States: ACGIH Worldwide.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists. *Industrial Ventilation* (20th ed.). *A Manual of Recommended Practice*. USA: ACGIH.
- ASHRAE. *Handbook: Fundamentals, 1997*. USA: ASHRAE, Inc.
- Badan Standarisasi Nasional. *Metoda Pengukuran Kadar Debu Respirabel di udara Tempat Kerja Secara Perseorangan*. Jakarta: SNI 7325:2009.
- Badan Standarisasi Nasional. *Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung*. Jakarta: SNI 03-6572:2001.
- Boss, M.J., & Day, D.W. (2001). *Air Sampling and Industrial Hygiene Engineering*. United States: Lewis Publishers.
- Departemen Kehutanan. (2011). *Luas Kawasan Hutan Indonesia*. <http://www.dephut.go.id/halaman/PDF/RHL-2.PDF>. Diakses pada tanggal 22 Maret 2011.
- Departemen Tenaga Kerja. *Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja No. SE-01/MEN/1997 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Kimia Di Udara Lingkungan Kerja*. Jakarta: Kementrian Tenaga Kerja Indonesia.
- Department Of Environmental Protection. *Indoor Air Sampling And Evaluation Guide*. Boston: Jane Swift.
- Technology Planning and Management Corporation. (2000). *Document for Wood Dust*. Paper presented at the meeting of the NTP Board of Scientific Counselors Report on Carcinogens Subcommittee.
- Effendie, Roostijan. (1983). *Hubungan Antara Konsentrasi dan Jarak Dispersi Debu di Lingkungan Pabrik Indocement di Citeureup-Cibinong*. Depok: Program

Pasca Sarjana Universitas Indonesia Bidang Studi Kesehatan Masyarakat, Kekhususan Higiene Lingkungan Kerja.

IARC. (1981). *Wood, Leather, and Some Associated Industries*, (25). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.

IARC. (1987). Overall Evaluations of Carcinogenicity: An updating of IARC Monographs Volumes 1-42. *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum Supplement:378-387*.

IARC. (1995). *Wood dust*. IARC Monogr Eval.Carcinog.Risks Hum. 62:35-215, 35-215 Lyon, France, International Agency for Cancer Research.

Jacobsen G, Schaumburg I, Sigsgaard T, Schlünssen V: Non-malignant respiratory diseases and occupational exposure to wood dust. Part II. Dry wood industry. *Ann Agric Environ Med* 2010, 17, 29–44.

Leidel, Nelson A., Busch, Kenneth, A., & Lynch, Jeremiah R. (1977). *Occupational Exposure Sampling Strategy Manual: U.S. Department of Health, Education and Welfare: Public Health service Center for Disease Control National Institurte for Occupational Safety and Health*. Washington DC: Superintendent of Documents U.S. Government Printing Office.

Lestari, Fatma. (2010). *Bahaya Kimia*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran.

Mody, V., & Jakhete, R. (1988). *Dust Control Handbook*. New Jersey: Noyes Data Corporation.

Naiem, M. Furqaan. (1922). *Studi Kapasitas Maksimal Paru Pekerja yang Terpapar Debu Kayu Pada Industri Mebel Sektor Informal di Kelurahan Jatinegara Jakarta Timur*. Depok: Program Pasca Sarjana Universitas Indonesia Bidang Studi Kesehatan Masyarakat Kekhususan Kesehatan Kerja.

NIOSH Manual of Analytical Methods, Particulates not otherwise regulated, respirable, method 0600, 1994.

- Olishisfski Julian B. (1985). *Fundamentals of Industrial Hygiene* (2nd ed.). North Michigan: National Safety Council.
- Occupational Safety and Health Administration. *Respiratory Protection Standard: 29 CFR 1910.134*. United States: OSHA's
- Plog, B.A., & Quinlan, P.J. (2002). *Fundamentals Of Industrial Hygiene* (5th Ed.). United States: The National Safety Council.
- Soedomo, Moestikahadi. (2001). *Kumpulan Karya Ilmiah Mengnai Pencemaran Udara*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Stellman, Jeanne Mager. (1998). *Encyclopedia of Occupational Health and Safety: Industries and Occupational Volume III* (4th ed.). Geneva: International Labour Office.
- Syar'an, Nasir.(2011). *Strategi Memajukan Ekspor Furniture Indonesia*. <http://indonesian-furnitures.com/2009/05/16/strategi-memajukan-ekspor-furniture-indonesia>. Diakses pada tanggal 20 Maret 2011.
- Technology Planning and Management Corporation (2000). *Report on Carcinogens Background*
- Tomany, James P. (1975). *Air Pollution: Th emissions, The Regulation, and The Control* (1st ed.). New York: American Elsevier Publishing Company, Inc.
- Triatmo, R., Adi, S., & Hanani, Y. (2006). Paparan Debu Kayu Dan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Mebel (Studi di PT Alis Jaya Ciptatama). *Journal kesehatan lingkungan indonesia*, Vol.5 No.2, Oktober 2006.
- Universitas Indonesia. *Pedoman Teknis Penulisan Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Indonesia*. 2008.
- World Health Organization. (1999a). *Hazard Prevention and Control in The Work Environment: Airborne Dust*. Geneva: Protection of The Human Environment Occupational and Environmental Health Series.



# LAMPIRAN

KEMENTERIAN TENAGA KERJA DAN TRASMIGRASI R.I.  
SEKRETARIAT JENDERAL  
**PUSAT KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA**  
Jl. Jend. A. Yani 69-70 Cempaka Putih Jakarta Pusat Telp. 021 4246335, Fax. 0214209114

**HASIL ANALISIS LABORATORIUM**  
**No: 28a/LHU/SJ-PK3/V/11**

Nama Responden/Proses Kerja	Berat Filter Sebelum Pengukuran	Berat Filter Sesudah Pengukuran	Berat Blanko Sebelum Pengukuran	Berat Blanko Sesudah Pengukuran	Flow (L/min)	Waktu (menit)	Volume udara	Kadar (mg/m <sup>3</sup> )
Penyerutan	37.15	37.16	37.35	37.35	1.7	360	612	0.016
Pembelahan	34.98	36.06	34.91	34.91	1.7	360	612	1.765
Pemotongan	35.16	36.01	35.90	35.90	1.7	360	612	1.389