



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**GAMBARAN KEJADIAN ASMA  
TERHADAP FAKTOR-FAKTOR RESIKO  
PADA KARYAWAN DI SEBUAH PABRIK SEMEN  
DI JAWA BARAT TAHUN 2008**

**Oleh:  
KUWAT KARYADI  
NPM: 06 06 020 505**

**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS INDONESIA**

**DEPOK, 2008**

PROGRAM PASCASARJANA  
PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT  
KEKHUSUSAN EPIDEMIOLOGI KESEHATAN LINGKUNGAN  
Tesis, Desember 2008

Kuwat Karyadi, NPM. 0606020505

Gambaran Kejadian Asma terhadap Faktor-faktor Resiko pada Karyawan di sebuah  
Pabrik Semen di Jawa Barat tahun 2008  
Studi Potong Lintang

xi + 58 halaman, 10 tabel, 4 gambar, 2 bagan

### ABSTRAK

Pencemaran udara merupakan masalah yang terjadi di area industri seperti salah satunya di pabrik semen, di mana hal ini dapat menyebabkan timbulnya gangguan kesehatan pada karyawan. Gangguan kesehatan berupa penyakit saluran pernafasan yang dapat terpicu oleh pencemaran udara salah satu di antaranya adalah Asma.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat kecenderungan prevalensi Asma serta untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhinya pada karyawan di sebuah pabrik semen di Jawa Barat. Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan desain studi potong lintang (*Cross Sectional*) dilakukan selama 3 bulan Mei-Juli dilakukan wawancara terhadap 142 orang karyawan.

Prevalensi asma di sebuah pabrik semen di Jawa Barat pada tahun 2008 adalah sebesar 9,2%. Asma pada karyawan tidak terkait langsung dengan faktor-faktor demografi, perilaku dan lingkungan kerja tetapi lebih pada faktor keturunan yang dibawa sejak sebelum bekerja di pabrik semen tersebut.

Penanggulangan dapat dilakukan dengan penerimaan dan penempatan karyawan sesuai dengan syarat kesehatan yang telah ditetapkan.

Daftar bacaan: 36 (1992-2007)

POSTGRADUATE PROGRAM  
PUBLIC HEALTH SCIENCE STUDY PROGRAM  
ENVIRONMENTAL HEALTH EPIDEMIOLOGY MAJOR  
Thesis, December 2008

Kuwat Karyadi, NPM 0606020505

The Description of Asthma Occurrence to Risk Factors at Employees of a Cement Factory in West Java, 2008.

xi + 58 pages, 10 tables, 4 picture, 2 schemes

ABSTRACT

Air pollution is a problem commonly in any industry area such as cement factory, and cause various respiratory problem like Asma.

This study aims to description prevalence of asthma occurrence, as well as to determine the correlation between any factor influencing of employees of a cement factory in West Java during 2008. This study is descriptive in nature and is a cross sectional study in design among three months during May-July to 142 respondents by interview.

Asthma prevalence of employees of a cement factory in West Java during 2008 is 9.2%. Asthma of the employees is not be direct related with demography factors, behavioral and the environment work but mostly caused degraded by their parents or genetic factor since before working in this factory.

Means to minimize the number of cases can be done with employees location and acceptance as according to health condition which have been specified.

References: 36 (1992-2007)



UNIVERSITAS INDONESIA

**GAMBARAN KEJADIAN ASMA  
TERHADAP FAKTOR-FAKTOR RESIKO  
PADA KARYAWAN DI SEBUAH PABRIK SEMEN  
DI JAWA BARAT TAHUN 2008**

Tesis ini diajukan sebagai  
Salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
**MAGISTER KESEHATAN MASYARAKAT**

Oleh:  
**KUWAT KARYADI**  
**NPM: 06 06 020 505**

**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS INDONESIA**

**DEPOK, 2008**

## **PERNYATAAN PERSETUJUAN**

Tesis dengan judul

### **GAMBARAN KEJADIAN ASMA TERHADAP FAKTOR-FAKTOR RESIKO PADA KARYAWAN DI SEBUAH PABRIK SEMEN DI JAWA BARAT TAHUN 2008**

Telah disetujui, diperiksa dan dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tesis Program  
Pascasarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia

Depok, 18 Desember 2008

Komisi pembimbing

Ketua

(Sri Tjahjani Budi Utami, drg, MKM)

Anggota

(Dr. Agustin Kusumayati, dr. M.Sc)

**PANITIA SIDANG UJIAN TESIS  
PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS INDONESIA**

Depok, 18 Desember 2008

Ketua

(Sri Tjahjani Budi Utami, drg, MKM)

Anggota

(Zakianis SKM, MKM)

(Dini Wardiani, SKM, M.Kes)

(Elly Setyawati, SKM, MKM)

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Kuwat Karyadi

NPM : 06 06 020 505

Program Studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat

Kekhususan : Epidemiologi Kesehatan Lingkungan

Angkatan : 2006

Jenjang : Magister

menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan tesis saya yang berjudul: "GAMBARAN KEJADIAN ASMA TERHADAP FAKTOR-FAKTOR RESIKO PADA KARYAWAN DI SEBUAH PABRIK SEMEN DI JAWA BARAT TAHUN 2008"

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, Desember 2008

(Kuwat Karyadi)

## RIWAYAT HIDUP

N a m a : Kuwat Karyadi  
Tempat/Tanggal Lahir : Magetan, 17 Mei 1966

A g a m a : I s l a m

Alamat Rumah : Permata Pamulang R.E. Blok E 20/ 12  
Pamulang-Tangerang Selatan, Banten.

Riwayat Pendidikan :

1. SDN Tawanganom I Magetan, lulus tahun 1979.
2. SMP 4 Magetan, lulus tahun 1982.
3. SMAN 1 Magetan, lulus tahun 1985.
4. Fakultas Sastra UNS Surakarta, lulus tahun 1992.
5. Pasca Sarjana Kesehatan Masyarakat FKM-UI, lulus tahun 2008.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayahNya, sehingga saya dapat menyelesaikan studi ini. Saya ingin mengucapkan terimakasih kepada ibunda dan mertua, yang tak putus memberikan dorongan dan doa restu yang tak ternilai. Terima kasih yang tak terhingga juga kepada Mas Kasbi Hadi Cahyono dan Mbak Kuryati yang tak henti memberikan support sejak pendidikan dasar hingga sekarang. Juga kepada istri tercinta Marzariani SH., yang dengan penuh pengertian dan pengorbanan memberikan segala dukungan, serta dua jagoanku tersayang Naufal Farras Shafy dan Reyhan Aydina Rashid yang sering terampas waktu bersama ayahnya dan sekaligus menjadi penyemangat bagi saya.

Pada proses penyusunan tesis ini, saya banyak memperoleh arahan, bimbingan, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu perkenankan saya menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

- a. Ibu Sri Tjahjani, drg., MKM, selaku pembimbing utama yang telah dengan sabar dan telaten memberikan arahan dan bimbingan dalam penulisan tesis ini.
- b. Dr. Agustin Kusumayati, dr., MSc, selaku pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktu ditengah kesibukannya yang luar biasa untuk memberikan arahan dan bimbingan dalam penulisan tesis ini.
- c. dr. Devi Dwirantih, Section Head HCS PT. ITP Tbk. beserta staff yang telah memberikan akses yang besar untuk saya melakukan penelitian di perusahaan ini.

- d. Bapak H. Harsono, HRD dan Bapak Anung Supriadi Section Head HMS PT. ITP Tbk. yang telah memberikan akses data untuk mendukung penelitian ini.
- e. dr. Agustini E Raintung, yang memberikan kesempatan dan dorongan besar pada awal saya memutuskan untuk melanjutkan studi.
- f. Ibu Ely Setyawati, Ibu Zakianis dan Ibu Dini Wardiani yang telah membantu selesainya penulisan tesis ini.
- g. Rekan-rekan seangkatan Peminatan Epidemiologi Kesehatan Lingkungan tahun 2006, FKM Universitas Indonesia.
- h. Serta kepada seluruh pihak yang telah memberikan arahan, bimbingan, bantuan dan dukungan yang pada kesempatan ini namanya mungkin tidak disebutkan, untuk itu saya mohon dibukakan pintu maaf yang sebesar-besarnya.

Semoga seluruh arahan, bimbingan, dukungan dan bantuan yang telah diberikan kepada saya mendapat limpahan rahmat dari Allah SWT. Akhirnya saya berharap, semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan.

Depok, Desember 2008

Penulis

## DAFTAR ISI

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| <b>ABSTRAK</b>                                    |                |
| <b>HALAMAN JUDUL</b>                              |                |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING</b>              |                |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI</b>                 |                |
| <b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT</b>             |                |
| <b>RIWAYAT HIDUP</b>                              |                |
| <br>  |                |
| <b>KATA PENGANTAR</b>                             | <b>i</b>       |
| <b>DAFTAR ISI</b>                                 | <b>iii</b>     |
| <b>DAFTAR TABEL</b>                               | <b>vi</b>      |
| <b>DAFTAR GAMBAR &amp; BAGAN</b>                  | <b>vii</b>     |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b>                            | <b>viii</b>    |
| <br>  |                |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>                     | <b>1</b>       |
| 1.1. Latar Belakang.....                          | 1              |
| 1.2. Perumusan Masalah.....                       | 5              |
| 1.3. Pertanyaan Penelitian.....                   | 6              |
| 1.4. Tujuan.....                                  | 6              |
| 1.5. Manfaat Penelitian.....                      | 6              |
| <br>  |                |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                | <b>8</b>       |
| 2.1. Pencemaran Udara.....                        | 8              |
| 2.2. Debu.....                                    | 10             |
| 2.3. Pengaruh Partikel Debu terhadap Manusia..... | 11             |
| 2.4. Sistem Alat Pernafasan .....                 | 13             |
| 2.5. Mekanisme Terjadinya Pernafasan .....        | 14             |
| 2.5.1 Gangguan Saluran Pernafasan                 |                |
| akibat Paparan Debu.....                          | 15             |
| 2.5.2 Asma Bronkial .....                         | 17             |

|              |   |           |
|--------------|---|-----------|
|              | 2.5.3. Pemicu Serangan Asma .....               | 18        |
|              | 2.5.4. Mekanisme Terjadinya Asma.....           | 23        |
|              | 2.5.5. Gejala-gejala Asma.....                  | 26        |
|              | 2.5.6. Pencegahan Penyakit Asma .....           | 27        |
|              | 2.6. Proses Pembuatan Semen.....                | 27        |
| <b>BAB 3</b> | <b>KERANGKA TEORI DAN KONSEP.....</b>           | <b>38</b> |
|              | 3.1 Kerangka Teori.....                         | 38        |
|              | 3.2 Kerangka Konsep.....                        | 39        |
|              | 3.3 Definisi Operasional.....                   | 40        |
| <b>BAB 4</b> | <b>METODOLOGI PENELITIAN.....</b>               | <b>42</b> |
|              | 4.1 Rancangan Penelitian.....                   | 42        |
|              | 4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....            | 42        |
|              | 4.3 Populasi dan Sampel Penelitian.....         | 42        |
|              | 4.4 Pengumpulan Data.....                       | 43        |
|              | 4.5 Pengolahan, Penyajian dan Analisa Data..... | 43        |
|              | 4.6. Analisis Data.....                         | 44        |
| <b>BAB 5</b> | <b>HASIL PENELITIAN.....</b>                    | <b>45</b> |
|              | 5.1. Hasil Analisis Univariat.....              | 45        |
|              | 5.2 Hasil Analisis Bivariat .....               | 46        |
| <b>BAB 6</b> | <b>PEMBAHASAN.....</b>                          | <b>52</b> |
|              | 6.1. Keterbatasan Penelitian.....               | 52        |
|              | 6.2. Sampel.....                                | 52        |

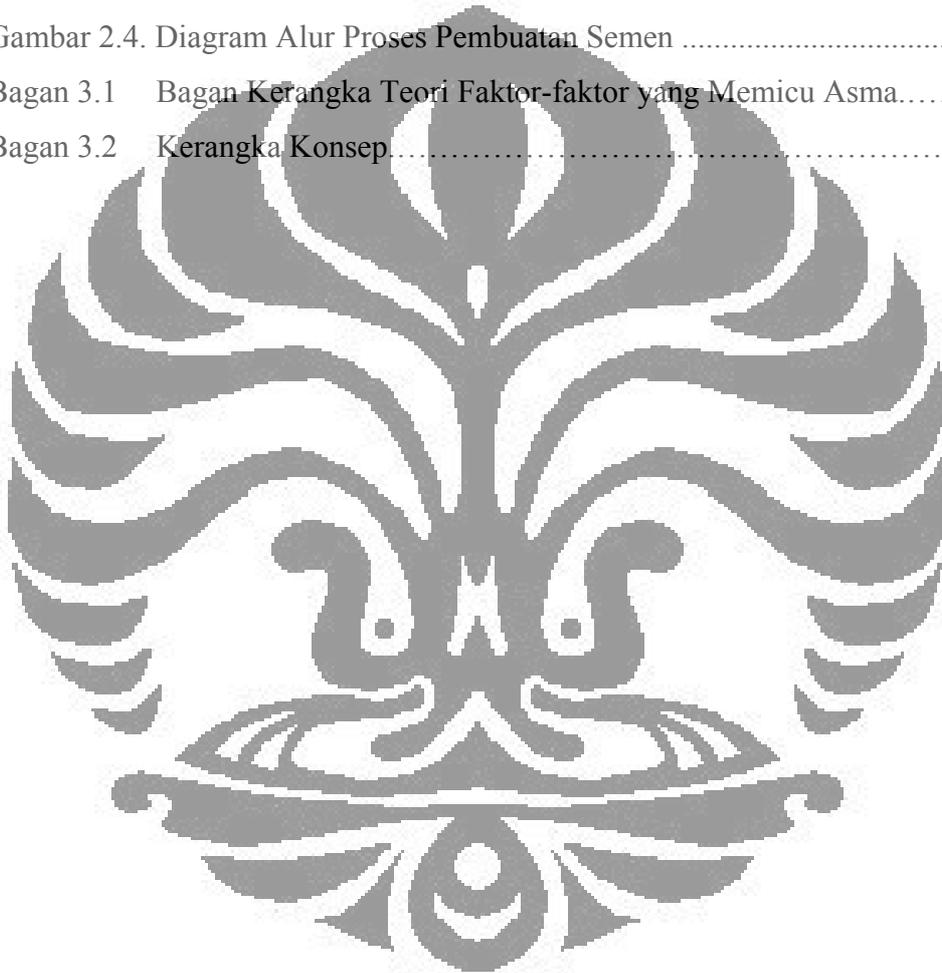
|                       |                                     |           |
|-----------------------|-------------------------------------|-----------|
| 6.3.                  | Gejala Asma.....                    | 52        |
| 6.4.                  | Tempat Kerja Responden.....         | 53        |
| 6.5.                  | Lama Pajanan.....                   | 54        |
| 6.6.                  | Riwayat Asma dalam Keluarga.....    | 54        |
| 6.7.                  | Riwayat Asma sebelum bekerja .....  | 55        |
| 6.8.                  | Penggunaan Alat Pelindung Diri..... | 55        |
| 6.9.                  | Kebiasaan Merokok.....              | 56        |
| 6.10.                 | Umur Responden.....                 | 56        |
| <b>BAB 7</b>          | <b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>    | <b>57</b> |
| 7.1.                  | Kesimpulan.....                     | 57        |
| 7.2.                  | Saran.....                          | 57        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> |                                     |           |
| <b>LAMPIRAN</b>       |                                     |           |

## DAFTAR TABEL

| Nomer Tabel   | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 3.3 Definisi Operasional.....   | 40      |
| Tabel 5.1.1 Distribusi responden menurut karakteristik.....   | 45      |
| Tabel 5.2.1 Distribusi responden menurut asma dan tempat kerja .....  | 47      |
| Tabel 5.2.2 Distribusi responden menurut asma dan masa kerja .....  | 47      |
| Tabel 5.2.3 Distribusi responden menurut asma dan riwayat asma dalam keluarga.....  | 48      |
| Tabel 5.2.4 Distribusi responden menurut asma dan riwayat penyakit sebelum bekerja .....                                      | 48      |
| Tabel 5.2.5 Distribusi responden menurut gejala Asma dan kebiasaan memakai alat pelindung diri (APD).....                     | 49      |
| Tabel 5.2.6 Distribusi responden menurut kejadian asma dan kebiasaan merokok .....  | 49      |
| Tabel 5.2.7 Distribusi responden menurut gejala asma dan umur .....   | 50      |
| Tabel 5.2.8 Distribusi variabel berhubungan dengan kejadian asma pada pekerja berdasarkan p Value pada analisis bivariat..... | 50      |

## Daftar Gambar & Bagan

| Nomer Gambar & Bagan   | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2.1. Saluran Pernafasan Manusia .....                       | 13      |
| Gambar 2.2. Bronchus Normal dan Bronchus Asma .....                | 24      |
| Gambar 2.3. Bronchus dan Alveolus .....                            | 26      |
| Gambar 2.4. Diagram Alur Proses Pembuatan Semen .....              | 28      |
| Bagan 3.1 Bagan Kerangka Teori Faktor-faktor yang Memicu Asma..... | 38      |
| Bagan 3.2 Kerangka Konsep.....                                     | 39      |



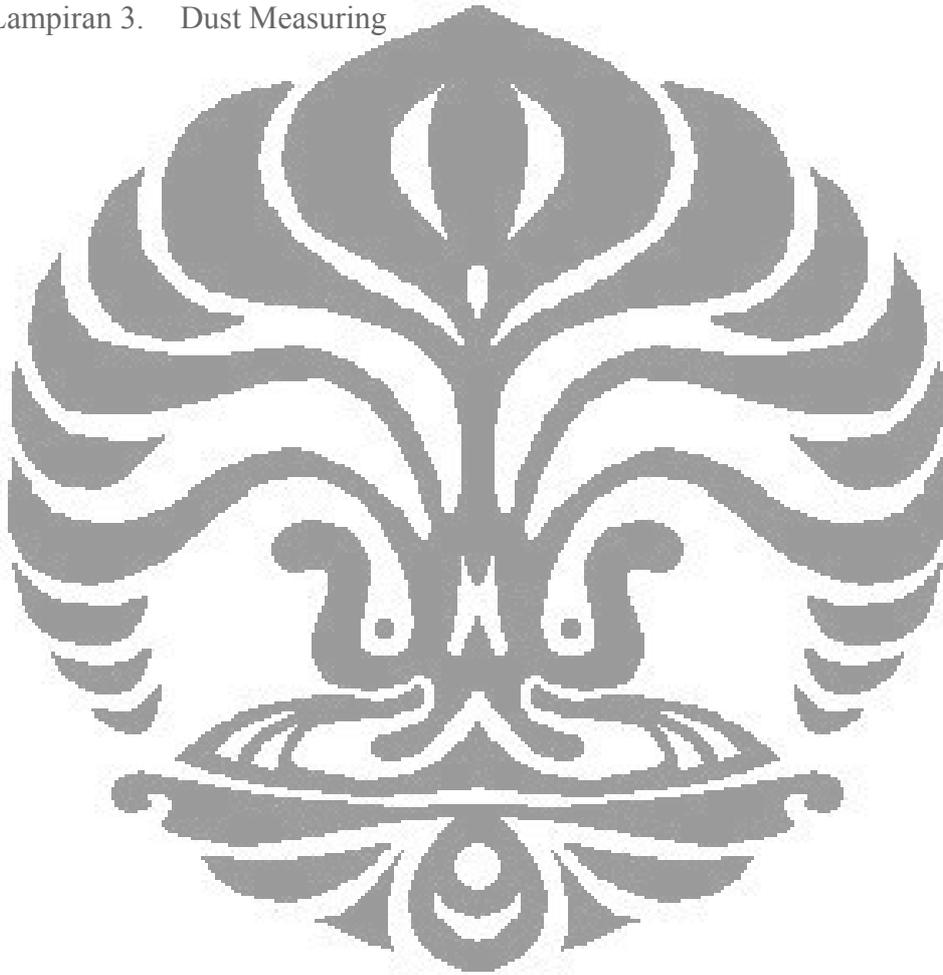
## DAFTAR LAMPIRAN

Nomer Lampiran

Lampiran 1. Daftar Pertanyaan

Lampiran 2. Cement Production Process Overview

Lampiran 3. Dust Measuring



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Tumbuh pesatnya berbagai industri di Indonesia menimbulkan dampak positif, berupa terbukanya lapangan kerja yang akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi masyarakat. Akan tetapi seiring dengan hal tersebut ada pula dampak negatif dari industrialisasi yakni, terjadinya pencemaran lingkungan baik di lingkungan perusahaan maupun lingkungan sekitarnya, sehingga pekerja maupun masyarakat, terkena paparan dari proses produksi dan berakibat terjadinya gangguan kesehatan.

Pabrik semen mempunyai kontribusi yang besar terhadap pencemaran udara yaitu polutan debu. Debu yang mencemari tempat kerja merupakan agent penyebab gangguan bagi kesehatan dan keselamatan pekerja, walaupun telah dilakukan pengendalian dengan berbagai cara. Dalam kegiatan proses produksi pada industri semen secara umum dapat dibagi menjadi enam bagian yaitu, penambangan (*quarry*), *proporsioning, blending and grinding, pre-heater tower, kiln, clinker cooler and finish grinding, bagging and shipping*. Proses produksi semen membutuhkan sejumlah bahan baku (*raw material*) untuk komposisi semen yang diambil dari unsur-unsur berupa batu kapur/gamping sebagai bahan utama dan bahan lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk (*bulk*). Untuk menghasilkan semen, bahan baku yang telah *dicrushing* kemudian ditakar sesuai persinya masing-masing kemudian dicampur dan dihaluskan, ditambah dengan gips (*gypsum*) dalam jumlah yang sesuai sampai proses selanjutnya (Hadinata,2008).

Dari seluruh rangkaian proses ini salah satu dampaknya adalah terjadinya debu beterbangan di udara yang dapat menstimuli timbulnya penyakit seperti asma. Pencemaran udara seperti debu dapat mempengaruhi fungsi paru pada pekerja industri produsen semen, bahkan juga pada orang yang berdomisili di sekitar daerah tersebut. Gangguan fungsi paru di kalangan pekerja khususnya pekerja di bagian produksi, selain merugikan bagi pekerja, juga meningkatkan biaya kesehatan yang harus ditanggung oleh perusahaan. Apabila tingginya resiko ini tidak segera direduksi dalam jangka panjang akan menyebabkan kehilangan hari kerja dan mempengaruhi produktifitas kerja, yang pada akhirnya kerugian bagi pekerja maupun biaya tinggi bagi perusahaan (Soedomo, 2001).

Pabrik semen di Jawa Barat ini adalah sebuah perusahaan pemegang sertifikat ISO 14001. Sertifikasi ini diberikan kepada perusahaan yang telah memiliki sistem manajemen lingkungan. Dengan adanya sertifikasi ini perusahaan dituntut untuk selalu memperhatikan aspek lingkungan dalam setiap kebijakan yang dibuat. Dalam memenuhi syarat ini perusahaan melakukan pengendalian operasi dengan ketat.

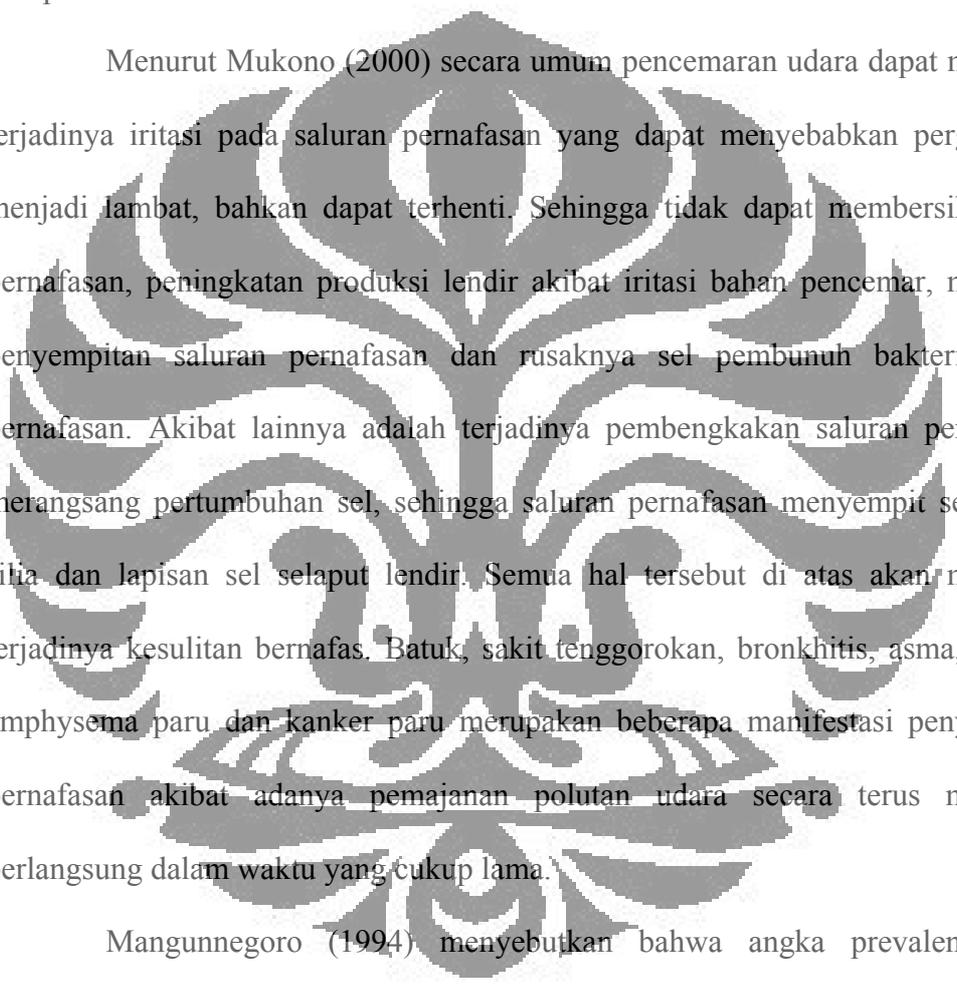
Setidaknya ada empat hal yang diperhatikan, yaitu masalah pencemaran udara, kualitas air, pemanfaatan limbah dan housekeeping. Untuk mengendalikan pencemaran udara, perusahaan melakukannya lewat beberapa hal. Salah satunya dengan merancang peralatan produksi yang bekerja pada tekanan di bawah tekanan udara luar. Hal ini membuat debu tidak akan keluar dari peralatan tersebut. Namun, hal itu saja dirasa masih kurang. Demi memastikan tidak ada debu yang terlepas ke udara, perusahaan memasang peralatan penangkap debu di setiap pabrik. Alat ini berupa Electrostatic

Precipitator dan Bag Filter. Kedua peralatan tersebut akan menyedot debu dari peralatan produksi dan memisahkan debu dari udara, sehingga tidak ada debu yang terlepas di udara. Dengan demikian tidak ada semen yang tercecer dan lingkungan sekitar pun tidak akan tercemar dengan debu semen. Pabrik juga tidak menghasilkan limbah padat dari proses produksinya. Hal ini bisa terjadi karena perusahaan melakukan pengendalian pada setiap tahapan proses. Dengan demikian benar-benar tidak ada keluaran berbahaya bagi lingkungan dari semua proses produksi.

Setelah melakukan serangkaian proses pengendalian, perusahaanpun masih melakukan satu proses lain, yaitu pemantauan. Pemantauan dilakukan terhadap emisi debu. Bahkan ada alat-alat khusus yang dioperasikan secara terus menerus untuk memantau emisi debu. Sebut saja CPM (*Continuous Particulate Monitoring*) dan CGM (*Continuous Gas Monitoring*). CPM berfungsi memonitor emisi debu, sementara CGM berfungsi memonitor keluaran gas SO<sub>x</sub> dan NO<sub>x</sub> yang bila tak terkendali dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Untuk emisi debu pemantauan juga dilakukan secara visual melalui CCTV. Secara periodik perusahaan melakukan pengukuran emisi dan ambient debu dan gas. Selain itu juga mengujinya di laboratorium independen maupun rujukan pemerintah (Buletin Semen Tiga Roda, 2008).

Penelitian yang dilakukan oleh Dwirantih (2003) tentang kadar debu lingkungan kerja di 2 unit produksi pada sebuah pabrik semen di Jawa Barat menunjukkan hasil yaitu pada unit produksi A, kadar debu di lokasi *raw mill* sebesar 3,36 mg/m<sup>3</sup>, lokasi *burning* sebesar 0,43 mg/m<sup>3</sup>, lokasi *finish mill* sebesar 2,41 mg/m<sup>3</sup> dan lokasi *packing* sebesar 22,59 mg/m<sup>3</sup>. Pengukuran pada unit produksi B yaitu kadar

debu di lokasi *raw mill* sebesar  $0,83 \text{ mg/m}^3$ , lokasi *burning* sebesar  $0,80 \text{ mg/m}^3$ , lokasi *finish mill* sebesar  $10,55 \text{ mg/m}^3$  dan lokasi *packing* sebesar  $4,44 \text{ mg/m}^3$ . Area yang kadar debunya melampaui nilai ambang batas yaitu sebesar  $4,0 \text{ mg/m}^3$  (ACGIH, 2003 dalam Dwiratih, 2003) adalah di lokasi *packing* unit produksi A, *finish mill* dan *packing* unit produksi B.



Menurut Mukono (2000) secara umum pencemaran udara dapat menyebabkan terjadinya iritasi pada saluran pernafasan yang dapat menyebabkan pergerakan silia menjadi lambat, bahkan dapat terhenti. Sehingga tidak dapat membersihkan saluran pernafasan, peningkatan produksi lendir akibat iritasi bahan pencemar, menyebabkan penyempitan saluran pernafasan dan rusaknya sel pembunuh bakteri di saluran pernafasan. Akibat lainnya adalah terjadinya pembengkakan saluran pernafasan dan merangsang pertumbuhan sel, sehingga saluran pernafasan menyempit serta lepasnya silia dan lapisan sel selaput lendir. Semua hal tersebut di atas akan menyebabkan terjadinya kesulitan bernafas. Batuk, sakit tenggorokan, bronkhitis, asma, pneumonia, emphysema paru dan kanker paru merupakan beberapa manifestasi penyakit saluran pernafasan akibat adanya pemajanan polutan udara secara terus menerus dan berlangsung dalam waktu yang cukup lama.

Mangunegoro (1994) menyebutkan bahwa angka prevalensi asma di Indonesia belum diketahui secara pasti, namun demikian di Amerika Serikat dengan prevalensi asma sekitar 5% diperkirakan 2% dari seluruh penderita asma adalah asma akibat kerja. Di Jepang bahkan 15% dari seluruh penderita asma adalah akibat kerja, sedangkan di Finlandia 71 per 1 juta orang dan di Inggris 22 per 1 juta orang.

Menurut Sundaru (1995) diperkirakan prevalensi asma di Indonesia adalah 2%-5%. Peningkatan prevalensi asma mungkin disebabkan oleh faktor lingkungan dimana dewasa ini telah terjadi peningkatan industrialisasi.

Pemeriksaan kesehatan berkala karyawan sebuah pabrik semen di Jawa Barat menunjukkan hasil sebagai berikut, yaitu bagian *supporting* (*security*, petugas kesehatan, petugas safety dan petugas kebersihan) sebanyak 5,3% mengalami gangguan paru obstruksi dan sebanyak 8,3% mengalami gangguan paru restriksi. Pada bagian *processing* (*mining*, produksi, mekanik dan elektronik) sebanyak 14,9% mengalami batuk kronik, gangguan paru obstruksi sebanyak 7.4 % dan gangguan paru restriksi sebanyak 7.4 % (Dwiratih, 2003).

Data dari Klinik Perusahaan sebuah pabrik semen di Jawa Barat menunjukkan bahwa pada tahun 2008 bulan Januari sampai dengan Juni tercatat dua penyakit utama yang diderita karyawan adalah sebesar 5% memperoleh pengobatan asma dan kurang dari 1% menderita bronkhitis kronik. Berdasarkan data di atas, maka dilakukan penelitian terhadap faktor-faktor resiko yang mempengaruhi terhadap kejadian asma pada karyawan di sebuah pabrik semen di Jawa Barat tersebut.

## 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, dapat dirumuskan suatu masalah penelitian yaitu bagaimana faktor-faktor resiko berpengaruh terhadap kejadian asma pada karyawan di sebuah pabrik semen di Jawa Barat.. Untuk itu perlu dilakukan suatu penelitian untuk mengetahui hal tersebut.

### 1.3. Pertanyaan Penelitian

1. Berapa prevalensi asma pada karyawan di sebuah pabrik semen di Jawa Barat?
2. Faktor-faktor apa saja yang berhubungan dengan prevalensi asma pada karyawan di sebuah pabrik semen di Jawa Barat?

### 1.4. Tujuan Penelitian

#### 1.4.1 Tujuan Umum

Seberapa besar prevalensi asma berkaitan dengan faktor-faktor resiko yang mempengaruhinya pada karyawan di sebuah pabrik semen di Jawa Barat.

#### 1.4.2 Tujuan Khusus

1. Diketuainya prevalensi asma pada karyawan di sebuah pabrik semen di Jawa Barat.
2. Diketuainya faktor resiko demografi yang mempengaruhi prevalensi asma pada karyawan di sebuah pabrik semen di Jawa Barat.
3. Diketuainya faktor resiko perilaku yang mempengaruhi prevalensi asma pada karyawan di sebuah pabrik semen di Jawa Barat.
4. Diketuainya faktor-faktor resiko lainnya yang mempengaruhi prevalensi asma pada karyawan di sebuah pabrik semen di Jawa Barat.

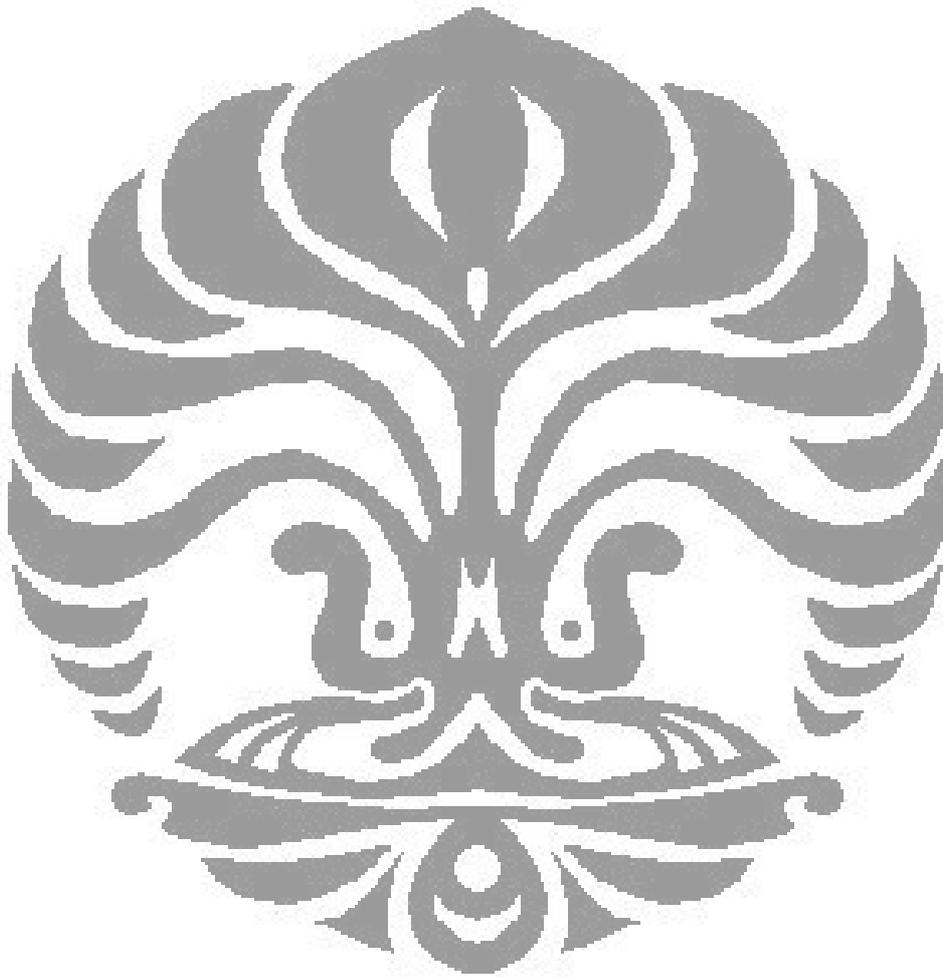
### 1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi bagi perusahaan pabrik semen tersebut serta pihak lain yang berkepentingan dalam upaya pencegahan terjadinya gangguan

kesehatan khususnya asma pada karyawan akibat faktor resiko di lingkungan kerja.

2. Sebagai acuan atau referensi untuk penelitian-penelitian yang sejenis.



## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pencemaran Udara

Pengertian pencemaran menurut Surat Keputusan Menteri Kependudukan Lingkungan Hidup Nomor 02/MENKLH/1988 adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam air/udara, dan/atau berubahnya tatanan (komposisi) air/udara oleh kegiatan manusia dan proses alam, sehingga kualitas air/udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Pencemaran udara adalah dimasukkannya komponen lain ke dalam udara, baik oleh kegiatan manusia secara langsung atau tidak langsung maupun akibat proses alam sehingga kualitas udara turun sampai ke lingkungan tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya. Setiap substansi yang bukan merupakan bagian dari komposisi udara normal disebut sebagai polutan (Budiman, 2006).

Secara umum penyebab pencemaran udara menurut Wardhana (1995) ada 2 (dua) macam, yaitu:

1. Karena faktor alamiah, seperti:
  - a. Debu yang beterbangan akibat tiupan angin.
  - b. Debu dari letusan gunung berapi, berikut gas-gas vulkanik.
  - c. Proses pembusukan sampah organik.
2. Karena faktor ulah manusia, seperti:

- a. Hasil pembakaran bahan bakar minyak.
- b. Debu dari hasil kegiatan industri.
- c. Pemakaian zat-zat kimia yang disemprotkan ke udara.

Sifat-sifat fisik pencemar udara sebagaimana diuraikan Mukono (2000) terbagi dalam berbagai bentuk seperti berikut:

1. Gas, yaitu bentuk wujud zat yang tidak mempunyai bangun sendiri, melainkan mengisi ruang tertutup pada keadaan suhu dan tekanan normal. Tingkat wujudnya bisa diubah menjadi cair atau padat hanya dengan kombinasi meninggikan tekanan dan menurunkan suhu. Sifat-sifat gas pada umumnya dalam konsentrasi rendah tidak terlihat, tidak berbau dan berdifusi mengisi seluruh ruangan.
2. Uap, yaitu bentuk gas dari zat-zat, yang dalam keadaan biasa berbentuk zat padat atau zat cair dan yang dapat dikembalikan kepada tingkat wujud semula, baik hanya dengan meninggikan tekanan, maupun hanya menurunkan suhu saja. Sifat-sifat uap umumnya tidak kelihatan dan berdifusi mengisi seluruh ruangan.
3. Debu (Dust), yaitu partikel-partikel zat padat, disebabkan oleh kekuatan alami atau mekanis seperti pengolahan, penghancuran, pelembutan, pengepakan yang cepat, peledakan, dan lain-lain dari bahan-bahan organik (batu, kayu, bijih, logam, arang batu, butir-butir zat, dsb). Sifat-sifat debu ini tidak berflokulasi, kecuali oleh gaya tarik elektrostatis, tidak terdifusi dan turun oleh gaya tarik bumi. Debu yang dapat dihirup oleh manusia berukuran  $< 10 \mu\text{m}$ .
4. Kabut (Fog), yaitu titik cairan halus dalam udara yang terjadi dari kondensasi bentuk uap atau dari pemecahan zat cair menjadi tingkat dispersi dengan bentuk uap

atau dari pemecahan zat menjadi tingkat dispersi dengan cara '*splashing*', '*foaming*', dan lain-lain.

5. Fume, yaitu partikel-partikel zat padat yang terjadi oleh karena kondensasi dari bentuk gas, biasanya sesudah penguapan benda padat yang dipijarkan dan lain-lain dan biasanya disertai dengan oksidasi kimiawi, sehingga terjadi zat-zat seperti: ZnO, PbO dan lain-lain.
6. Awan, yaitu partikel-partikel cair sebagai hasil kondensasi dari fase gas. Sifat-sifat fume dan awan adalah berflokulasi, kadang-kadang bergumpal, ukuran partikel-partikel  $< 1 \mu\text{m}$ , yaitu di antara  $0,10 - 1 \mu\text{m}$ .
7. Asap (Smoke), biasanya dianggap partikel-partikel zat karbon yang ukurannya  $< 0,5 \mu\text{m}$ , sebagai akibat dari pembakaran tak sempurna bahan-bahan mengandung karbon.

## 2.2. Debu

Debu *respirable* adalah  $5 \mu\text{m}$ , namun debu  $5 - 10 \mu\text{m}$  dengan kadar berbeda dapat juga masuk ke alveoli. Debu berukuran lebih dari  $5 \mu\text{m}$  akan dikeluarkan seluruhnya bila jumlah yang masuk saluran pernapasan kurang dari 10 partikel. Bila berjumlah 1000 partikel, maka 10 % dari jumlah tersebut akan ditimbun dalam paru. Berdasarkan kemampuan menimbulkan kerusakan pada parenkim paru, debu dibedakan atas debu fibrogenik dan non-fibrogenik (Widjaja, 1992), yaitu:

1. Debu *Fibrogenik*, adalah debu yang dapat menimbulkan reaksi jaringan paru sehingga terbentuk jaringan parut (fibrosis). Penyakit paru yang seperti ini digolongkan dalam penyakit paru pnemokoniosis kolagen. Contohnya adalah debu yang mengandung silika bebas, asbes, batubara.

2. Debu *non-fibrogenik*, adalah debu yang tidak menimbulkan reaksi jaringan paru, contohnya adalah debu kapur. Dulu debu ini dianggap tidak merusak dan hanya menimbulkan ketidak nyamanan, maka disebut debu '*inert*' atau '*nuisance dust*'. Sekarang telah diketahui bahwa sebenarnya tidak satu debupun yang benar-benar '*inert*'. Dalam dosis yang besar semua debu akan bersifat merangsang dan karena itu dapat menimbulkan reaksi, meskipun sifatnya ringan. Reaksi yang dimaksud dapat berupa produksi lendir yang berlebih, yang apabila berlangsung lama dapat menyebabkan hipertrofi kelenjar mukus dengan segala akibatnya. Jaringan paru juga dapat berubah yakni terbentuknya jaringan ikat retikulin. Penyakit paru yang seperti ini disebut pnemokoniosis non-kolagen. Lingkungan kerja pabrik semen dapat mengandung kedua jenis debu tersebut di atas. Debu fibrogenik berasal dari bahan baku, terutama yang berasal dari tanah liat dan pasir silika, serta debu batubara pada pabrik yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar.

### 2.3. Pengaruh Partikel debu terhadap Manusia

Pencemaran udara karena partikel debu biasanya menyebabkan penyakit pernafasan kronik seperti bronkhitis kronis, emfisema paru, asma bronkhial dan bahkan kanker paru (Sudomo,2004).

Pada saat orang menarik nafas, udara yang mengandung partikel akan terhirup oleh paru-paru. Peranan debu sebagai penyebab penyakit paru ditentukan oleh sifat yang dimiliki oleh debu, yaitu sifat kimiawi, bentuk, ukuran partikel, daya larut, konsentrasi dan lama pajanan. Partikel yang berukuran kurang dari 5 mikron akan tertahan di saluran nafas bagian atas, sedangkan partikel berukuran 3-5 mikron akan tertahan di saluran nafas bagian tengah. Partikel berukuran 1-3 mikron akan masuk ke dalam

kantong udara paru-paru, menempel pada alveoli. Partikel yang lebih kecil dari 1 mikron akan ikut keluar saat nafas dihembuskan (Wardhana,1995).

Debu industri yang terdapat di udara dapat dibagi dua, yaitu: 1) *deposit particulate matter*, ialah debu yang hanya sementara ada di udara dan segera mengendap akibat daya tarik bumi, 2) *suspended particulate matter*, ialah debu yang tetap berada di udara dan tidak mudah mengendap. Letak timbunan dan mekanisme penimbunan debu di paru tergantung kepada ukuran debu, kecepatan aliran udara dan bentuk anatomis saluran pernapasan. Beberapa mekanisme penimbunan debu di paru (Fardiaz, 1992), yaitu:

1. Inersia

Debu berukuran 5 – 10  $\mu\text{m}$  akan terbentur di percabangan bronkus dan jatuh di percabangan yang lebih kecil. Hal ini terjadi karena anatomis saluran pernapasan yang berkelok-kelok dan tidak dapat diikuti oleh debu dalam aliran udara berkecepatan tinggi. Partikel yang kecil akan terus ke distal.

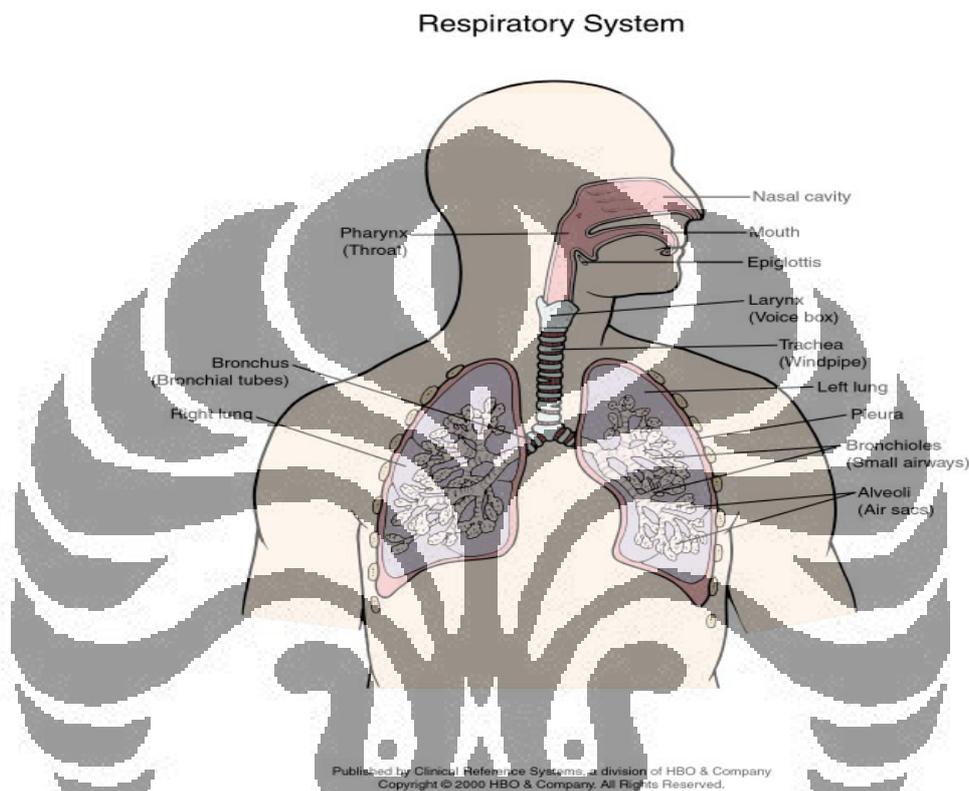
2. Gravitasi atau sedimentasi

Debu berukuran 3 – 5  $\mu\text{m}$  akan mengendap dan menempel pada mukosa bronkioli, sedang yang berukuran 1 – 3  $\mu\text{m}$  langsung ke permukaan alveoli paru. Mekanisme ini terjadi akibat pengaruh gravitasi yang bekerja saat kecepatan aliran udara di saluran pernapasan tengah menjadi sangat berkurang yaitu  $\pm 1$  cm per detik.

3. Gerak Brown

Debu berukuran  $\leq 2$   $\mu\text{m}$  akan dipengaruhi oleh energi kinetik sehingga sulit untuk mengendap di alveoli. Debu berukuran kecil terutama yang berukuran  $< 0,5$   $\mu\text{m}$  tersebut akan berdifusi dengan gerak Brown dan secara mudah keluar masuk alveoli.

Jika secara kebetulan terjadi benturan dengan dinding alveoli, baru akan terjadi penimbunan debu di situ.



Gambar 2.1. Saluran Pernafasan Manusia (Info Asma,2008)

#### 2.4. Sistem Alat Pernafasan

Saluran pernafasan dari atas ke bawah adalah rongga hidung, faring, laring, trakea, percabangan bronkus, paru-paru (bronkiolus, alveolus) yang secara rinci sebagai berikut (Setiadi, 2007), yaitu:

1. Rongga hidung; saluran-saluran di dalam lubang hidung (*nares anterior*) yang bermuara ke dalam bagian yang dikenal sebagai *vestibulum* hidung. Rongga hidung dilapisi selaput lendir yang sangat kaya pembuluh darah, dan bersambung dengan lapisan farink dan selaput lendir. Fungsi rongga hidung adalah bekerja sebagai

saluran udara pernafasan, penyaring udara pernafasan yang dilakukan oleh bulu-bulu hidung, menghangatkan udara pernafasan oleh mukosa, membunuh kuman-kuman yang masuk, bersama-sama udara pernafasan oleh leukosit yang terdapat dalam selaput lendir/ hidung.

2. Faring; pipa berotot yang berjalan dari dasar tengkorak sampai persambungannya dengan *oesofagus* pada ketinggian tulang rawan *krikoid*.
3. Laring; berperan untuk pembentukan suara dan untuk melindungi jalan nafas terhadap masuknya makanan dan cairan.
4. Trakea; merupakan lanjutan dari laring yang dibentuk oleh 16 sampai 20 cincin *kartilago* yang terdiri dari tulang-tulang rawan. Trakea dilapisi oleh selaput lendir yang terdiri atas *epitilium bersilia* dan sel cangkir.
5. Percabangan bronkus; merupakan percabangan trakea. Setiap bronkus primer bercabang 9 sampai 12 kali untuk membentuk bronki sekunder dan tersier dengan diameter yang semakin kecil.
6. Paru-paru; berada dalam rongga tengkorak yang terkandung dalam susunan tulang-tulang iga dan letaknya di sisi kiri dan kanan *mediastinum*. Paru-paru berbentuk seperti spons dan berisi udara. (Setiadi, 2007)

## 2.5. Mekanisme Terjadinya Pernafasan.

Pernafasan adalah proses inspirasi udara ke dalam paru-paru dan ekspirasi udara dari paru-paru ke lingkungan luar tubuh. Ketika kita menarik nafas, udara akan masuk dari rongga hidung, dan setelah melewati hulu kerongkongan, batang tenggorokan, dan cabang batang tenggorokan, akan sampai di gelembung paru-paru. Oksigen (O<sub>2</sub>) dalam udara melewati dinding alveoli yang tipis dan masuk ke ranting

pembuluh darah. Oksigen ( $O_2$ ) tersebut melekatkan diri ke sel-sel darah merah dan dibawa melalui pembuluh darah ke seluruh tubuh. (Hadibroto & Alam, 2006)

Oksigen( $O_2$ ) adalah bahan bakar yang penting bagi metabolisme tubuh. Selama terjadi metabolisme, oksigen bercampur dengan karbon ( $CO$ ) dan membentuk produk sisa (karbon dioksida). Darah membawa karbon dioksida ( $CO_2$ ) buangan kembali ke paru-paru di mana karbon dioksida buangan tersebut melewati dinding alveolus dan memasukinya. Di dalam gelembung paru-paru akan terjadi pertukaran antara gas oksigen dengan gas asam karbon. Setelah itu, udara akan dibuang keluar (Ramaiah, 2006).

#### 2.5.1. Gangguan Saluran Pernafasan akibat Paparan Debu

Paparan debu dapat mengenai bagian tubuh manapun. Namun demikian, sebagian besar penelitian polusi udara terfokus pada efek akibat inhalasi/terhirup melalui saluran pernapasan mengingat saluran napas merupakan pintu utama masuknya polutan udara ke dalam tubuh. Selain faktor zat aktif yang dibawa oleh polutan tersebut, ukuran polutan juga menentukan lokasi anatomis terjadinya deposit polutan dan juga efeknya terhadap jaringan sekitar. Berbagai macam debu seperti debu yang berasal dari pembakaran arang batu, semen, keramik, besi, penghancuran logam dan batu, asbestos dan silika dengan ukuran 3-10 mikron akan ditimbun di paru. Efek yang lama dari paparan ini menyebabkan paralisis silia, hipersekresi dan hipertrofi kelenjar mukus. Keadaan ini menyebabkan saluran napas rentan terhadap infeksi dan timbul gejala-gejala batuk menahun (Hudyono, 1998).

Penyakit gangguan fungsi saluran pernapasan akibat paparan debu (Soedomo, 2001) antara lain sebagai berikut:

1. Pneumokoniosis pekerja tambang batubara; Penyakit ini terjadi akibat penumpukan debu batubara di paru dan menimbulkan reaksi jaringan terhadap debu tersebut. Penyakit ini terjadi bila paparan cukup lama, biasanya setelah pekerja terpapar lebih dari 10 tahun.
2. Silikosis; Penyakit ini terjadi karena inhalasi dan retensi debu yang mengandung kristalin silikon atau silika bebas ( $SiO_2$ ). Pada berbagai jenis pekerjaan yang berhubungan dengan silika penyakit ini dapat terjadi, seperti pada pekerja-pekerja tambang logam dan batubara, penggali terowongan untuk membuat jalan, pemotongan batu seperti untuk patung, nisan, pembuat keramik dan batubara, penguangan besi dan baja, industri yang memakai silika sebagai bahan misalnya industri amplas dan gelas, pembuat gigi enamel dan semen.
3. Asbestosis; Penyakit ini terjadi akibat inhalasi debu asbes, menimbulkan pneumokoniosis yang ditandai oleh fibrosis paru. Paparan dapat terjadi di daerah industri dan tambang, juga bisa timbul pada daerah sekitar pabrik atau tambang yang udaranya terpolusi oleh debu asbes. Pekerja yang dapat terkena asbestosis adalah yang bekerja di tambang, penggilingan, transportasi, pedagang, pekerja kapal dan pekerja penghancur asbes.
4. Bronkitis; adalah peradangan cabang-cabang tenggorok (bronkus). Penyakit ini ditandai dengan peradangan akut pada saluran napas di dalam paru-paru. Saluran napas yang terkena adalah trakhea dan bronkus. Peradangan yang timbul dapat disebabkan oleh infeksi atau sebab lain.
5. Asma; Asma adalah suatu kelainan berupa inflamasi (peradangan) kronik saluran napas yang menyebabkan hiper reaktivitas bronkus terhadap berbagai rangsangan yang ditandai dengan gejala episodik berulang berupa mengi (*wheezing*), batuk,

sesak napas dan rasa berat di dada terutama pada malam dan/atau dini hari yang umumnya bersifat reversibel baik dengan atau tanpa pengobatan. Hal ini karena pengaruh keseimbangan hormon kortisol yang kadarnya rendah ketika pagi dan faktor lainnya (Departemen Kesehatan RI, 2007). Asma dapat dibedakan menjadi dua macam, yakni Asma Kardial; jenis Asma ini berhubungan dengan kelainan jantung, dan Asma Bronkial; merupakan penyakit saluran pernapasan.

#### 2.5.2 Asma Bronkial

Asma (*Asthma bronchiale*) adalah istilah yang digunakan untuk menunjukkan adanya gangguan pada sistem pernapasan yang dapat menyebabkan kesulitan dalam bernapas. Terjadinya asma disebabkan oleh kondisi inflamasi kronis pada saluran pernapasan. Gejala-gejala yang umum dijumpai adalah batuk, mengi (*wheezing*), sesak hingga sulit bernapas. Penyebab asma masih belum diketahui keseluruhan. Faktor-faktor yang dapat memicu terjadinya asma diantaranya: alergen (serbuk sari, jamur, kutu rumah, hewan), cuaca dingin, olah raga, infeksi saluran napas yang disebabkan oleh virus, stimulus psikologi (misal : stres, cemas), obat (aspirin, ibuprofen), polutan industri kimia. Asma bronkial dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

1. Asma bronkial ekstrinsik; biasanya pengidapnya hipersensitif dan hiperaktif terhadap bermacam-macam rangsangan dari luar seperti debu, cuaca, obat nyamuk, dan lain-lain.
2. Asma bronkial intrinsik atau non alergik; umumnya muncul bila penderita mendapat gangguan psikis, stress, olah raga berat, dan perubahan cuaca yang drastis (Rasional Vol 1, 2000).

Penyakit saluran pernapasan tersebut ditandai dengan timbulnya penyempitan saluran pernapasan bagian bawah secara luas yang dapat berubah derajat penyempitannya menjadi normal kembali secara spontan dengan atau tanpa pengobatan. Timbulnya sesak napas adalah gabungan dari keadaan berikut (Asthma Foundation,2002), yaitu:

1. Kejang/berkerutnya otot polos dari saluran pernapasan
2. Sembah/pembengkakan selaput lendir
3. Proses peradangan
4. Pembentukan dan timbunan lendir yang berlebihan dalam rongga saluran pernapasan.

### 2.5.3 Pemicu Serangan Asma

Umumnya orang-orang yang berpenyakit asma memiliki saluran alat pernafasan yang peka terhadap pemicu-pemicu tertentu. Bila ia terpapar pada faktor pemicunya, saluran alat pernafasannya memberikan reaksi yang kemudian menghasilkan gejala-gejala asma. Berikut ini beberapa pemicu asma yang umum (Danusaputra, 2002), yaitu:

#### 1. Pemicu Lingkungan

Peran polusi udara sebagai pemicu asma masih kontroversi. Sebagian besar peneliti tidak mendukung polusi udara sebagai penyebab asma. Hal ini terbukti dari penelitian di beberapa negara maju maupun negara berkembang. Jerman Timur sebelum bersatu dengan Jerman Barat mempunyai industri dengan polusi udara tinggi, prevalensi asma lebih rendah (3,9%) dibandingkan Jerman Barat (5,8%). Demikian juga dengan

negara Australia dan Selandia Baru yang polusi udaranya rendah mempunyai prevalensi asma tinggi (Hadibroto,2005)

- a. Udara dingin; penderita asma sangat peka terhadap udara dingin, minuman dingin, kehujanan ataupun baju basah karena keringat yang akan memicu timbulnya serangan akut.
- b. Latihan fisik/ jasmani; keluarnya panas tubuh dan uap air yang berlebihan melalui peningkatan pernapasan yang akan menjadi lebih cepat dan lebih dalam sewaktu berlari sehingga terjadi proses pendinginan saluran pernapasan.
- c. Kurang tidur; begadang malam menyebabkan jumlah panas tubuh dan uap air yang dikeluarkan dengan pernapasannya yang berlebihan sehingga terjadi pendinginan dan kering di dalam saluran pernapasan.

Pemicu Kimia; Penggunaan bahan-bahan kimia seperti formaldehida dalam serbuk kayu, pelapis belakang karpet, kayu lapis, lem dan lain-lain. Zat-zat kimia hasil pembakaran tempat kayu atau tungku batubara, karbondioksida, karbon monoksida, nitrogen oksida dari gas alam, propana cair, fluorokarbon, insektisida, dan lain-lain.

Pemicu Biologi; Secara biologis perubahan kadar beberapa hormon dalam tubuh bisa memicu asma. Umum terjadi pada gadis remaja ketika menginjak masa puber dan wanita usia reproduksi mengalami gejala asma. Hal ini disebabkan oleh kadar estrogen yang meningkat pada usia tersebut. Wanita juga lebih mungkin mengalami gejala asma selama menstruasi karena ketidak seimbangan cairan dan garam dalam tubuh yang mempengaruhi otot-otot pernafasan. Asma juga dapat dipicu oleh alergen, yaitu zat yang secara kimiawi termasuk golongan protein, terhadap mana

tubuh memproduksi antibody yang spesifik (IgE) untuk masing-masing alergen. Bila alergen bertemu dengan IgE yang sesuai, maka akan terjadi suatu reaksi *imunobiologis* (reaksi alergi), di mana akan dikeluarkan berbagai zat yang dinamakan mediator yang dapat mencetuskan serangan sesak nafas (Danasantoso, 1999).

Beberapa alergen yang juga memicu asma dari lingkungan antara lain, terdiri dari tungau debu (serangga mikroskopis), mengeluarkan feses yang dilapisi protein sangat kuat pada setiap butir partikelnya. Ketika tungau ini mati, tubuhnya yang membusuk bercampur dengan debu rumah tangga menyebabkan reaksi alergi bagi penderita asma. Pada tumpukan pakaian lama, koran, majalah atau buku-buku lama, mebel-mebel lama, karpet lama terutama yang berbulu panjang dimana akan hidup tungau rumah. Hewan peliharaan berbulu seperti anjing dan kucing, debu, asap rokok, serbuk sari dan lain-lain juga bisa menyebabkan asma bagi penderita yang sensitif (Ramaiah, 2006)

Aditif makanan dapat memicu terjadinya asma, diantaranya beberapa makanan siap saji mengandung bahan kimia atau aditif makanan yang membantu agar makanan tetap segar dalam waktu yang lama, termasuk bahan pengawet, pewarna makanan, perasa buatan, pemanis, dan lain-lain. Beberapa aditif yang bisa menimbulkan reaksi alergi memicu asma antara lain sulfit, tartrazin, monosodium glutamat, butilhidrotoluena dan paraben. Alergi terhadap bahan makanan pada penderita asma biasanya menyerang sistem pencernaan yang cenderung menyerap partikel protein penyebab alergi dalam jumlah besar (Hadibroto & Alam, 2006).

Beberapa obat tertentu, diantaranya golongan anti nyeri (analgenetika) seperti antalgin, asam aseto-salisilat, asam mefenamik, ibuprofen dan indometasin), golongan

anti tekanan darah tinggi kelas penyekat beta atau *beta blocker* (propranolol, atenolol, metoprolol dan acebutolol), golongan obat mati rasa lokal/ local anaesthetic (procaine-amide), golongan anti flu (phenyl-ephine/pseudo-ephedrin). Obat-obatan ini menyebabkan penyempitan pada saluran pernafasan dan karenanya membuat bernafas menjadi sulit. Reseptor beta pada paru-paru menerima pesan dari otak untuk melemaskan otot saluran pernafasan dan menurunkan pengeluaran lendir. Obat-obatan *beta bloker* bertindak dengan menghambat reseptor pada pembuluh darah jantung. Obat-obatan ini juga menghambat pesan untuk mencapai paru-paru sehingga mengakibatkan saluran pernafasan menjadi sempit (Ramaiah, 2006).

## 2. Perilaku

### a. Merokok

Kebanyakan orang yang menderita asma peka terhadap asap. Hal ini terjadi karena paru-paru yang terkena asma cenderung bertindak berlebihan ketika asap merangsang reseptor sensitif dalam saluran pernafasan. Reseptor ini membawa pesan yang membuat otot di saluran pernafasan berkontraksi. Akibatnya saluran pernafasan menjadi sempit dan menyebabkan gejala asma (Novi Wati, 2006).

Rokok cigaret adalah sumber yang penting penyebab polusi udara dalam ruangan. Gortmaker (1982) menemukan bahwa orang tua yang merokok meningkatkan prevalensi asma 5% menjadi 7,7% pada anak-anak berusia 0-17 tahun. Sementara anak-anak yang ayah atau ibunya merokok terjadi peningkatan prevalensi asma dari 1,1% menjadi 2,2% (Wati, 2006).

## b. Pemakaian Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri (APD) adalah merupakan sarana perlindungan tenaga kerja melalui usaha-usaha teknis pengamanan tempat, peralatan dan lingkungan kerja yang sangat diutamakan. Kadang-kadang keadaan bahaya masih belum dapat dikendalikan sepenuhnya, sehingga perlu digunakan alat pelindung diri. Alat-alat demikian harus memenuhi persyaratan enak dipakai, tidak mengganggu kerja dan memberikan perlindungan efektif terhadap jenis bahaya yang ada (Suma'mur, 1995).

## 3. Demografi

Asma dapat menyerang pada semua usia, dari anak (*childhood onset asthma*) sampai dewasa (*adult onset asthma*), baik yang masih muda maupun yang sudah tua. Secara klinis tampak sedikit perbedaan, yaitu bila asma timbul pada usia anak seringkali faktor alergi yang menonjol, sedang bila timbul pada usia dewasa faktor infeksi akan lebih nyata, tetapi pembagian ini tidak mutlak (Danasantoso, 1999).

Asma sebagai masalah kesehatan yang umum bisa terjadi pada usia berapapun, tetapi sekitar 50% orang mulai mengidapnya sebelum usia 10 tahun sedangkan sekitar 25% mulai mengidapnya sebelum usia 40 tahun. Asma dua kali lebih sering terjadi pada anak laki-laki ketimbang anak perempuan. Pada usia 30 tahun, asma sama peluangnya bagi laki-laki dan perempuan (Ramaiah, 2006)

Semua jenis pekerjaan pada hakekatnya akan memaparkan berbagai faktor pencetus asma pada karyawan yang menderita asma. Hendaknya penderita asma sedapat mungkin tidak bekerja di lapangan pekerjaan yang merupakan kontra

indikasi relatif bagi dirinya, karena mengandung resiko mendapatkan serangan dalam jangka panjang (Danusantoso, 1999).

Menurut Mangunnegoro (1994), manifestasi gejala asma biasanya terjadi pada beberapa tahun pertama bekerja, kadang-kadang dalam beberapa bulan saja. Gejala berhubungan waktunya dengan waktu bekerja, gejala mereda bila menjauh dari tempat kerja terutama pada akhir minggu atau cuti. Gejala asma menjadi persisten terdapat pada 50 sampai 90% kasus setelah penghentian dari pajanan, keadaan ini dapat diterangkan karena terjadi hiperreaktivitas bronkus yang nonspesifik dapat menetap selama bertahun-tahun.

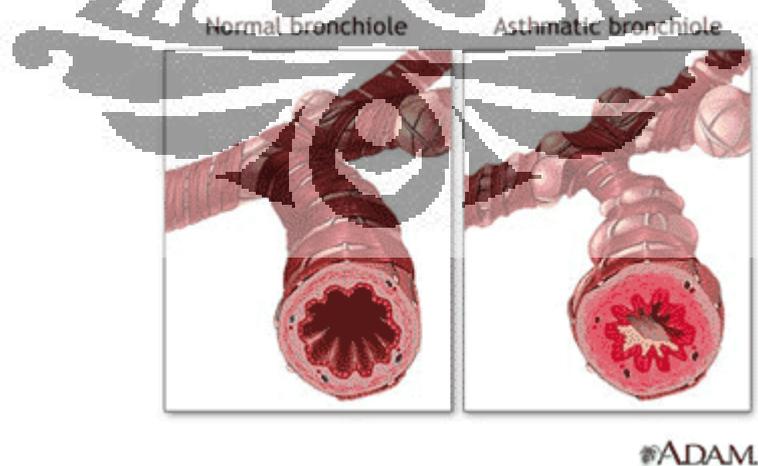
Hingga saat ini menjadi keyakinan umum, terutama dari kalangan kedokteran, bahwa asma adalah penyakit yang diturunkan (*hereditary*). Namun data-data yang pasti berdasar riset yang ilmiah belum pernah ada. Dr. Hahnemann mencatat dari banyak kasus bahwa sering pada kasus anak penderita asma, salah satu atau kedua orang tuanya memiliki sejarah asma, eksema atau alergi. Ahli naturopati menggolongkan hal ini sebagai kelemahan bawaan yang mendasari penyakit asma yang diderita pasiennya (Hadibroto & Alam, 2006).

#### 2.5.4 Mekanisme Terjadinya Asma

Terjadinya asma ditandai dengan kontraksi spastic dari otot polos bronkiolus yang menyebabkan sukar bernafas. Penyebab yang umum adalah hipersensitivitas bronkiolus terhadap benda-benda asing di udara. Reaksi yang timbul pada asma tipe alergi diduga terjadi dengan cara sebagai berikut : seorang yang alergi mempunyai kecenderungan untuk membentuk sejumlah antibody Ig E abnormal dalam jumlah besar

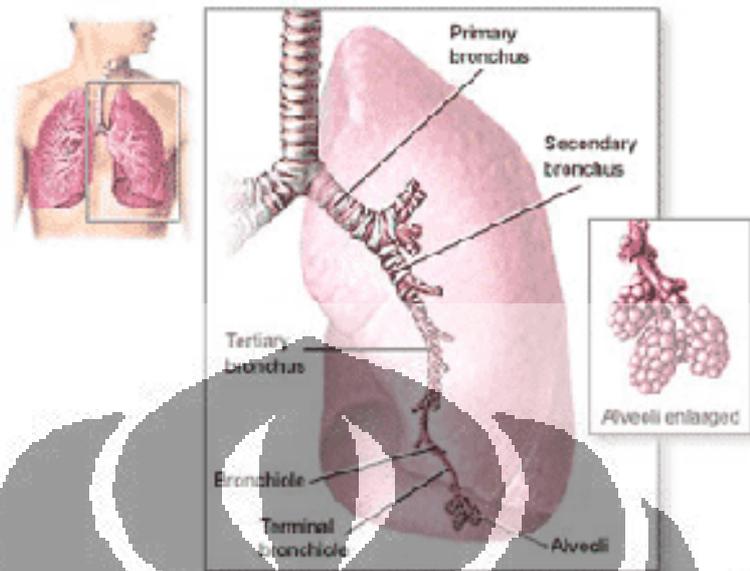
dan antibodi ini menyebabkan reaksi alergi dengan antigen spesifikasinya (Tjokronegoro, 1994).

Pada asma, antibody ini terutama melekat pada sel mast yang terdapat pada interstisial paru yang berhubungan erat dengan bronkiolus dan bronkus kecil. Bila seseorang menghirup alergen maka antibody Ig E orang tersebut meningkat, alergen bereaksi dengan antibodi yang telah terlekat pada sel mast dan menyebabkan sel ini akan mengeluarkan berbagai macam zat, diantaranya histamin, zat anafilaksis yang bereaksi lambat (yang merupakan leukotrien), faktor kemotaktik eosinofilik dan bradikinin. Efek gabungan dari semua faktor-faktor ini akan menghasilkan edema lokal pada dinding bronkiolus kecil maupun sekresi mucus yang kental dalam lumen bronkiolus dan spasme otot polos bronkiolus sehingga menyebabkan tahanan saluran napas menjadi sangat meningkat. Pada asma, diameter bronkiolus berkurang selama ekspirasi daripada selama inspirasi karena peningkatan tekanan dalam paru selama ekspirasi paksa (Departemen Kesehatan RI, 2007).



Gambar 2.2. Bronchus Normal dan Bronchus Asma (Info Asma, 2008)

Pada penderita asma bronkial karena saluran napasnya sangat peka (hipersensitif) terhadap berbagai rangsangan, sebelum sempat zat perangsang tersebut dikeluarkan dari tubuh, maka jalan napas (bronkus) memberi reaksi yang sangat berlebihan (hiperreaktif), maka terjadilah keadaan dimana yaitu otot polos yang menghubungkan cincin tulang rawan akan berkontraksi/memendek/mengkerut dan produksi kelenjar lendir yang berlebihan. Bila ada infeksi, misal batuk pilek biasanya akan terjadi pembengkakan dalam saluran napas. Akibatnya terhadap penderita menjadi sesak napas, batuk keras, keluar dahak yang kental bersama batuk, terdengar suara napas berbunyi (mengi). Serangan asma bronkial ini dapat berlangsung dari beberapa jam sampai sehari-hari dengan gejala klinik yang bervariasi dari yang ringan (merasa berat di dada, batuk-batuk) yang akhirnya dapat hilang sendiri tanpa diobati dan gejala yang berat dapat berupa napas sangat sesak, otot-otot daerah dada berkontraksi sehingga sela-sela iganya menjadi cekung, berkeringat banyak seperti orang yang bekerja keras. Karena proses pertukaran gas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> pada *alveolus* terganggu suplainya untuk organ tubuh yang vital (terutama otak) yang sangat sensitif untuk hal ini, akibatnya adalah: muka menjadi pucat, telapak tangan dan kaki menjadi dingin, bibir dan jari kuku kebiruan, gelisah dan kesadaran menurun (Info Asma, 2008).



Gambar 2.3. Bronchus & Alveolus(Info Asma, 2008)

#### 2.5.5 Gejala-gejala Asma

Gejala-gejala asma yang memberi indikasi bahwa suatu serangan asma sedang terjadi meliputi gejala asma ringan dan berat (Hadibroto & Alam, 2006) yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Gejala ringan, diantaranya nafas berat yang berbunyi “ngik-ngik”, batuk-batuk, nafas pendek tersengal-sengal, sesak dada, angka performa penggunaan *peak flow meter* menunjukkan rating yang termasuk “hati-hati” atau “bahaya” (biasanya 50%-80% dari penunjuk performa terbaik individu).
2. Gejala asma berat, diantaranya serangan batuk yang hebat, nafas berat “ngik-ngik”, tersengal-sengal, sesak dada, susah berbicara dan berkonsentrasi, jalan sedikit menyebabkan nafas tersengal-sengal, nafas menjadi dangkal dan cepat atau lambat disbanding biasanya, pundak membungkuk, lubang hidung mengembang dengan setiap tarikan nafas. Daerah leher dan di antara atau di bawah tulang rusuk melesak

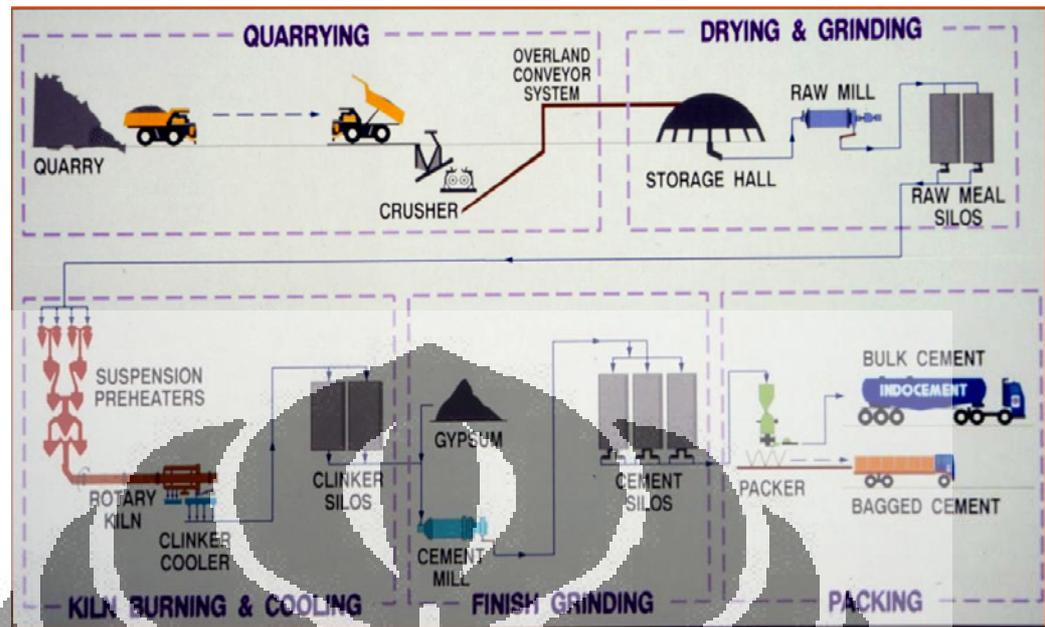
ke dalam bersama tarikan nafas. Bayangan abu-abu atau membiru pada kulit, bermula dari daerah sekitar mulut (sianosis). Angka performa penggunaan *peak flow meter* dalam wilayah berbahaya (biasanya di bawah 50% dari performa terbaik individu).

#### 2.5.6 Pencegahan Penyakit Asma

Serangan penyakit asma dapat dicegah jika faktor pemicunya diketahui dan bisa dihindari, yaitu faktor lingkungan diantaranya rumah sebaiknya tidak lembab, cukup ventilasi, cukup cahaya matahari, sebaiknya kamar tidur sesedikit mungkin berisi barang-barang untuk menghindari debu rumah, hindari hewan peliharaan seperti kucing, anjing, dan burung, asap rokok, asap mobil, uap bensin, uap cat atau uap zat-zat kimia dan udara kotor lainnya harus dihindari, semprotan nyamuk atau semprotan rambut, kehujanan, penggantian suhu udara yang ekstrim. Faktor Individu diantaranya yaitu makan makanan yang bernilai gizi baik, minum banyak, istirahat yang cukup, rekreasi dan olahraga yang sesuai, hindari faktor pencetus (menjauhi orang-orang yang sedang terserang influenza), menghindari tempat-tempat ramai atau penuh sesak dan hindari kelelahan yang berlebihan (Ramayah, 2006).

#### 2.6 Proses Pembuatan Semen

Secara umum proses pembuatan semen seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.4. Diagram Alur Proses Pembuatan Semen (PT. ITP Tbk, 2008).

Tahapan proses pembuatan semen di PT. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. (2008).  
yaitu:

#### 2.6.1. Penambangan dan penyediaan bahan baku (*Quarrying*).

Penambangan dan penyediaan bahan baku untuk semua unit pabrik di PT ITP Tbk. dilakukan oleh *Mining Division*. Tujuan dari proses *quarry* yaitu menyediakan bahan baku berupa batu kapur, tanah liat, pasir silika, dan pasir besi. Proses penambangan batu kapur dilakukan di *Quarry D* yang berjarak  $\pm 5$  km dari pabrik, sedangkan pasir silika dan tanah liat (*Sandy clay*) diambil dari gunung Hambalang yang berjarak  $\pm 7$  km dari pabrik dan Cibadak, Sukabumi. *Pyrite Cynder* dibeli dari PT Aneka Tambang-Cilacap, dan *Gypsum* masih mengimport dari Thailand, Jepang dan Australia (PT. ITP Tbk., 2008)..

Kegiatan penambangan untuk menyediakan bahan baku meliputi beberapa tahapan (PT. ITP Tbk. 2008), yaitu:

## 1. Penambangan Batu Kapur (*limestone*).

- a. Pembersihan (*Clearing*), pembersihan pada lapisan tanah bagian atas setebal  $\pm 30$  cm dengan *bulldozer*.
- b. Pengeboran (*Drilling*), pembuatan lubang tembak dengan kedalaman tertentu yang dimasukkan bahan peledak. Pengeboran ini dilakukan oleh *Crawler Drill* type Funikawa PCR dengan mata bor 3 inchi, dan *Rotary Drill* type Ingresol rand T 4 BH dengan diameter mata bor 6,75 inchi.
- c. Peledakan (*Blasting*), bertujuan melepaskan batuan dari induknya. Dengan menggunakan bahan peledak dinamit dan ANFO ( Amonium Nitrat Fuel Oil) dengan komposisi campuran  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  sebanyak 94-95% dengan 5-6% solar. Sebagai bahan pembantu digunakan dinamit dan peledakan bahan listrik (*Electric Detonator*).
- d. Pengecilan ukuran batu, jika ukuran hasil peledakan masih berdiameter lebih dari 1 meter maka harus diperkecil dengan menggunakan alat pemecah Komatsu Tipe H-10 XB (*Giant Breaker*).
- e. Pemuatan (*Loading*), batuan yang telah diledakkan dan diperkecil kemudian diangkut dengan *Wheel-loader* dengan kapasitas  $\pm 5 \text{ m}^3$ .
- f. Pengangkutan (*Hauling*), batuan dipindahkan dari lokasi peledakan ke alat penghancur dengan menggunakan *Dump Truck* dengan kapasitas  $\pm 30-60$  ton.
- g. Penghancuran batu kapur (*Crushing*), bertujuan untuk mereduksi ukuran batuan menjadi  $\leq 8$  cm, alat yang digunakan adalah jenis *Shalf Hammer Crusher* dengan kapasitas 1000 ton/jam.

- h. Pengiriman batu kapur ke plant (*Conveying*), jarak dari *quarry* ke plant adalah 5 km. Pengiriman dilakukan dengan menggunakan *Belt Conveyor* DP-2 dengan kapasitas 2000 ton/jam serta DP-102 yang berkapasitas 2500 ton/jam.

## 2. Penambangan Tanah Liat dan Pasir Silica:

- a. Pembongkaran kulit batuan (*Loosening*), dengan menggunakan bulldozer. Apabila batuan yang akan ditambang sangat keras dan abrasif dilakukan peledakan.
- b. Pemuatan (*Loading*).
- c. Pengangkutan (*Hauling*).
- d. Pengecilan ukuran (*Size Reduction*), dilakukan dalam dua tahap dan bertujuan untuk memperoleh produk penggilingan yang mempunyai spesifikasi tertentu.
- e. Pengiriman material pasir *silica* dan tanah liat, dilakukan dengan *conveyor* HP-1 dengan panjang 5,5 km dengan kapasitas 1.000 ton/jam. Dalam proses ini tidak ada cara khusus untuk pengendalian debu yang dihasilkan pada tahap penambangan, tapi debu dapat dikurangi dengan ketata-rumahan yang rapih dan bersih.

## 3. Pengeringan dan penggilingan bahan baku (*Drying & Grinding*)

Proses ini bertujuan untuk mengeringkan bahan baku hingga kadar airnya <1%, mereduksi ukuran bahan baku hingga ukurannya 90 mikron, sehingga diperoleh material yang lebih halus dengan luas permukaan lebih besar yang berpengaruh

pada operasi dalam *kiln*. Mencampur bahan baku dengan perbandingan yang diinginkan dan memperoleh campuran yang lebih homogeny. Proses yang terjadi antara lain pra-homogenasi, yaitu proses untuk memperoleh komposisi batu kapur yang merata dengan menggunakan alat *Reclaimer* dan *Drag Chain*. Proses yang terjadi yakni timbunan batu kapur digaruk oleh *Reclaimer*, setelah sampai dibawah maka batu kapur tersebut dikeruk oleh *Drag Chain* secara horizontal, kemudian diangkut oleh *belt conveyor* untuk proses selanjutnya. Proses penghancuran dan pengeringan pendahuluan yang bertujuan untuk pengecilan material yang berasal dari *quarry* dan masih mempunyai kadar air tinggi, sebelum dicampur bahan baku lain. Proses pengeringan atau penggilingan bahan baker, yaitu proses setelah material yang berasal dari *mining*, kemudian disimpan di *storage* lalu dikirim ke *raw mill* untuk dilakukan penggilingan awal yang dilakukan oleh masing-masing plant dengan menggunakan *Grinding Mill* (gambar 4), yang didalamnya terdapat bola baja (*steel ball*) (PT. ITP Tbk., 2008).

Pada proses *drying* dan *grinding* terdapat empat tahapan yaitu; *crushing*, *proportioning*, *grinding*, dan *blending*. Seluruh bahan baku yang telah dihancurkan dikeringkan terlebih dahulu ke dalam alat pengering berputar (*Rotary Dryers*) dengan cara memanfaatkan gas panas yang berasal dari tanur putar. Campuran bahan baku yang telah ditetapkan tersebut kemudian dimasukkan kedalam alat penggilingan (*Raw Grinding Mill*), yang memiliki daya giling 1.820 ton/jam. Selama proses ini mutu tepung baku diawasi secara terus-menerus setiap setengah jam dengan menggunakan alat *X-Ray Analyzer* dan sistem komputerisasi. Tepung baku ini dimasukkan kedalam tempat penyimpanan (*Raw Mill Silo*) yang memiliki total kapasitas 148.000 ton. Material halus produk mill dibawa oleh *air slide*

*conveyor* menuju *blending silo*, sedangkan material halus yang terlepas ditangkap oleh EP (*Electrostatic Precipitator*) dan dikembalikan lagi ke proses produksi melalui *Srew Conveyor*. Pada bagian ini material diambil sampelnya untuk diteliti kualitasnya yang dilakukan penelitian oleh *Quality Control*. Sebelum material dikirim ke SP (*Suspension Preheater*) atau pemanasan awal, terlebih dahulu material dikirim ke *kiln feed hopper* untuk ditimbang. Setelah itu, material diangkut ke SP. Untuk mencegah timbulnya debu, mesin yang digunakan pada tahap ini tertutup rapat dan bekerja dalam tekanan negatif. Di samping itu, udara yang keluar dari siklon yang mengandung debu halus, sebelumnya dilepaskan ke udara dialirkan ke '*electro precipitator*' untuk dibersihkan (PT. ITP Tbk., 2008).

#### 4. Pembakaran dan pendinginan clinker (*Kiln burning & Cooling*).

*Raw material* dalam SP dibakar dengan suhu 200°C-1000°C, sehingga pada tahapan ini terjadi tiga proses, yaitu proses penguapan air, proses pembakaran awal dan proses kalsinasi (proses disosiasi dari  $\text{CaCO}_3$  menjadi  $\text{CaO}$  dan  $\text{CO}_2$ ). SP terdiri dari lima *cyclone* yang saling berhubungan secara tingkatan. Ujung keluaran dari *cyclone* berhubungan langsung dengan *kiln*. *Cyclone* paling atas disebut dengan *stage 5*, sedangkan yang terbawah disebut dengan *stage 1*. Dari *multy cyclone* kemudian material dikirim ke *rotary kiln* untuk proses pembakaran inti dengan suhu  $\pm 900$ - $1450^\circ \text{C}$ . Hasil dari pembakaran ini akan menghasilkan klinker (terak) dengan diameter 1-2 cm yang merupakan bahan setengah jadi semen. Pada proses tersebut terjadi proses kalsinasi lanjutan dan *sintering* (proses mulai melelehnya sebagian bahan baku menjadi mineral-mineral pembentuk semen). Kualitas klinker akan sangat ditentukan oleh kualitas pembakaran pada *Rotary Kiln*. *Rotary Kiln* atau

tanur putar merupakan alat pembakaran yang bergerak berputar dengan tujuan menghasilkan pembakaran merata. Sehingga diharapkan dapat menghasilkan kualitas semen yang bermutu baik (PT. ITP Tbk., 2008).

Untuk menghasilkan pembakaran yang baik, maka kadar gas CO harus benar-benar dijaga dibawah 0.4%. Untuk mengetahui kadar gas CO dan O<sub>2</sub> pada proses pembakaran digunakan alat yang disebut *Gas Analyzer*. Adapun bahan bakar yang digunakan yaitu IDO (*Industrial Diesel Oil*) pada tahap awal, kemudian pada tahap selanjutnya menggunakan batu bara yang dialirkan dari *coal mill* menuju ujung keluaran kiln. Batubara dibakar dengan menggunakan batuan udara primer yang dihasilkan dari *Primary Fan*. Alat pengendalian debu lain yang digunakan pada tahap ini adalah kantong filter dan siklon. (PT. ITP Tbk., 2008).

#### 5. Penggilingan akhir (*Finish Mill/Cement Mill*).

Pada unit penggilingan akhir dilakukan penggilingan klinker dan penambahan zat aditif menjadi semen yang memenuhi syarat kehalusan. Kehalusan semen adalah salah satu faktor penentu utama dari semen yang dihasilkan. Ada beberapa bahan baku tambahan dalam proses pembuatan semen, yaitu:

1. *Gypsum*, merupakan suatu bahan sebagai *Retarder* yang berfungsi untuk memperlambat pengerasan/pengeringan semen. *Gypsum* dari *Apron Conveyor* yang partikelnya sudah halus diangkut oleh *belt conveyor* menuju *hopper*, sedangkan *gypsum* yang kasar akan masuk ke *Crusher* (penghancur) untuk dihaluskan terlebih dahulu. Penambahan *gypsum* tergantung permintaan yaitu sebesar 3-5%.

2. *Fly Ash*, merupakan suatu bahan yang fungsinya untuk memberi warna hitam/kelabu pada semen dan berasal dari sisa pembakaran batubara, bias mencapai 6-10% tergantung permintaan. Dari *clinker silo*, klinker keluar melalui *apron conveyor* dibawa menuju *bucket elevator* menuju *hopper* klinker. Gypsum dari *storage* diangkut menggunakan *belt conveyor* menuju *hopper gypsum*. Klinker keluar dari *hopper* melalui *weighing feeder* yang terletak di bawah *hopper* dan dibawa oleh *belt conveyor*. Dalam perjalanan menuju *cement mill* pada klinker ditambahkan CGA (*Cement Grinding Aid*) yang berupa *etilen glikol* berbentuk cair. Fungsi penambahan CGA adalah untuk mencegah terjadinya *ball coating*. *Ball Coating* dapat terjadi karena hal-hal sebagai berikut tumbukan mekanis yang terjadi pada saat penggilingan, yaitu tumbukan antara *Steel ball* dan material menyebabkan material halus terpadatkan dalam pori-pori *steel ball*. Partikel-partikel halus dalam penggilingan dapat bermuatan listrik statis sehingga partikel bermuatan tersebut akan tertarik dan menempel pada permukaan *steel ball*. CGA ditambahkan sekitar 600cc/10 detik. Gypsum keluar dari *hopper* melalui *weighing feeder* dan dibawa dengan *belt conveyor* menuju *cement mill* yang terdiri dari dua buah *chamber*. Jumlah gypsum yang digunakan berkisar antara 3-5% jumlah klinker. Dalam *cement mill*, *clinker* dan *gypsum* digiling dengan menggunakan *steel ball*. Susunan *steel ball* pada *cement mill* mirip dengan yang terdapat pada *raw mill*, hanya saja pada *cement mill* bola-bola baja dibagi dalam 2 ruangan penggilingan. Bola-bola baja yang berukuran besar terdapat di ruang penggilingan pertama, sedangkan bola-bola baja yang berukuran kecil ditempatkan di ruang kedua. Antara ruang satu dengan ruang lainnya dipisahkan oleh suatu diafragma. Adanya diafragma ini akan

memperlambat pergerakan semen yang telah halus sehingga biasanya terjadi *over grinding*. Suhu dalam *cement mill (tube mill)* bisa lebih dari 120°C sebab klinker yang masuk dalam *mill* biasanya suhunya cukup tinggi dan adanya panas yang timbul akibat tumbukan-tumbukan yang terjadi dalam *mill*, baik tumbukan material maupun bola baja. Pada saat berjalannya proses penggilingan tersebut suhu harus dijaga sebesar 120°C untuk menghindari *dehidrasi gypsum*. Pada suhu diatas 120°C *gypsum* akan kehilangan air hidratnya sehingga fungsinya sebagai *retarder* akan hilang. Untuk menjaga suhu tersebut digunakan *water spray* yang terdiri dari dua saluran yang dihubungkan dengan pompa yang bekerja secara otomatis. Air masuk ke dalam *chamber* pertama sebanyak 2400 m<sup>3</sup>/jam, pada *chamber* kedua 3800m<sup>3</sup>/jam. Temperatur juga harus dijaga jangan sampai kurang dari 105°C, sebab jika terus dilakukan penyemprotan air pada suhu 105°C maka akan terjadi hidrasi semen. Pada temperatur kira-kira 110°C produk semen yang sangat halus akan ditarik oleh *Electrostatic Precipitator Fan* melewati *grit separator*, sedangkan produk semen yang relatif kasar akan jatuh ke *air slide* dan akan dibawa ke *bucket elevator* dan selanjutnya diteruskan ke *Cyclopal Cyclone Separator*. Didalam *grit separator* produk yang halus akan terus terbawa ke *electrostatic precipitator* dan dikumpulkan di dalamnya, sedangkan yang kasar akan keluar lalu dibawa oleh *air slide* menuju *bucket elevator* untuk selanjutnya masuk ke dalam *Cyclopal Cyclone Separator*. Partikel halus yang keluar dari *cyclone* akan dibawa menuju *air lift tank* kemudian ditiup dengan menggunakan *blower*. Produk akhir tersebut dimasukkan ke dalam *cement silo*, sedangkan partikel kasar akan masuk kembali kedalam *cement mill* melalui *air slide*.

## 6. Pengantongan Semen (*Packing*).

Produk semen yang keluar dari unit *Cement mill* disimpan di silo semen (gambar 8). Dari semen silo, semen keluar dari katup untuk mengatur aliran keluar semen, lalu diangkut menggunakan *air slide* menuju *bucket elevator*. Dari *bucket elevator* semen dimasukkan dalam *Vibrating Screen* untuk memisahkan material yang halus dan kasar serta pengotor. Material kasar dan pengotor dibuang dengan menggunakan corong *vibrating screen* dibagian atas, sedangkan material yang halus langsung masuk ke dalam *hopper (feed bin)* kemudian dialirkan ke dalam *rotary packer*. Semen yang lolos dari *vibrating screen* dialirkan ke dalam *hopper* pada masing-masing *rotary packer*. Jika *hopper* tersebut telah penuh maka semen akan terus bersirkulasi yaitu dijatuhkan kembali ke dalam *bucket elevator* lalu kembali ke *vibrating screen* dan seterusnya.

Masing-masing *rotary packer* terdiri dari corong-corong pengisian yang mengumpulkan semen ke dalam kantong, dengan kapasitas sesuai dengan produk yang diinginkan, 40 atau 50 kg. Untuk mengurangi jumlah semen yang tumpah pada saat pengisian, maka dipasang *screw conveyor* pendek pada masing-masing *packer*. Dan selanjutnya dialirkan pada *screw conveyor* panjang lalu masuk ke dalam *bucket elevator* dan ke *vibrating screen*. Selanjutnya masuk kedalam *hopper* untuk mengikuti proses selanjutnya. Semen yang telah dikantong akan dialirkan oleh *belt conveyor* menuju truk pengangkutan. Selain pengemasan dalam kantong semen, pada unit *packing* juga terdapat pengantongan dalam ukuran besar yaitu *big bag* yang berkapasitas 1,5 ton dan semen curah dengan kapasitas 15 ton, semen curah dimuat kelory khusus dan diangkut ke tempat penampungan di pabrik, atau diangkut langsung ke tanjung priok untuk disimpan atau langsung dikapalkan. Untuk

mencegah polusi udara, maka pada unit pengantongan ini dilengkapi dengan *dust collector (bag filter)*.

Pada tahap penggilingan akhir, pengendalian debu dilakukan dengan menggunakan mesin dalam tekanan negatif dan semen diangkut dalam keadaan tertutup. Pada tahap pengantongan dan pencurahan semen, digunakan corong dan pipa yang dihubungkan langsung dengan kantong ataupun tangki truk pengangkut.

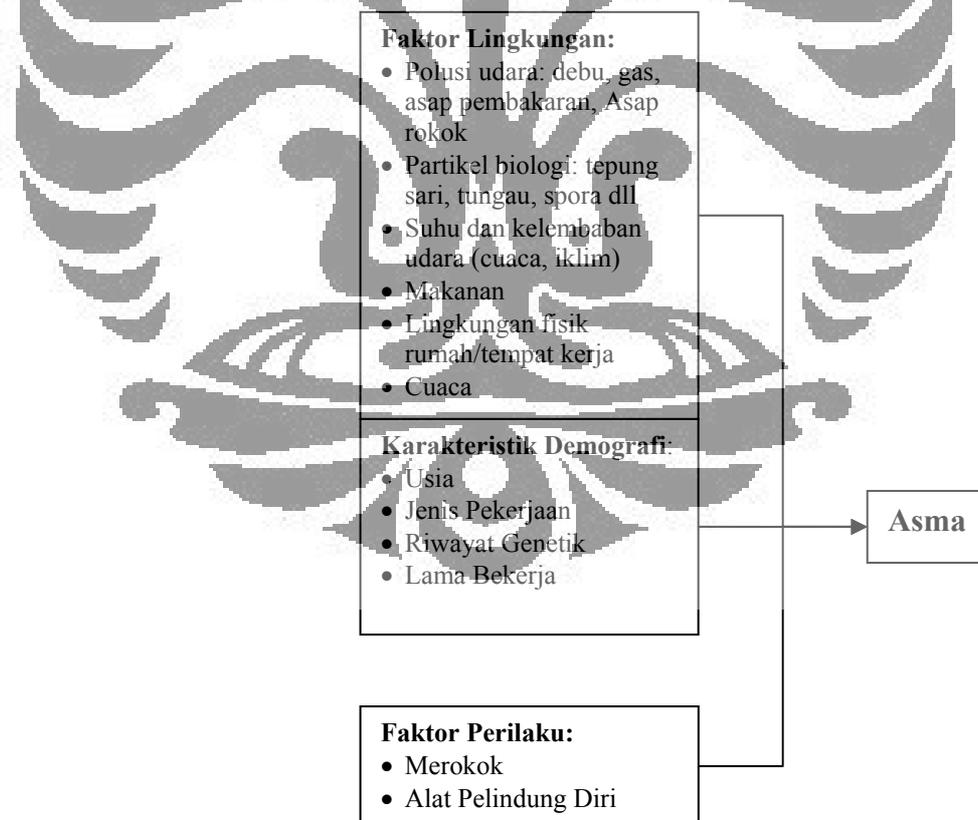


## BAB 3

### KERANGKA TEORI DAN KONSEP

#### 3.1. Kerangka Teori

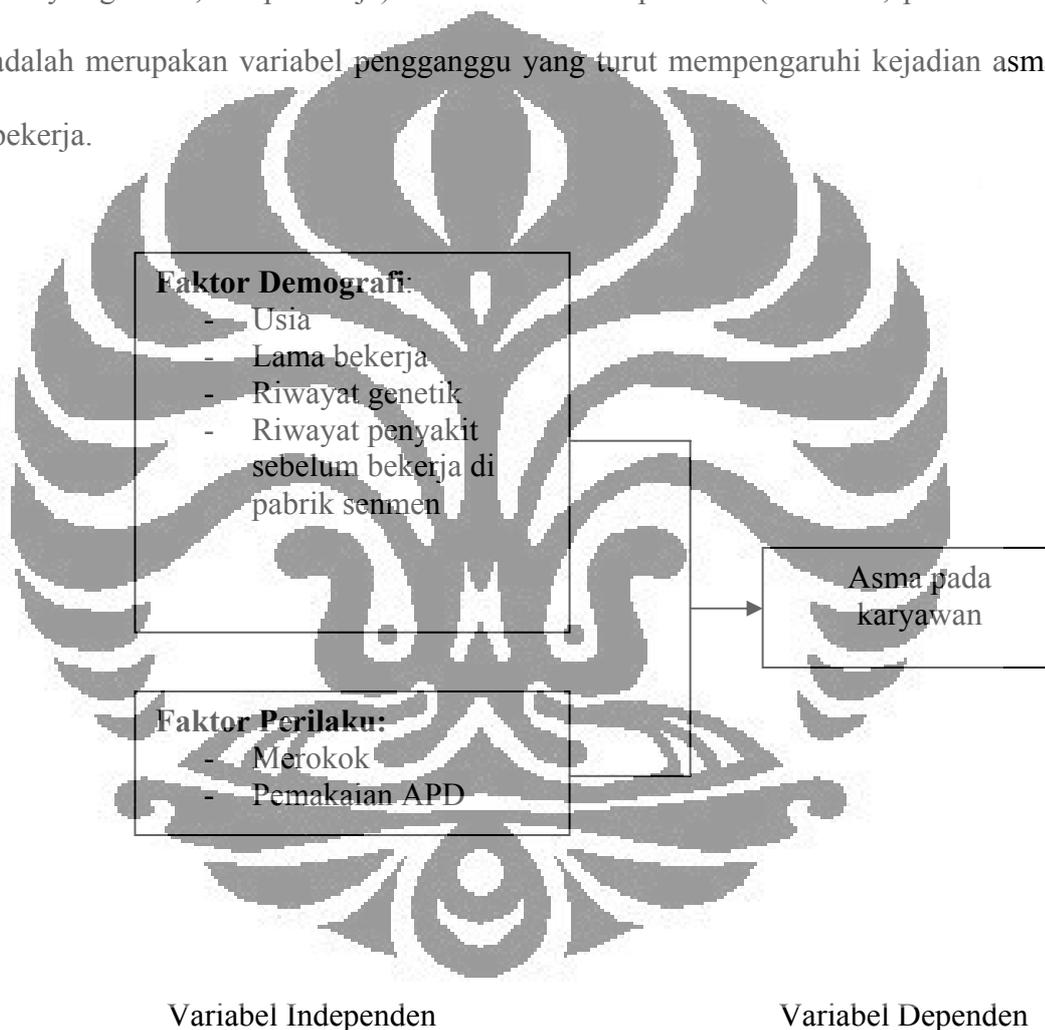
Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah dilakukan oleh peneliti dapat diuraikan secara singkat bahwa asma merupakan suatu penyakit dengan ciri meningkatnya respon trakhea dan bronkus terhadap berbagai rangsangan dengan manifestasi adanya penyempitan jalan nafas yang luas dan derajatnya dapat berubah-ubah baik secara spontan maupun dari hasil pengobatan. Adapun faktor pemicu terjadinya asma adalah berasal dari faktor fisik, faktor kimia, faktor biologi dan faktor alergen baik dipengaruhi oleh demografi, lingkungan, maupun perilaku (Sundaru,2007). Berdasarkan uraian tersebut maka dapat disusun suatu kerangka teori tentang faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kejadian asma sebagai berikut:



Bagan 3.1. Kerangka Teori Faktor-Faktor Yang Memicu Asma

### 3.2. Kerangka Konsep

Konsentrasi debu total di lingkungan kerja merupakan variabel independen (variabel bebas), sedangkan kejadian asma pada pekerja adalah sebagai variabel dependen (variabel terikat). Karakteristik pekerja (jenis kelamin, lama bekerja, riwayat genetik, tempat kerja) dan karakteristik perilaku (merokok, pemakaian APD) adalah merupakan variabel pengganggu yang turut mempengaruhi kejadian asma pada pekerja.



Variabel yang diteliti pada penelitian ini adalah, variabel dependen asma pada karyawan. Variabel lain yang mempengaruhi asma pada karyawan yang diteliti yakni usia, jenis kelamin, lama bekerja, riwayat genetik, riwayat penyakit sebelum bekerja

serta faktor perilaku yaitu merokok dan pemakaian alat pelindung diri pada saat pekerja berupa masker, kadar debu di lingkungan kerja.

Faktor partikel biologi tidak diteliti karena peneliti tidak melakukan pengamatan secara khusus terhadap responden per individu. Faktor suhu dan kelembaban udara dan cuaca tidak diteliti karena hanya melakukan analisa hasil ukur di lingkungan kerja tidak melakukan pengukuran terhadap udara luar ruangan. Faktor makanan tidak diteliti karena peneliti tidak mengikuti secara khusus tentang asupan makanan bagi responden. Pengukuran terhadap variabel independen hanya dilakukan satu kali dengan kuesioner dan data sekunder hasil pengukuran kualitas udara lingkungan tempat kerja.

### 3.4 Definisi Operasional

Definisi operasional dari variabel-variabel yang akan diukur antara lain:

Tabel 3.3. Definisi Operasional

| N0. | Variabel           | Definisi Operasional  | Skala Ukur | Hasil Ukur   | Cara Ukur |
|-----|--------------------|---|------------|--|-----------|
| 1   | Asma Pada Karyawan | Gejala penyakit Asma yang dialami karyawan yaitu batuk berulang, bangun pada malam/menjelang pagi hari berdahak, napas pendek, sesak dan mengi (ACQ,2008) | Ordinal    | 1. sakit<br>2. tidak sakit   | Kuesioner |
| 2   | Tempat Pekerjaan   | Unit atau bagian kerja responden penelitian pada saat dilakukan penelitian  | Ordinal    | 1. Produksi<br>2. Non- Produksi  | Kuesioner |
| 3   | Masa Kerja         | Lamanya bekerja di pabrik semen dalam satuan waktu tahun pada saat dilakukan penelitian. Lama pajanan terhadap faktor resiko                              | Ordinal    | 1. Masa kerja > 20 tahun<br>2. Masa kerja 11-20 tahun<br>3. Masa kerja 5-10 tahun<br>4. Masa kerja < 5 | Kuesioner |

|   |  |  |         |  |           |
|---|--|--|---------|--|-----------|
|   |  | terjadinya gangguan fungsi paru adalah 10-15 tahun (Wallaert et al, 1990)            |         | tahun  |           |
| 4 | Riwayat asma pada keluarga                       | Salah satu dari; ayah, ibu, kakek dan nenek responden penelitian yang menderita asma | Ordinal | 1. Ada riwayat penyakit di keluarga<br>2. Tidak ada riwayat penyakit | Kuesioner |
| 5 | Kebiasaan memakai alat pelindung diri (APD)      | Penggunaan alat pelindung diri berupa masker pada waktu bekerja.                     | Ordinal | 1. Tidak pakai<br>2. Pakai   | Kuesioner |
| 6 | Kebiasaan merokok                                | Status perokok dan bukan perokok pada saat penelitian                                | Ordinal | 1. Merokok<br>2. Tidak merokok                                       | Kuesioner |
| 7 | Riwayat penyakit sebelum bekerja di pabrik semen | Pertama kali responden menderita asma.   | Nominal | 1. Sebelum bekerja<br>2. Setelah bekerja                             | Kuesioner |
| 8 | Usia   | Umur pekerja pada saat dilakukan penelitian.   | Ordinal | 1. < 42 tahun<br>2. ≥ 42 tahun                                       | Kuesioner |

## BAB 4

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 4.1 Rancangan Penelitian

Desain studi yang digunakan dalam penelitian ini adalah potong lintang (cross sectional study). Rancangan ini mengukur variabel independen dan outcome pada saat yang sama (Murti, 1997). Pada desain potong lintang peneliti mengukur variabel pada satu populasi dan pada saat tertentu, sehingga data yang dihasilkan adalah kejadian angka kesakitan.

#### 4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di bagian produksi dan non-produksi pada sebuah pabrik semen di Jawa Barat selama 3 (tiga) bulan, dari bulan Mei - Juli 2008.

#### 4.3 Populasi dan Sampel Penelitian

##### 4.3.1 Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah karyawan pada pabrik semen di bagian produksi dan non-produksi.

Dari populasi tersebut diambil sampel dari dua kelompok pekerja terpajan bagian produksi, dan pekerja non terpajan adalah bagian non-produksi.

##### 4.3.2 Sampel

Rumusan sampel :

$$n = \frac{Z^2_{1-\alpha/2} P(1-P)N}{d^2(N-1) + Z^2_{1-\alpha/2} P(1-P)}$$

$n$  = Besar sampel yang dibutuhkan

$Z_{1-\alpha/2}$  = 1,96 pada *confident interval* 95%

$P$  = Proporsi asma berdasarkan data dari klinik perusahaan sebesar 5%

$d^2$  = Derajat presisi yang diinginkan ( $d = 0,05$ )

$N$  = Besar populasi (3.673 responden)

$$n = \frac{1,96^2 \times 0,05 \times (1-0,05) \times 3.673}{(0,05^2 \times (3.673-1)) + (1,96^2 \times 0,05 \times (1-0,05))}$$

$n$  = 71 responden

Maka besar sampel minimal ( $n$ ) adalah 71 orang. Karena bagian atau unit kerja di pabrik semen secara umum terbagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian produksi dan non-produksi. Sehingga besar sampel seluruhnya dikalikan 2 menjadi 142 responden.

#### 4.4 Pengumpulan Data

##### 4.4.1 Data Primer

Instrumen yang digunakan untuk pengambilan data penelitian adalah kuesioner; untuk mengukur faktor perilaku dan faktor demografi. Metode yang digunakan dengan wawancara.

##### 4.4.2 Data Sekunder

Data sekunder ini adalah hasil pengukuran kualitas udara debu total di lingkungan kerja oleh perusahaan.

#### 4.5 Pengolahan, Penyajian dan Analisa Data

Tahap pengolahan data adalah setelah data terkumpul selanjutnya pengkodean dengan uji kenormalan data dilihat dari grafik dan kurve normal, nilai skewness dan

standar errornya, penilaian dan pentabulasian, kemudian data diolah dengan metode statistik.

#### 4.6. Analisis Data

##### 4.6.1 Analisis Univariat

Analisis ini dilakukan untuk menjelaskan/ mendeskripsikan karakteristik dari tiap-tiap variabel penelitian.

##### 4.6.2 Analisis Bivariat, Uji T-test dan Chi Square

Analisis bivariat dilakukan untuk menguji hipotesis tentang ada tidaknya hubungan antara variabel independen (faktor individu, lingkungan kerja, perilaku dan lama kerja) dengan kejadian Asma. Analisis ini juga sebagai seleksi terhadap variabel independen untuk tahap analisa multivariat. Variabel yang masuk analisis multivariat yaitu variabel yang memiliki nilai  $p < 0,25$ .

##### 4.6.3 Analisis Multivariat

Analisis multivariat adalah menghubungkan beberapa variabel independen dengan satu atau lebih variabel terikat. Pada penelitian ini analisis multivariat yang digunakan adalah analisis regresi logistik berganda untuk model prediksi. Pemodelan bertujuan untuk menghasilkan model yang presisinya baik dan sederhana.

## BAB 5

### HASIL PENELITIAN

#### 5.1. Hasil Analisis Univariat

Berdasarkan analisis univariat terhadap data yang telah diambil berdasarkan variabel yang diteliti memperlihatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5.1.1 Distribusi responden menurut gejala asma, tempat kerja, masa kerja, riwayat asma orang tua, riwayat penyakit sebelum kerja, kebiasaan memakai APD, kebiasaan merokok, karakteristik umur.

| No | Kategori                                    | Frekuensi<br>( n = 142 ) | Persentase<br>(%) |
|----|---|--------------------------|-------------------|
| 1  | Gejala Asma                                 |                          |                   |
|    | Sakit                                       | 13                       | 9.2               |
|    | Tidak Sakit                                 | 129                      | 90.8              |
| 2  | Tempat Kerja Responden                      |                          |                   |
|    | Produksi                                    | 71                       | 50.0              |
|    | Non-Produksi                                | 71                       | 50.0              |
| 3  | Masa Kerja                                  |                          |                   |
|    | > 20 tahun                                  | 64                       | 45.1              |
|    | 11- 20 tahun                                | 60                       | 42.3              |
|    | 5 – 10 tahun                                | 18                       | 12.7              |
| 4  | Riwayat Asma Orang Tua                      |                          |                   |
|    | Ada   | 17                       | 12.0              |
|    | Tidak ada                                   | 99                       | 69.7              |
|    | Tidak tahu                                  | 26                       | 18.3              |
| 5  | Riwayat penyakit sebelum kerja              |                          |                   |
|    | Ada   | 2                        | 1.4               |
|    | Tidak ada                                   | 140                      | 98.6              |
| 6  | Kebiasaan memakai Alat Pelindung Diri (APD) |                          |                   |

|   |                   |    |      |
|---|-------------------|----|------|
|   | Tidak Pakai       | 79 | 55.6 |
|   | Pakai             | 63 | 44.4 |
| 7 | Kebiasaan Merokok |    |      |
|   | Merokok           | 60 | 42.3 |
|   | Tidak Merokok     | 82 | 57.7 |
| 8 | Umur              |    |      |
|   | < 42 tahun        | 79 | 55.7 |
|   | ≥ 42 tahun        | 63 | 44.3 |

Tabel 5.1.1 Berdasarkan gejala sakit sebesar 90,8% tidak mempunyai gejala asma. Berdasarkan tempat kerja, responden yang bekerja di bagian produksi besarnya sama dengan di bagian non-produksi. Berdasarkan masa kerja hanya 12,7% responden mempunyai masa kerja antara 5 - 10 tahun. Berdasarkan riwayat asma dalam keluarga 69,7% reponden tidak memiliki keturunan menderita. Sedangkan menurut riwayat penyakit sebelum kerja, sebesar 98,6% responden tidak sakit asma. Sebesar 55,6% tidak memakai APD. Untuk kebiasaan merokok sebanyak 57,7% responden tidak merokok. Menurut umur memperlihatkan sebesar 55,7% responden berusia diatas atau sama dengan 42 tahun.

## 5.2 Hasil Analisis Bivariat

Pada penelitian ini dilakukan pula analisa bivariat antara variabel independen (faktor individu dan perilaku) dengan gejala Asma. Analisis ini juga sebagai seleksi terhadap variabel independen untuk tahap analisis multivariat.

Variabel yang masuk analisis multivariat yaitu variabel yang memiliki nilai  $p < 0,25$ . Tabel 5.2.1 menunjukkan hubungan antara lokasi kerja reponden terhadap asma sebagai berikut:

Tabel 5.2.1 Distribusi responden menurut gejala asma dan tempat kerja

| Kategori     | Asma  |      |             |      | Nilai P | OR   | 95% CI        |
|--------------|-------|------|-------------|------|---------|------|---------------|
|              | Sakit |      | Tidak Sakit |      |         |      |               |
|              | f     | %    | f           | %    |         |      |               |
| Produksi     | 8     | 61,5 | 63          | 48,8 | 0,56    | 1,67 | 0,521 - 5,398 |
| Non-produksi | 5     | 38,5 | 66          | 51,2 |         |      |               |
| Jumlah       | 13    |      | 129         |      |         |      |               |

Dari Tabel 5.2.1 menunjukkan bahwa dari 142 orang responden sebesar 61,5% responden yang asma bekerja di bagian produksi. Tempat kerja tidak mempunyai hubungan dengan asma pada responden. Hal ini dapat dilihat dari besarnya nilai  $p = 0,56$  ( $p > 0,05$ ).

Hubungan antara lama kerja responden dengan kejadian asma dapat dilihat pada tabel 5.2.2 berikut:

Tabel 5.2.2 Distribusi responden menurut gejala asma dan masa kerja

| Kategori      | Asma  |      |             |      | Nilai P | OR   | 95% CI       |
|---------------|-------|------|-------------|------|---------|------|--------------|
|               | Sakit |      | Tidak Sakit |      |         |      |              |
|               | f     | %    | F           | %    |         |      |              |
| > 20 tahun    | 5     | 7,8  | 59          | 92,1 | 0,5     | 0,46 | 0,506-11,003 |
| 11 – 20 tahun | 5     | 8,3  | 55          | 91,7 |         |      |              |
| 5 – 10 tahun  | 3     | 16,7 | 15          | 83,3 |         |      |              |
| Jumlah        | 13    |      | 129         |      |         |      |              |

Dari Tabel 5.2.2 menunjukkan 92,1% responden yang bekerja lebih dari 20 tahun tidak menderita asma dan Dengan demikian menunjukkan bahwa lama bekerja tidak

mempunyai hubungan dengan asma pada responden. Hal ini dapat dilihat dari besarnya nilai  $p=0,5$  ( $p > 0,05$ ).

Tabel 5.2.3 memperlihatkan hubungan riwayat asma dalam keluarga terhadap asma pada reponden:

Tabel 5.2.3 Distribusi responden menurut asma dan riwayat asma dalam keluarga

| Kategori       | Asma  |      |             |      | Nilai P | OR   | 95% CI      |
|----------------|-------|------|-------------|------|---------|------|-------------|
|                | Sakit |      | Tidak Sakit |      |         |      |             |
|                | f     | %    | F           | %    |         |      |             |
| Ada asma       | 5     | 29,4 | 12          | 70,6 | 0.008   | 6,46 | 0,034-1,186 |
| Tidak ada asma | 6     | 6,1  | 93          | 93,9 |         |      |             |
| Tidak tahu     | 2     | 7,7  | 24          | 92,3 |         |      |             |
| Jumlah         | 13    |      | 129         |      |         |      |             |

Dari tabel diatas menunjukkan reponden yang keluarganya mempunyai penyakit asma, ada gejala asma sebesar 29,4%. Hubungan riwayat asma dalam keluarga mempunyai pengaruh terhadap asma jika dilihat dari nilai  $p = 0,008$  ( $p < 0,05$ ).

Tabel 5.2.4 memperlihatkan hubungan riwayat penyakit sebelum kerja terhadap asma pada reponden:

Tabel 5.2.4 Distribusi responden menurut asma dan riwayat penyakit sebelum kerja

| Kategori    | Asma  |      |             |      | Nilai P | OR    | 95% CI      |
|-------------|-------|------|-------------|------|---------|-------|-------------|
|             | Sakit |      | Tidak Sakit |      |         |       |             |
|             | f     | %    | F           | %    |         |       |             |
| Sakit       | 2     | 15,4 | 11          | 84,6 | 0.000   | 0,846 | 0,671-1,067 |
| Tidak sakit | 0     | 0    | 129         | 100  |         |       |             |
| Jumlah      | 2     |      | 140         |      |         |       |             |

Dari tabel diatas menunjukkan sebagian besar responden yang ada gejala asma pada saat bekerja tidak mempunyai riwayat penyakit sebelum bekerja di pabrik semen, yakni sebesar 84,6%. Akan tetapi jika dilihat dari nilai  $p = 0,000$  ( $p < 0,05$ ) maka riwayat penyakit sebelum kerja mempunyai pengaruh terhadap asma pada responden.

Berikut adalah Tabel 5.2.5 yang memperlihatkan hubungan kebiasaan memakai alat pelindung diri (APD) terhadap gejala asma.

Tabel 5.2.5 Distribusi responden menurut gejala asma dan kebiasaan memakai alat pelindung diri (APD)

| Kategori        | Asma  |      |             |      | Nilai P | OR    | 95% CI      |
|-----------------|-------|------|-------------|------|---------|-------|-------------|
|                 | Sakit |      | Tidak Sakit |      |         |       |             |
|                 | f     | %    | F           | %    |         |       |             |
| Tidak pakai APD | 9     | 69,2 | 70          | 54,3 | 0,46    | 0,527 | 0,154-1,800 |
| Pakai APD       | 4     | 30,8 | 59          | 45,7 |         |       |             |
|                 | 13    |      | 129         |      |         |       |             |

Dari Tabel 5.2.5 menunjukkan sebesar 69,2% responden yang tidak memakai alat pelindung diri ada gejala asma. Akan tetapi pemakaian alat pelindung diri (APD) tidak mempunyai hubungan dengan asma pada responden. Hal ini dapat dilihat dari besarnya nilai  $P = 0,46$  ( $p > 0,05$ ).

Pada Tabel 5.2.6 menunjukkan hubungan antara kebiasaan merokok terhadap asma.

Tabel 5.2.6 Distribusi responden menurut gejala asma dan kebiasaan merokok

| Kategori      | Asma  |      |             |      | Nilai P | OR    | 95% CI      |
|---------------|-------|------|-------------|------|---------|-------|-------------|
|               | Sakit |      | Tidak Sakit |      |         |       |             |
|               | f     | %    | f           | %    |         |       |             |
| Merokok       | 7     | 11,7 | 53          | 88,3 | 0,38    | 1,673 | 0,532-5,260 |
| Tidak Merokok | 6     | 7,3  | 76          | 92,7 |         |       |             |
| Jumlah        | 13    |      | 129         |      |         |       |             |

Tabel 5.2.6 memperlihatkan 88,3% responden yang merokok tidak ada gejala asma. Kebiasaan merokok tidak mempunyai hubungan dengan asma pada responden. Hal ini dapat dilihat dari besarnya nilai  $p = 0,38$  ( $p > 0,05$ ).

Tabel 5.2.7 memperlihatkan hubungan usia terhadap asma pada pekerja.

Tabel 5.2.7 Distribusi responden menurut gejala asma dan umur

| Kategori   | Asma  |      |             |      | Nilai P | OR    | 95% CI       |
|------------|-------|------|-------------|------|---------|-------|--------------|
|            | Sakit |      | Tidak Sakit |      |         |       |              |
|            | f     | %    | f           | %    |         |       |              |
| < 42 tahun | 1     | 12,5 | 7           | 87,5 | 0,736   | 1,452 | 0,165-12,817 |
| ≥ 42 tahun | 12    | 9,0  | 122         | 91,0 |         |       |              |
| Jumlah     | 13    |      | 129         |      |         |       |              |

Dari tabel di atas menunjukkan 91% responden yang berumur  $\geq 42$  tahun tidak ada gejala asma. Menunjukkan bahwa faktor usia tidak mempunyai pengaruh terhadap asma apabila dilihat dari nilai  $p = 0,736$  ( $p > 0,05$ ).

Hasil pengukuran oleh perusahaan terhadap kadar debu total pajanan rata-rata dari berbagai lokasi kerja pada pabrik semen yang menjadi obyek penelitian tidak ada yang melebihi ambang batas yang telah ditetapkan oleh Menteri Tenaga Kerja Indonesia

(SE-01/MEN/1997) sebesar 10 mg per m<sup>3</sup> yakni di bagian produksi sebesar 1,86 mg/m<sup>3</sup> dan non-Produksi sebesar 0,23 1,86 mg/m<sup>3</sup>.

Berikut distribusi p value dari masing-masing variabel hasil uji hubungan dengan kejadian asma pada pekerja pada analisis bivariat.

Tabel 5.2.8. Distribusi variabel berhubungan dengan asma pada pekerja berdasarkan p Value pada analisis bivariat.

| VARIABEL                         | Nilai P | HUBUNGAN          |
|----------------------------------|---------|-------------------|
| Tempat Kerja                     | 0.56    | Tidak signifikan  |
| Masa Kerja                       | 0.5     | Tidak signifikan  |
| Riwayat Asma Dalam Keluarga      | 0.008   | Masuk Multivariat |
| Riwayat penyakit sebelum bekerja | 0.000   | Masuk Multivariat |
| Kebiasaan Memakai APD            | 0,46    | Tidak signifikan  |
| Kebiasaan Merokok                | 0.38    | Tidak signifikan  |
| Umur                             | 0,736   | Tidak signifikan  |

Berdasarkan hasil seleksi bivariat, variabel yang mempunyai p value < 0,25 adalah hanya riwayat asma dalam keluarga nilai p= 0,008 dan riwayat penyakit sebelum bekerja pvalue= 0,000. Akan tetapi karena dalam penelitian ini hanya bertujuan mendiskripsikan prevalensi asma maka tidak dilakukan analisis multivariat lebih lanjut.

## BAB 6

### PEMBAHASAN

#### 6.1. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian *cross sectional* atau teknik potong lintang. Penggunaan metode ini dipilih karena pertimbangan keterbatasan pada penelitian karena data prevalensi pekerja penderita asma diambil dari data klinik perusahaan berupa data sekunder jumlah pasien asma sampai tahun ini. Juga tidak dilakukan pengukuran secara langsung kualitas udara lingkungan kerja.

#### 6.2. Sampel

Dalam pengambilan sampel yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan melibatkan seluruh karyawan yang masih aktif bekerja di pabrik semen dengan sistematik random sampling.

Dari keseluruhan karyawan yang berjumlah 3.673 orang, subyek yang diteliti adalah karyawan yang bekerja di bagian produksi sebanyak 71 orang dan bagian non-produksi sebanyak 71 orang responden, sehingga total sampel adalah sebesar 142 orang responden.

#### 6.3. Gejala Asma

Keluhan batuk berulang, berdahak, sesak nafas dan mengi pada responden di area produksi tampak sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan responden di area non-produksi, namun perbedaan ini tidak bermakna. Angka kejadian asma secara keseluruhan pada karyawan di sebuah pabrik semen di Jawa Barat hanya sebesar 9,2%.

Angka kejadian tersebut di atas tidak lebih tinggi dibandingkan dengan asma kerja yang terdapat di kepustakaan. Menurut studi terdahulu yang sama dilakukan Ario Seno di PT. Semen Padang diketahui karyawan yang mempunyai gejala asma adalah sebesar 12,5 %, Secara nasional angka kejadian asma kerja belum diketahui secara pasti. Di Amerika Serikat berkisar dari 2 % asma akibat kerja dari sekitar 5 % prevalensi asma. Di Jepang bahkan 15 % dari seluruh penderita asma laki-laki dewasa. Insiden tahunan asma kerja di Finlandia untuk periode dilaporkan 71 per satu juta populasi (0,007%), sedangkan di Inggris 22 per satu juta populasi (0,002%) (Mangunnegoro, 1994). Data tersebut juga menunjukkan bahwa angka kejadian asma kerja memang relatif rendah. Hal ini diduga karena sistem seleksi pada penerimaan karyawan pada perusahaan tersebut yang sangat ketat terhadap syarat kesehatan, serta pemeriksaan rutin status kesehatan yang dilakukan setiap tahun.

#### 6.4. Tempat Kerja Responden

Dengan strategi pendekatan berdasarkan karakteristik pajanan, maka penelitian serta pengukuran dilakukan di lingkungan kerja. Dalam penelitian ini tempat kerja responden dikelompokkan menjadi dua yaitu produksi dan non-produksi.

Hasil pengukuran debu total menunjukkan bahwa kadar debu total baik di area produksi (mining, grinding, packing) dan non-produksi masih berada di bawah nilai ambang batas yang telah ditentukan sehingga tempat kerja baik di bagian produksi maupun non-produksi memiliki resiko yang sama untuk mengalami sakit asma, karena semua area tersebut selalu terpapar debu. Hal tersebut dapat diantisipasi dengan penggunaan alat pelindung diri berupa masker untuk menghindari timbulnya resiko. Selain itu juga terkait erat dengan telah diterapkannya manajemen pengendalian

lingkungan (*environmental control measures*) oleh perusahaan berupa desain dan tata letak yang adekuat, sehingga terjadi pengurangan bahan berbahaya pada sumbernya. Dalam hal ini perusahaan telah mendapatkan sertifikasi ISO 14000, sistem manajemen lingkungan dalam pengelolaan potensi debu, menjadi barang produksi.

#### 6.5. Lama Pajanan

Lama Pajanan dalam penelitian ini dikategorikan ke dalam tiga kelompok, tetapi sebagian besar pekerja yang memiliki masa bekerja lebih dari 20 tahun di pabrik semen tidak menderita asma. Hasil penelitian Zulmiar (1996) yang dilakukan di PT. Semen Padang didapatkan masa kerja terendah 6 tahun dan tertinggi 35,5 tahun dengan rata-rata 16,2 tahun, demikian juga penelitian yang dilakukan oleh Ario Seno (2001) rata-rata masa kerja 11-20 tahun.

Hal ini menunjukkan bahwa masa kerja yang dapat menimbulkan gejala asma membutuhkan waktu yang lama; makin lama kontak dengan pajanan, juga ditunjang dengan pemakaian alat pelindung diri yang tidak selalu digunakan.

Di perusahaan ini kebijakan pembatasan waktu selama karyawan terpajan terhadap zat tertentu yang berbahaya di lingkungan kerja tidak melebihi 8 jam per hari atau 40 jam per-minggu, serta kebijakan pemutasian karyawan setiap waktu dilakukan secara periodik oleh perusahaan nampaknya turut memperkecil akumulasi pajanan terhadap karyawan.

#### 6.6. Riwayat Asma dalam Keluarga

Hasil analisis terhadap riwayat asma dalam keluarga dengan gejala asma didapatkan hubungan yang bermakna. Pada penelitian ini diperoleh informasi bahwa

karyawan yang asma dan ada riwayat keluarga menderita asma hanya 29,4%. Akan tetapi apabila dilihat dari nilai  $p$  yang didapatkan yaitu sebesar  $p=0,008$  dengan demikian karyawan yang mempunyai riwayat keturunan memiliki peluang lebih tinggi terjadi asma ketika terpapar oleh pajanan di tempat kerja.

#### 6.7. Riwayat Asma sebelum bekerja

Hasil analisis terhadap riwayat asma sebelum bekerja dengan gejala asma didapatkan hubungan yang bermakna. Pada penelitian ini diperoleh informasi bahwa karyawan yang asma pada saat bekerja tidak ada riwayat penyakit sebelum bekerja. Akan tetapi apabila dilihat dari nilai  $p$  yang didapatkan yaitu sebesar  $p=0,000$  dengan demikian walaupun karyawan tidak mempunyai riwayat penyakit sebelum bekerja juga memiliki peluang tinggi terjadi asma ketika terpapar oleh pajanan di tempat kerja.

#### 6.8. Penggunaan Alat Pelindung Diri

Perilaku responden terhadap penggunaan alat pelindung diri berupa masker lebih dari 50 persen tidak menggunakannya, tidak berpengaruh terhadap besarnya resiko terjadi asma.

Pengendalian perorangan (*personal control measure*) berupa penggunaan alat pelindung diri merupakan salah satu alternatif untuk melindungi karyawan dari bahaya. Dalam hal ini perusahaan telah mendapatkan sertifikasi SMK3. Telah diketahui bahwa pada lingkungan kerja dengan debu total pajanan yang tinggi, penggunaan alat pelindung diri yang baik dapat melindungi pekerja dari resiko.

## 6.9. Kebiasaan Merokok

Kebiasaan merokok responden pada penelitian ini dikategorikan menjadi dua kelompok, yaitu kelompok yang merokok dan kelompok yang tidak merokok. Hanya 11,7% karyawan perokok yang asma tidak ada perbedaan signifikan dengan bukan perokok yang asma sebesar 7,3%. . Tidak adanya hubungan antara kebiasaan merokok dan asma pada penelitian ini kemungkinan disebabkan oleh tidak dilakukannya penelitian tentang jenis rokok yang dihisap dan terjadinya recall bias sejak kapan responden merokok saat pengambilan data pada ingatan responden.

## 6.10. Umur Responden

Dalam penelitian ini umur responden dikelompokkan menjadi  $\geq 42$  tahun dan  $< 42$  tahun. Umur responden tidak terkait langsung dengan resiko terhadap asma, tetapi hanya mendorong kerentanan terhadap ketahanan fisik seseorang. Menurut naskah lengkap COPD dalam (Yuwarni, 2003) bahwa secara fisiologis fungsi paru seseorang akan mengalami penurunan selaras dengan bertambahnya usia. Meskipun demikian dengan bertambahnya umur tidak berhubungan langsung dengan resiko kejadian asma pada karyawan.

## BAB 7

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan berdasarkan hasil penelitian terhadap 142 responden pada sebuah pabrik semen di Jawa Barat pada tahun 2008 adalah sebagai berikut:

- Seluruh responden yang diteliti (100%) terpajan debu total dibawah Nilai Ambang Batas (NAB) yang telah ditetapkan.
- Angka kejadian asma di bagian produksi maupun pada bagian non-produksi memiliki tingkat resiko relatif sama terhadap asma.
- Hasil penelitian memperlihatkan tidak ada hubungan yang bermakna antara tempat kerja, lama pajanan, penggunaan alat pelindung diri, kebiasaan merokok, jenis kelamin, umur responden dan kadar debu lingkungan kerja terhadap kejadian asma.
- Terdapat hubungan yang bermakna antara riwayat asma dalam keluarga dengan asma pada karyawan pabrik semen.

#### 7.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, peneliti memberikan beberapa saran untuk perbaikan bagi penelitian selanjutnya sebagai berikut:

- Dilakukan pengukuran lebih lanjut terhadap kadar debu seperti PM10 dan PM 2.5 yang berpotensi mengakibatkan gangguan saluran pernafasan dengan uji petik oleh perusahaan maupun Dinas Kesehatan setempat..
- Memberi *reward* dan *punishment* kepada karyawan dalam penggunaan Alat Pelindung Diri pada saat bekerja diutamakan pada karyawan yang

mempunyai keterpaparan terhadap debu cukup tinggi (bagian produksi), serta memeriksa secara berkala sistem pengendalian debu termasuk di gedung-gedung perkantoran (non produksi).

- Sistem penerimaan karyawan baru dan penetapan sebagai karyawan tetap yang lebih selektif terutama berkaitan masalah kesehatan calon pekerja.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan desain yang berbeda serta variabel yang lebih lengkap untuk memastikan hubungan antara pajanan debu terhadap asma pada karyawan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aditama T. Yoga, 1997  
Penyakit Paru Akibat Kerja. Yayasan Penerbit IDI Ikatan Dokter Kesehatan Kerja Indonesia, Jakarta.
- Alfred P. Fishman, 1993  
Pulmonary Diseases and Disorders. Second Edition Companion Handbook, Philadelphia, Pennsylvania.
- Agung Sudrajad, 2007  
Pencemaran Udara. Suatu Pendahuluan, Jakarta
- Buchari, 2007  
Penyakit Akibat Kerja dan Penyakit Terkait Kerja, USU, Medan.
- Departemen Kesehatan RI, 2000  
Pedoman Program Pemberantasan Penyakit Infeksi Saluran Pernafasan Akut Jakarta, Dirjen P2M dan PLP.
- Danusantoso, Halim, 1999  
Asthma Edisi II, Penerbit Universitas Trisakti, Jakarta.
- Departemen Tenaga Kerja RI, 1998  
Peraturan Perundangan dan Pedoman Teknis SM K3. Jakarta. Dirjen Binahubwas Direktorat Pengawasan Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
- Departemen Tenaga Kerja RI, 1997  
Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja Nomor: SE-01/MEN/ 1997.  
Depnaker Badan Perencanaan dan Pengembangan Tenaga Kerja Proyek Pengembangan Hygiene dan Kesehatan Kerja, 1998.
- Departemen Kesehatan RI, 2007  
Pedoman Pengendalian Asma, Jakarta. Dirjen Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, Direktorat Pengendalian Penyakit Tidak Menular.
- Dwirantih, Devi, 2003  
Kunjungan Poliklinik Serta Absensi Karena Penyakit Paru Kerja yang Dipengaruhi Paparan Debu Pabrik Semen (Thesis Pasca Sarjana S2 yang tak diterbitkan Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, Jakarta).
- Fardiaz, Srikandi, 1992  
Polusi Air dan Udara, Kanisius, Yogyakarta.

- Hudyono, Johannes, 1998  
Prevalensi Bronkitis Kronik dan Asma Kerja Serta Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Tenaga Kerja Pabrik Cat di Tangerang, 1998.
- Juli Soemirat Slamet 1996  
Kesehatan Lingkungan, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Laksman, Hendra T, 2005  
Kamus Kedokteran, Djambatan, Jakarta.
- Mangunegoro, Hadiarto, 1994  
Asma Kerja, JDKI, Volume :2 Nomor 4, Agustus 1994, Jakarta.
- Mulia M, Ricki, 2005  
Kesehatan Lingkungan, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Mukono, H.J., 2000  
Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan, Airlangga University Press, Surabaya.
- Notoatmodjo, Soekidjo, 2002  
Metodologi Penelitian Kesehatan, Rineka Cipta, Jakarta.
- Priyo Hastono, Sutanto, 2007  
Analisis Data Kesehatan, FKM - UI, Jakarta.
- Phillips, V.L, 1999  
Health Care Worker Disability Due to Latex Allergy and Asthma: A Cost Analysis. American Journal of Public Health.
- Ramaiah, Savitri, 2006  
Asma. Mengetahui Penyebab, Gejala dan Cara Penanganannya, Bhuana Ilmu Populer, Kelompok Gramedia, Jakarta.
- Sastroasmoro, Sudigdo, 2002  
Dasar-dasar Metodologi Penelitian Klinis, CV Sagung Seto, Jakarta.
- Soedomo, Moestikahadi, 2001  
Mengenal Pencemaran Udara, Penerbit ITB, Bandung.
- Setiadi, 2007  
Anatomi & Fisiologi Manusia, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Suma'mur, 1995  
Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan, PT. Gunung Agung, Jakarta.

- Sundaru, H., 1995  
Asma: Apa dan Bagaimana Pengobatannya, Ed III, Fakultas Kedokteran UI, Jakarta.
- Tanjung, D, 2003  
Asuhan Keperawatan Asma Bronkial, USU, Medan.
- Tjokronegoro, Arjatmo, 1994  
Seluk Beluk Alergi Pada Asma. JDKI. Volume :2 Nomor 4. Agustus 1994, Jakarta.
- The Asthma Foundation of Victoria,2002  
Serangan Penyakit Asma pada Orang Dewasa, North Melbourne.
- Vitahealth, 2006  
ASMA Informasi Lengkap untuk Penderita dan Keluarganya, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wardhana, 1995  
Dampak Pencemaran Lingkungan, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Widjaya, Meily, 1992  
Penilaian Dampak Debu di Lingkungan Kerja Pabrik Semen terhadap Paru Pekerja ( Studi Kasus di suatu Pabrik Semen). (Thesis Pasca Sarjana S2 yang tak diterbitkan Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, Jakarta).
- World Health Organization, 2000  
Hazardous Chemicals in Human and Environmental Health (a resource book for school, college and university): Geneva. WHO.
- World Health Organization, 1995  
Early Detection of Occupational Diseases, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Yunus, Faisal, 1997  
Dampak Debu Industri pada Paru Pekerja dan Pengendaliannya, Cermin Dunia Kedokteran No. 115, 1997 45, Jakarta
- Yuwarni, Lin, 2003  
Studi Debu Semen dan Faktor-faktor lain terhadap Gangguan Paru Obstruktif (Thesis Pasca Sarjana S2 yang tak diterbitkan Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, Jakarta).

**DAFTAR PERTANYAAN**  
Tentang  
**Dampak Paparan Debu terhadap Kejadian Asma pada Pekerja di Pabrik Semen di Citeureup, Bogor, tahun 2008.**

Petunjuk Umum: Isilah dan Lingkari

I. Data Umum : (IDENTITAS)

1. Nama Responden : \_\_\_\_\_

2. Jenis Kelamin : 1. Laki-laki 2. perempuan

2. Unit Kerja : \_\_\_\_\_

3. Umur : \_\_\_\_\_ tahun

4. Tk. Pendidikan :  
1. Tamat SD  
2. Tamat SLTP  
3. Tamat SLTA  
4. Tamat Akademi/ PT

5. Berat Badan = ..... Kg

Tinggi Badan = ..... Cm

6. Masa Kerja : ..... tahun ..... bulan

7. Pelatihan yang pernah diikuti di Perusahaan ini : (Sebutkan)

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_





16. Pada usia berapa tahun Sdr. mulai menderita Asma ?.....tahun.

17. Apakah Sdr. menggunakan obat sesak napas selama 8 jam terakhir ?

1. Ya                      2. Tidak                      8. Tidak tahu

## VII. RIWAYAT PEKERJAAN

### Sebelum bekerja di Unit Kerja ini

18. Pernahkah Sdr. dipindahkan dari satu pekerjaan ke pekerjaan lainnya ?

1. Ya                      2. Tidak (**langsung ke 23**)

19. Berapa kali Sdr. dipindahkan ?.....kali

20. Pertama kali Sdr. bekerja di :

Biro : .....

Bidang : .....

Sebagai : ....., selama.....th.....bulan.  
(tahun.....bulan.....s/d.....bulan.....)

21. Kemudian sdr. dipindahkan ke pekerjaan di:

Biro : .....

Bidang : .....

Sebagai : ....., selama.....th.....bulan.  
(tahun.....bulan.....s/d.....bulan.....)

22. Yang paling lama di bagian mana ?.....

## VIII. KEBIASAAN MENGGUNAKAN ALAT PELINDUNG DIRI (APD)

23. Apabila Sdr. berada di ruang berdebu, apakah Sdr. menggunakan APD (masker) untuk melindungi diri dari debu?

1. Ya
2. Tidak (**langsung ke 26**)

24. Kebiasaan Sdr. menggunakan APD tersebut?

1. Hampir selalu
2. Jarang
3. Hampir tidak pernah

25. APD yang Sdr. gunakan berupa ?

- a. Masker yang disediakan perusahaan
- b. Cara lain, sebutkan.....

#### IX. RIWAYAT MEROKOK

26. Pernahkah Sdr. merokok 100 batang rokok atau lebih selama hidup Sdr. ?

1. Ya
2. Tidak
3. Tidak pernah merokok (**Selesai**)

27. Apakah dalam 1 (satu) bulan terakhir ini Sdr. masih merokok ?

1. Ya
2. Tidak **langsung ke 30**

28. Berapa batang rokok rata-rata sehari yang Sdr. hisap sekarang?

.....batang rokok

29. Sudah berapa lama Sdr. merokok ?.....tahun

30. Pada usia berapa tahun Sdr. Berhenti merokok ?.....tahun

31. Rata-rata sehari yang Sdr. hisap selama Sdr. merokok ?.....batang rokok

32. Selama Sdr. merokok, jenis rokok apakah yang biasanya Sdr. hisap ?

1. Rokok kretek
2. Rokok putih
3. Campuran (kretek & putih)

**(WAWANCARA SELESAI DAN TERIMA KASIH)**