

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah adanya bahan kontaminan di atmosfer karena ulah manusia (*man made*). Hal ini untuk membedakan dengan pencemaran udara alamiah (*natural air pollution*) dan pencemaran udara di tempat kerja (*occupational air pollution*) (Mukono HJ, 1997).

Pengertian lain dari Pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrak fisik dan kimia ke dalam lingkungan udara normal yang mencapai sejumlah tertentu, sehingga dapat dideteksi oleh manusia serta dapat memberikan efek pada manusia, binatang dan mineral dikarenakan oleh kontaminan alami dan buatan ke dalam atmosfer (Aditama, 1992). Bahan pencemar udara atau polutan dapat klasifikasikan menjadi 2 bagian (Mukono HJ, 1997) yaitu ;

A. Polutan primer adalah polutan yang dikeluarkan langsung dari sumber tertentu dan dapat berupa ;

- 1) Polutan gas seperti CO, CO₂, Sulfur Oksida, Nitrogen Oksida, Amoniak, dan senyawa halogen (fluor, klorin, hidrogen klorida, hidrokarbon terklorinasi, dan bromin).
- 2) Partikel yang ada di atmosfer mempunyai karakteristik yang spesifik, dapat berupa zat padat maupun suspensi aerosol cair di atmosfer. Bahan partikel tersebut berasal dari proses kondensasi, proses dispersi (seperti proses menyemprot/*spraying*) maupun proses erosi bahan tertentu. Asap (*smoke*)

seringkali dipakai untuk menunjukkan campuran bahan partikulat (*partikulat matter*), uap (*fumes*), gas dan kabut (*mist*).

Penyebab terjadinya pencemaran lingkungan di atmosfer biasanya berasal dari sumber kendaraan bermotor dan atau industri. Bahan pencemar yang dikeluarkan antara lain gas NO_2 , SO_2 , SO_3 , ozon, CO, HC dan partikel debu. Gas NO_2 , SO_2 , CO, dan HC dapat dihasilkan oleh proses pembakaran dari mesin yang menggunakan bahan bakar yang berasal dari bahan fosil.

B: Polutan sekunder

Biasanya terjadi karena reaksi dari dua atau lebih bahan kimia di udara, misalnya reaksi foto kimia. Sebagai contoh adalah disosiasi NO_2 yang menghasilkan NO dan O radikal. Proses kecepatan dan arah reaksinya dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain ; konsentrasi relatif dari bahan reaktan, derajat fotoaktivasi, kondisi iklim, topografi lokal dan adanya embun. Polutan sekunder mempunyai sifat fisik dan kimia yang tidak stabil. Termasuk dalam polutan sekunder ini adalah ozon, Peroxy Acyl Nitrat (PAN), dan formaldehid.

2.1.1. Tipe Pencemaran Udara

Tipe pencemaran udara dibagi menjadi 9 bagian (Kusnoputranto, 1995) yaitu :

- a. Karbondioksida, yaitu CO_2
- b. Sulfur oksida, yaitu SO_2
- c. Nitrogen oksida
- d. Hidrokarbon, yaitu senyawa organik yang mengandung karbon dan hydrogen seperti metana, butane, benzene.

- e. Oksidan fotokimia, yaitu ozon, PAN dan beberapa senyawa aldehid.
- f. Partikel (padat atau cair diudara), asap, debu, asbestos, partikel logam, minyak, garam-garam sulfur.
- g. Senyawa anorganik (mengandung karbon), estisida, herbisida berbagai jenis alkohol, asam dan zat kimia lainnya
- h. Zat radioaktif tritium, radon, enzim dan pembangkit tenaga.

2.1.2. Pencemaran Udara oleh Partikulat (debu)

Partikulat adalah zat padat/cair yang halus, dan tersuspensi di udara, misalnya embun, debu, asap, fumes, dan fog. Debu adalah zat padat berukuran antara 0,1 – 25 mikron; sedangkan fumes adalah zat padat hasil kondensasi gas, yang biasanya terjadi setelah proses penguapan logam cair. Dengan demikian fumes berukuran sangat kecil, yakni kurang dari 1,0 mikron. Asap adalah karbon yang berdiameter kurang dari 0,1 mikron, akibat pembakaran hidrat karbon yang kurang sempurna. Jadi partikulat ini dapat terdiri atas zat organik dan an organik (Slamet, S, 1994).

Sumber alamiah partikulat atmosfer adalah debu yang memasuki atmosfer karena terbawa oleh angin. Sumber artificial debu terutama adalah pembakaran; apakah itu pembakaran batu bara, minyak bumi, dan lainnya yang dapat menghasilkan jelaga (partikulat yang terdiri atas karbon dan lain-lain zat yang melekat padanya). Sumber lain adalah proses yang menimbulkan debu seperti pabrik, semen, industri metalurgi, industri konstruksi, industri bahan makanan, dan juga kendaraan bermotor (Slamet, S 1994).

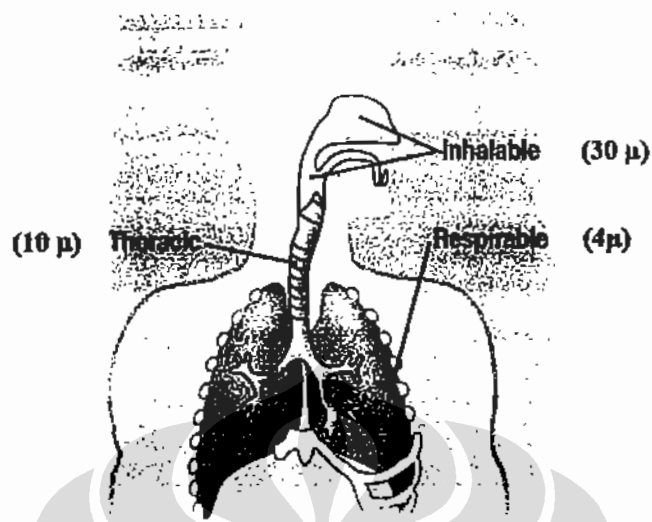
2.1.3. Partikulat Melayang (PM₁₀)

Besarnya ukuran partikel debu yang dapat masuk kedalam saluran pernapasan manusia adalah yang berukuran 0,1 µm sampai dengan 10 µm dan berada diudara sebagai *suspended particulate matter* (partikulat Melayang dengan ukuran ≤ 10 µm disebut juga sebagai PM₁₀)

Partikel yang terhisap ke dalam sistem pernafasan akan disisihkan tergantung dari diameternya. Partikel berukuran besar akan tertahan pada saluran pernafasan atas; sedangkan partikel kecil (*inhalable*) akan masuk ke paru-paru dan bertahan di dalam tubuh dalam waktu yang lama. Partikel inhalable adalah partikel dengan diameter di bawah 10 µm (PM₁₀): PM₁₀ diketahui dapat meningkatkan angka kematian yang disebabkan oleh penyakit jantung dan pernafasan, pada konsentrasi 140 µg/m³ dapat menurunkan fungsi paru-paru pada anak-anak; sementara pada konsentrasi 350 µg/m³ dapat memperparah kondisi penderita bronkhitis. Toksisitas dari partikel inhalable tergantung dari komposisinya:

Kerusakan yang terjadi pada paru-paru sangat tergantung pada ukuran debu, menurut Waldboth seperti yang dikutip Mudahir (2002) yaitu :

- Ukuran 5 – 10 µm : akan ditahan oleh saluran pernapasan bagian atas
- Ukuran 3 – 5 µm : akan ditahan oleh saluran pernapasan bagian tengah
- Ukuran 1 – 3 µm : dipermukaan alveoli
- Ukuran 0,5 – 1 µm : melayang dipermukaan alveoli
- Ukuran < 0,5 µm : akan hinggap dipermukaan alveoli atau selaput lender karena gerak brown, sehingga dapat menyebabkan fibrosis paru



Gambar 2.1. Ukuran Partikulat yang menembus sistem pernapasan

Sumber : EPA, 2003

Partikulat diemisikan dari berbagai sumber; termasuk pembakaran bahan bakar minyak, (gasoline, diesel fuel), pencampuran dan penggunaan pupuk dan pestisida; konstruksi; proses-proses industri seperti pembuatan besi dan baja; pertambangan, pembakaran sisa pertanian (jerami), dan kebakaran hutan. Hasil data pemantauan udara ambient di 10 kota besar di Indonesia menunjukkan bahwa PM_{10} adalah parameter yang paling sering muncul sebagai parameter kritis (Bapedal, 2000, 2001; KLH, 2002; 2003; 2004).

2.2. Nilai Baku Mutu

Baku mutu debu (PM_{10}) pada udara ambient di Indonesia diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 41 tahun 1999 tentang penendalian pencemaran udara. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah tersebut; nilai baku mutu debu ditetapkan $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk waktu pengukuran 24 jam dan $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk

pengukuran satu tahun. Sedangkan baku mutu PM_{10} ditetapkan sebesar $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk waktu pengukuran 24 jam (PP RI, 2006, dalam Aryanto Purnomo)

Secara internasional konsentrasi total suspended solid (TSP) ditetapkan dalam National Ambient Air quality (NAAQS) EPA sebesar $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk waktu pengukuran 24 jam dan $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk waktu pengukuran 1 tahun. Sedangkan PM_{10} ditetapkan sebesar $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk waktu pengukuran 24 jam dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk waktu pengukuran 1 tahun (US.EPA, 2004, dalam Aryanto Purnomo)

2.3. Mekanisme Masuknya Debu Pada Saluran Pernapasan

Ada tiga mekanisme masuknya debu ke dalam saluran pernapasan (Ryadi, 1982, dalam Ariyanto Purnomo, 2007) yaitu :

a: Inersia, debu akan menimbulkan kelembaban pada debu ini dan terjadi pergerakan karena dorongan aliran udara serta akan melalui saluran yang berbelok-belok.

Pada sepanjang jalan pernapasan yang lurus tersebut debu akan langsung ikut dengan aliran, masuk kedalam pernapasan yang lebih dalam; sedangkan partikel-partikel yang besar akan mencari tempat yang lebih ideal untuk menempel/mengendap seperti pada tempat-tempat yang berlekuk di selaput lender pernapasan.

b. Sedimentasi, sedimentasi terjadi pada saluran pernapasan dimana kecepatan arus udara kurang dari 1 cm/detik, sehingga memungkinkan partikel debu tersebut melalui gaya berat dan akan mengendap. Debu dengan ukuran 3-5 mikron akan mengendap dan menempel pada mukosa bronkioli, sedangkan yang berukuran 1-

3 mikron akan langsung ke permukaan alveoli paru. Mekanisme ini terjadi karena kecepatan aliran udara sangat berkurang pada satuan napas tegak.

- c. Gerak brown, gerak ini terjadi pada debu-debu yang mempunyai ukuran kurang dari $0,1 \mu\text{m}$ dimana melalui gerakan udara; debu akan sampai pada permukaan alveoli dan mengendap disitu. Debu yang mempunyai ukuran $0,1-0,5$ mikron dengan gerak brown keluar mauk lewat alveoli; membentur dinding alveoli sehingga akan tertimbun disitu. Apabila udara lingkungan kotor sehingga melampaui kemampuan mekanisme pembersih saluran napas; maka saluran napas tidak sepenuhnya terlindungi. Akibat reaksi saluran napas yang berlebihan seperti terjadi obstruksi dan bila peningkatan reaksi dan obstruksi terjadi berulang-ulang, maka akan terjadi perubahan struktur dan penurunan fungsi saluran napas yang permanen sehingga menimbulkan obstruksi saluran napas yang kronik (Wijaya, 1992)

Ditemukan bahwa 55 % debu yang terhisap melalui udara pernapasan mempunyai ukuran antara $0,25 \mu\text{m}$ sampai dengan $6 \mu\text{m}$. Dan jumlah debu yang terhisap tersebut 15-95 % dapat mengalami retensi. Proporsi retensi tersebut mempunyai hubungan langsung dengan sifat-sifat fisik debu. Didasarkan atas sifat-sifat fisik suspensi debu yang terdapat dalam udara dan anatomi system pernapasan maka dapat dikatakan bahwa partikel debu yang mempunyai ukuran lebih besar dari $10 \mu\text{m}$ dapat dikeluarkan secara komplit melalui saluran pernapasan bagian atas (hidung). Brown, (1976) dalam sintorini, (1998).

2.4. Penyakit Kesehatan Akibat Partikulat

Efek bahan pencemar udara terhadap lingkungan seperti ; efek terhadap kondisi fisik atmosfer (contohnya, mempengaruhi keasaman air hujan, mempercepat pemanasan atmosfer, gangguan jarak pandang) ; terhadap faktor ekonomi (contohnya, meningkatkan biaya perawatan/pengobatan penyakit) ; terhadap vegetasi (contohnya, mempengaruhi proses reproduksi tanaman) ; terhadap kehidupan binatang (contohnya, migrasi burung) ; efek estetik (contohnya timbulnya bau) ; efek terhadap kesehatan manusia pada umumnya (seperti : sakit, mengganggu fungsi fisiologis paru, syaraf, iritasi sensorik, rasa tidak nyaman akibat bau dan lain-lain). (Chamber, 1976).

Secara umum efek pencemaran udara terhadap saluran pernafasan dapat menyebabkan :

- 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 oleh bahan pencemar
- Produksi lendir dapat menyebabkan penyempitan saluran pernafasan
- Rusaknya sel pembunuh bakteri di saluran pernafasan
- Pembengkakan saluran pernafasan dan merangsang pertumbuhan sel, sehingga saluran pernafasan menjadi menyempit.
- Lepasnya silia dan lapisan sel selaput lendir
- Akibat dari semua hal tersebut diatas, akan menyebabkan terjadinya kesulitan bernafas, sehingga benda asing termasuk bakteri/mikroorganisme lain tidak dapat

dikeluarkan dari saluran pernafasan dan hal ini akan memudahkan terjadinya Infeksi Saluran Pernafasan (ISPA).

Efek kesehatan pada saluran pernafasan dapat dinilai melalui gejala penyakit pernafasan. Gejala penyakit pernafasan banyak dipakai dalam penelitian efek kesehatan oleh partikulat. Gejala penyakit pernafasan merupakan gambaran respon langsung atau efek jangka pendek saluran pernafasan terhadap partikulat. Gejala penyakit pernafasan yang sering dipakai dalam penelitian adalah batuk, sakit kerongkongan, bronki, bunyi mengi, dan sesak napas (Robertson, 1984, dalam Purwana, 1999) gejala penyakit pernafasan sebagai penentu efek kesehatan akibat partikulat banyak dipakai dalam penelitian, karena cara ini dinilai paling praktis dan tidak memerlukan biaya besar.

Tabel 2.1. Efek Kesehatan dari Polutan Udara

Polutan	Hubungan Kesehatan
Debu/Partikulat melayang (TSP/PM ₁₀)	<p>Kenaikan 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di atas baku mutu dapat menimbulkan ;</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Perubahan peningkatan dalam kematian sebesar 0,000682 3. Peningkatan serangan asma sebesar 0,0053 setiap penderita asma. 4. Peningkatan serangan bronkitis sebesar 0,00086 per anak per tahun 5. Peningkatan kunjungan rawat jalan sebesar 12,95 per 100.000 orang per tahun 6. Peningkatan penyakit saluran pernafasan yang dirawat di RS sebesar 5,59 kasus per 100.000 orang per tahun 7. Peningkatan keterbatasan aktivitas harian sebesar 0,00282 per 2 minggu per pekerja 8. Kehilangan hari kerja sebesar 0,00145 per 2 minggu per pekerja

Ditemukan bukti pula adanya kemungkinan interaksi antara pencemar udara dan infeksi saluran pernafasan (WHO-Euro, 2004). Berikut ini adalah dampak kesehatan dan kematian yang disebabkan oleh pencemaran udara:

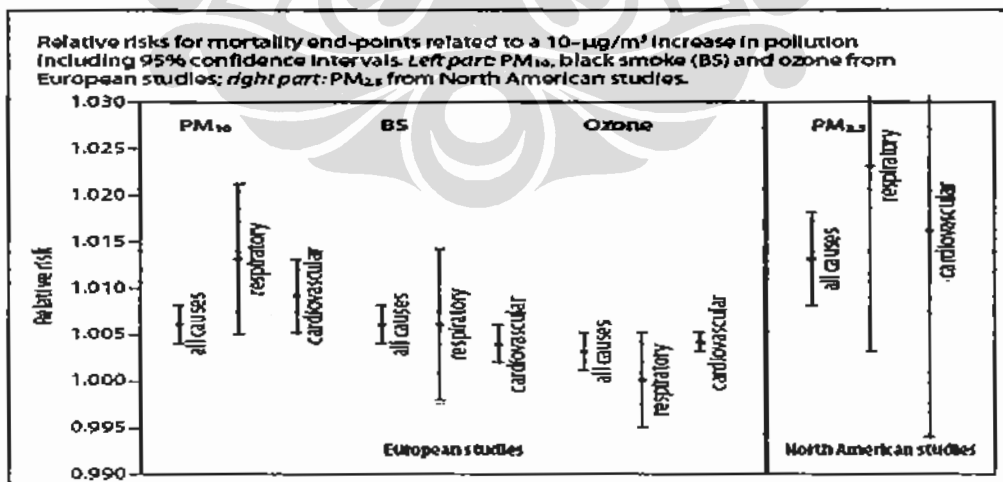
Tabel 2.2. Dampak Kesehatan Pencemaran Udara di Dunia

Pollutant	Effects related to short-term exposure	Effects related to long-term exposure
Particulate matter	<ul style="list-style-type: none"> • Lung inflammatory reactions • Respiratory symptoms • Adverse effects on the cardiovascular system • Increase in medication usage • Increase in hospital admissions • Increase in mortality 	<ul style="list-style-type: none"> • Increase in lower respiratory symptoms • Reduction in lung function in children • Increase in chronic obstructive pulmonary disease • Reduction in lung function in adults • Reduction in life expectancy, owing mainly to cardiopulmonary mortality and probably to lung cancer
Ozone	<ul style="list-style-type: none"> • Adverse effects on pulmonary function • Lung inflammatory reactions • Adverse effects on respiratory symptoms • Increase in medication usage • Increase in hospital admissions • Increase in mortality 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduction in lung function development
Nitrogen dioxide*	<ul style="list-style-type: none"> • Effects on pulmonary function, particularly in asthmatics • Increase in airway allergic inflammatory reactions • Increase in hospital admissions • Increase in mortality 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduction in lung function • Increased probability of respiratory symptoms

*In ambient air, nitrogen dioxide serves as an indicator for a complex mixture of mainly traffic-related air pollution.

Sumber: Laporan WHO-Europe 2004.

Tabel 2.3. Dampak Kematian Pencemaran Udara di Eropa dan Amerika Serikat



Sumber: Laporan WHO-Europe 2004.

Tabel 2.4. Perkiraan Jumlah Dampak Kesehatan Menurut Jenis Pencemar Udaranya di Jakarta Tahun 1998 dan 2015

Dampak Kesehatan	Tahun	
	1998	2015
PM₁₀		
Kematian prematur	3.307	7.893
Hilang hari aktivitas karena sakit	18.194.822	43.426.615
Dirawat di rumah sakit	5.905	14.095
Dibawa ke ruang gawat darurat	115.845	276.493
Serangan asma	1.323.551	3.158.993
Gangguan saluran pernafasan bawah pada anak	296.909	708.650
Gangguan saluran pernafasan	90.057.542	214.945.450
Bronkitis kronis	30.118	71.883
NO₂		
Gangguan saluran pernafasan	3.506.535	11.154.959
SO₂		
Kematian prematur	91	441
Gangguan saluran pernafasan anak-anak	175	849
Nyeri pada dada orang dewasa	174.295	844.753

Sumber: Integrated Vehicle Emission Reduction Strategy for Greater Jakarta, 2002

2.5. Partikulat Dalam Sistem Saluran Pernapasan

Menurut (sclesinger, 1988, dalam Purwana, 1999) morfologi system saluran pernapasan amat mempengaruhi karakteristik udara yang di inhalasi dan di ekshalasi ke dalam paru-paru. Morfologi ini mempengaruhi pola aliran udara dengan cara mengubah-ubah tekanan, laju arus, arah aliran dan kelembaban udara sehingga tempat pengendapan partikel dalam saluran pernapasan juga turut mempengaruhi. Sebagai akibat respon saluran pernapasan terhadap partikulat tampil dalam berbagai bentuk yang berbeda. Tidak semua partikulat akan mengganggu saluran pernapasan,

Partikulat yang berukuran lebih besar dari 10 mikron dan kurang dari 0,5 mikron disingkirkan dari daerah hidung, karena derasnya aliran udara, penampang saluran yang sempit dan turbulensi aliran udara sebagai akibat banyaknya kelokan tajam serta bulu hidung. Partikel lain yang berukuran kurang dari 10 mikron akan mengendap mulai dari rongga hidung sampai kebagian-bagian yang lebih dalam di wilayah torakal (sclesinger, 1988, dalam Purwana, 1999).

2.6. Pemajanan

Pemajanan adalah lamanya kontak antara seseorang dengan satu atau lebih agen biologi, kimia atau fisika pada waktu dan tempat bersamaan (US NCR, 1991, EHC 214 dalam Sintorini, (1998). Hubungan antara factor lingkungan dengan efek kesehatan pada individu akan terjadi saat pemajanan. Hubungan antar unsur-unsur terkait tersebut terjadi pada waktu dan tempat yang bersamaan, yang menyebabkan zat pencemar dapat masuk ke dalam tubuh seseorang. Masuknya zat pencemar ke dalam tubuh manusia adalah melalui absorpsi kulit, inhalasi atau ditelan. Penentuan jalur dan pengukuran pemajanan merupakan aspek yang tidak mudah dilakukan. Namun keduanya merupakan bagian penting untuk menentukan efek kesehatan akibat pencemaran lingkungan termasuk pencemaran udara.

Faktor-faktor penting dalam penilaian pemajanan meliputi siapa yang terpajan, bagaimana frekuensi dan lamanya pemajanan, serta terpajan pada kadar berapa zat pencemar itu. Hal lain yang tidak dapat dilupakan adalah zat pencemar di udara tidak berdiri sendiri, melainkan merupakan campuran beberapa zat pencemar. Titik pemajanan udara melibatkan pencemar yang mudah menguap atau teradsorpsi oleh partikel *air borne* dan bias terjadi secara *indoor* dan *outdoor*. Struktur bangunan

yang ada disekeliling suatu lokasi bias menjadidi titik pemajanan pencemar airborne indoor dari migrasi gas-gas dari tanah.

Dalam pemajanan pencemar udara kontak terjadi antara pencemar udara dengan permukaan tubuh manusia. Dibagian luar, permukaan tubuh dimaksud adalah kulit, sedangkan dibagian dalam salah satunya adalah lapisan epitel saluran pernapasan. Kontribusi terbesar dari seluruh pemajanan seseorang dalam rumah adalah kontribusi dari pemajanan *respirable particles* yaitu sebesar $11,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ atau 47 %. Berkaitan dengan pemajanan ada dua hal yang perlu dibedakan yaitu konsentrasi zat pencemar dan dosis zat pencemar. Konsentrasi zat pencemar merupakan karakteristik fisik yang terukur secara kualitatif pada waktu dan tempat tertentu; sedangkan dosis zat pencemar merupakan jumlah zat pencemar yang sesungguhnya masuk ke dalam tubuh manusia dan mencapai sasaran jaringan tubuh. Dosis zat pencemar yang diterima oleh dua orang berada dalam ruang yang sama dengan konsentrasi zat pencemar tertentu menjadi berbeda karena perbedaan cara bernapas pada kedua orang itu.

Telah diketahui bahwa salah satu komponen utama kontaminan pencemar udara adalah partikulat. Berdasarkan ukuran aerodinamiknya menurut wark, (1981) partikulat dikelompokkan menjadi *Respirable (Suspended) Particulate matter* (RSP atau RPM), *Respirable dust*, *British Smoke*, *Total Suspended Particulate* (TSP) dan *Particulate matter 10 μm* (PM₁₀).

2.7. Karakteristik Pekerja (umur, masa kerja, status gizi, kebiasaan merokok dan penggunaan alat pelindung diri.)

2.7.1. Umur

Diasumsikan bahwa seorang pekerja akan semakin lama bekerja akan semakin banyak terpajan debu. Semakin tua seseorang maka kapasitas vital parunya akan semakin menurun. Hal ini terjadi karena adanya kemunduran fungsi organ dan kemungkinan besar diakibatkan juga karena daya tahan yang makin menurun disamping lamanya terpajan seiring dengan lama kerja.

Seperti penelitian yang dilakukan Karl Kenz, pekerja yang berumur sekitar 35 tahun lebih berisiko untuk terkena gangguan saluran pernapasan.

2.7.2. Masa Kerja

Masa kerja analog dengan lamanya pekerja terpajan dengan agen pencemar. Untuk menilai lamanya pekerja terpajan debu maka diperlukan variable masa kerja.. Semakin lama seseorang terpajan debu, akan semakin besar risiko terjadinya penyakit Fungsi. (Darma, 2005)

Lamanya kerja seseorang dapat juga dikaitkan dengan pengalaman yang didapatkan disuatu tempat kerja. Semakin lama kerja seseorang, maka pengalaman yang dipeolehnya akan bertambah. Umumnya pekerjaan yang baru belum terbiasa dengan lingkungan kerjanya dan belum kenal dan memahami risiko pekerjaan, bahkan kurang berhati-hati dan mengabaikan langkah pengamanan dan pencegahan (ILO, 1989)

Durasi dan frekuensi pemajanan tunggal atau multiple akan menghasilkan efek pemajanan baik akut maupun kronis, sehingga berapa lama seseorang

mendapatkan pemajanan dan seberapa kerap pemajanan mengenai subjek dampaknya pun semakin bervariasi (Kusnopranto, 1991).

2.7.3. Status Gizi

Status gizi adalah ekspresi dari keadaan keseimbangan dalam bentuk variable tertentu, atau perwujudan dari *nutriture* dalam bentuk variable. Status gondok endemic sebagai contoh ketidak seimbangan pemasukan dan pengeluaran zat yodium dalam tubuh manusia. Keadaan gizi yang buruk dipercaya sebagai faktor resiko yang penting untuk terjadinya gangguan saluran pernapasan. Sutrisna, 1993 menyatakan tentang adanya hubungan antara gizi buruk dan infeksi paru, di mana anak-anak dengan gizi buruk lebih mudah terkena pneumonia.

Pada orang dewasa (usia 18 tahun keatas) masalah kekurangan dan kelebihan gizi merupakan masalah penting, karena mempunyai risiko penyakit-penyakit tertentu, juga dapat mempengaruhi produktivitas kerja (Depkes, 2002). Untuk itu perlu adanya pemantauan secara berkesinambungan pada semua orang.

Indeks Massa Tubuh (IMT) atau Body Mass Index (BMI) merupakan alat atau cara yang sederhana untuk memantau status gizi orang dewasa, khususnya yang berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan. Berat badan kurang dapat meningkatkan resiko terhadap penyakit infeksi, sedangkan berat badan lebih akan meningkatkan resiko terhadap penyakit degeneratif. Oleh karena itu, mempertahankan berat badan normal memungkinkan seseorang dapat mencapai usia harapan hidup yang lebih panjang.

Dengan IMT akan diketahui apakah berat badan seseorang dinyatakan normal, kurus atau gemuk. Penggunaan IMT hanya untuk orang dewasa berumur >

18 tahun dan tidak dapat diterapkan pada bayi, anak, remaja, ibu hamil, dan olahragawan.

Untuk mengetahui nilai IMT dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$IMT = \frac{\text{Berat Badan (Kg)}}{\text{Tinggi Badan (m)} \times \text{Tinggi Badan (m)}}$$

Batas ambang IMT ditentukan dengan merujuk ketentuan FAO/WHO, yang membedakan batas ambang untuk laki-laki dan perempuan. Disebutkan bahwa batas ambang normal untuk laki-laki adalah: 20,1–25,0; dan untuk perempuan adalah : 18,7-23,8. Untuk kepentingan pemantauan dan tingkat defisiensi kalori ataupun tingkat kegemukan, lebih lanjut FAO/WHO menyarankan menggunakan satu batas ambang antara laki-laki dan perempuan. Ketentuan yang digunakan adalah menggunakan ambang batas laki-laki untuk kategori kurus tingkat berat dan menggunakan ambang batas pada perempuan untuk kategorigemuk tingkat berat. Untuk kepentingan Indonesia, batas ambang dimodifikasi lagi berdasarkan pengalaman klinis dan hasil penelitian di beberapa negara berkembang. Pada akhirnya diambil kesimpulan, batas ambang IMT untuk Indonesia adalah sebagai berikut :

Tabel 2.5. Katagori Status Gizi Berdasarkan Indek Masa Tumbuh

	Kategori	IMT
Kurus	Kekurangan berat badan tingkat berat	< 17,0
	Kekurangan berat badan tingkat ringan	17,0 – 18,4
Normal		18,5 – 25,0
Gemuk	Kelebihan berat badan tingkat ringan	25,1 – 27,0
	Kelebihan berat badan tingkat berat	> 27,0

Jika seseorang termasuk kategori :

1. $IMT < 17,0$; keadaan orang tersebut disebut kurus dengan kekurangan berat badan tingkat berat atau Kurang Energi Kronis (KEK) berat.
2. $IMT 17,0 - 18,4$; keadaan orang tersebut disebut kurus dengan kekurangan berat badan tingkat ringan atau KEK ringan.
3. $IMT 18,5 - 25,0$: keadaan orang tersebut termasuk kategori normal.
4. $IMT 25,1 - 27,0$: keadaan orang tersebut disebut gemuk dengan kelebihan berat badan tingkat ringan.
5. $IMT > 27,0$: keadaan orang tersebut disebut gemuk dengan kelebihan berat badan tingkat berat.

2.7.4. Kebiasaan Merokok

Definisi kebiasaan merokok adalah seseorang yang pernah merokok 100 atau lebih rokok selama hidupnya dan dilaporkan sekarang masih terus atau kadang-kadang merokok. Dalam beberapa penelitian menyimpulkan bahwa rokok meningkatkan kekrapan kelainan paru, dengan demikian rokok memperburuk efek debu terhadap paru (Backbill et al, 1994 dalam sudiman, 2005)

Merokok dapat menyebabkan timbulnya gangguan pernapasan. Kebiasaan merokok juga dilaporkan dapat memperburuk terjadinya penyakit akibat kerja. Di Inggris, tercatat 50 juta hari kerja per tahun hilang akibat kebiasaan merokok pekerja (Adhitama, 1997)

Masalah kesehatan yang ditimbulkan oleh rokok terkait dengan kandungan zat kimia yang terdapat di dalam asap rokok, kandungan zat kimia dalam asap rokok ditentukan oleh beberapa factor karakteristik rokok, yaitu jenis tembakau, desain

rokok-rokok misalnya , pemakaian filter, kertas yang dipakai dan bahan-bahan penambah dan pola penghisap rokok. Asap rokok mengandung bermacam-macam jenis senyawa diantaranya 4000 jenis senyawa yang telah di identifikasikan. Beberapa senyawa tersebut bersifat sebagai asfiksian kimiawi, iritan, siliastik, karsinogen, kokarsinogen dan senyawa aktif secara farmatologis (Moeller, 1992)

2.7.5. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

APD adalah seperangkat alat yang digunakan oleh pekerja untuk melindungi seluruh atau sebagian tubuhnya dari adanya kemungkinan potensi bahaya kecelakaan atau kesehatan kerja. Secara teknis APD tidaklah sempurna dapat melindungi tubuh, tetapi akan dapat mengurangi atau memperlambat tingkat kecelakaan atau pajanan yang terjadi (Odjak Turnip, 1995).

Menurut Pey dalam sudiman (2005), dikatakan bahwa perilaku pemakaian alat pelindung diri dipengaruhi oleh sikap dari pekerjaan dan sikap pekerja tersebut akan dipengaruhi oleh pengetahuannya.

2.8. Penyakit Saluran Pernapasan

Penyakit saluran pernapasan mempunyai beberapa gejala yang berbeda, yang pada dasarnya ditimbulkan oleh iritasi, kegagalan mucociliari transparan, rekresi lender yang berlebihan dan penyempitan saluran pernapasan

2.8.1. Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut

Infeksi Saluran Pernapasan Akut atau sering disebut dengan ISPA adalah penyakit saluran pernapasan akut yang meliputi saluran pernapasan bagian atas,

saluran pernapasan bagian bawah, dan adneksanya yang dapat berlangsung selama 14 hari. Batas waktu 14 diambil untuk menentukan batas akut dari penyakit tersebut. Saluran pernapasan adalah organ mulai dari hidung sampai alveoli beserta organ adneksanya seperti sinus, ruang telinga tengah dan pleura.

Pada umumnya suatu penyakit saluran pernapasan dimulai dengan keluhan-keluhan dan gejala-gejala yang ringan. Dalam perjalanan penyakit mungkin gejala-gejala menjadi lebih berat dan bila semakin berat dapat jatuh dalam keadaan kegagalan pernapasan dan mungkin meninggal. Bila sudah dalam kegagalan pernapasan maka dibutuhkan penatalaksanaan yang lebih rumit, meskipun demikian mortalitas masih tinggi, maka perlu diusahakan agar yang ringan tidak menjadi lebih berat dan yang sudah berat cepat-cepat ditolong dengan tepat agar tidak jatuh dalam kegagalan pernapasan (Depkes, 2000)

ISPA disebabkan beberapa golongan kuman yaitu bakteri, virus, dan rickettsia yang jumlahnya lebih dari 300 macam. Pada ISPA atas 90-95 % penyebabnya adalah virus. Di negara berkembang ISPA bawah, terutama pneumonia disebabkan oleh bakteri dari genus *Streptokokus*, *Haemofilus*, *Pneumokokus*, *Bordetella* dan *korinebakterium*, sedang di Negara maju ISPA bawah disebabkan oleh virus, *Miksovirus*, *Asenivirus*, *Koronavirus*, *Pikornavirus* dan *Harpesvirus*.

Penyakit saluran pernapasan akut ada dalam 10 besar penyakit yang terjadi di Indonesia dari tahun ke tahun, bahkan pernah menduduki peringkat atas.

2.8.2. Gejala Gangguan Saluran Pernapasan

Gangguan pernapasan tampil dalam bentuk gejala yang berbeda yang pada dasarnya ditimbulkan oleh iritasi, kegagalan mucociliary transport, sekresi lender

yang berlebihan dan penyempitan saluran pernapasan. Tidak semua peneliti dan kegiatan program memakai gejala gangguan pernapasan yang sama. Misalnya untuk menentukan infeksi saluran pernapasan, WHO menganjurkan pengamatan terhadap gejala-gejala, kesulitan bernapas, radang tenggorok, pilek dan penyakit pada telinga dengan atau tanpa disertai demam. Penelitian Robertson dan lebowitz, (1984) dalam Vissia Didin Ardiyani (2002) tentang efek pencemaran terhadap saluran pernapasan memakai gejala-gejala penyakit pernapasan yang meliputi radang tenggorokan, rhinitis, bunyi mengi dan sesak napas.

Dalam hal efek partikulat terhadap saluran pernapasan telah terbukti bahwa kadar PM_{10} berasosiasi dengan insidens gejala penyakit pernapasan terutama gejala batuk.

Beberapa faktor yang mendasari timbulnya gejala penyakit pernapasan :

1. Batuk pada tenaga kerja

Gejala batuk timbul karena iritasi partikel yaitu jika terjadi rangsangan pada bagian-bagian peka saluran pernapasan, misalnya trakeobronkial, sehingga timbul sekresi berlebih dalam saluran pernapasan. Batuk timbul sebagai reaksi refleks saluran pernapasan terhadap iritasi pada mukosa saluran pernapasan dalam bentuk pengeluaran udara (dan lender) secara mendadak disertai bunyi khas. Batuk mempunyai fungsi untuk mengeluarkan benda-benda asing dan sekresi berlebihan dari saluran pernapasan. Reaksi refleks ini terjadi setelah upaya pengeluaran dahak oleh mekanisme mukosilier tidak berdaya lagi membersihkan sekresi berlebih dari saluran pernapasan. Selain partikel debu banyak factor lain yang dapat menimbulkan batuk misalnya iritasi mukosa saluran pernapasan yang dapat terjadi karena pencemaran oleh gas dan sekresi

lendir berlebih dan kegagalan mekanisme pembersihan mukosilier dapat terjadi oleh sebab-sebab lain.

2. Dahak pada tenaga kerja

Dahak terbentuk secara berlebihan dari kelenjar lender (*mucus glands*) dan sel globet oleh adanya stimuli, misalnya yang berasal dari gas, partikulat, allergen, dan mikroorganisme infeksius. Karena proses inflamasi, disamping dahak dalam saluran pernapasan juga terbentuk cairan eksudat berasal dari bagian jaringan yang berdegenerasi. Bunyi mengi pada tenaga kerja disebabkan bermacam-macam penyebab dan merupakan petanda adanya obstruksi dalam saluran pernapasan bagian inathoraks. Obstruksi ini dapat terjadi oleh karena banyaknya lender yang diekskresikan oleh selaput lender saluran pernapasan sehingga berkumpul dalam saluran itu dan menyempitkan saluran.

3. Sesak Napas pada tenaga kerja

Sesak napas merupakan penyakit aliran udara didalam saluran pernapasan terjadi penyempitan. Penyempitan ini terjadi karena saluran pernapasan menguncup, oedema atau karena secret yang menghalangi arus udara. Sesak napas dapat ditentukan dengan menghitung pernapasan dalam semenit.

4. Bunyi Mengi pada tenaga kerja

Bunyi mengi (*wheezing*) merupakan salah satu tanda gangguan pernapasan yang turut dalam penanganan infeksi akut sluran pernapasan pada pekerja.

2.9. Faktor-Faktor Pada Lingkungan Kerja Yang Mempengaruhi Pemajanan Debu

2.9.1. Suhu

Kenyamanan disamping ditentukan konsentrasi pencemar udara juga tergantung dari suhu, kebisingan, kelembaban serta bau. Panas udara mempengaruhi kenyamanan seperti halnya dengan parameter kenyamanan yang lain. Udara merupakan media utama dalam mekanisme untuk panas dimana kecepatan udara dan turbulensinya berpengaruh terhadap proses pendinginan.

Temperatur dan radiasi, kelembaban relatif, kecepatan udara dan turbulensi, pakaian dan parameter lain seperti tingkat kondisi kesehatan, tingkat aktifitas fisik, gender, lingkungan kerja dan pilihan individu terhadap persepsi panas yang nyaman merupakan faktor yang berpengaruh terhadap tingkat panas yang nyaman. (Pudjiastuti)

Suhu yang nyaman ditempat kerja adalah suhu yang tidak dingin dan tidak menimbulkan kepanasan bagi tenaga kerja yaitu berkisar antara 24 °C sampai 26 °C. Suhu udara ditempat kerja tidak dapat dilepaskan dari keadaan iklim kerja. Iklim kerja merupakan keadaan udara ditempat kerja yang merupakan intraksi dari suhu udara, kelembaban, kecepatan gerakan udara dan suhu radias (Suma'mur, 1995)

2.9.2. Kelembaban

Kelembaban udara adalah banyaknya uap air (dalam %) yang terkandung di udara. Saat udara dipenuhi uap air dapat dikatakan bahwa udara berada dalam kondisi jenuh dalam arti kelembaban tinggi dan segala sesuatu menjadi basah. Kelembaban lingkungan kerja yang tidak memberikan pengaruh kepada kesehatan

pekerja berkisar antara 40%-60%. Kelembaban sangat erat kaitannya dengan suhu dan keduanya merupakan pemicu pertumbuhan jamur dan bakteri. Pada umumnya kondisi optimal perkembangbiakan mikroorganisme adalah pada kondisi kelembaban tinggi. Kelembaban udara yang relative rendah yaitu kurang dari 20 % dapat menyebabkan kekeringan selaput lender membrane. Sedangkan kelembaban yang tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme dan pelepasan formaldehid dari material bangunan (Suma'mur, 1995)

Menurut Heryuni (1993) dalam Naiem, (1992) berdasarkan surat edaran Menteri Tenaga Kerja No SE-01/men/1978 mengenai Nilai Ambang Batas yang berlaku untuk lingkungan kerja industry adalah kelembaban 65-90% dengan kisaran suhu 26-30 °C. Sedangkan menurut Kepmenkes No 261/Menkes/SK/II/1998 untuk kelembaban adalah 60 %.

2.9.3. Kecepatan Angin

Kecepatan angin dalam data klimatologi adalah kecepatan angin horizontal pada ketinggian 2 meter dari permukaan tanah yang ditanami dengan rumput. Jadi jelas merupakan angin permukaan yang kecepatannya dapat dipengaruhi oleh karakteristik permukaan yang dilaluinya (Lakitan B, 2002).

Kecepatan alir udara mempengaruhi gerakan udara dan pergantian udara dalam ruang. Besarnya kecepatan aliran udara berkisar antara 0,15 – 1,5 m/detik. Menurut Depkes (1991) kecepatan udara ruang tidak nyaman karena tidak ada pergerakan udara. Sebaliknya, jika kecepatan udara terlalu tinggi akan menyebabkan *cold draft* atau kebisingan dalam ruang. Menurut Kepmenkes No 261/Menkes/SK/II/1998 untuk kecepatan aliran udara 0,12-0,25 m/detik.

Sedangkan faktor lain di pelabuhan yang ikut mempengaruhi pemajan debu yaitu banyaknya jumlah dan jenis kapal yang datang serta jenis barang yang di bongkar muat di pelabuhan.

2.10. Pelabuhan

Pelabuhan adalah sebuah fasilitas di ujung samudera, sungai, atau danau untuk menerima kapal dan memindahkan barang kargo maupun penumpang ke dalamnya. Pelabuhan biasanya memiliki alat-alat yang dirancang khusus untuk memuat dan membongkar muatan kapal-kapal yang berlabuh. Crane dan gudang berpendingin juga disediakan oleh pihak pengelola maupun pihak swasta yang berkepentingan. Sering pula disekitarnya dibangun fasilitas penunjang seperti pengalengan dan pemrosesan barang. Kata pelabuhan laut digunakan untuk pelabuhan yang menangani kapal-kapal laut.

Pelabuhan Boom Baru, Palembang di sungai musu, adalah pelabuhan sungai terbesar diwilayah sumatera dan sekaligus merupakan tumpuan urat nadi pertumbuhan ekonomi Provinsi Sumatera Selatan.

Pengoperasian dan pengembangan pelabuhan dapat membawa dampak pada lingkungan seperti pekerja pengerukan, pekerjaan konstruksi, pengurungan/reklamasi, buangan dari kapal dan industri perairan lainnya, bongkar muat barang dan aktifitas pelabuhan lainnya. Dampak potensial pengembangan pelabuhan dapat berupa polusi terhadap air, kontaminasi endapan dasar perairan, hilangnya habitat dasar perairan, kerusakan terhadap ekologi marin dan perikanan erosi pantai, perubahan pola arus, buangan limbah, bocoran dan limpahan BBM, emisi material

berbahaya, polusi udara, kebisingan, getaran, polusi tampilan dan dampak pada sosial budaya.

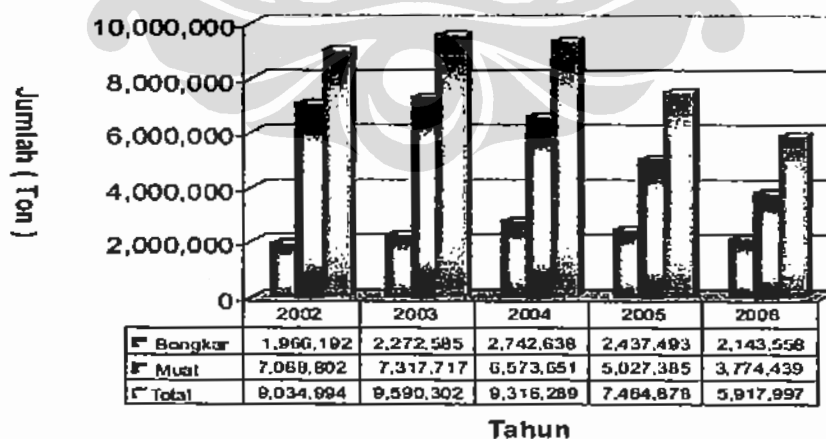
Aktivitas Bongkar muat barang di pelabuhan diduga merupakan pemicu timbulnya partikulat melayang, termasuk PM_{10} . Hal ini akan diperkuat apabila kondisi udara/cuaca panas dan kelembaban udara yang rendah.

Tabel 2.6. Data Operasional Pelabuhan Palembang
Tahun 2002-2006

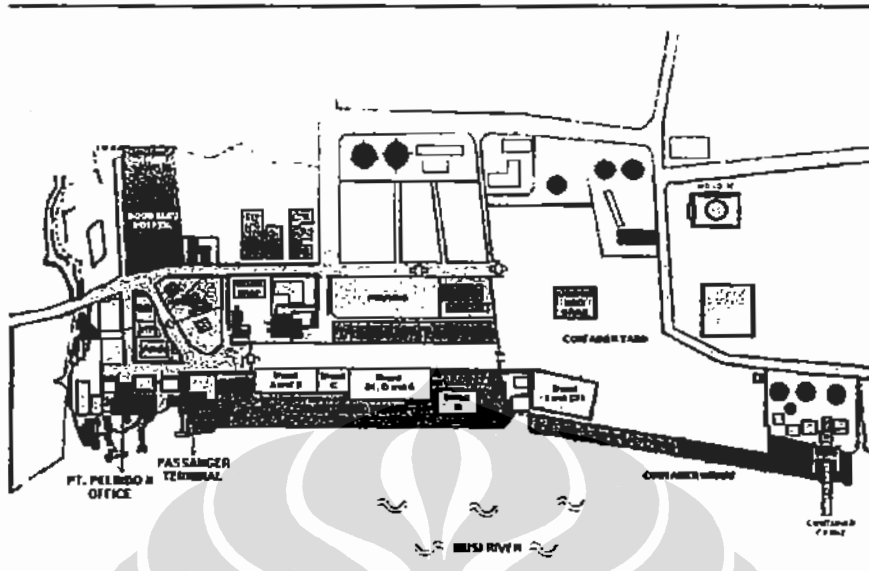
KEGIATAN	SAT	T A H U N				
		2002	2003	2004	2005	2006
Kapal	Call	3,318	3,058	4,067	4,110	3,934
	Grt	10,739,999	10,073,223	11,837,152	11,332,333	11,056,301
	Total	10,743,317	10,076,281	11,841,219	11,336,443	11,060,235
Ekspor	Ton	1,292,315	1,232,884	1,551,303	2,391,269	2,117,954
	Impor	329,218	197,525	141,344	205,571	474,095
	Total	1,621,533	1,430,409	1,692,647	2,596,840	2,592,049
Bongkar Muat	Ton	1,966,192	2,272,585	2,742,638	2,437,493	2,143,558
	Ton	7,068,802	7,317,717	6,573,651	5,027,385	3,774,439
	Total	9,034,994	9,590,302	9,316,289	7,464,878	5,917,997
Penumpang Naik	Org	198,587	211,805	224,018	297,185	207,225
Penumpang Turun	Org	198,840	185,832	211,600	291,885	211,364

Sumber Data : PT. Pelabuhan Indonesia II

Tabel 2.7. Data Operasional Bongkar Muat Pelabuhan Palembang
Tahun 2002-2006



Sumber Data : PT. Pelabuhan Indonesia II



Gambar 2.2. Pelabuhan Boom Baru Palembang

2.11. Hasil-hasil Penelitian Hubungan PM_{10} dan Gangguan Saluran Pernapasan

Pencemaran udara partikulat berhubungan dengan SO_2 dan aerosol. FAMET dan rekan melakukan studi terhadap PM_{10} di 20 kota di Amerika Serikat dari tahun 1987-1994, menemukan bahwa peningkatan PM_{10} sebesar $10 \mu g/m^3$ berhubungan secara signifikan dengan peningkatan mortalitas sebesar 0,68 % (Christiani dalam Mc Cally, 2002).

Partikulat yang berasal dari mesin diesel menunjukkan peningkatan respon alergi dan kemungkinan menjadi factor resiko perkembangan alergi dan asma (Sanches et al, dalam Mc Granan, 2003). Partikulat memegang peranan yang penting dalam kejadian penyakit infeksi saluran pernapasan akut pada anak-anak.

Peningkatan pajanan kronis PM_{10} sebesar $10 \mu g/m^3$ berhubungan dengan peningkatan 5 sampai 25 persen peningkatan bronchitis dan batuk kronis pada orang

dewasa dan anak-anak. Peningkatan $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ juga berhubungan dengan penurunan fungsi paru sebesar 1 % - 3 % (Pop. Dalam Granan, 2003).

Sebuah studi time series yang mengamati morbiditas dan mortalitas harian di Buffal, New York menunjukkan hubungan positif yang signifikan antara aerosol asam dan peningkatan perawatan penyakit dan mortalitas akibat penyakit pernapasan (Christiani, dalam Mc Cally, 2002). Lin et al. (2002) menemukan asosiasi yang kuat antara asma dengan partikulat.

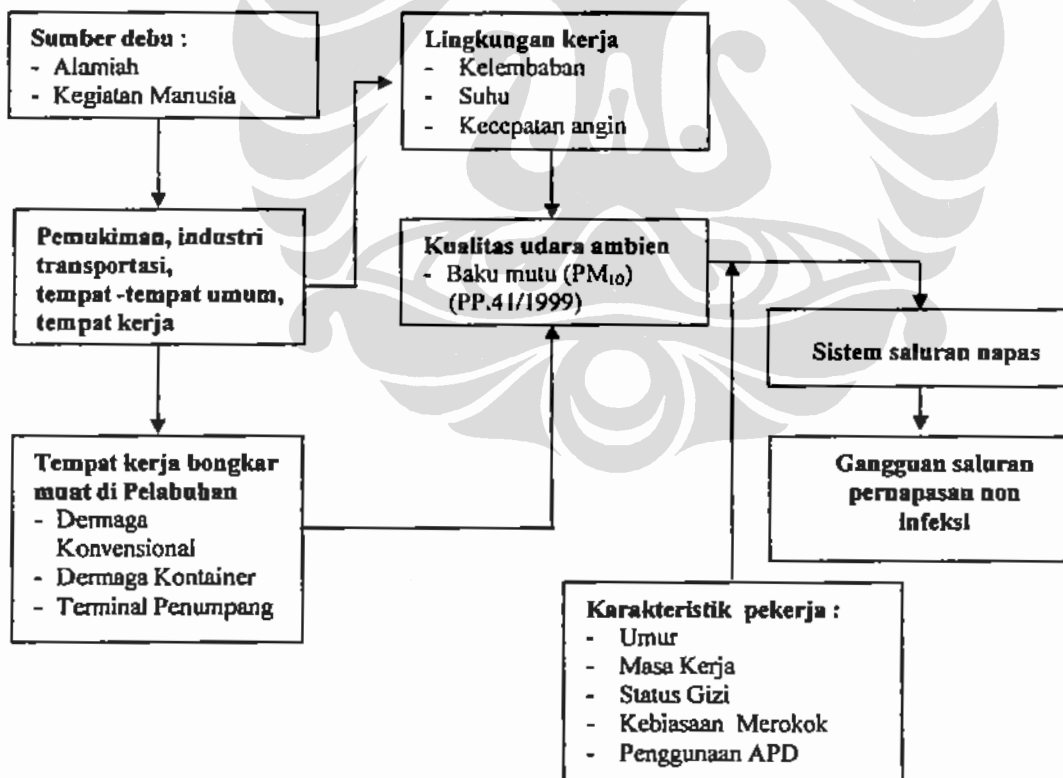
Penelitian pada sebuah pabrik pemintal X yang melihat hubungan antara paparan debu kapas dengan hasil pemeriksaan kadar debu kapas yang menunjukkan lokasi A mengandung kadar debu total yang lebih tinggi di lokasi B, dan terlihat seluruh pemintal yang diteliti mempunyai kadar lebih tinggi dari $0.2 \text{ mg}/\text{m}^3$, yang merupakan batas ambang. Dengan perhitungan uji stasistik "Kruskhal-Wallis" perbedaan ini bermakna. Sedangkan dari pemeriksaan faal paru sebelumbekerja ditemukan perbedaan yang bermakna antara kelompok terpajan dan kontrol, hal ini mungkin karena efek kronik pajanan debu kapas (Jurnal respirologi Indonesia, vol. 16 No.1, Januari 1996).

BAB III

KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

3.1. Kerangka Teori

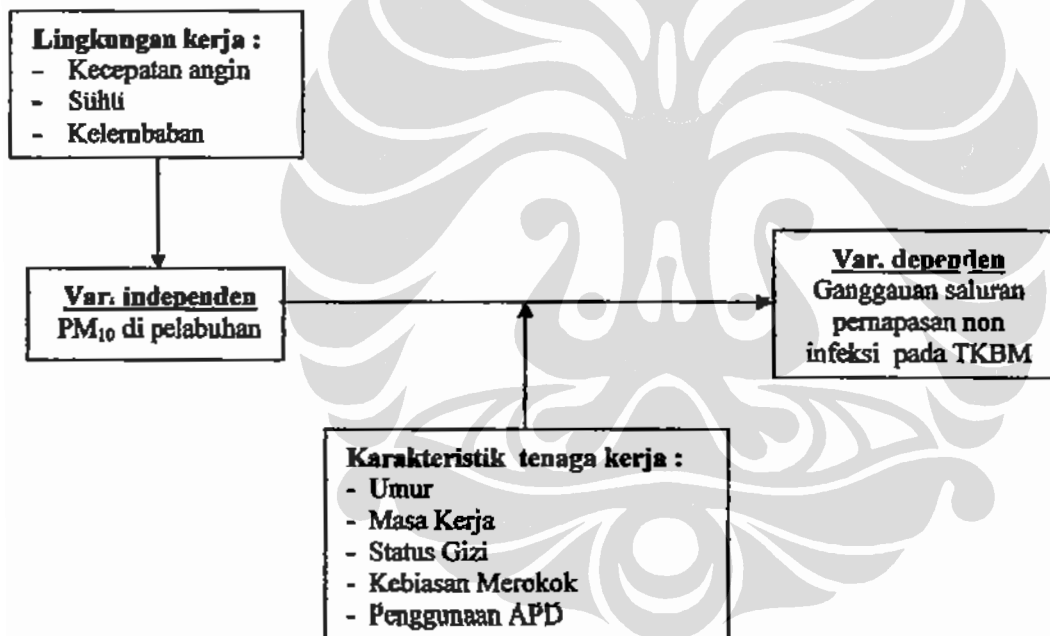
Dari berbagai teori serta hasil penelitian diatas, maka didapat kerangka pikir sedemikian rupa, dimana dampak kesehatan yang terjadi selalui didahului ekposur pada sumber pencemar, sumber pencemar ini menghasilkan debu yang dapat beterbangan ditiup angin dan dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui inhalasi, kerangka pikir dapat digambarkan sebagai berikut :



3.2. Kerangka Konsep

Berdasarkan teori diatas, maka dibuatlah suatu kerangka konsep dari beberapa variabel yang diduga mempunyai hubungan kuat dengan kejadian gangguan saluran pernapasan pada tenaga kerja bongkar muat pelabuhan.

Kerangka konsep gangguan saluran pernapasan pada tenaga kerja bongkar muat pelabuhan (TKBM) dapat dijelaskan sebagai berikut :



3. Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi operasional	Kategori	Skala ukur	Cara ukur	Alat ukur
1.	Gangguan saluran pernapasan non infeksi	Kondisi tidak normal gangguan saluran pernapasan pada responden tenaga kerja bongkar muat pelabuhan yaitu ada kelainan satu atau lebih berupa batuk, dahak, napas cepat dan sesak napas tanpa disertai panas/demam	0 = Ada gangguan saluran pernapasan non infeksi 1 = Tidak ada gangguan saluran pernapasan non infeksi	Ordinal	Wawancara	Kuesioner (American Thoracic Society)
2.	PM ₁₀ Pelabuhan	Konsentrasi kadar PM ₁₀ dalam satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada saat pengukuran di lokasi bongkar muat pelabuhan. Nilai baku mutu PM ₁₀ berdasarkan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No.17 tanggal 13 Mei 2005 yaitu sebesar $150 \mu\text{g}/\text{m}^3/24$ jam	$\mu\text{g}/\text{m}^3/24$ jam	Rasio	Pengukuran	Haz-Dust model EPAM-5000
3.	Umur	Adalah lama responden hidup yang dihitung berdasarkan tanggal lahir sampai dengan saat penelitian ini di lakukan	Tahun	Rasio	Wawancara	Kuesioner
4.	Masa kerja	Jumlah seluruh hari kerja pada saat bekerja di Pelabuhan sebagai tenaga kerja bongkar muat pelabuhan yang dihitung dalam tahun didapat dari wawancara	Tahun	Rasio	Wawancara	Kuesioner
5.	status gizi	Kedaaan gizi tenaga kerja yang diukur dengan membandingkan BB terhadap TB dan bandingkan dengan standar baku. IMT = $\text{BB}/\text{TB} \times \text{TB}$ (Depkes 1996)	0 = gizi kurang ($\geq 25,1$ dan ≤ 18) 1 = gizi cukup (18,5-25,0)	Ordinal	Wawancara dan pengukuran	Kuestioner, timbangan BB dan ukuran TB
6.	Kebiasaan merokok	Adalah perilaku tenaga kerja yang berhubungan dengan merokok setiap harinya baik selama bekerja maupun tidak minimal satu batang setiap hari	0 = Merokok 1 = Tidak merokok	Ordinal	Wawancara	Kuesioner
7.	Penggunaan APD	Adalah alat penutup hidung berupa masker atau kain yang digunakan	0 = Tidak menggunakan APD	Ordinal	Observasi	Checklist

		tenaga kerja selama bekerja	I = Menggunakan APD			
8.	Kelembaban	Adalah derajat kandungan air di tempat kerja tenaga kerja yang dinyatakan dalam persen	%	Rasio	Pengukuran	Termo- hygrometer
9.	Suhu	Adalah suhu udara pada lingkungan kerja di Pelabuhan yang dinyatakan dalam derajat celcius	^o C	Rasio	Pengukuran	Termo- hygrometer
10.	Kecepatan angin di Pelabuhan	Waktu yang digunakan udara untuk menempuh jarak tertentu	Feet/menit	Rasio	Pengukuran	Anemometer

