



**KADAR CO DAN NO<sub>2</sub> DI UDARA DENGAN GANGGUAN FAAL PARU  
JURU PARKIR SEKTOR E DI KABUPATEN JEMBER**

**SKRIPSI**

Oleh

**REZA AHADIANSYAH**

**NIM 122110101094**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**



**KADAR CO DAN NO<sub>2</sub> DI UDARA DENGAN GANGGUAN FAAL PARU  
JURU PARKIR SEKTOR E DI KABUPATEN JEMBER**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat.

Oleh

**REZA AHADIANSYAH**

**NIM 122110101094**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya Bapak Achmad Afandi, Ibu Lilik Suhariyah dan adik saya Safira Aulia Rachma yang terbaik yang pernah saya miliki, terima kasih untuk do'a restu yang selalu mengiringi langkah dan jalan saya, terima kasih untuk seluruh rasa kasih sayang yang tak ternilai kepada saya, terima kasih atas semua bimbingan kalian berikan saat saya memulai jalan menuju kedewasaan
2. Guru-guruku TK, SD, SMP, SMA, sampai Perguruan Tinggi yang telah memberikan ilmu dan membimbingku dengan penuh kesabaran.
3. Almamater yang saya banggakan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

**MOTTO**

*“Kita tidak tahu bagaimana takdir kita nantinya. Tak usah lagi bingung memperdebatkan takdir. Yang penting usaha, terus kerja keras, dan terus berbuat yang terbaik semampu kita.”*



---

\*) Rif'an, Ahmad R, 2013, *Tuhan, Maaf, Kami Sedang Sibuk*, Jakarta: Gramedia

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama: Reza Ahadiansyah

NIM : 122110101094

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul : *Kadar CO dan NO<sub>2</sub> di Udara dengan Gangguan Faal Paru Juru Parkir Sektor E di Kabupaten Jember* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebut sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika dikemudiak hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 15 Juni 2017

Yang menyatakan,

Reza Ahadiansyah

NIM 122110101094

**SKRIPSI**

**KADAR CO DAN NO<sub>2</sub> DI UDARA DENGAN GANGGUAN FAAL PARU  
JURU PARKIR SEKTOR E DI KABUPATEN JEMBER**

Oleh

**Reza Ahadiansyah**

**NIM 122110101094**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : dr. Ragil Ismi Hartanti, M.Sc.

Dosen Pembimbing Anggota : Ellyke, S.KM., M.KL.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul *Kadar CO dan NO<sub>2</sub> di Udara dengan Gangguan Faal Paru Juru Parkir Sektor E di Kabupaten Jember* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 15 Juni 2017

Tempat : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Pembimbing

1. DPU : dr. Ragil Ismi Hartanti, M.Sc (.....)  
NIP. 198110052006042002
2. DPA : Ellyke, S.KM., M.KL (.....)  
NIP. 198104292006042002

Penguji

1. Ketua : Rahayu Sri Pujiati, S.KM., M.Kes (.....)  
NIP. 197708282003122001
2. Sekretaris : Dwi Martiana Wati, S.Si., M.Si (.....)  
NIP. 198003132008122003
3. Anggota : Dannie Allcholin, Amd. LLAJ., S.T., M.Si (.....)  
NIP. 198008012001121003

Mengesahkan

Dekan,

Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes

NIP. 198005162003122002

**RINGKASAN**

**Kadar CO Dan NO<sub>2</sub> Di Udara Dengan Gangguan Faal Paru Juru Parkir Sektor E Di Kabupaten Jember;** Reza Ahadiansyah; 122110101094; 76 Halaman ; Bagian Kesehatan Lingkungan Dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Kemajuan jaman telah menggeser perkembangan industri ke arah penggunaan mesin-mesin dan alat-alat transportasi. Perkembangan industri menimbulkan berbagai masalah lingkungan, khususnya pencemaran udara. Sektor transportasi merupakan penyumbang 80% pencemaran udara di daerah perkotaan di Indonesia. Bahan-bahan pencemar tersebut yakni Karbon monoksida (CO) dan Nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>). Udara yang tercemar dapat menyebabkan gangguan kesehatan terutama pada fungsi faal paru-paru. Fungsi paru dapat terganggu karena masuknya gas-gas pencemar ke dalam paru-paru. Gangguan faal paru ditandai dengan nilai faal paru yang diperoleh kurang dari nilai standarnya. Kadar zat pencemar yang melebihi nilai ambang batas dan paparan yang berlangsung lama dapat membahayakan kesehatan seseorang. Pada tahun 2009, World Health Organization (WHO) mengestimasi bahwa akibat pencemaran udara sekitar 8% manusia di bumi ini meninggal karena kanker paru, 5% karena penyakit jantung dan paru dan sekitar 3% dari total manusia di bumi meninggal akibat infeksi saluran pernafasan. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui hubungan antara kadar CO dan NO<sub>2</sub> di udara dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian analitik. Penelitian ini dilaksanakan dengan rancangan *cross sectional*. Populasi pada penelitian ini adalah sebanyak 38 orang dengan sampel sebanyak 27 orang. Subjek diambil dari populasi dengan cara *simple random sampling*. Pengambilan data dilakukan dengan teknik wawancara, observasi, dokumentasi, pengukuran kadar CO dan NO<sub>2</sub> di udara serta pengukuran faal paru oleh petugas laboratorium. Variabel bebas penelitian adalah umur, lama paparan, masa kerja, kebiasaan



merokok, status gizi, upaya membatasi diri dari paparan di tempat kerja serta kadar CO dan NO<sub>2</sub> di udara. Data dianalisis secara statistik menggunakan uji asosiasi *Lambda* dengan tingkat kemaknaan sebesar 5% ( $\alpha = 0,05$ ).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa 44,5% juru parkir berumur 41-50 tahun, 73,%% terpapar lebih dari 4 jam sehari, 44,5% memiliki masa kerja lebih dari 10 tahun, 40,8% memiliki kebiasaan merokok sebagai perokok sedang, 48% memiliki status gizi *overweight*, 70,4% tidak pernah melakukan upaya membatasi diri dari paparan ditempat kerja. Hasil pengukuran kadar CO dan NO<sub>2</sub> menunjukkan bahwa dari 4 titik pengukuran hanya kadar CO dan NO<sub>2</sub> di Jalan Jawa yang melebihi NAB. Hasil pengukuran faal paru menunjukkan bahwa 70,4% juru parkir mengalami gangguan faal paru. Gangguan faal paru yang dialami termasuk kategori restriktif. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa umur ( $p=0,034$ ), lama paparan ( $p=0,001$ ), masa kerja ( $p=0,034$ ), kebiasaan merokok ( $p=0,016$ ), status gizi ( $p=0,009$ ), upaya mandiri dalam mengurangi paparan polutan ( $p=0,033$ ), kadar CO ( $p=0,030$ ) dan kadar NO<sub>2</sub> ( $p=0,030$ ) berhubungan dengan gangguan faal paru pada juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa variabel yang berhubungan dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember adalah umur, lama paparan, masa kerja, kebiasaan merokok, status gizi, upaya membatasi diri dari paparan di tempat kerja, kadar CO di udara dan kadar NO<sub>2</sub> di udara. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi kajian kepada Dinas Perhubungan Kabupaten Jember sebagai instansi yang menaungi juru parkir. Diharapkan Dinas Perhubungan Kabupaten Jember menerapkan batas umur pada tahap perekrutan juru parkir, memberikan alat pelindung diri berupa alat pelindung pernafasan (masker) dan menempatkan ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara) pada titik-titik dengan kepadatan lalu lintas yang tinggi.

**SUMMARY**

***CO And NO<sub>2</sub> Levels In The Air With Physiology Lung Disorders Attendant Sector E In Jember; Reza Ahadiansyah; 122110101094; 76 pages; Department of Environmental Health and Occupational Health and Safety Faculty of Public Health, University of Jember.***

The progress of time has shifted the development of the industry towards the use of machinery and transportation equipment. Industrial developments cause various environmental problems, particularly air pollution. The transport sector was contributing 80% of air pollution in urban areas in Indonesia. Pollutants were the carbon monoxide (CO) and nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>). Polluted air can cause health problems, especially in the physiological function of the lungs. Lung function can be impaired because of the entry of polluting gases into the lungs. Impaired lung function was characterized by pulmonary function values that are less than the default value. Levels of pollutants exceeding the threshold value and prolonged exposure can be harmful to one's health. In 2009, the World Health Organization (WHO) estimates that air pollution around 8% of people in this world died by lung cancer, 5% due to heart and lung disease, and approximately 3% of the total human being on the earth died by respiratory infections. This study was conducted to determine the relationship between levels of CO and NO<sub>2</sub> in the air with impaired lung function of parking attendants Sector E in Jember.

This study used a quantitative approach to the type of analytical research. This study was conducted with a cross-sectional design. The population in this study were 38 people with a sample of 27 people. Subjects were taken from population by simple random sampling. Data were collected by interview, observation and documentation, meanwhile measurement of CO and NO<sub>2</sub> in the air as well as measurements of lung function was conducted by laboratory personnel. The independent variables were age, duration of exposure, length of employment, smoking habits, nutritional status, efforts to restrict themselves from exposure in

the workplace as well as the levels of CO and NO<sub>2</sub> in the air. Data were statistically analyzed using Lambda association test with significance level of 5% ( $\alpha=0.05$ ).

The results showed that 44.5% of parking attendants 41-50 years old, 73, %% exposed to more than 4 hours a day, 44.5% have a service life of more than 10 years, 40.8% had a habit of smoking as moderate smokers, 48% had nutritional status overweight, 70.4% never make efforts to restrict themselves from exposure in the workplace. The results of measurements of CO and NO<sub>2</sub> levels indicates that of the 4 point measurement only CO and NO<sub>2</sub> levels at Java Road which exceeds the NAV. Lung function measurements The results showed that 70.4% of parking attendants impaired lung function. Impaired lung function experienced by including restrictive category. Statistical analysis showed that age ( $p=0.034$ ), duration of exposure ( $p=0.001$ ), age ( $p=0.034$ ), smoking ( $p=0.016$ ), nutritional status ( $p=0.009$ ), efforts to restrict themselves from exposure in workplace ( $p=0.033$ ), the levels of CO ( $p=0.030$ ) and NO<sub>2</sub> levels ( $p=0.030$ ) was associated with impaired lung function in Sector E parking attendants in Jember.

Based on the results of this study concluded that the variables associated with impaired lung function of parking attendants Sector E Jember were age, duration of exposure, length of employment, smoking habits, nutritional status, efforts to restrict themselves from exposure in the workplace, levels of CO in the air and levels NO<sub>2</sub> in the air. The result is expected to be studied to Jember District Department of Transportation as the institution that houses the parking attendants. Jember District Department of Transportation is expected to apply an age limit in the park interpreter recruitment stage, provide personal protective equipment such as respiratory protective equipment (masks) and put Air Standart Pollution Index on points with high traffic density..

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik yang berjudul “Kadar CO dan NO<sub>2</sub> di Udara terhadap Gangguan Faal Paru Juru Parkir Sektor E di Kabupaten Jember”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Progam studi Kesehatan Masyarakat (S1) dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat pada Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Dalam Skripsi ini dijabarkan bagaimana pengaruh karakteristik individu, kadar CO dan kadar NO<sub>2</sub> di udara dengan kejadian gangguan faal paru juru parkir Sektor E yang ada di Kabupaten Jember sebagai akibat dari pemaparan yang didapatkan selama melakukan pekerjaan. Skripsi ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam penanggulangan kejadian gangguan faal paru pada juru parkir khususnya.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes. selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
2. Bapak Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes. selaku Ketua Bagian Kesehatan Lingkungan Dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
3. Ibu dr. Ragil Ismi Hartanti, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah membagi ilmu, memberikan petunjuk, koreksi serta saran dengan penuh perhatian dan kesabaran hingga terselesaikan skripsi ini;
4. Ibu Ellyke, S.KM., M.KL. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membagi ilmu, memberikan petunjuk, koreksi serta saran dengan penuh perhatian dan kesabaran hingga terselesaikan skripsi ini;
5. Segenap dosen-dosen Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember yang telah memfasilitasi dan membantu kelancaran proses belajar saya;

6. Dinas Perhubungan Kabupaten Jember yang telah membantu penulis sebagai tempat penelitian dalam menyelesaikan skripsi;
7. Bapak Achmad Afandi, Ibu Lilik Suhariyah dan Adikku Safira Aulia Rachma terima kasih atas segala kasih sayang, limpahan do'a, serta motivasi untuk penulis selama ini;
8. Teman-teman peminatan Kesehatan dan Keselamatan Kerja 2012, Dian Eka, Gesang, Shella Olivia, Hilmy dan Handika yang telah berjuang bersama selama magang di PT. PAL Indonesia;
9. Teman-teman PBL Kelompok 3 "SEMESTA" Desa Curah Takir dan teman-teman angkatan 2012 Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember
10. Teman-teman Arkesma dan Srigala "PHBS" yang telah memberikan do'a dan semangat kepada penulis;
11. Teman-teman selama menempuh perkuliahan, Lutfi Fajar, Icha Rohmah, Nyimas, Rikza, Wiska, Risky, Qory, Shafiyah Nur, Nova Indra, Ade Ayu, Charisma Try, dan Sisca Ellyana Putri yang senantiasa memberikan do'a dan semangat kepada penulis;
12. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Skripsi ini telah penulis susun dengan optimal, namun tidak menutup kemungkinan adanya kekurangan, oleh karena itu kami dengan tangan terbuka menerima masukan yang membangun. Semoga tulisan ini berguna bagi semua pihak yang memanfaatkannya.

Jember, Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>SKRIPSI</b> .....	<b>v</b>
<b>PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>ix</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI</b> .....	<b>xviii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3 Tujuan</b> .....	<b>5</b>
1.3.1 Tujuan Umum.....	5
1.3.2 Tujuan Khusus .....	6
<b>1.4 Manfaat</b> .....	<b>6</b>
1.4.1 Manfaat Teoritis .....	6
1.4.2 Manfaat Praktis.....	6
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>8</b>
<b>2.1 Udara</b> .....	<b>8</b>
<b>2.2 Pencemaran Udara</b> .....	<b>8</b>
<b>2.3 Jenis dan Sumber Zat Pencemar Udara</b> .....	<b>10</b>
2.3.1 Karbon monoksida (CO).....	10

2.3.2 Nitrogen dioksida (NO <sub>2</sub> ) .....	13
<b>2.4 Anatomi dan Fisiologi Pernafasan Manusia.....</b>	<b>15</b>
2.4.1 Anatomi Pernafasan Manusia .....	15
2.4.2 Fisiologi Pernafasan.....	20
2.4.3 Pemeriksaan Kapasitas Faal Paru.....	21
2.4.4 Gangguan Faal Paru dan Penyakit Paru .....	23
2.4.5 Diagnosis .....	27
<b>2.5 Faktor yang Mempengaruhi Gangguan Faal Paru .....</b>	<b>29</b>
<b>2.6 Juru Parkir .....</b>	<b>33</b>
<b>2.7 Kerangka Teori .....</b>	<b>35</b>
<b>2.8 Kerangka Konsep.....</b>	<b>36</b>
<b>2.9 Hipotesis .....</b>	<b>37</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>38</b>
<b>3.1 Jenis Penelitian .....</b>	<b>38</b>
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>38</b>
<b>3.3 Penentuan Populasi dan Sampel.....</b>	<b>39</b>
3.3.1 Populasi Penelitian .....	39
3.3.2 Sampel Penelitian.....	39
3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel .....	40
<b>3.4 Variabel dan Definisi Operasional .....</b>	<b>41</b>
3.4.1 Variabel Penelitian .....	41
3.4.2 Definisi Operasional .....	41
<b>3.5 Data dan Sumber data .....</b>	<b>43</b>
<b>3.6 Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data .....</b>	<b>44</b>
3.6.1 Teknik Pengumpulan data.....	44
3.6.2 Instrumen Pengumpulan Data.....	45
<b>3.7 Teknik Pengolahan dan Penyajian data .....</b>	<b>48</b>
3.7.1 Teknik Pengolahan Data .....	48
3.7.2 Teknik Penyajian Data.....	49
<b>3.8 Analisis Data .....</b>	<b>49</b>
<b>3.9 Alur Penelitian.....</b>	<b>50</b>

<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>51</b>
<b>4.1 Hasil Penelitian</b> .....	<b>51</b>
4.1.1 Distribusi Faktor Individu Juru Parkir Sektor E di Kabupaten Jember.....	51
4.1.2 Pengukuran Kadar CO dan NO <sub>2</sub> di udara pada Area Juru Parkir Sektor E di Kabupaten Jember. ....	54
4.1.3 Distribusi Gangguan Faal Paru Juru Parkir Sektor E di Kabupaten Jember.....	56
4.1.4 Hubungan Faktor Individu dengan Gangguan Faal Paru Juru Parkir Sektor E di Kabupaten Jember.....	56
4.1.5 Hubungan Kadar CO dan NO <sub>2</sub> diudara dengan Gangguan Faal Paru Juru Parkir Sektor E di Kabupaten Jember. ....	61
<b>4.2 Pembahasan</b> .....	<b>63</b>
4.2.1 Distribusi Faktor Individu Juru Parkir Sektor E di Kabupaten Jember.....	63
4.2.2 Pengukuran Kadar CO dan NO <sub>2</sub> diudara pada Area Juru Parkir Sektor E di Kabupaten Jember .....	66
4.2.3 Distribusi Gangguan Faal Paru Juru Parkir Sektor E di Kabupaten Jember.....	67
4.2.4 Hubungan Faktor Individu (umur, lama paparan, masa kerja, kebiasaan merokok, status gizi dan upaya mandiri dalam mengurangi paparan polutan) dengan Faal Paru Juru Parkir Sektor E di Kabupaten Jember.....	68
4.2.5 Hubungan Kadar CO dan NO <sub>2</sub> di Udara dengan Faal Paru Juru Parkir Sektor E di Kabupaten Jember.....	73
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	<b>76</b>
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	<b>76</b>
<b>5.2 Saran.</b> ....	<b>76</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>78</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>83</b>

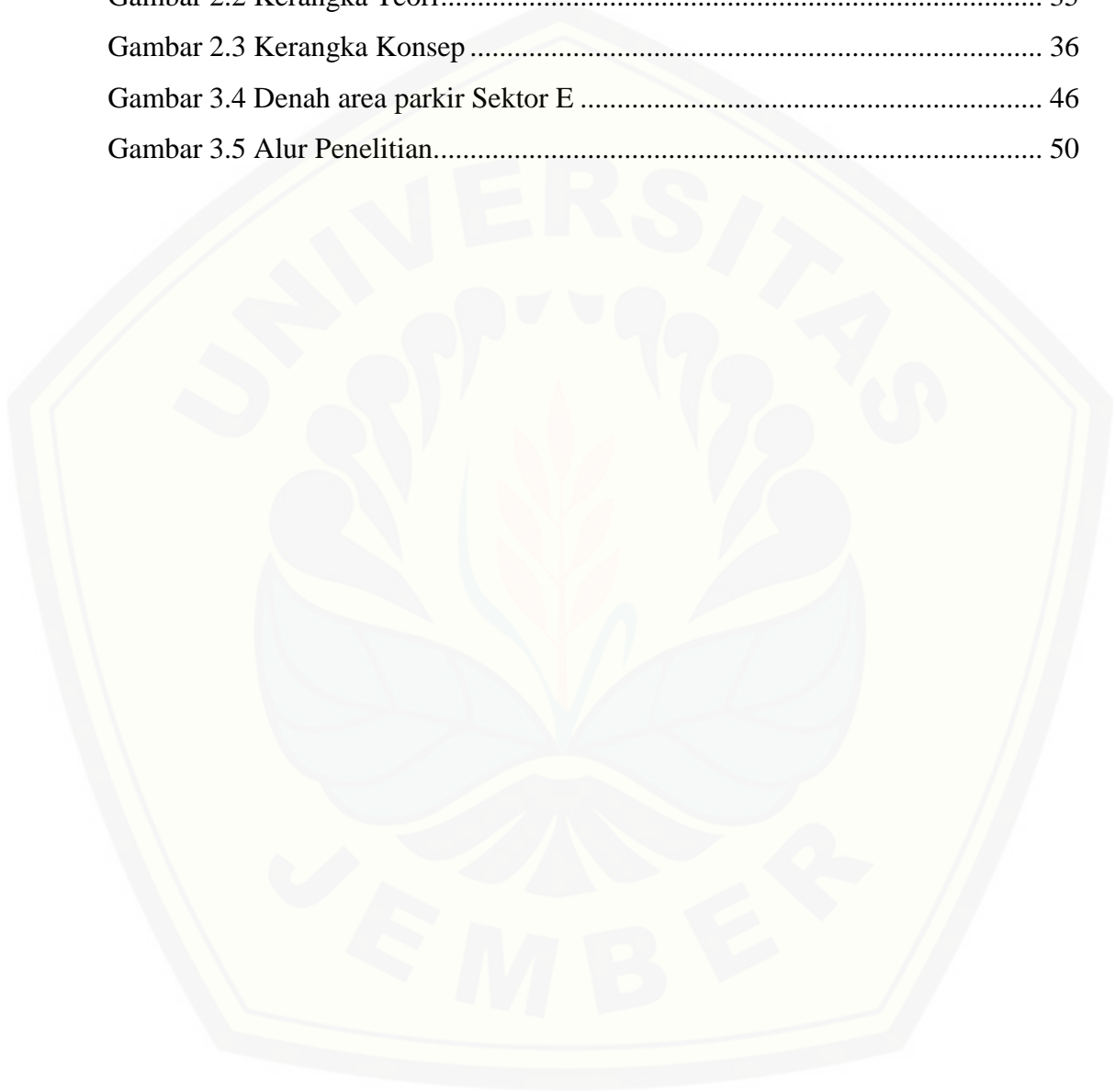


**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2.1 Klasifikasi Gangguan Faal Paru.....	25
Tabel 2.2 Klasifikasi Penyakit Paru Kerja .....	25
Tabel 2.3 Nilai Standar Kapasitas Vital Paru.....	29
Tabel 2.4 Kategori Indeks Massa Tubuh .....	32
Tabel 3.5 Variabel, Definisi Operasional, Kriteria Penilaian, dan Skala Data .....	41
Tabel 4.6 Distribusi responden berdasarkan umur, lama kerja, masa kerja, kebiasaan merokok, status gizi dan upaya membatasi diri dari paparan di tempat kerja pada juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.....	51
Tabel 4.7 Hasil pengukuran Karbon monoksida (CO) pada area parkir Sektor E Kabupaten Jember .....	54
Tabel 4.8 Hasil pengukuran Nitrogen dioksida (NO <sub>2</sub> ) pada area parkir Sektor E Kabupaten Jember .....	55
Tabel 4.9 Distribusi Frekuensi Pekerja Berdasarkan Gangguan Faal Paru .....	56
Tabel 4.10 Distribusi Gangguan Faal Paru Juru Parkir Berdasarkan Umur .....	56
Tabel 4.11 Distribusi Gangguan Faal Paru Juru Parkir Berdasarkan Lama Paparan .....	57
Tabel 4.12 Distribusi Gangguan Faal Paru Juru Parkir Berdasarkan Masa Kerja	58
Tabel 4.13 Distribusi Gangguan Faal Paru Juru Parkir Berdasarkan Kebiasaan Merokok.....	59
Tabel 4.14 Distribusi Gangguan Faal Paru Juru Parkir Berdasarkan Status Gizi .	60
Tabel 4.15 Distribusi Gangguan Faal Paru Juru Parkir Berdasarkan Upaya Membatasi Diri dari Paparan di Tempat Kerja.....	60
Tabel 4.16 Distribusi Pekerja Berdasarkan Hubungan antara Kadar CO di udara dengan Gangguan Faal Paru .....	61
Tabel 4.17 Distribusi Pekerja Berdasarkan Hubungan antara Kadar NO <sub>2</sub> di Udara dengan Gangguan Faal Paru .....	62

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 2.1 Spirometer .....	22
Gambar 2.2 Kerangka Teori.....	35
Gambar 2.3 Kerangka Konsep .....	36
Gambar 3.4 Denah area parkir Sektor E .....	46
Gambar 3.5 Alur Penelitian.....	50



## DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI

### Daftar Singkatan

APD	: Alat Pelindung Diri
CO	: Karbon monoksida
CO <sub>2</sub>	: Karbon dioksida
FVC	: <i>Force Volume Capacity</i>
H <sub>2</sub> O	: Air
H <sub>2</sub> S	: Dihidrogen Sulfida
HC	: Hidrokarbon
Jukir	: Juru Parkir
KV	: Kapasitas Vital
N <sub>2</sub>	: Nitrogen
NAB	: Nilai Ambang Batas
NO	: Nitrogen monoksida
NO <sub>2</sub>	: Nitrogen dioksida
NO <sub>x</sub>	: Oksida nitrogen
O <sub>2</sub>	: Oksigen
Pb	: Timbal
ppm	: part per milion
smp	: Satuan Mobil Penumpang
SO <sub>2</sub>	: Sulfur dioksida
SO <sub>x</sub>	: Oksida sulfur
SPBU	: Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum
WHO	: <i>World Health Organization</i>

**Daftar Notasi**

–	: sampai dengan
%	: persen
/	: per
x	: kali
$\alpha$	: alfa
<	: kurang dari
>	: lebih dari
$\leq$	: kurang dari sama dengan
$\geq$	: lebih dari sama dengan
n	: jumlah
(	: kurung buka
)	: kurung tutup

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Udara adalah sumber daya yang sangat penting bagi kehidupan, atmosfer merupakan sumber oksigen utama yang memungkinkan makhluk di muka bumi untuk bernafas dan hidup. Udara mempunyai arti yang sangat penting dalam kehidupan makhluk hidup dan keberadaan benda-benda lainnya. Udara merupakan campuran mekanis dari bermacam-macam gas. Komposisi udara normal terdiri atas gas nitrogen 78,1%, oksigen 20,93%, karbondioksida 0,03%, dan selebihnya berupa gas argon, neon, kripton, xenon dan helium. Udara juga mengandung uap air, debu, bakteri, spora dan sisa tumbuh-tumbuhan (Chandra, 2006:75).

Udara merupakan sumber daya alam yang harus dilindungi untuk kehidupan manusia serta makhluk lainnya. Kemajuan jaman telah menggeser perkembangan industri ke arah penggunaan mesin-mesin dan alat-alat transportasi. Pemanfaatan teknologi untuk memenuhi kebutuhan manusia yang semakin kompleks ternyata menimbulkan berbagai masalah lingkungan, khususnya pencemaran udara. Di kota-kota besar di Indonesia pencemaran udara lebih banyak disebabkan oleh sektor industri dan sektor transportasi (Soedomo, 2001:3).

Sektor transportasi merupakan penyumbang 80% pencemaran udara di daerah perkotaan di Indonesia. Bahan pencemar terutama yang terdapat didalam gas buang kendaraan bermotor tersebut adalah karbon monoksida (CO), berbagai senyawa hidrokarbon (HC), berbagai oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>), oksida sulfur (SO<sub>x</sub>), dan partikulat debu termasuk logam berat seperti timbal (Pb). Bahan bakar tertentu seperti hidrokarbon dan timbal organik, dilepaskan ke udara karena adanya penguapan dari sistem bahan bakar. Lalu lintas kendaraan bermotor, juga dapat meningkatkan kadar partikular debu yang berasal dari permukaan jalan, komponen ban dan rem. (Soedomo, 2001:15).

Polusi udara bisa mempengaruhi kondisi kesehatan seseorang, bahkan tak jarang menyebabkan kematian. Menurut data dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), polusi udara berkontribusi pada sekitar tujuh juta kematian di seluruh dunia pada tahun 2012. Udara yang tercemar dapat menyebabkan gangguan

kesehatan yang berbeda tingkatan dan jenisnya, tergantung dari macam, ukuran dan komposisi kimiawinya. Gangguan tersebut terutama terjadi pada fungsi faal dari organ tubuh seperti paru-paru dan pembuluh darah, atau menyebabkan iritasi pada mata dan kulit. Pada tahun 2009, World Health Organization (WHO) mengestimasi bahwa akibat pencemaran udara sekitar 8% manusia di bumi ini meninggal karena kanker paru, 5% karena penyakit jantung dan paru dan sekitar 3% dari total manusia di bumi meninggal akibat infeksi saluran pernafasan.

Menurut data dari website resmi Badan Pusat Statistik (2017), dari tahun 2000 hingga 2013 jumlah kendaraan bermotor naik lebih dari 2 juta unit setiap tahunnya. Pada tahun 2013 sendiri, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia menembus angka 104.118.969 unit dan 80% diantaranya didominasi oleh kendaraan beroda dua. Berbagai macam kandungan gas berbahaya terdapat di dalam polusi udara seperti gas CO, gas NO<sub>2</sub>, gas SO<sub>2</sub>, dan gas-gas lainnya. Semua gas berbahaya tersebut dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Konsentrasi gas CO dan NO<sub>2</sub> merupakan yang paling tinggi dari pada konsentrasi gas-gas berbahaya lainnya. Hal ini dikarenakan 80% dari total kendaraan di Indonesia merupakan kendaraan beroda dua. Kendaraan beroda dua menggunakan bahan bakar premium maupun pertamax. Pembakaran bahan bakar tersebut dapat menghasilkan gas CO dan NO<sub>2</sub>.

Gas CO diketahui bersifat racun bagi tubuh manusia. Gas CO merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan juga tidak berasa. Sifat gas CO yang demikian menyebabkan gas ini sangat berbahaya bagi manusia. Pada konsentrasi yang relatif rendah dapat menyebabkan gangguan kesehatan bahkan dapat menyebabkan kematian jika terpapar dengan konsentrasi yang tinggi (Fardiaz, 1992:101). Gas NO<sub>2</sub> juga dapat menyebabkan gangguan kesehatan jika terakumulasi dalam tubuh melebihi nilai ambang batas. Jika bereaksi dengan uap air, gas NO<sub>2</sub> akan menjadi korosif dan memberikan efek negatif terhadap mata, paru-paru dan kulit. Gas NO<sub>2</sub> dapat menyebabkan iritasi pada paru yang akan menyebabkan edema, menyebabkan iritasi mata dan dapat menyebabkan luka bakar jika kontak dengan kulit (Mukono, 2005).

Kabupaten Jember merupakan kabupaten dengan tingkat kepadatan penduduk terpadat ketiga di Provinsi Jawa Timur setelah Kota Surabaya dan

Kabupaten Malang (Dinas Kesehatan Jawa Timur Tahun, 2012). Kepadatan penduduk sebanding dengan jumlah kendaraan dan kepadatan lalu lintas di suatu wilayah. Setiap tahun jumlah kendaraan mengalami peningkatan. Data dari Dinas Perhubungan Darat Provinsi Jawa Timur (2013) bahwa Provinsi Jawa Timur mengalami peningkatan pada masing-masing moda transportasi dengan total persentase peningkatan sebesar 10% dimana jumlah peningkatan terbesar pada moda sepeda motor dengan persentase peningkatan sebesar 13,11%.

Dominasi kendaraan bermotor juga terjadi di Kabupaten Jember. Pada tahun 2011, 91,29% dari total 508.648 kendaraan bermotor adalah sepeda motor (Dinas Kesehatan Kabupaten Jember, 2013). Banyaknya jumlah kendaraan di Kabupaten Jember menyebabkan kepadatan lalu lintas di beberapa daerah. Jalan-jalan utama seperti Jalan A. Yani, Jalan Trunojoyo dan Jalan Gajah Mada memiliki volume kendaraan mencapai lebih dari 3500 smp/jam (Dinas Perhubungan Kabupaten Jember, 2015). Kepadatan lalu lintas terjadi terutama pada jam-jam sibuk yakni pukul 06.00-09.00, pukul 12.00-15.00 dan pada pukul 17.00-19.00. Kepadatan lalu lintas dapat menyebabkan polusi udara.

Polusi udara yang melebihi ambang batas dapat membahayakan kesehatan khususnya bagi seseorang yang sering terpapar. Pekerjaan yang sering mendapatkan paparan polusi udara adalah juru parkir. Juru parkir diketahui terpapar polusi udara dari jalan raya setiap hari. Juru parkir adalah orang membantu kendaraan yang keluar masuk ke tempat parkir. Juru parkir atau lebih dikenal sebagai jukir bekerja dari pukul 07.00 hingga pukul 21.00. Jukir di Kabupaten Jember bekerja dibawah pengawasan Dinas Perhubungan Kabupaten Jember. Berdasarkan data Dinas Perhubungan Kabupaten Jember (2016) terdapat total 316 jukir dan terbagi menjadi dua wilayah parkir yakni jukir wilayah dalam kota dan wilayah luar kota. Jukir wilayah kota berjumlah 270 jukir dan jukir luar kota berjumlah 46 jukir. Wilayah dalam kota meliputi 5 sektor di wilayah kota Jember dan wilayah luar kota meliputi beberapa kecamatan di luar kota Jember seperti: Rambipuji, Tanggul, Bangsalsari, Ambulu dan sebagainya.

Jukir wilayah dalam kota dibagi menjadi 5 sektor wilayah parkir, yakni Sektor A, Sektor B, Sektor C, Sektor D dan Sektor E. Dari kelima sektor tersebut hanya

Sektor E yang shift kerjanya berbeda. Sektor A, Sektor B, Sektor C, dan Sektor D menggilir jukir dari satu lokasi ke lokasi yang berbeda sedangkan pada Sektor E tidak menggilir jukir dari satu lokasi ke lokasi yang berbeda. Shift kerja Sektor E hanya berdasarkan waktu yakni pagi, siang, dan malam. Sektor E terdiri dari 4 lokasi jalan yakni, Jalan Kalimantan, Jalan Mastrip, Jalan Jawa dan Jalan Sumatra. Jumlah jukir di Sektor E mencapai 38 orang terdistribusi sebanyak 23 jukir di Jalan Kalimantan, 7 jukir di Jalan Kalimantan, 5 jukir di Jalan Sumatra dan sedikitnya 3 jukir di Jalan Mastrip.

Berdasarkan data Dinas Perhubungan Kabupaten Jember (2015) volume kendaraan di Sektor E yakni Jalan Kalimantan, Jalan Jawa, Jalan Mastrip dan Jalan Sumatra mencapai lebih dari 1000 smp/jam. Hal ini berarti sekitar 1000 lebih kendaraan setara mobil penumpang melintas di area Sektor E per jamnya. Persentase kendaraan yang lewat meliputi sepeda motor sekitar 60%, mobil pribadi sekitar 35% dan lainnya sekitar 5%. Area jalan di Sektor E memiliki fungsi sebagai jalan lokal, yakni jalan yang melayani angkutan setempat terutama angkutan jarak pendek dan kecepatan rata-rata rendah serta akses yang tidak dibatasi. Tipe jalan di area Sektor E merupakan jalan dua arah. Lebar jalan di area Sektor E sebesar 8 meter. Lebar jalan tersebut berkurang dengan adanya area parkir badan jalan. Pada area ini juga terdapat banyak pedagang kaki lima yang berjualan di trotoar jalan dan kendaraan yang keluar masuk ke samping jalan. Kondisi yang demikian berpotensi menimbulkan kemacetan. Berdasarkan hasil studi pendahuluan peneliti, pada jam sibuk yakni jam 7 pagi pada area Jalan Kalimantan, Jalan Jawa dan Jalan Mastrip sering terjadi kemacetan, pada jam 12 siang area Jalan Kalimantan dan Jalan Jawa sering terjadi kemacetan dan jam 17.30 pada area Jalan Jawa sering terjadi kemacetan. Kepadatan lalu lintas dan kemacetan akan menyebabkan polusi udara di daerah tersebut meningkat.

Jukir memiliki resiko yang sangat besar mengalami gangguan pernafasan karena setiap hari terpapar oleh polusi udara. Dalam 1 hari seorang jukir dapat terpapar cukup lama karena bekerja hingga lebih dari 4 jam tergantung dari lama *shift* kerja. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Putra, dkk tahun 2012, berdasarkan nilai % Kapasitas Vital Paru (KV) diketahui dari 30 responden juru



parkir terdapat 10 orang (35,7%) mengalami gangguan retraksi sedang dan sedikitnya 3 orang (10,7%) mengalami gangguan retraksi berat. Penelitian sejenis yang dilakukan oleh Nurbiantara (2010) terhadap 41 orang polisi lalu lintas di Surakarta didapatkan hasil bahwa 23 orang di antaranya memiliki % FVC (Force Volume Capacity) < 80% sedangkan 18 orang lainnya memiliki %FVC  $\geq$  80%. Simpulan dari penelitian ini adalah ada pengaruh polusi udara terhadap fungsi paru polisi lalu lintas di Surakarta dengan parameter polusi udara yang diukur adalah NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, TSP, O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S dan Pb. Nilai faal paru normal adalah FVC > 80% dari nilai prediksi untuk semua umur. Selain paparan udara ambien, faktor resiko seperti penggunaan masker dan kebiasaan merokok juga dapat menyebabkan gangguan faal paru. Berdasarkan penelitian Putri (2015), merokok dapat menjadi faktor resiko sebesar 5,529 kali terjadinya penurunan kapasitas paru dibandingkan dengan yang tidak merokok.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis tertarik melakukan penelitian mengenai kadar CO dan NO<sub>2</sub> di udara dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah diatas maka dapat dirumuskan masalah penelitian yaitu, apakah ada hubungan kadar CO dan NO<sub>2</sub> di udara dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember?

## **1.3 Tujuan**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Tujuan umum dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan antara kadar CO dan NO<sub>2</sub> di udara dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.

### 1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mengidentifikasi faktor individu meliputi umur, lama paparan, masa kerja, kebiasaan merokok, status gizi dan upaya mandiri dalam mengurangi paparan polutan pada juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.
- b. Mengukur kadar CO dan NO<sub>2</sub> di udara pada area juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.
- c. Mengidentifikasi gangguan faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.
- d. Menganalisis hubungan karakteristik individu dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.
- e. Menganalisis hubungan kadar CO dan NO<sub>2</sub> di udara dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.

## 1.4 Manfaat

### 1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan dan mengembangkan ilmu pengetahuan tentang Kesehatan Masyarakat di bidang Kesehatan Lingkungan Dan Kesehatan Keselamatan Kerja terkait dengan kadar CO dan NO<sub>2</sub> di udara dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember, serta dapat digunakan sebagai salah satu referensi sebagai pedoman untuk pengembangan penelitian yang terkait di masa yang akan datang.

### 1.4.2 Manfaat Praktis

- a. Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai literatur di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember dan sebagai referensi untuk pihak yang akan melakukan penelitian lebih lanjut mengenai kadar CO dan NO<sub>2</sub> di udara terhadap faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.

- b. Bagi Peneliti

Melalui penelitian yang dilakukan diharapkan, peneliti dapat menambah pengetahuan dan pengalaman peneliti dalam melakukan penelitian kadar

CO dan NO<sub>2</sub> di udara terhadap faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.

c. Bagi Tempat Kerja Terkait

Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan masukan dan pertimbangan untuk penyelenggaraan sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di tempat kerja yang bersangkutan.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Udara

Udara adalah atmosfer yang ada di sekeliling bumi yang fungsinya sangat penting untuk kehidupan di muka bumi ini, dalam udara terdapat oksigen ( $O_2$ ) untuk bernafas, karbon dioksida ( $CO_2$ ) untuk proses fotosintesis oleh khlorofil daun, dan ozon ( $O_3$ ) untuk menahan sinar ultraviolet dari matahari (Sunu, 2001). Udara adalah faktor yang penting dalam kehidupan manusia dan makhluk hidup. Udara sebagai komponen lingkungan yang sangat penting dalam kehidupan perlu dipelihara dan ditingkatkan kualitasnya sehingga dapat memberikan daya dukungan bagi makhluk hidup secara optimal. Udara adalah campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Komponen yang konsentrasinya paling bervariasi yaitu uap air dan  $CO_2$ , kegiatan yang berpotensi menaikkan konsentrasi  $CO_2$  seperti pembusukan sampah tanaman, pembakaran atau sekumpulan massa manusia di dalam ruangan terbatas yaitu karena proses pernapasan (Agusnar, 2007).

Menurut Sunu (2001), komposisi udara terutama uap air ( $H_2O$ ) sangat dipengaruhi oleh keadaan suhu udara, tekanan udara, dan lingkungan sekitarnya. Komposisi udara bersih dan kering, pada umumnya sebagai berikut :

Nitrogen	( $N_2$ )	= 78,09 %
Oksigen	( $O_2$ )	= 20,94 %
Argon	(Ar)	= 0,93 %
Karbon dioksida	( $CO_2$ )	= 0,032 %

### 2.2 Pencemaran Udara

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No.KEP-03/MENKLH/II/1991, pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya .

Adapun klasifikasi bahan pencemar atau polutan menurut Mukono (2008) dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu :

a. Polutan Primer

Polutan Primer adalah polutan yang dikeluarkan langsung dari sumber tertentu, dan dapat berupa gas. Gas tersebut terdiri dari :

1. Senyawa karbon yaitu hidrokarbon, hidrokarbon teroksigenasi, dan karbon oksida (CO dan  $\text{CO}_2$ ).
2. Senyawa sulfur yaitu sulfur oksida.
3. Senyawa nitrogen yaitu nitrogen oksida dan amoniak.
4. Senyawa halogen yaitu fluor, klorin, hidrogen klorida, hidrokarbon terklorinasi, dan bromin.

Penyebab pencemaran lingkungan di atmosfer biasanya berasal dari sumber kendaraan bermotor dan atau industri. Bahan pencemar yang dikeluarkan antara lain adalah gas  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$ , CO, partikel debu. Gas  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$ , CO dapat dihasilkan dari proses pembakaran oleh mesin yang menggunakan bahan bakar yang berasal dari bahan fosil. Untuk partikel dalam atmosfer mempunyai karakteristik spesifik, dapat berupa zat padat maupun suspensi aerosol cair. Bahan partikel tersebut dapat berasal dari proses kondensasi, proses disperse (misalnya proses menyemprot maupun proses erosi bahan tertentu).

b. Polutan sekunder

Polutan sekunder biasanya terjadi karena reaksi dari dua atau lebih bahan kimia di udara misalnya reaksi foto kimia. Polutan sekunder ini mempunyai sifat fisik dan sifat kimia yang tidak stabil. Sebagai contoh adalah disosiasi  $\text{NO}_2$  yang menghasilkan NO dan O radikal. Proses kecepatan dan arah reaksinya dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Konsentrasi relatif dan bahan reaktan
2. Derajat fotoaktivasi
3. Kondisi iklim
4. Topografi lokal dan adanya embun.

### 2.3 Jenis dan Sumber Zat Pencemar Udara

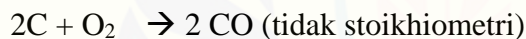
Berbagai zat pencemar di udara merupakan faktor kimia yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Peraturan mengenai nilai ambang batas faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja diatur di dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.13/MEN/X//2011 Tahun 2011.

#### 2.3.1 Karbon monoksida (CO)

Gas karbon monoksida (CO) adalah suatu gas yang tidak berwarna, tidak berbau, dan juga tidak berasa dengan jumlah di udara hanya sekitar 0,1 ppm yang berada di lapisan atmosfer, oleh karena itu lingkungan yang tercemar oleh gas karbon monoksida (CO) tidak dapat dilihat oleh mata. Menurut Wardhana (2004:43), pembentukan CO melalui proses :

- a. Pembakaran bahan bakar fosil dengan udara yang reaksinya tidak stoikiometris, dapat dilihat pada reaksi di bawah ini :

Reaksi :



Jika reaksi berlanjut, maka akan menjadi reaksi stoikiometri, yang tidak menghasilkan gas CO, yaitu :



- b. Pada suhu tinggi terjadi reaksi antara CO<sub>2</sub> dengan C menghasilkan gas CO, yang menghasilkan dapat dilihat pada reaksi berikut ini :



Reaksi karbon dioksida dengan karbon pada suhu tinggi akan menghasilkan dua molekul karbon monoksida (CO)

- c. Pada suhu tinggi, karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) akan terurai menjadi CO, dengan reaksi sebagai berikut :



Menurut Fardiaz (1992:101), CO pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kematian, jika konsentrasi CO relatif rendah (100 ppm atau kurang) juga dapat mengganggu kesehatan. Pengaruh racun CO terhadap tubuh terjadi karena reaksi CO dengan Hb (Haemoglobin) dapat membentuk COHb (*Carboksi Haemoglobin*) dari

pada membentuk ikatan  $\text{HbO}_2$  (*Oksihaemoglobin*), dan afinitas CO terhadap Hb 200 kali lebih tinggi dari afinitas  $\text{O}_2$  terhadap Hb, jadi apabila dalam suatu keadaan udara tercemar Hb akan lebih cenderung mengikat CO dari pada  $\text{O}_2$ .

Faktor penting yang menentukan pengaruh CO terhadap tubuh manusia adalah konsentrasi COHb yang terdapat dalam darah, dimana semakin tinggi persentase hemoglobin yang terikat dalam bentuk COHb, semakin parah pengaruhnya terhadap kesehatan manusia. Konsentrasi COHb di dalam darah dipengaruhi secara langsung oleh konsentrasi CO dari udara yang terhisap (Agusnar, 2007). CO berbahaya karena mampu mengikat Haemoglobin dalam darah dan bersaing dengan oksigen dan membentuk COHb yang sangat berbahaya bagi tubuh, pada kadar 20-30 persen dapat mengakibatkan pelipis berdenyut dan muntah-muntah, kadar 30-40 persen penderita merasa lemah, sakit kepala dan pingsan. Sementara kadar COHb dengan kadar 40-50 persen menyebabkan collaps, kadar 50-60 persen menyebabkan koma, kadar 60-70 persen mengakibatkan penderita mengalami depresi pernafasan jantung, dan jika telah mencapai kadar COHb sebesar 70-80 persen bisa mengakibatkan kematian (Purwoko dalam Vita Nur, 2006).

Kadar 20 ppm CO dalam udara dapat menyebabkan manusia sakit, dalam waktu 30 menit 1300 ppm dapat menyebabkan kematian. Menghisap gas yang keluar dari knalpot mobil di ruang garasi tertutup lebih banyak menyebabkan kematian (Sastrawijaya, 2009). Keadaan normal konsentrasi CO di dalam darah berkisar antara 0,2% sampai 1,0% dan rata-rata sekitar 0,5%. Kadar CO di dalam darah dapat seimbang selama kadar CO di atmosfer tidak meningkat dan pernafasan tetap konstan (Mukono, 2008). Gejala-gejala keracunan CO antara lain pusing, rasa tidak enak pada mata, telinga berdengung, mual, muntah detak jantung meningkat, rasa tertekan di dada, kesukaran bernafas, kelemahan otot-otot, tidak sadar dan bisa meninggal dunia (Mukono, 2008).

Gas karbon monoksida (CO) diproduksi oleh pembakaran yang tidak sempurna dari bahan-bahan yang mengandung karbon. Gas karbon monoksida (CO) dapat berbentuk cairan pada suhu dibawah  $-192\text{ }^\circ\text{C}$ , gas karbon monoksida sebagian besar berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dengan udara, berupa gas

buangan (Wardhana, 2004). Kendaraan bermotor adalah penghasil karbon monoksida (CO) yang cukup banyak. Karbon monoksida (CO) adalah gas buang yang terbentuk apabila oksidasi dari CO menjadi CO<sub>2</sub> tidak sempurna, umumnya hal ini disebabkan karena kekurangan oksigen. Menurut perhitungan stokiometri, yaitu seandainya proses pembakaran terjadi secara sempurna maka dalam 1 kg bensin diperlukan 15 kg udara untuk pembakaran dalam silinder kendaraan bermotor, bila hal ini terjadi maka tidak akan terbentuk CO, tetapi pada kenyataannya hal demikian tak pernah terjadi, dan karenanya terbentuklah CO. Gas CO yang dihasilkan oleh kendaraan bermesin bensin (premium) adalah sekitar 1 % pada waktu berjalan dan sekitar 7 % pada waktu tidak berjalan. Sementara mesin disel menghasilkan CO sebesar 0,2 % pada saat berjalan dan sekitar 4 % pada waktu berhenti (Siswanto dalam Sarudji, 2010).

Menurut Wardhana (2004), kota besar yang padat lalu lintasnya akan banyak menghasilkan CO sekitar 10 – 15 ppm sehingga kadar CO dalam udara relatif tinggi dibandingkan dengan daerah pedesaan. Selain itu gas CO dapat juga terbentuk walaupun jumlahnya relatif sedikit, seperti gas hasil kegiatan gunung berapi, proses biologi dan lainnya.

Menurut Agusnar (2007), karbon monoksida yang terdapat di alam terbentuk melalui proses berikut ini:

- a. Pembakaran tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
- b. Reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
- c. Pada suhu tinggi, karbon dioksida dapat terurai kembali menjadi karbon monoksida dan oksigen.

Semakin tinggi suhu hasil pembakaran maka jumlah gas CO yang terdisosiasi menjadi CO dan O akan semakin banyak, suhu tinggi merupakan pemicu terjadinya gas CO. Sumber pencemaran gas CO terutama berasal dari pembakaran bahan bakar fosil (minyak maupun batubara) pada mesin-mesin penggerak transportasi. Penyebaran gas CO di udara tergantung pada keadaan lingkungan, untuk daerah perkotaan yang banyak kegiatan industrinya dan lalu lintasnya padat, udaranya

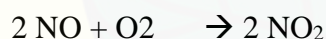
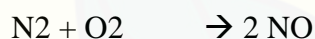


sudah banyak tercemar oleh gas CO, sedangkan daerah pinggiran kota atau desa, cemaran CO di udara relatif sedikit. Ternyata tanah yang masih terbuka dimana belum ada bangunan di atasnya, dapat membantu penyerapan gas CO, karena mikroorganisme yang ada di dalam tanah mampu menyerap gas CO yang terdapat di udara. Angin dapat mengurangi konsentrasi gas CO pada suatu tempat karena dipindahkan ke tempat lain (Mulyanto, 2007).

### 2.3.2 Nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>)

Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>) adalah kelompok gas yang terdapat di atmosfer yang terdiri dari gas Nitrik Okside (NO) dan Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) (Fardiaz, 1992:104). Nitrogen Oksida sering disebut dengan NO<sub>x</sub> karena Oksida Nitrogen mempunyai 2 (dua) macam bentuk yang sifatnya berbeda, yaitu gas NO<sub>2</sub> dan gas NO. Nitrik Oksida merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau, sebaliknya nitrogen dioksida mempunyai warna cokelat kemerahan dan berbau tajam (Fardiaz, 1992:105).

Adapaun persamaan reaksi dari pembentukan senyawa Nitrogen Okside (NO<sub>x</sub>) adalah sebagai berikut :



Pembentukan NO<sub>2</sub> sangat dipengaruhi oleh suhu dan konsentrasi NO<sub>2</sub> sedangkan pembentukan NO dirangsang hanya pada suhu tinggi. Kedua bentuk nitrogen oksida, yaitu NO dan NO<sub>2</sub> sangat berbahaya terhadap manusia, penelitian aktivitas mortalitas kedua komponen tersebut menunjukkan bahwa NO<sub>2</sub> empat kali lebih beracun dari pada NO (Fardiaz, 1992:110). Pada konsentrasi yang normal ditemukan di atmosfer, NO tidak mengakibatkan iritasi dan berbahaya, tetapi pada konsentrasi udara ambien yang normal NO dapat mengalami oksidasi menjadi NO<sub>2</sub> yang lebih berbahaya (Chandra, 2006). NO<sub>2</sub> bersifat racun terutama terhadap paru-paru, pemberian sebanyak 5 ppm NO<sub>2</sub> selama 10 menit terhadap manusia mengakibatkan sedikit kesukaran dalam bernafas.

Nitrogen oksida (NO) mempunyai kemampuan membatasi kadar oksigen dalam darah dan juga mudah bereaksi dengan oksigen membentuk NO<sub>2</sub>. Apabila

NO<sub>2</sub> bertemu dengan uap air di udara atau dalam tubuh manusia maka akan terbentuk HNO<sub>3</sub> yang dapat merusak tubuh (Sastrawijaya, 2009).

Menurut Mukono (2005), apabila udara tercemar oleh gas NO<sub>2</sub> dan bereaksi dengan uap air maka akan menjadi korosif dan memberikan efek terhadap mata, paru dan kulit.

- a. Terhadap alat pernafasan, iritasi terhadap paru akan menyebabkan edema paru setelah terpapar oleh gas NO<sub>2</sub> selama 48 – 72 jam, apabila terpapar dengan dosis yang meningkat akan menjadi fatal.
- b. Terhadap mata, iritasi mata dapat terjadi apabila NO<sub>2</sub> berupa uap yang pekat.
- c. Terhadap kulit, iritasi terhadap kulit dapat terjadi apabila kulit kontak dengan uap air nitrogen akan menyebabkan luka bakar.
- d. Efek lain (terhadap darah), kadar nitrogen pada konsentrasi tertentu dapat bereaksi dengan darah.

Kadar NO<sub>x</sub> di udara daerah perkotaan yang berpenduduk padat lebih tinggi dari daerah pedesaan yang berpenduduk sedikit, hal ini disebabkan karena berbagai macam kegiatan yang menunjang kehidupan manusia akan menambah kadar NO<sub>x</sub> di udara, seperti transportasi, generator pembangkit listrik, pembuangan sampah dan lain-lain (Wardhana, 2004). Ada beberapa macam oksida nitrogen seperti NO, NO<sub>2</sub>, dan N<sub>2</sub>O. N<sub>2</sub>O juga biasa terdapat di udara, tetapi tidak berbahaya. Kontributor terbanyak dari polutan NO<sub>x</sub> adalah kendaraan bermotor dan dari sumber menetap yang membakar minyak, oleh karena itu pencemar ini terkonsentrasi pada daerah urban dimana kendaraan bermotor, industri dan berbagai macam pabrik banyak beroperasi. Nitrogen di udara terdapat 78% (Sastrawijaya, 2009).

Konsentrasi nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) di udara sangat dipengaruhi oleh sinar matahari dan aktivitas kendaraan bermotor, pencemaran nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) dapat berupa asam nitrat yang kemudian diendapkan sebagai garam-garam nitrat didalam air hujan atau debu. Kecepatan emisi NO<sub>x</sub> dapat diketahui bahwa waktu tinggal nitrogen monoksida (NO) biasanya lebih lama dibandingkan nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>). Dari waktu tinggal tersebut dapat diketahui bahwa proses-proses

alam termasuk reaksi fotokimia yang mengakibatkan hilangnya  $\text{NO}_x$  (Fardiaz, 2010).

Perubahan konsentrasi  $\text{NO}_x$  di udara berlangsung sebagai berikut:

- a. Konsentrasi  $\text{NO}$  dan  $\text{NO}_2$  tetap stabil sebelum matahari terbit.
- b. Konsentrasi  $\text{NO}$  mulai meningkat pada pagi hari bersamaan dengan aktivitas manusia, terutama kendaraan bermotor.
- c. Pada siang hari, sinar matahari memancarkan sinar ultraviolet sehingga konsentrasi  $\text{NO}_2$  meningkat karena perubahan  $\text{NO}$  primer menjadi  $\text{NO}_2$  sekunder.
- d. Dengan menurunnya konsentrasi  $\text{NO}$  di bawah 0,1 ppm, maka konsentrasi ozon ( $\text{O}_3$ ) meningkat.
- e. Konsentrasi  $\text{NO}$  mulai meningkat kembali apabila intensitas energi sinar matahari cenderung menurun pada sore hari.
- f.  $\text{O}_3$  yang terkumpul sepanjang hari akan bereaksi dengan  $\text{NO}$  yang berakibat terjadinya kenaikan konsentrasi  $\text{NO}_2$  dan penurunan konsentrasi  $\text{O}_3$ .

Konsentrasi  $\text{NO}$  di udara daerah perkotaan biasanya 10 – 100 kali lebih tinggi dari pada di udara daerah pedesaan. Konsentrasi  $\text{NO}_x$  di udara daerah perkotaan dapat mencapai 0,5 ppm. Sumber utama polutan  $\text{NO}$  adalah dari kegiatan manusia seperti pembakaran yang disebabkan oleh kendaraan, produksi energi dan pembuangan sampah (Agusnar, 2007).

## 2.4 Anatomi dan Fisiologi Pernafasan Manusia

### 2.4.1 Anatomi Pernafasan Manusia

Pernafasan (respirasi) adalah peristiwa menghirup udara dari luar yang mengandung oksigen ke dalam tubuh serta menghembuskan udara yang banyak mengandung  $\text{CO}_2$  sebagai sisa dari oksidasi keluar dari tubuh. Dalam paru-paru terjadi pertukaran zat oksigen dari udara masuk ke dalam darah dan  $\text{CO}_2$  akan dikeluarkan melalui *traktus respiratoris* dan masuk ke dalam tubuh melalui kapiler *vena pulmonalis* kemudian masuk ke serambi kiri jantung (*atrium sinistra*) dilanjutkan ke *aorta* kemudian masuk ke seluruh tubuh (jaringan dan sel) disini

terjadi oksidasi (pembakaran) sebagai ampas dari pembakaran adalah CO dan zat ini dikeluarkan melalui peredaran darah vena masuk ke jantung diteruskan ke bilik kanan dan dari sini keluar melalui *arteri pulmonalis* ke jaringan paru-paru akhirnya akan di keluarkan menembus lapisan *epitel* dari *alveoli*.

Menurut Sloane (2004), pernafasan terdiri dari:

a. Hidung

Hidung terdiri dari hidung eksterna dan rongga hidung di belakang hidung eksterna. Hidung eksterna terdiri dari kartilago sebelah bawah dan tulang hidung di sebelah atas ditutupi bagian luarnya dengan kulit dan pada bagian dalamnya dengan membran mukosa.

Rongga hidung memanjang dari nostril pada bagian depan ke *aperture posterior* hidung, yang keluar ke nasofaring bagian belakang. Rongga hidung tersebut ditutupi oleh membran mukosa. Septum nasalis memisahkan kedua rongga hidung. Septum nasalis merupakan struktur tipis yang terdiri dari tulang kartilago, biasanya membengkok ke satu sisi atau salah satu sisi yang lain, dan keduanya dilapisi oleh membrane mukosa. Dinding lateral dari rongga hidung sebagian dibentuk oleh maksila, palatum dan *os sphenoid*.

Konkha superior, inferior dan media (turbanasi hidung) merupakan tiga buah tulang yang melengkung lembut melekat pada dinding lateral dan menonjol ke dalam rongga hidung. Ketiga tulang tersebut tertutup oleh membran mukosa. Dasar dari hidung terbentuk oleh bagian dari maksila dan tulang palatine. Atap dari rongga hidung merupakan celah yang sempit yang terbentuk oleh tulang hidung frontalis dan *sphenoid*. Membrane mukosa olfaktorius, pada bagian atap rongga hidung dan bagian tepi dari rongga hidung, mengandung sel-sel saraf khusus yang dapat mencium bau-bauan. Dari serat sel-sel tersebut melalui lempeng krilbrimorfus dan *os frontal* dan ke dalam *bulb olfaktorius* dari saraf kranial (olfaktorius). Sinus paranasal terdiri dari; sphenoid, ethmoid, frontalis dn maksilaris. Sinus paranasal merupakan ruang pada tulang kranial yang behubungan melalui ostium ke dalam rongga hidung. Sinus tersebut ditutupi oleh membran mukosa yang yang berlanjut dengan rongga hidung.

Hidung berfungsi sebagai saluran untuk udara mengalir ke dan dari paru-paru. Jalan nafas ini berfungsi sebagai penyaring kotoran-kotoran dan melembabkan serta menghangatkan udara yang dihirup ke dalam paru-paru. Hidung bertanggung jawab terhadap olfaktorius (penciuman) karena reseptor olfaksi terletak dalam mukosa hidung dan hidung juga membantu dalam persengauan.

b. Faring atau tekak

Adalah tabung muscular berukuran 12,5 cm yang merentang dari bagian dasar tulang tengkorak sampai dengan *esophagus*. Faring terbagi menjadi nasofaring, orofaring dan laringofaring.

1. Nasofaring adalah bagian posterior rongga nasal yang membuka ke arah rongga nasal melalui dua naris internal (koana).

a) Dua tuba *eustachius* (auditorik) menghubungkan nasofaring dengan telinga tengah. Tuba ini berfungsi untuk menyetarakan tekanan udara pada kedua sisi gendang telinga.

b) Amandel (adenoid) faring adalah penumpukan jaringan limfatik yang terletak di dekat naris internal. Pembesaran adenoid dapat menghambat aliran udara.

2. Orofaring dipisahkan dari nasofaring oleh palatum lunak muscular, suatu perpanjangan palatum keras tulang.

a) Uvula (anggur kecil) adalah prosesus kerucut (*conical*) kecil yang menjulur ke bawah dari bagian tengah tepi bawah palatum lunak.

b) Amandel palatinum terletak pada kedua sisi orofaring posterior

3. Laringofaring mengelilingi mulut esofagus dan laring, yang merupakan gerbang untuk system respiratorik selanjutnya.

c. Laring

Laring (kotak suara) menghubungkan faring dengan *trachea*. Laring adalah tabung pendek berbentuk seperti kotak triangular dan ditopang oleh 9 kartilago; tiga berpasangan dan tiga tidak berpasangan.

1. Kartilago tidak berpasangan

a) Kartilago tiroid (jakun) terletak di bagian proksimal kelenjar tiroid.

Biasanya berukuran lebih besar dan lebih menonjol pada laki-laki

akibat hormon yang disekresi saat pubertas.

- b) Kartilago krikoid adalah cincin anterior yang lebih kecil dan lebih tebal, terletak di bawah kartilago tiroid.
- c) Epiglotis adalah katup kartilago elastis yang melekat pada tepian anterior kartilago tiroid. Saat menelan, epiglotis secara otomatis menutupi mulut laring untuk mencegah masuknya makanan dan cairan.

## 2. Kartilago berpasangan

- a) Kartilago aritenoid terletak di atas dan di kedua sisi kartilago krikoid. Kartilago ini melekat pada pita suara sejati, yaitu lipatan berpasangan dari epitelium skuamosa bertingkat.
- b) Kartilago kornikulata melekat pada bagian ujung kartilago aritenoid.
- c) Kartilago kuneiform berupa batang-batang kecil yang membantu menopang jaringan lunak.

## 3. Dua pasang lipatan lateral membagi rongga laring

- a) Pasangan bagian atas adalah lipatan ventricular (pita suara semu) yang tidak berfungsi saat produksi suara.
- b) Pasangan bagian bawah adalah pita suara sejati yang melekat pada kartilago tiroid dan pada kartilago aritenoid serta kartilago krikoid. Pembukaan diantara kedua pita ini adalah glotis.

## d. Batang tenggorok (trakea)

Trakea adalah tuba dengan panjang 10 cm sampai 12 cm dan diameter 2,5 cm dan terletak di atas permukaan anterior *esophagus*. Tuba ini merentang dari laring pada area vertebra serviks keenam sampai area vertebra toraks kelima tempatnya membelah menjadi dua bronkus utama.

1. Trakea dapat tetap terbuka karena adanya 16 sampai 20 cincin kartilago berbentuk C. Ujung posterior mulut cincin dihubungkan oleh jaringan ikat dan otot sehingga memungkinkan ekspansi *esophagus*.
2. Trakea dilapisi epitelium respiratorik (kolumnar bertingkat dan bersilia) yang mengandung banyak sel goblet.

e. Percabangan bronkus

1. Bronkus primer (utama) kanan berukuran lebih pendek, lebih tebal dan lebih lurus disbanding bronkus primer kiri karena arkus aorta membelokkan trakea bawah ke kanan. Objek asing yang masuk ke dalam trakea kemungkinan ditempatkan dalam bronkus kanan.
2. Setiap bronkus primer bercabang 9 sampai 12 kali untuk membentuk bronki sekunder dan tertier dengan diameter yang semakin kecil. Saat tuba semakin menyempit, batang atau lepeng kartilago mengganti cincin kartilago.
3. Bronki disebut ekstrapulmonar sampai memasuki paru-paru, setelah itu disebut *intrapulmonary*.
4. Struktur mendasar dari kedua paru-paru adalah percabangan *bronchial* yang selanjutnya: bronki, bronkiolus, bronkiolus terminal, bronkiolus respiratorik, duktus alveolar, dan alveoli. Tidak ada kartilago dalam bronkiolus; silia tetap ada sampai bronkiolus respiratorik terkecil.

f. Paru

Paru merupakan sebuah alat tubuh yang sebagian besar terdiri dari gelembung (gelembung hawa atau *alveoli*). Gelembung-gelembung ini terdiri dari sel-sel epitel dan endotel. Paru jika dibentangkan luas permukaan lebih kurang 90 meter persegi. Pada lapisan ini lah terjadi pertukaran udara, oksigen masuk kedalam darah dan karbondioksida dikeluarkan dari darah. Pembagian paru ada dua yaitu: paru kanan terdiri dari 3 *lobus* (belahparu), *lobus pulmo dekstrasuperior*, *lobus media* dan *lobus inferior*. Tiap lobus tersusun oleh *lobulus*. Sedangkan paru kiri terdiri dari pulmo sinister lobus superior dan lobus inferior. Tiap lobus terdiri dari belahan-belahan yang lebih kecil bernama segmen. Paru-paru terletak pada rongga dada datarannya menghadap ke tengah rongga dada atau *kavum mediastinum*. Pada bagian tengah itu terdapat tampuk paru atau *hilus*. Pada media stinum depan terletak jantung. Paru dibungkus oleh selaput yang bernama *pleura*. *Pleura* dibagi menjadi duayaitu:

1. *Pleura visceral* (selaput dada pembungkus) yaitu selaput paru yang langsung membungkus paru-paru.

2. *Pleura parietal* yaitu selaput yang melapisi rongga dada sebelah luar. Antara kedua pleura ini terdapat rongga (*kavum pleura*).

#### 2.4.2 Fisiologi Pernafasan

Fisiologi pernapasan akan membahas tentang aktivitas pernapasan yang terdiri dari ventilasi paru, difusi transport dan metabolisme jaringan.

##### a. Ventilasi

Adalah gerakan udara masuk dan keluar dari paru-paru. Gerakan dalam pernapasan adalah ekspansi dan inspirasi. Pada inspirasi otot diafragma berkontraksi dan kubah dari diafragma menurun, pada waktu yang bersamaan otot-otot interkostal interna berkontraksi dan mendorong dinding dada sedikit ke arah luar. Dengan gerakan seperti ini ruang di dalam dada meluas, tekanan dalam alveoli menurun dan udara memasuki paru-paru. Pada ekspirasi diafragma dan otot-otot interkosta interna relaksasi. Diafragma naik, dinding-dinding dada jatuh ke dalam dan ruang di dalam dada hilang. Pada pernapasan yang tenang terjadi sekitar 16 kali permenit. Ekspirasi diikuti dengan terhenti sejenak. Kedalaman dan jumlah dari gerakan pernapasan sebagian besar dikendalikan secara biokimiawi.

##### b. Difusi

Adalah gerakan diantara udara dan karbondioksida di dalam *alveoli* dan darah dalam kapiler sekitarnya. Gas-gas melewati hamper secara seketika diantara *alveoli* dan darah dengan cara difusi. Dalam cara difusi ini gas mengalir dari tempat yang tinggi tekanan partialnya ke tempat lain yang lebih rendah tekanan partialnya.

Oksigen dalam *alveoli* mempunyai tekanan partial yang lebih tinggi dari oksigen yang berada dalam darah dan karenanya udara dapat mengalir dari alveoli masuk ke dalam darah. Karbondioksida dalam darah mempunyai tekanan partial yang lebih tinggi daripada yang berada dalam *alveoli* dan karenanya karbondioksida dapat mengalir dari darah dan masuk ke dalam *alveoli*.

##### c. Transportasi gas dalam darah

Transport: pengangkutan Oksigen dan Karbon dioksida oleh darah. Oksigen ditransportasi dalam darah: dalam sel darah merah; oksigen bergabung dengan hemoglobin untuk membentuk oksihemoglobin, yang berwarna merah terang.



Dalam plasma: sebagian terlarut dalam plasma. Karbon dioksida ditransportasi dalam darah; sebagai bikarbonat dalam dan kalium bikarbonat dalam sel-sel darah merah dalam larutan bergabung dengan hemoglobin dan protein plasma.

d. Pertukaran gas dalam jaringan

Metabolisme jaringan meliputi pertukaran Oksigen dan Karbon dioksida diantara darah dan jaringan.

1. Oksigen

Bila darah yang teroksigenisasi mencapai jaringan, oksigen mengalir dari darah masuk ke dalam cairan jaringan karena tekanan partial oksigen dalam darah lebih besar daripada tekanan dalam cairan jaringan. Dari dalam cairan jaringan oksigen mengalir ke dalam sel-sel sesuai kebutuhannya masing-masing.

2. Karbon dioksida

Dihasilkan dalam sel mengalir ke dalam cairan jaringan. Tekanan partial karbondioksida dalam cairan jaringan lebih besar daripada tekanannya dalam darah, dan karenanya karbondioksida mengalir dari cairan jaringan ke dalam darah.

#### 2.4.3 Pemeriksaan Kapasitas Faal Paru

Pemeriksaan fungsi paru pada pekerja berguna untuk mendeteksi penyakit paru, gangguan pernapasan sebelum bekerja, menemukan penyakit secara dini serta memperbaiki perjalanan penyakit, disamping itu juga untuk mengetahui bahaya yang ada ditempat kerja serta mendapatkan standar bahaya pemaparan debu terhadap kapasitas fungsi paru. Pemeriksaan kapasitas paru dengan menggunakan *Portable Spirometer* sebagai alat pemeriksaan untuk mengukur volume paru statik dan dinamik.

Keuntungan penggunaan alat ini adalah:

- a. Mudah pengoperasiannya, sehingga dapat diterapkan secara luas oleh tenaga kesehatan yang ada dilapangan.
- b. Ringan sehingga mudah dibawa kemana-mana.
- c. Cepat diketahui.

- d. Biaya operasionalnya murah.



Gambar 2.1 Spirometer

Sumber : <http://aisurtika.blogspot.co.id>

Dengan menggunakan spirometer akan diketahui beberapa parameter faal paru orang yang diperiksa (Rahmatullah, 2006).

- a. Volume statik :

Volume udara di dalam paru pada keadaan statik:

1. *Volume Tidal* (VT) adalah jumlah udara yang dihisap (*inspirasi*) tiap kali pada pernafasan tenang.
2. *Expiration Residual Volume* (ERV) atau volume cadangan ekspirasi adalah jumlah udara yang dapat dikeluarkan secara maksimal setelah *inspirasi* biasa.
3. *Inspiration Residual Volume* (IRV) atau volume cadangan inspirasi adalah jumlah udara yang dapat dihisap maksimal setelah inspirasi biasa.
4. *Residual Volume* (RV) atau volume residu adalah jumlah udara yang tinggal di dalam paru pada akhir ekspirasi maksimal.
5. *Vital Capacity* (VC) atau kapasitas vital adalah jumlah udara yang dapat dikeluarkan maksimal setelah inspirasi maksimal yaitu gabungan dari  $IRV+VT+ERV$ .
6. *Force Vital Capacity* (FVC) adalah sama dengan VC tetapi dilakukan secara cepat dan paksa.
7. *Inspirasi Capacity* (IC) atau kapasitas inspirasi adalah jumlah udara yang dapat dihisap maksimal setelah ekspirasi gabungan dari  $VT+IRV$ .
8. *Fungsional Residual Capacity* (FRC) atau kapasitas residu fungsional

adalah udara yang ada di dalam paru pada akhir ekspirasi biasa, gabungan dari  $ERV+RV$ .

9. *Total Lung Capacity* (TLC) atau kapasitas paru total adalah jumlah udara di dalam paru pada akhir inspirasi maksimal, gabungan dari  $FRV+VT+ERV+RV$ .

b. Volume dinamik :

1. *Forced Volume 1 second* (FEV1) atau volume ekspirasi paksa detik pertama adalah jumlah udara yang dapat dikeluarkan sebanyak-banyaknya dalam 1 detik pertama pada waktu ekspirasi maksimal setelah inspirasi maksimal.

2. *Maximal Voluntary Ventilation* (MVV) adalah jumlah udara yang dapat dikeluarkan secara maksimal dalam 2 menit dengan bernafas cepat dan dalam secara maksimal.

Kegunaan pemeriksaan fungsi paru adalah mendeteksi penyakit paru dengan gangguan pernapasan sebelum bekerja, kemudian secara berkala selama kerja untuk menemukan penyakit secara dini serta menentukan apakah seseorang mempunyai fungsi paru normal, restriksi, obstruksi atau bentuk campuran (*mixed*). Tujuan epidemiologis adalah menilai bahaya di tempat kerja dan mendapatkan standar bahaya tersebut.

#### 2.4.4 Gangguan Faal Paru dan Penyakit Paru

a. Gangguan Faal Paru

Untuk menginterpretasikan nilai faal paru yang diperoleh harus dibandingkan dengan nilai standarnya. Pada waktu ini banyak diterbitkan nilai normal yang kesemuanya mempunyai ciri-ciri yang berbeda dalam pengumpulan datanya tersebut dapat disebabkan oleh seleksi sampel, metodologi, teknik penilaian dan kelompok etnik subjek yang diperiksa. Interpretasi hasil pemeriksaan spirometri dapat dikategorikan sebagai berikut :

1. Restriktif (sindrom pembatasan)

Restriksi (sindrom pembatasan) adalah keterbatasan ekspansi paru yang ditandai dengan penurunan kapasitas vital (VC) dan volume istirahat yang kecil,

tetapi resistensi jalan nafas meningkat (West, 2010). Parameter yang dilihat adalah kapasitas vital (VC) dan kapasitas vital paksa (FVC). Pada gangguan restriktif baik hasil pengukuran FEV1 maupun FVC sama-sama berkurang sedikit sehingga rasio FEV1/FVC hasilnya dapat kembali normal atau meningkat dan biasanya kapasitas vital paksa (FVC) kurang dari 80% nilai prediksi (Harrianto, 2010).

## 2. Obstruktif (sindrom penyumbatan)

Obstruksi (sindrom penyumbatan) adalah setiap perlambatan atau gangguan kecepatan aliran udara yang masuk dan keluar dari dalam paru-paru (Yunus, 2006). Sindrom penyumbatan ini terjadi apabila kapasitas ventilasi menurun akibat menyempitnya saluran udara pernafasan. Biasanya ditandai dengan terjadi penurunan FEV1 yang lebih besar dibandingkan dengan FEV sehingga rasio FEV1/FVC menurun atau kurang dari 75% dan nilai FEV1 kurang dari 80% nilai prediksi (Harrianto, 2010). *Forced Expiratory Volume in 1 Second* (FEV1) adalah besarnya volume udara yang dikeluarkan dalam satu detik pertama. Lama ekspirasi orang normal berkisar antara 4-5 detik dan pada detik pertama orang normal dapat mengeluarkan udara pernafasan sebesar 80% dari nilai VC. Fase detik pertama ini dikatakan lebih penting dari fase-fase selanjutnya. Adanya okstruktif pernafasan didasarkan atas besarnya volume pada detik pertama tersebut. Interpretasi tidak didasarkan nilai absolutnya tetapi pada perbandingan dengan FVCnya. Bila FEV/FVC kurang dari 75% berarti tidak normal (Alsagaf dan Mangunegoro, 2004). Penyakit obstruktif seperti bronkitis kronik atau emfisema terjadi pengurangan FEV lebih besar dibandingkan kapasitas vital (kapasitas vital mungkin normal) sehingga rasio FEV/FVC kurang 80%.

## 3. Kombinasi obstruktif dan restriktif (*Mixed*)

Kombinasi obstruktif dan restriktif adalah suatu gangguan fungsi paru yang terjadi juga karena proses patologi yang mengurangi volume paru, kapasitas vital dan aliran, yang juga melibatkan saluran napas. Rendahnya FEV1/FVC (%) merupakan suatu indikasi obstruktif saluran nafas dan kecilnya volume paru merupakan restriktif (Rahmatullah, 2006).

Tabel 2.1 Klasifikasi Gangguan Faal Paru

<b>Klasifikasi</b>	<b>Pengukuran</b>
Nilai normal	FVC > 80% nilai prediksi untuk semua umur FEV1/FVC > 75%
Restriksi	a. FVC < 80%, FEV > 75%, nilai prediksi b. Restriksi ringan : FVC : 60%-80% nilai prediksi c. Restriksi sedang : FVC : 30%-59% nilai prediksi d. Restriksi berat : FVC < 30% nilai prediksi
Obstruksi	a. FVC > 80%, FEV $\leq$ 75% nilai prediksi b. Obstruksi ringan : FEV1/FVC: 60-75%
<b>Klasifikasi</b>	<b>Pengukuran</b>
	c. Obstruksi sedang: FEV1/FVC: 40-59% d. Obstruksi berat: FEV1/FVC: <40%
Mixed/kombinasi obstruktif dan restriktif	FVC < 80% FEV1 < 80% nilai prediksi

Sumber: *American Thoracic Society* (2004)

#### b. Penyakit Paru Kerja

Penyakit kerja paru adalah penyakit atau kerusakan paru yang disebabkan oleh debu, uap atau gas berbahaya yang terhirup pekerja di tempat kerja. Berbagai penyakit paru dapat terjadi akibat pajanan zat seperti serat, debu, dan gas yang timbul pada proses industrialisasi. Jenis penyakit paru yang timbul tergantung pada jenis zat pajanan, tetapi manifestasi klinis penyakit paru kerja mirip dengan penyakit paru lain yang tidak berhubungan dengan kerja. Penyakit paru kerja ternyata merupakan penyebab utama ketidakmampuan, kecacatan, kehilangan hari kerja dan kematian pada pekerja (Ikhsan *et al*, 2009).

Penyakit paru kerja dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis, salah satunya adalah klasifikasi berdasarkan gejala klinis atau penyakit seperti pada tabel berikut :

Tabel 2.2 Klasifikasi Penyakit Paru Kerja

<b>Kelompok Penyakit Utama</b>	<b>Agen Penyebab</b>
Iritasi saluran napas atas	Gas iritan, pelarut
Gangguan jalan napas	
Asma kerja	
Sensitisasi	
Berat molekul kecil	Diisosiyanat, anhidra, debu kayu
Berat molekul besar	Allergen dari binatang, lateks
Indikasi Iritan, RADS	Gas iritan, asap
Bisinosi	Debu kapas
<b>Kelompok Penyakit Utama</b>	<b>Agen Penyebab</b>

Efek debu biji-bijian	Biji-bijian
Bronkitis kronik/PPOK	Debu mineral, batu bara, uap, debu
Jejas inhalasi akut	
Pneumonitis toksik	Gas iritan, logam
Demam uap logam	Oksida logam, seng, tembaga
Demam uap polimer	Plastic
Inhalasi asap	Produk pembakaran
Pneumonitis hipersensitif	Bakteri, jamur, protein binatang
Penyakit infeksi	Tuberkolusis, virus bakteri
Pneumokoniosis	Asbes, silika, batubara, berilium, kobalt
Keganasan	
Kanker sinonasal	Debu kayu
Kanker paru	Asbes, radon
Mesotelioma	Asbes

Sumber: Ikhsan *et al*, (2009)

Guna menentukan apakah penyakit paru disebabkan oleh pekerjaan atau lingkungan, harus ditentukan penyakitnya, ditentukan sifatnya, kemudian ditentukan tingkat pajanan ditempat kerja atau lingkungan yang mungkin menjadi penyebab. Beberapa kriteria yang digunakan untuk menentukan bahwa suatu penyakit memang disebabkan oleh agen ditempat kerja atau lingkungan, antara lain gejala klinis dan perkembangannya sesuai dengan diagnosis, hubungan sebab akibat antara pajanan dan kondisi diagnosis telah ditentukan sebelumnya atau diduga kuat berdasarkan kepustakaan medis, epidemiologi atau toksikologi, terdapat pajanan yang diduga sebagai penyakit serta tidak ditemukan diagnosis lain.

Menurut Ikhsan *et al*, (2009) terdapat beberapa karakteristik penyakit paru kerja yaitu:

1. Penyakit paru kerja dan lingkungan mempunyai gejala yang tidak khas sehingga sulit dibedakan dengan penyakit paru lainnya. Dengan demikian penyebab penyakit paru kerja atau lingkungan harus dievaluasi dan ditatalaksana secara berkala.
2. Pajanan di tempat kerja menyebabkan lebih dari satu penyakit atau misalnya Pb dapat menyebabkan penyakit parenkim paru atau saluran napas.
3. Beberapa penyakit paru disebabkan oleh berbagai faktor dan faktor pekerjaan mungkin berinteraksi dengan faktor lainnya. Misalnya risiko menderita penyakit kanker pada pekerja terpajan debu asbes yang merokok, lebih besar dibandingkan pekerja yang terpajan asbestos.

4. Dosis pajanan penting untuk menentukan proporsi orang yang terkena penyakit atau beratnya penyakit. Dosis umumnya berhubungan dengan beratnya penyakit pada penderita yang mengalami toksisitas langsung nonimunologi seperti pneumonia toksik kimia, asbestosis atau silikosis. Pada penyakit keganasan atau immune-mediated, dosis biasanya lebih berhubungan dengan insidens dibandingkan beratnya penyakit.
5. Ada perbedaan kerentanan pada setiap individu terhadap pajanan zat tertentu. Faktor pejamu yang berperan dalam kerentanan terhadap agen lingkungan masih belum banyak diketahui, tetapi diduga meliputi faktor genetik yang diturunkan maupun faktor yang didapat seperti diet, penyakit paru lain dan pajanan lainnya.
6. Penyakit baru akibat pajanan ditempat kerja atau lingkungan biasanya timbul setelah periode laten yang dapat diduga sebelumnya.

#### 2.4.5 Diagnosis

Diagnosis ditegakkan dengan anamnesis, pemeriksaan fisis, dan pemeriksaan penunjang (Ikhsan et al, 2009).

##### a. Anamnesis

Riwayat Pekerjaan sangat penting untuk diketahui dan dinilai guna menentukan apakah suatu penyakit berhubungan dengan pekerjaan. Hal-hal yang perlu dinyatakan antara lain:

1. Riwayat pekerjaan ditanyakan sebagai berupa:
  - a) Pencatatan pekerjaan dan kegemaran yang terus-menerus atau *part time* secara kronologis.
  - b) Identifikasi bahan berbahaya ditempat kerja : bahan yang digunakan oleh pekerja, bahan yang digunakan oleh pekerja pembantu.
  - c) Hubungan antara pajanan dan gejala yang timbul : waktu antara mulai bekerja dan gejala pertama, urutan dan perkembangan gejala, hubungan antara gejala dan tugas tertentu, perubahan gejala pada waktu tidur.

2. Riwayat Penyakit, dinyatakan mengenai ada tidaknya penyakit/keluhan yang pernah diderita berupa :

- a) Batuk, batuk selama 3 bulan terjadi setiap tahun, sifat batuk (keras/tidak keras), waktu batuk (pagi/siang/malam/terus-menerus), peningkatan batuk selama 3 minggu atau lebih, selama 1 tahun terakhir.
- b) Dahak, dahak selama 3 bulan terjadi setiap tahun, waktu terjadinya dahak (pagi/siang/malam/terus-menerus), peningkatan batuk selama 3 minggu atau lebih, selama 3 tahun terakhir.
- c) Napas pendek, sejak 12 bulan terakhir pernah mengalami/tidak pernah mengalami terbangun tidur malam.
- d) Mengi (*wheezing*), sejak 3 bulan terakhir pernah mengalami/tidak, waktu mengi disertai napas pendek atau napas normal.
- e) Nyeri dada, sejak 3 bulan terakhir pernah mengalami/tidak, lamanya 1 minggu.
- f) Penyakit-penyakit lain yang pernah diderita: kecelakaan/operasi didaerah dada, gangguan jantung, bronkitis, pneumonia, pleuritis, TB paru, asma, gangguan dada yang lain.

3. Riwayat kebiasaan merokok

Dinyatakan kebiasaan merokok meliputi jumlah rokok yang dihisap, lama merokok, cara menghisap rokok, umur mulai menjadi oerokok, jenis rokok, dan kontinuiti merokok.

b. Pemeriksaan fisis berupa: keadaan umum, keadaan pulmonologik.

c. Pemeriksaan penunjang, berupa:

1. Rutin: laboratorium (darah,urin), foto toraks (PA dan lateral), spirometri
2. Khusus: uji alergi pada kulit, uji provokasi pada bronkus, sputum BTA, sitologi, bronkoskopi, patologi anatomi (biopsi), radiologi (tomogram, bronkografi, CT Scan).



## 2.5 Faktor yang Mempengaruhi Gangguan Faal Paru

Faktor-faktor yang mempengaruhi gejala saluran pernapasan dan gangguan ventilasi paru khususnya dari aspek tenaga kerja yang meliputi umur, lama paparan, masa kerja, kebiasaan merokok, status gizi dan penggunaan APD.

### a. Umur

Umur berhubungan dengan proses penuaan atau bertambahnya umur. Semakin tua umur seseorang semakin besar kemungkinan terjadi penurunan fungsi paru (Suyono, 2001). Kekuatan otot maksimal pada umur 20-40 tahun dan akan berkurang sebanyak 20% setelah usia 40 tahun (Pusparini, 2003). Dalam keadaan normal umur mempengaruhi frekuensi pernafasan dan kapasitas paru. Frekuensi pernafasan pada orang dewasa antara 16-18 kali permenit. Pada Individu normal terjadi perubahan nilai fungsi paru secara fisiologis sesuai dengan perkembangan umur dan pertumbuhan parunya.

Mulai pada fase anak sampai umur kira-kira 22-24 tahun terjadi pertumbuhan paru sehingga pada waktu nilai fungsi paru semakin besar bersamaan dengan pertambahan umur dan nilai fungsi paru mencapai maksimal pada umur 22-24 tahun. Beberapa waktu nilai fungsi paru menetap kemudian menurun secara perlahan-lahan, biasanya umur 30 tahun sudah mulai mengalami penurunan, berikutnya nilai fungsi paru (FEV = kapasitas vital paksa dan VEP1 = volume ekspirasi paksa satu detik pertama) mengalami penurunan rerata sekitar 20 ml tiap pertambahan satu tahun umur individu (Rahmatullah, 2009).

Tabel 2.3 Nilai Standar Kapasitas Vital Paru

Umur	Kapasitas vital (ml)
16	3900
17	4100
18	4200
19	4300
20	4320
21	4320
22	4300
23	4280
24	4250
25	4220
26	4200
27	4180
28	4150
29	4120

Umur	Kapasitas vital (ml)
30	4100
31-35	3990
36-40	3800
41-45	3600
46-50	3410
51-55	3240
56-60	3100
>60	2970

Sumber : Koesyanto dan Pawenang (2005)

b. Lama paparan

Lama paparan berdasarkan lamanya pekerja berada di tempat kerja dengan lama 8 jam sehari dan 40 jam seminggu. Semakin tinggi konsentrasi partikel dalam udara dan semakin lama paparan berlangsung, jumlah partikel yang mengendap di paru juga semakin banyak. Salah satu upaya pencegahan tersebut adalah menetapkan waktu bekerja sehari-hari yaitu selama tidak lebih dari 8 jam per hari atau 40 jam per minggu (UU Ketenagakerjaan Nomor 13 Tahun 2003). Lama paparan lebih dari 8 jam (> 8 jam) perhari mempunyai risiko kemungkinan terkena gangguan fungsi paru sebesar 2,2 kali dibandingkan responden dengan lama paparan kurang dari sama dengan 8 jam perhari (Triatmo *et al*, 2006)

c. Masa kerja

Gangguan fungsi paru yang mengakibatkan terjadinya penurunan pada nilai kapasitas vital paru yang timbul pada pekerja sangat bergantung pada lamanya pajanan dan banyaknya substansi asing yang terhirup. Menurut WHO (dalam Marpaung, 2012), hal ini bergantung pada tiga hal yakni, kadar substansi di dalam udara, jumlah kadar udara dengan lamanya paparan berlangsung/dosis kumulatif, dan waktu tinggal (retensi) lamanya substansi dalam paru-paru.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Putra *et al*. (2012), didapatkan kesimpulan bahwa adanya hubungan antara usia dan lama kerja dengan fungsi paru. Penelitian ini dilakukan pada juru parkir di Jalan Pandanaran Semarang dengan 28 responden penelitian.

d. Kebiasaan merokok

Merupakan kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang dalam menghisap rokok mulai dari satu batang atau lebih dalam satu hari (Bustan, 2007). Merokok

dapat menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran pernafasan dan jaringan paru. Merokok juga dapat lebih merendahkan kapasitas vital paru dibandingkan dengan beberapa bahaya kesehatan kerja (Suyono, 2001). Kebiasaan merokok akan mempercepat penurunan faal paru. Berdasarkan hasil penelitian Rahmatullah (2009), besarnya penurunan fungsi paru (FEV1) berhubungan langsung dengan kebiasaan merokok (konsumsi rokok). Pada orang dengan fungsi paru normal dan tidak merokok mengalami penurunan FEV1 20 ml pertahun, sedangkan pada orang yang merokok (perokok) akan mengalami penurunan FEV1 lebih dari 50 ml pertahunnya. Penurunan ekspirasi paksa tahun pertahun 28,7 ml untuk nonperokok, sebesar 38,4 ml untuk bekas perokok dan 41,7 ml untuk perokok aktif. Pengaruh asap dapat lebih besar dari pada pengaruh debu yang hanya sepertiga dari pengaruh buruk rokok (Depkes RI, 2003). Rata-rata perokok ringan dalam sehari < 10 batang/hari, bagi perokok sedang 10-20 batang/hari, dan perokok berat > 20 batang/hari (Bustan, 2007).

e. Status gizi

Status gizi, status gizi buruk akan menyebabkan daya tahan seseorang menurun, sehingga seseorang mudah terkena infeksi oleh mikroba. Berkaitan dengan infeksi saluran pernapasan, apabila terjadi secara berulang dan disertai batuk berdahak, akan menyebabkan seseorang yaitu dengan menghitung Indeks Massa Tubuh (IMT). Penggunaan IMT hanya untuk orang dewasa terjadinya bronkhitis kronis. Salah satu penilaian status gizi berusia lebih dari 18 tahun dan tidak dapat diterapkan pada bayi, anak, remaja, ibu hamil dan olahragawan (Supariasa, 2002). Untuk mengetahui nilai IMT dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$IMT = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{\text{Tinggi Badan (m)}^2}$$

Batas ambang IMT ditentukan dengan merujuk ketentuan FAO atau 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 Indonesia batas ambang dimodifikasi berdasarkan pengalaman klinis dan hasil penelitian di beberapa negara

berkembang. Pada akhirnya diambil kesimpulan batas ambang IMT untuk Indonesia adalah sebagai berikut (Supariasa, 2002):

Tabel 2.4 Kategori Indeks Massa Tubuh

Kategori	Keterangan	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	25,0-27,0
	Kelebihan berat badan tingkat berat	> 27,0

Sumber: WHO/FAO (2003)

f. Upaya mandiri dalam mengurangi paparan polutan

Upaya mandiri dalam mengurangi paparan polutan dapat dilakukan dengan melihat jenis paparan yang ada di tempat kerja. Pada pekerjaan juru parkir paparan yang ada adalah paparan gas dan debu yang dapat masuk melalui sistem pernafasan. Upaya mandiri dalam mengurangi paparan polutan diperlukan suatu alat untuk melindungi pekerja. Alat pelindung diri adalah suatu alat yang dipakai untuk melindungi diri dari tubuh terhadap bahaya-bahaya kecelakaan kerja untuk mencegah dan mengurangi tingkat keparahan dari kecelakaan yang terjadi. Pemakaian alat pelindung diri oleh pekerja di tempat kerja yang udaranya banyak mengandung debu, merupakan upaya mengurangi masuknya partikel debu kedalam saluran pernafasan (Pusparini, 2003). Alat pelindung diri (APD) yang berfungsi sebagai pelindung hidung dan mulut yang merupakan alat pelindung pernafasan berupa inhalasi debu, gas, uap, *mist* (kabut), *fume*, asap dan *fog*. Dengan mengenakan alat pelindung diri diharapkan pekerja melindungi dari kemungkinan terjadinya gangguan pernafasan akibat terpapar udara yang kadar debunya tinggi. Walaupun demikian, tidak ada jaminan bahwa dengan mengenakan masker, seorang pekerja akan terhindar dari kemungkinan terjadinya gangguan pernafasan (Suma'mur, 2009).

APD merupakan upaya terakhir dalam usaha perlindungan bagi pekerja, oleh karena itu alat pelindung diri harus memenuhi persyaratan antara lain: enak dipakai, tidak mengganggu kerja dan memberikan perlindungan yang efektif terhadap jenis

bahaya yang ada (Suma'mur, 2009). APD adalah suatu alat yang dipakai untuk melindungi diri dari tubuh terhadap bahaya-bahaya kecelakaan kerja, misalnya pelindung kepala, sarung tangan, pelindung pernafasan (respirator dan masker), serta pelindung kaki. Pemilihan APD yang handal secara cermat adalah persyaratan mutlak dan mendasar. Pemakaian APD yang tidak tepat dapat mencelakakan tenaga kerja yang memakainya karena mereka tidak terlindung dari bahaya potensial yang ada di tempat mereka terpapar.

## 2.6 Juru Parkir

Juru parkir adalah orang membantu kendaraan yang keluar masuk ke tempat parkir. Juru parkir yang biasa disingkat jukir bekerja dari pukul 07.00 hingga 21.00. Jukir di Kabupaten Jember dibagi menjadi juru parkir dalam kota dan juru parkir luar kota. Jumlah total juru parkir di Kabupaten Jember sebanyak 316 orang, 270 orang merupakan juru parkir dalam kota dan 46 orang merupakan juru parkir luar kota. Juru parkir wilayah kota dibagi menjadi 5 sektor wilayah parkir, yakni Sektor A, Sektor B, Sektor C, Sektor D dan Sektor E. Sektor A meliputi area Jalan Diponegoro hingga depan Depot Jawa Timur dan sekitar alun-alun kota. Sektor B meliputi area Masjid Al-Huda, Jalan Kenanga, Jalan Gajah Mada hingga depan Bank BNI 46 Cabang Alun-Alun. Sektor C meliputi area Jalan Pandjaitan, Jalan Letjen Suprpto, Jalan Trunojoyo dan Jalan PB Sudirman. Sektor D meliputi Jalan Samanhudi, Jalan Gajah Mada sebelah selatan dan area sekitar Toko Slamet. Sektor E meliputi Jalan Kalimantan, Jalan Jawa, Jalan Mastrip dan Jalan Sumatra (Dinas Perhubungan Kabupaten Jember, 2016).

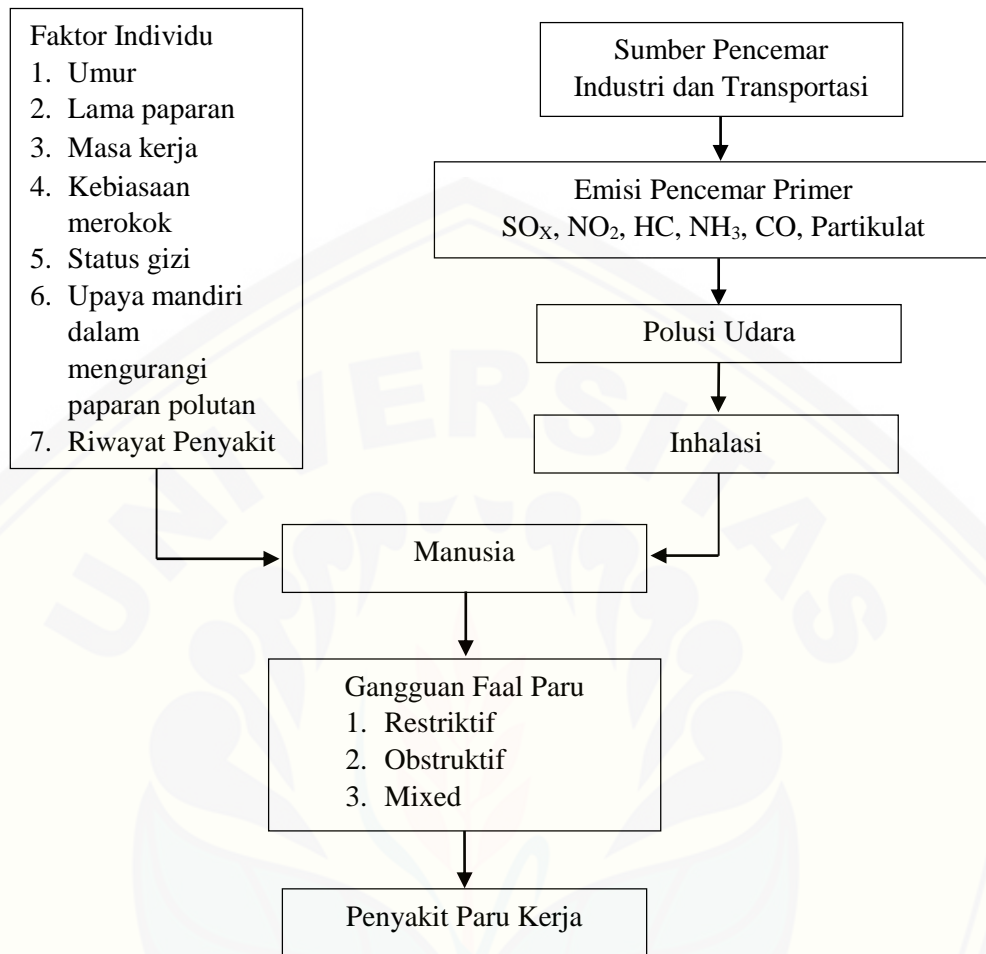
Menurut Dinas Perhubungan Kabupaten Jember (2016), Standar Operasional Prosedur (SOP) Juru Parkir antara lain :

1. Menata kendaraan dengan rapi.
2. Tidak boleh memungut retribusi dalam wilayah Propinsi Jawa Timur (terkecuali kendaraan luar Propinsi Jawa Timur).
3. Harus membawa karcis parkir yang sudah diporporasi oleh Dinas Pendapatan Daerah.
4. Menghimbau kepada pengguna parkir untuk mengunci kendaraannya.

5. Membantu untuk mengawasi dan mengamankan kendaraan sesuai dengan volume kendaraan dan kemampuan jukir.
6. Harus berseragam lengkap dan memakai atribut yang sudah diberikan dari Dinas Perhubungan Kabupaten Jember.
7. Menyetorkan retribusi luas Propinsi Jawa Timur ke kas umum daerah melalui kantor parkir.
8. Melakukan pekerjaan sehari-hari sesuai dengan jadwal yang dibuat oleh kantor parkir



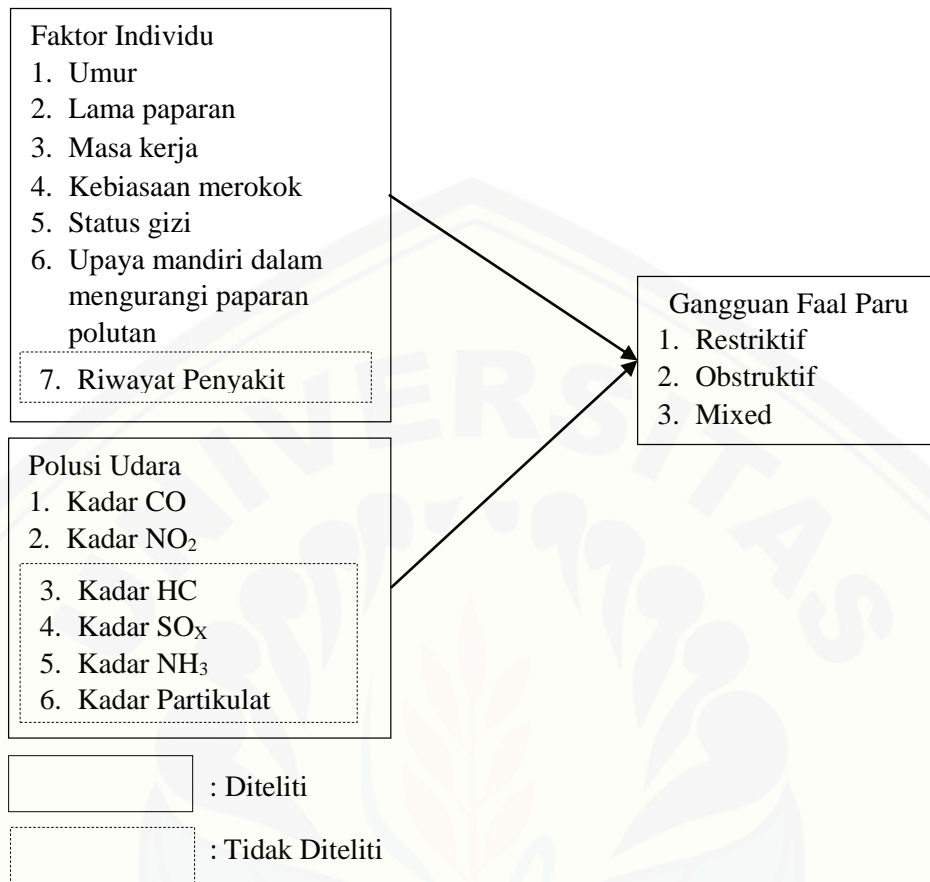
## 2.7 Kerangka Teori



Gambar 2.2 Kerangka Teori

Sumber: Modifikasi Soedomo (2001:43) dan Putra, dkk (2012)

## 2.8 Kerangka Konsep



Gambar 2.3 Kerangka Konsep

Berdasarkan Gambar 2.2 peneliti akan meneliti tentang variabel independen (yang berhubungan) yakni faktor individu (umur, lama paparan, masa kerja, kebiasaan merokok, status gizi, dan upaya mandiri dalam mengurangi paparan polutan) serta kadar CO dan NO<sub>2</sub> di udara dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E. Variabel riwayat penyakit tidak diteliti karena penelitian ini berfokus pada pengaruh kadar CO dan NO<sub>2</sub> terhadap gangguan faal paru. Variabel CO dan NO<sub>2</sub> dipilih karena gas-gas ini kadarnya cenderung lebih banyak dari gas yang lain. Hal itu disebabkan presentase kendaraan yang melintas di area Sektor E didominasi oleh kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar premium maupun pertamax yang mengandung senyawa hidrokarbon yang tinggi. Variabel independen akan dianalisis sesuai dengan tujuan peneliti, sehingga dari penelitian ini akan didapatkan hasil yang menunjukkan adanya hubungan dengan variabel dependen yakni gangguan faal paru.



## 2.9 Hipotesis

Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian, dimana rumusan masalah penelitian telah dinyatakan dalam bentuk kalimat pernyataan (Sugiyono, 2012:64). Berdasarkan kerangka konseptual diatas, maka hipotesis penelitian ini adalah :

- a. Ada hubungan antara faktor umur dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.
- b. Ada hubungan antara faktor lama paparan dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.
- c. Ada hubungan antara faktor masa kerja dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.
- d. Ada hubungan antara faktor kebiasaan merokok dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.
- e. Ada hubungan antara faktor status gizi dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.
- f. Ada hubungan antara faktor upaya mandiri dalam mengurangi paparan polutan dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.
- g. Ada hubungan antara kadar CO dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.
- h. Ada hubungan antara kadar NO<sub>2</sub> dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan kuantitatif. Penelitian kuantitatif didasarkan pada pengukuran kuantitas atau jumlah. Hal ini berlaku untuk fenomena yang dapat dinyatakan dalam segi kuantitas (Khotari, 2004:3). Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian analitik yaitu penelitian yang ditujukan untuk menguji hipotesis dan mengadakan interpretasi yang lebih dalam tentang hubungan-hubungan variabel bebas dengan variabel terikat (Notoatmodjo, 2012:37). Fenomena yang digali pada penelitian ini adalah kadar CO dan NO<sub>2</sub> di udara terhadap faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *cross sectional*, yaitu suatu penelitian untuk mempelajari dinamika korelasi antara faktor risiko dengan efek, dengan cara pendekatan, observasi atau pengumpulan data sekaligus pada suatu saat (*point time approach*). Artinya, tiap subyek penelitian hanya diobservasi sekali saja dan pengukuran dilakukan terhadap status karakter atau variabel subjek pada saat penelitian. Subyek penelitian tidak harus diperiksa pada hari atau waktu yang sama, penelitian *cross sectional* ini juga sering disebut penelitian transversal (Notoatmodjo, 2012:38).

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di area parkir Sektor E Kabupaten Jember yang meliputi Jalan Kalimantan, Jalan Jawa, Jalan Mastrip, dan Jalan Sumatra. Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2016 sampai dengan bulan Juni 2017. Kegiatan ini dimulai dengan penyusunan proposal, studi pendahuluan, pelaksanaan penelitian, pembahasan hasil, hingga penyusunan laporan.

### 3.3 Penentuan Populasi dan Sampel

#### 3.3.1 Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian adalah sejumlah besar subyek yang mempunyai karakteristik tertentu (Sastroasmoro dan Ismael, 2011:88). Populasi pada penelitian ini adalah seluruh juru parkir yang berada di wilayah parkir Sektor E di Kabupaten Jember yang berjumlah 38 orang.

#### 3.3.2 Sampel Penelitian

Sampel penelitian adalah bagian dari populasi yang dipilih dengan cara tertentu sehingga dianggap dapat mewakili populasinya (Sastroasmoro dan Ismael, 2014:90). Penentuan besar sampel pada penelitian ini menggunakan rumus berikut (Sastroasmoro dan Ismael, 2011:365):

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

$$n = \frac{(1,96^2) 0,5 (1-0,5) 38}{(0,1^2)(38-1) + (1,96^2) 0,5 (1-0,5)}$$

$$n = \frac{(3,84) 0,5 (0,5) 38}{(0,01)(37) + (1,96^2) 0,5 (1-0,5)}$$

$$n = \frac{36,4952}{0,37 + 0,9604}$$

$$n = \frac{36,4952}{1,3304}$$

$n = 27,4317$  dibulatkan menjadi 27 responden.

Keterangan :

- N : Besar Populasi yaitu sebanyak 38 orang
- n : Besar sampel
- $Z^2$  : Nilai distribusi normal baku pada tingkat kepercayaan 95% sebesar 1,96
- d : presisi absolute kesalahan (0,1)
- P : harga proporsi di populasi (0,5)

Berdasarkan perhitungan sampel diatas, total besar sampel yang diteliti adalah 27 orang juru parkir yang berada di wilayah Sektor E di Kabupaten Jember.

Kriteria inklusi dan eksklusi yang ditetapkan oleh peneliti dalam sampel penelitian, diantaranya sebagai berikut:

a Kriteria Inklusi

Kriteria Inklusi adalah karakteristik umum subyek penelitian dari suatu populasi terjangkau yang akan diteliti (Notoatmodjo, 2012:130). Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah:

- 1) Pekerja sehat pada saat dilakukannya penelitian.
- 2) Bekerja sebagai juru parkir lebih dari 2 tahun.

b Kriteria Eksklusi

- 1) Penderita yang menderita penyakit kronis seperti tuberkulosa kronis.
- 2) Penderita yang sedang dalam keadaan mengkonsumsi obat-obatan kardiovaskuler.

Penyaringan kriteria inklusi dilakukan dengan cara *screening* yaitu dengan menanyakan gejala-gejala utama penyakit tuberkulosa kronis kepada responden.

### 3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel

Penentuan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *simple random sampling* sehingga setiap anggota memiliki kesempatan yang sama untuk diseleksi sebagai sampel. Penentuan jumlah sampel di setiap lingkungan berdasarkan proporsi dengan rumus sebagai berikut:

$$nh = \frac{Nh \times n}{N}$$

Keterangan:

- nh : besarnya sampel untuk sub populasi  
 Nh : total masing-masing sub populasi  
 N : total populasi secara keseluruhan  
 n : besar sampel

No	Wilayah Parkir	Nh	N	N	$nh = \frac{Nh \times n}{N}$
1.	Jalan Jawa	23	38	27	17
2.	Jalan Kalimantan	7	38	27	5
3.	Jalan Sumatra	5	38	27	3
4.	Jalan Mastrip	3	38	27	2
	Total				27

### 3.4 Variabel dan Definisi Operasional

#### 3.4.1 Variabel Penelitian

Variabel bebas (*independent variable*) adalah variabel yang mempengaruhi atau menjadi penyebab atau timbulnya variabel terikat (Sugiyono, 2014:39). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah umur, lama paparan, masa kerja, kebiasaan merokok, status gizi, upaya mandiri dalam mengurangi paparan polutan, kadar CO dan NO<sub>2</sub> di udara terhadap faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.

Variabel terikat (*dependent variable*) merupakan variabel yang dipengaruhi atau menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2014:39). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.

#### 3.4.2 Definisi Operasional

Definisi Operasional adalah uraian tentang variabel yang dimaksud atau tentang apa yang diukur oleh variabel yang bersangkutan (Notoatmodjo, 2012:112).

Definisi operasional variabel dalam penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 3.5 Variabel, Definisi Operasional, Kriteria Penilaian, dan Skala Data

No.	Variabel	Definisi Operasional	Kriteria Penilaian	Teknik Pengumpulan Data	Skala Data
<b>Variabel terikat</b>					
1.	Gangguan faal paru	Keadaan pada paru-paru yang tidak berfungsi sebagaimana mestinya baik fase inspirasi atau ekspirasi yang dapat diketahui dengan cara mengukur nilai faal paru.	1. Tidak mengalami gangguan FEV1/FVC > 75% dan FVC > 80% nilai prediksi 2. Mengalami gangguan FEV1/FVC < 75% dan FVC < 80% nilai prediksi (American Thoracic Society, 2004)	Pengukuran FVC dan FEV1 menggunakan spirometri	Nominal
<b>Variabel Bebas</b>					
2.	Gas CO	Zat yang dapat diketahui dengan pengukuran menggunakan CO monitor	0. ≤ 25 ppm 1. > 25 ppm (Permenakertrans No:13/MEN/X/2011)	Pengukuran dengan menggunakan CO monitor	Nominal

No.	Variabel	Definisi Operasional	Kriteria Penilaian	Teknik Pengumpulan Data	Skala Data
3.	Gas NO <sub>2</sub>	Zat hasil pembakaran tidak sempurna yang dapat diketahui dengan pengukuran menggunakan metode <i>Gries Saltzman</i>	0. ≤ 3 ppm 1. > 3 ppm (Permenakertrans No:13/MEN/X/2011)	Pengukuran dengan menggunakan larutan penjerat <i>Gries Saltzman</i>	Nominal
4.	Karakteristik Individu				
	a. Umur	Lama hidup responden sejak lahir sampai penelitian dilakukan	0. ≤ 20 tahun 1. 21-30 tahun 2. 31-40 tahun 3. 41-50 tahun 4. > 50 tahun	Wawancara dengan kuisisioner	Ordinal
	b. Lama paparan	Waktu responden terpapar di tempat kerja dalam sehari dengan satuan jam/hari	0. ≤ 4 jam/hari 1. > 4 jam/hari	Wawancara dengan kuisisioner	Nominal
	c. Masa kerja	Lama responden bekerja dalam satuan tahun terhitung pertama kali bekerja sampai penelitian dilakukan	0. ≤ 5 tahun 1. 6-10 tahun 2. > 10 tahun	Wawancara dengan kuisisioner	Ordinal
	d. Kebiasaan merokok	Kebiasaan membakar tembakau kemudian menghisap asapnya baik menggunakan rokok atau pipa yang dihisap setiap hari	0. Tidak merokok 1. Perokok ringan: <10 batang/hari 2. Perokok sedang: 10-20 batang/hari 3. Perokok berat: >20 batang/hari (Bustan, 2007)	Wawancara dengan kuisisioner	Nominal
	e. Upaya mandiri dalam mengurangi paparan polutan	Cara pekerja mengurangi kontak dengan zat bahaya di tempat kerja yang masuk ke dalam tubuh untuk meminimalisir efek kesehatan yang ditimbulkan (memiliki fungsi seperti APD, bersifat melekat	1. Selalu: pekerja selama bekerja selalu berupaya membatasi diri dari bahaya paparan di tempat kerja saat bekerja 2. Kadang-kadang: pekerja kadang-kadang membatasi diri dari bahaya paparan di tempat kerja saat bekerja 3. Tidak: pekerja tidak pernah melakukan	Observasi	Ordinal

No.	Variabel	Definisi Operasional	Kriteria Penilaian	Teknik Pengumpulan Data	Skala Data
		pada tubuh pekerja)	upaya membatasi diri dari bahaya paparan di tempat kerja saat bekerja		
f.	Status gizi	Keadaan tubuh responden pada saat penelitian akibat konsumsi makanan dan zat gizi diukur dengan menggunakan rumus $(BB/TB^2)$ dengan satuan $kg/m^2$ (Supriasa, 2012)	0. >27: Obesitas 1. 25,1-27: <i>Overweight</i> 2. 18,5-25: Normal 3. <18,5: Kurus (Depkes RI, 2005)	Pengukuran indeks masa tubuh (IMT) dengan mengukur tinggi badan menggunakan <i>microtoise</i> dan menggunakan <i>bathroomscale</i>	Ordinal

### 3.5 Data dan Sumber data

#### a. Data Primer

Data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data (Sugiyono, 2014:137). Dalam penelitian ini, data primer diperoleh melalui wawancara langsung pada juru parkir wilayah Sektor E Kabupaten Jember untuk mengetahui identitas diri, umur, lama paparan, masa kerja, status gizi, kebiasaan merokok dan upaya mandiri dalam mengurangi paparan polutan.

#### b. Data Sekunder

Data sekunder adalah sumber yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya dokumen (Sugiyono, 2014:137). Dalam penelitian ini, data sekunder yang dimaksud adalah data yang berhubungan dengan kadar udara ambien di Kabupaten Jember dan data juru parkir di Kabupaten Jember. Data tersebut dapat diperoleh dari hasil pengukuran kualitas udara Kantor Lingkungan Hidup Kabupaten Jember dan data juru parkir dari Dinas Perhubungan Kabupaten Jember.

### 3.6 Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

#### 3.6.1 Teknik Pengumpulan data

##### a. Wawancara

Wawancara adalah suatu metode yang digunakan untuk mengumpulkan data oleh penulis dengan cara mendapatkan keterangan secara lisan dari seseorang sasaran penelitian (responden) atau bercakap-cakapan berhadapan muka dengan orang (*face to face*) (Notoatmodjo, 2012:139). Proses wawancara dilakukan untuk memperoleh keterangan dengan cara tanya jawab, sambil bertatap muka antara penanya dan penjawab dengan menggunakan alat yang dinamakan *interview guide* (panduan wawancara) yang di dalam pelaksanaannya berupa kuisisioner (Nazir, 2009:200). Wawancara dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui identitas diri, umur, lama kerja, masa kerja, kebiasaan merokok dan status gizi juru parkir Sektor E Kabupaten Jember.

##### b. Dokumentasi

Dokumentasi adalah catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumentasi bisa berbentuk tulisan, gambar atau karya-karya monumental dari seseorang. Dokumentasi merupakan pelengkap dari penggunaan metode observasi dan wawancara dalam penelitian (Sugiyono, 2014:240). Pada penelitian ini, kegiatan dokumentasi dilakukan untuk memperoleh rekaman hasil wawancara mendalam dengan responden dan membantu dalam observasi agar lebih efektif dan efisien. Dokumentasi dilakukan dengan mengambil gambar menggunakan kamera digital.

##### c. Pengukuran

Pengukuran dalam penelitian ini yaitu pengukuran kadar gas CO dan NO<sub>2</sub> menggunakan alat pengukur yakni CO monitor dan Spektrofotometer dengan metode *Griess Saltzman* yang dilakukan oleh pihak UPT K3, pengukuran indeks masa tubuh (IMT) menggunakan *microtoise* dan *bathroomscale* oleh peneliti, serta pengukuran faal paru pekerja menggunakan spirometri yang akan dilakukan oleh petugas Balai Kesehatan Olah Raga dan Pusat Informasi Pencegahan Penyakit Metabolik (BKOR-PIPPM) Kabupaten Lumajang.



### 3.6.2 Instrumen Pengumpulan Data

Alat pengumpulan data adalah alat yang digunakan penulis untuk memperoleh data yang dibutuhkan (Notoatmodjo, 2012:152). Instrumen dalam penelitian ini yaitu:

#### a. Kuisisioner

Kuisisioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan tertulis kepada responden untuk dijawabnya (Sugiyono, 2014:142). Kuisisioner dalam penelitian ini berisi pertanyaan identitas diri, umur, lama kerja, masa kerja, kebiasaan merokok dan status gizi juru parkir Sektor E Kabupaten Jember.

#### b. Alat Ukur Status Gizi

Menurut Supariasa (2013:60) dalam mengukur status gizi menggunakan perhitungan Indeks Masa Tubuh (IMT) yaitu menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Menurut Ningtyas (2010) dalam pengukuran Berat Badan (BB) menggunakan *bathroomscale* dengan langkah-langkah yaitu:

1. Jarum penunjuk berat badan harus menunjuk angka nol.
2. Pakaian yang dikenakan responden diusahakan seminimal mungkin.
3. Responden berdiri tegak diatas *bathroomscale* dan angka yang ditunjuk oleh jarum timbangan adalah nilai berat badan responden.

Menurut Ningtyas (2010) dalam pengukuran Tinggi Badan (TB) menggunakan *microtoise* dengan langkah-langkah yaitu:

1. *Microtoise* ditempelkan dengan paku pada dinding yang lurus datar setinggi 2 meter dari lantai yang datar. Angka pada *microtoise* sebelum digunakan harus menunjukkan angka nol.
2. Alas kaki dilepas. Responden harus berdiri tegak yaitu kaki lurus dengan tumis, pantat, punggung dan kepala bagian belakang serta menempel pada dinding. Pandangan responden harus lurus ke depan.

3. *Microtoise* dirutunkan sampai menyentuh bagian kepala atas, siku harus menempel pada dinding. Baca skala yang tertera pada *microtoise*. Angka yang muncul adalah nilai tinggi badan responden.

c. Pengukuran Kadar CO dan NO<sub>2</sub>



Gambar 3.4 Denah area parkir Sektor E Kabupaten Jember

Area parkir Sektor E Kabupaten Jember meliputi Jalan Kalimantan, Jalan Mastrip, Jalan Sumatra dan Jalan Jawa. Area jalan di Sektor E memiliki fungsi sebagai jalan lokal, yakni jalan yang melayani angkutan setempat terutama angkutan jarak pendek dan kecepatan rata-rata rendah serta akses yang tidak dibatasi. Tipe jalan di area Sektor E merupakan jalan dua arah dengan lebar jalur yang cukup sempit. Bahu jalan di area Sektor E memiliki banyak hambatan seperti pejalan kaki yang menyebrang, area parkir bahu jalan dan banyak kendaraan yang keluar masuk ke samping jalan. Lokasi titik sampel pengukuran didasarkan pada persebaran lokasi juru parkir. Setiap jalan diambil masing-masing satu titik pusat guna mengetahui kadar gas di jalan tersebut. Lokasi pengukuran dalam penelitian ini terdiri dari 4 titik yakni Titik 1 (Depan Café Jukker), Titik 2 (Depan Toko Bursa Mahasiswa), Titik 3 (Depan STIE Mandala) dan Titik 4 (Depan SMAN 2 Jember). Pemilihan titik pusat mengacu pada SNI 19-7119.6-2005 tentang pemilihan titik sampel pengukuran yang merupakan Standar Nasional Indonesia. Pengukuran

kadar gas CO dan gas NO<sub>2</sub> akan dilakukan oleh petugas teknis UPT K3 Surabaya sesuai dengan Standar Nasional Indonesia.

#### 1. Pengukuran Kadar CO

Pengukuran kadar CO dengan menggunakan CO monitor. Langkah-langkah pengoperasian sebagai berikut:

- a) Memeriksa keadaan fisik CO monitor dan pastikan dalam keadaan baik.
- b) Memasangkan baterai 9 volt pada bodi CO monitor.
- c) Menekan tombol ON untuk menghidupkan CO monitor.
- d) Memaparkan CO monitor selama 30 menit.
- e) Dilayar display akan muncul angka yang dihasilkan dari paparan.
- f) Catat angka yang muncul dilayar display.
- g) Tekan tombol OFF untuk mematikan CO monitor.

#### 2. Pengukuran Kadar NO<sub>2</sub>

Pengukuran kadar NO<sub>2</sub> menggunakan larutan penjerat *Griess Saltzman* (SNI 19-7119.2-2017). Langkah-langkah pengoperasian sebagai berikut:

- a) Susun peralatan pengukuran dengan urutan: 1) botol penjerap (*fritted bubbler*), 2) perangkap uap (*mist trap*), 3) arang aktif (*soda lime*), 4) *flow meter* yang dapat mengukur laju alir 0,4 L/menit, 5) kran pengatur, 6) pompa.
- b) Masukkan larutan penjerap *Griess Saltzman* sebanyak 10 mL ke dalam botol penjerap.
- c) Hidupkan pompa penghisap udara dan atur kecepatan alir 0,4 L/menit, setelah stabil catat laju alir awal (F<sub>1</sub>).
- d) Lakukan pengambilan contoh uji selama 1 jam dan catat temperatur dan tekanan udara.
- e) Setelah 1 jam catat laju alir akhir (F<sub>2</sub>) dan kemudian matikan pompa penghisap.
- f) Analisis dilakukan di lapangan dengan segera setelah pengambilan contoh uji.

d. Alat Ukur Kapasitas Paru

Alat yang digunakan adalah spirometri. Berikut langkah-langkah yang dilakukan:

1. Ukur tinggi badan dan berat badan.
2. Mempersiapkan alat spirometri merk MIR SP 10 Spirometri
3. Menginput data nama, umur, jenis kelamin, berat badan, tinggi badan dan etnik atau ras pada spirometri.
4. Melakukan latihan pernafasan kurang lebih tiga kali melalui mulut.
5. Posisikan, ambil napas maksimal melalui mulut dan keluarkan pada pipa spirometri hingga muncul hasil pengukuran. Hasil pengukuran akan keluar melalui layar spirometri.

### 3.7 Teknik Pengolahan dan Penyajian data

#### 3.7.1 Teknik Pengolahan Data

Sebelum data disajikan maka untuk mempermudah analisis dilakukan beberapa hal yaitu:

a. *Editing* atau memeriksa

Proses *editing* adalah memeriksa daftar pertanyaan yang telah diserahkan oleh para pengumpul data. Pemeriksaan daftar pertanyaan meliputi kelengkapan jawaban, keterbacaan tulisan, dan relevansi jawaban. Tujuannya adalah mengurangi kesalahan atau kekurangan yang ada daftar pertanyaan (Saryono, 2011:176).

b. *Coding* atau memberi tanda kode

*Coding* adalah pengklasifikasian hasil observasi yang sudah ada. Biasanya klasifikasi dilakukan dengan cara memberi tanda atau kode berbentuk angka pada masing-masing jawaban (Saryono, 2011:177).

c. *Tabulating*

Kegiatan ini dilakukan dengan cara memasukkan data yang diperoleh ke dalam tabel-tabel sesuai dengan variabel yang diteliti (Saryono, 2011:177).

### 3.7.2 Teknik Penyajian Data

Penyajian data adalah salah satu kegiatan dalam pembuatan laporan hasil penelitian yang telah dilakukan agar dapat dipahami, dianalisis sesuai dengan tujuan yang diinginkan dan kemudian ditarik kesimpulan sehingga menggambarkan hasil penelitian (Budiarto, 2002:41). Data yang diperoleh dari hasil wawancara dan pengukuran dalam bentuk teks atau narasi dan tabel yang dianalisis serta ditarik kesimpulan sehingga dapat menggambarkan hasil penelitian.

## 3.8 Analisis Data

Analisis data dapat memberikan arti dan makna yang berguna dalam menyelesaikan masalah penelitian. Analisis data merupakan proses data merupakan proses mengorganisasikan dan mengurutkan data ke dalam pola, kategori, dan satuan uraian dasar sehingga dapat ditemukan tema dan dapat dirumuskan hipotesis kerja seperti yang disarankan oleh data (Moloeng, 2009:248).

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan dua cara, yaitu:

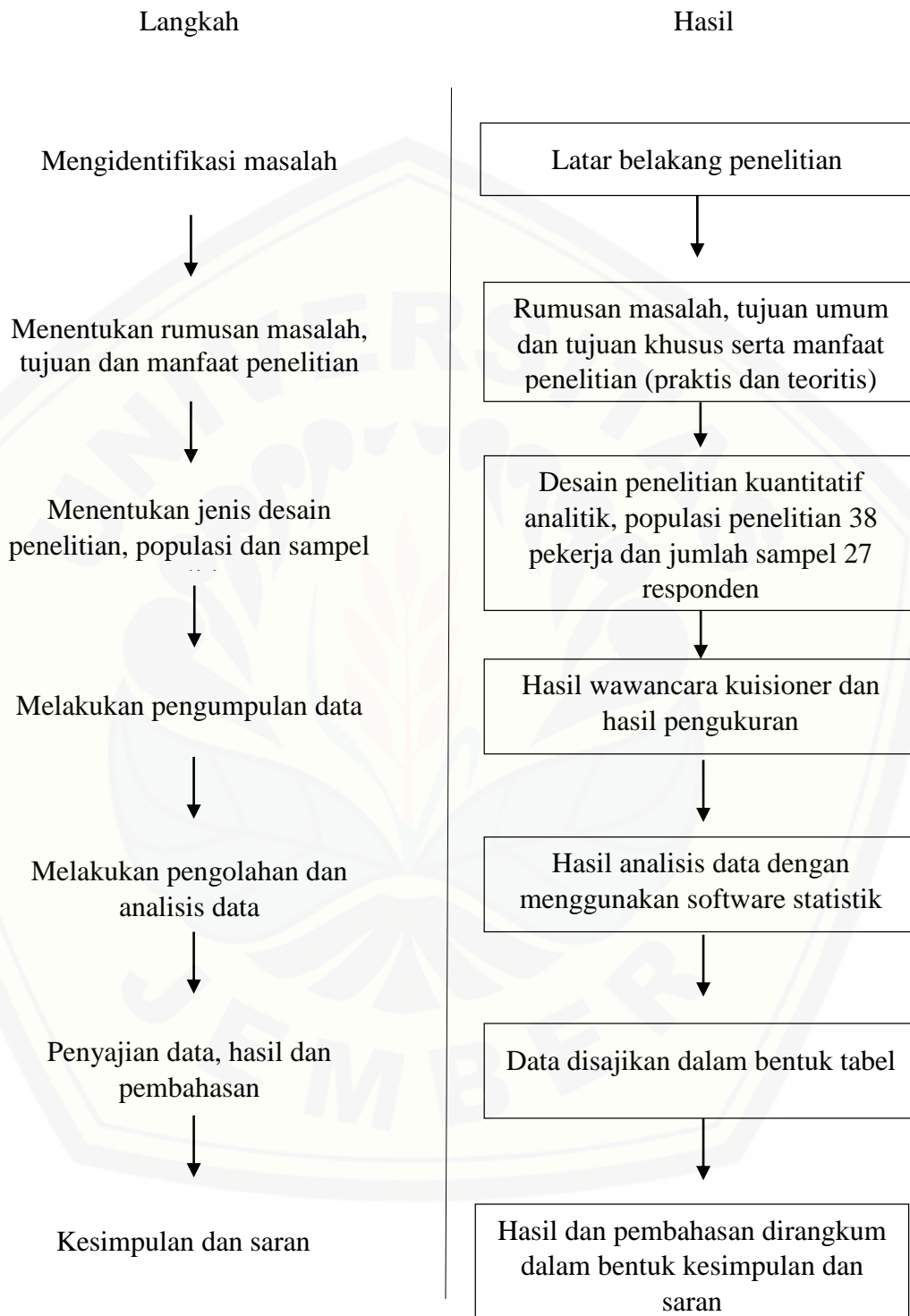
#### a. Analisis Univariat (Analisis Deskriptif)

Analisis deskriptif digunakan untuk mendiskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi (Notoatmodjo, 2012:182). Dalam penelitian ini analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan variabel bebas yaitu umur, lama paparan, masa kerja, kebiasaan merokok, status gizi upaya mandiri dalam mengurangi paparan polutan, kadar polutan dan gangguan faal paru juru parkir di Sektor E Kabupaten Jember.

#### b. Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan terhadap dua variabel yang diduga berhubungan atau berkorelasi (Notoatmodjo, 2012:138). Analisis bivariat pada penelitian ini menggunakan teknik uji statistik yaitu uji asosiasi *Lambda*. Pemilihan uji ini dikarenakan variabel yang diteliti mempunyai skala data nominal dan ordinal. Penelitian ini juga hanya bertujuan untuk mengetahui adanya hubungan atau tidak saja.

### 3.9 Alur Penelitian



Gambar 3.5 Alur Penelitian

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil dan pembahasan dari penelitian kadar CO dan NO<sub>2</sub> di udara terhadap faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Sebagian besar responden berumur 41-50 tahun, bekerja lebih dari 4 jam perhari, memiliki masa kerja lebih dari 10 tahun, memiliki kebiasaan merokok sebagai perokok sedang, memiliki status gizi *overweight* dan tidak melakukan upaya mandiri dalam mengurangi paparan polutan sehingga responden beresiko mengalami gangguan faal paru.
- b. Hanya kadar CO dan NO<sub>2</sub> di Jalan Jawa yang melebihi NAB sehingga beresiko menyebabkan gangguan kesehatan. Sedangkan kadar CO dan NO<sub>2</sub> pada tiga titik lainnya yakni Jalan Kalimantan, Jalan Mastrip dan Jalan Sumatra tidak melebihi NAB.
- c. Sebagian besar responden mengalami gangguan faal paru karena menerima paparan asap rokok dan poluta di udara.
- d. Ada hubungan yang signifikan antara variabel umur, lama paparan, masa kerja, kebiasaan merokok, status gizi dan upaya membatasi diri dari paparan di tempat kerja dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember
- e. Ada hubungan antara kadar CO dan NO<sub>2</sub> dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E di Kabupaten Jember.

### 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh peneliti untuk menjadi pertimbangan bagi pihak-pihak yang terkait sebagai berikut:

- a. Bagi Dinas Perhubungan Kabupaten Jember
  - 1) Membuat peraturan tentang batasan umur pada tahap rekrutmen pekerja baru.

- 2) Memberikan alat pelindung diri berupa alat pelindung pernafasan (masker) kepada juru parkir.
  - 3) Menempatkan ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara) pada titik-titik dengan kepadatan lalu lintas yang tinggi mengacu pada ISPU yang ada di Kota Surabaya
  - 4) Membuat peraturan tentang larangan merokok pada saat bekerja.
- b. Bagi Juru Parkir Sektor E di Kabupaten Jember
- 1) Pekerja hendaknya mematuhi peraturan tentang larangan merokok pada saat bekerja.
  - 2) Pekerja hendaknya mematuhi peraturan tentang menggunakan masker saat bekerja.
- c. Bagi Peneliti Selanjutnya
- 1) Menambahkan variabel lain yang seperti gas HC, gas NH<sub>3</sub> dan partikulat debu yang dapat berpengaruh dengan kejadian gangguan faal paru.
  - 2) Mempertimbangkan variabel riwayat penyakit dan pembagian *shift* kerja dalam penelitian.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Agusnar, H. 2007. *Kimia Lingkungan*. Medan: USU Press
- American Thoracic Society. 2004. Standart for The Diagnosis and Care of Pateint With Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) anda Asthma. *European Respiratory Journal*. <http://www.thoracic.org/statements/> [28 Agustus 2016]
- Anugrah, P. 2010. Faktor Risiko Paparan Debu pada Faal Paru Pekerja Bagian Produksi PT. Semen Tonasa Pangkep 2009, *Jurnal MKMI, Vol 6 No.3 hal 160-167* [serial online] [1 April 2017]
- Badan Pusat Statistik. 2007. *Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia*. Jakarta:BPS
- Badan Standarisasi Nasional. 2017. *SNI 19-7119.2-2017*. Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. *SNI 19-7119.9-2005*. Jakarta: BSN
- Bintang. 2016. “Hubungan Usia, Lama Paparan Debu, Penggunaan APD, Kebiasaan Merokok dengan Gangguan Fungsi Paru Tenaga Kerja Mebel di Kec. Kalijambe Sragen”. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Budiarto, E. 2002. *Biostatistika untuk Kedokteran dan Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: Agung Ceto
- Budiono, I. 2007. Faktor Resiko Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Pengecatan Mobil. *Tesis*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Bustan, M.N. 2007. *Epidemiologi Penyakit Tidak Menular*. Jakarta: Rineka Cipta
- Chandra, B. 2006. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta : EGC
- Depkes RI. 2009. *Modul Pelatihan Bagi Fasilitator Kesehatan Kerja*. Jakarta
- Dinas Kesehatan Kabupaten Jember. 2013. *Profil Kesehatan Kabupaten Jember Tahun 2013*. Jember : Dinas Kesehatan Kabupaten Jember
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. 2012. *Profil Kesehatan Jawa Timur Tahun 2012*. Surabaya : Dinas Kesehatan Provinsi Timur

- Dinas Perhubungan Darat Provinsi Jawa Timur. 2013. *Profil dan Kinerja Perhubungan Darat Provinsi Jawa Timur 2013*. Surabaya : Dinas Perhubungan Darat Provinsi Jawa Timur
- Dinas Perhubungan Kabupaten Jember. 2015. *Laporan Hasil Survei Lalu Lintas Tahun 2015*. Jember : Dinas Perhubungan Kabupaten Jember
- Dinas Perhubungan Kabupaten Jember. 2016. *Daftar Juru Parkir*. Jember : Dinas Perhubungan Kabupaten Jember
- Fahmi, T. 2012. Hubungan Masa Kerja dan Penggunaan APD dengan Kapasitas Fungsi Paru pada Pekerja Tekstil Bagian *Ring Frame Spinning I* di PT.X Kabupaten Pekalongan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Vol. 1 No. 2*: hal 828-835
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Fardiaz, S. 2010. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius
- Febrianto, A. 2015. Hubungan Antara Paparan Debu Asap Las (Welding Fume) dan Gas Karbon Monoksida (CO) dengan Gangguan Faal Paru pada Pekerja Bengkel Las. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember
- Harianto, R. 2010. *Buku Ajar Kesehatan Kerja*. Jakarta: EGC Kedokteran
- Hidayat S. Yunus F. Susanto AD. 2012. Pengaruh Polusi Udara dalam Ruang terhadap Paru. *Jurnal Continuing Medical Education Vol. 39 No. 1*
- Ikhsan, M, et al. 2009. *Penyakit Paru Kerja dan Lingkungan*. Jakarta: Balai Penerbit FK UI
- Jones RL, Nzekwe MM. 2006. *The effects of Body Mass Index on Lung Volumes*. National Center for Bioteknologi Information. U.S National Library Medicine. Sep:130(3) :827-33. Available in: [nebi.nlm.nih.gov/pubmed/16963682](http://nebi.nlm.nih.gov/pubmed/16963682)
- Kementrian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2010. *Status Lingkungan Hidup Indonesia 2010*. Jakarta : Kementrian Lingkungan Hidup Republik Indonesia
- Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No.03 Tahun 1991 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan yang Sudah Beroperasi
- Koesyanto, H dan Pawenang. 2005. *Panduan Praktikum Laboratorium Kesehatan dan Kesehatan Kerja*. Semarang: UPT UNNES Press

- Lasmana, PD. 2010. "Perbedaan Nilai Aru Puncak Ekspirasi antara Polisi Satlantas dengan Polisi Bagian Administrasi". *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Marpaung, YM. 2012. "Pengaruh Paparan Debu Respirable PM<sub>2,5</sub> Terhadap Kejadian Gangguan Fungsi Paru Pedagang Tetap di Terminal Terpadu Kota Depok Tahun 2012". *Skripsi*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Maulita, W. 2015. "Hubungan antara Kebiasaan Merokok dengan Kapasitas Vital Paru". *Skripsi*. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Meita, AC. 2012. Hubungan Paparan Debu dengan Kapasitas Vital Paru pada Pekerja Penyapu Pasar Johar Kota Semarang, *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol. 1 No.2: hal 657-659.
- Moloeng, JL. 2009. *Metodologi Penelitian Kualitatif Edisi Revisi*. Bandung: Rosdakarya
- Muis M., Syamsiar R., Arifiah R. 2008. Studi Kapasitas Paru pada Karyawan Departemen Produksi Semen PT. Semen Tonasa Pangkep. *Jurnal MKMI*. Vol. 4 (No. 1): hal 41
- Mukono, HJ. 2005. *Toksikologi Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press
- Mukono, HJ. 2008. *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan*. Surabaya: UNAIR
- Mulyanto, HR. 2007. *Ilmu Lingkungan*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Nazir, M. 2009. *Metode Penelitian*. Bogor: Ghalia Indonesia
- Ningtyas, F. 2010. *Penentuan Status Gizi Secara Langsung*. Jember: Jember University Press
- Nurbiantara. 2010. "Pengaruh Polusi Udara terhadap Fungsi Paru pada Polisi Lalu Lintas di Surakarta". *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret
- Notoatmodjo, S. 2012. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta
- Octavia N. 2014. "Hubungan paparan debu dengan gangguan faal paru pada pekerja mebel informal". *Skripsi*. Jember: Universitas Jember

- Pelosi P, Croci M. 2005. *The effects of Body Mass on Lung Volume, Respiratory Mechanic and Gas Exchange During General Anesthesia*. National Center for Bioteknologi Information. U.S National Library of Medicine. Sep:87(3):654-60
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor Per.13/Men/X/2011 Tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja
- Putra DP, Rahmatullah P, Novitasari A. 2012. Hubungan Usia, Lama Kerja, dan Kebiasaan Merokok dengan Fungsi Paru pada Juru parker di Jalan Pandanaran Semarang. *Jurnal Kedokteran Muhammadiyah Vol 1 No.3* [serial online] [15 Agustus 2016]
- Putri. 2015. "Hubungan antara Kebiasaan Merokok dengan Kapasitas Vital Paru". *Skripsi*. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Pusparini, A. 2003. *Bunga Rampai HIPERKES & Kesehatan Kerja*. Semarang: Badan Penerbit UNDIP. Cetakan Pertama
- Rahmatullah, P. 2009. *Pneumonitis dan Penyakit Paru Lingkungan*. Jakarta: Pusat Penerbitan Ilmu Penyakit Dalam. Jilid III Edisi V.364: 2279-2296
- Rahmatullah. 2006. *Penyakit Paru Lingkungan Kerja*. Semarang: Bagian Penyakit Dalam FK UNDIP.
- Sarudji, D. 2010. *Kesehatan Lingkungan*. Bandung: CV. Karya Putra Darwati
- Saryono, 2011. *Metodologi Penelitian Kesehatan: Penentuan Praktis bagi Pemula*. Yogyakarta: Mitra Cendikia Press
- Sastrawijaya, A. 2009. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta
- Sastroasmoro, S. 2011. *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Klinis*. Jakarta: Sagung Seto
- Setiawan I, Hariyono W. 2011. Hubungan Masa Kerja dengan Kapasitas Vital Paru Operator Empat Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Kota Yogyakarta. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Vol 5 No.3 hal 162-232*
- Slamet. 2000. *Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Gajah Mada University Press
- Sloane E. 2004. *Anatomi dan Fisiologi untuk Pemula*. Jakarta: EGC
- Soedomo, M. 2001. *Kumpulan Karya Ilmiah Pencemaran Udara*. Bandung: Penerbit ITB

- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, R & D*. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, R & D*. Bandung: Alfabeta
- Sukbar. 2016. “Hubungan Aktivitas Penyelam dengan Kapasitas Vital Paru pada Pekerja Nelayan di Desa Torobulu Kecamatan Laeya Kabupaten Konawe Selatan”. *Skripsi*. Kendari: Universitas Halu Oleo
- Suma'mur. 2009. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (HIPERKES)*. Jakarta: Sagung Seto.
- Sunu, P. 2001. *Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001*. Jakarta: PT. Gasindo
- Supariasa *et al.* 2002. *Penilaian Status Gizi*. Jakarta: EGC.
- Suyono, Slamet. 2001. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam, Jilid II, Edisi 3. Jakarta: Balai Penerbit FKUI
- Hidayat S, Yunus F, Susanto AD. 2012. Pengaruh Polusi Udara dalam Ruangan terhadap Paru. *Continuing Medical Education Vol.39 No.1 Hal-189*
- Triatmo, W, dkk. 2006. Paparan Debu Kayu dan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Mebel. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia, Vol. 5*
- Undang-Undang Republik Indonesia No.13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan
- Vita N. 2006. “Hubungan Lama Bekerja dengan Kapasitas Vital Paru Operator SPBU Sampangan Semarang”. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- Wardhana, W A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Ofset
- WHO. 2012. *Global Health Risks*. Geneva: WHO
- Yulaekah, S. 2007. “Paparan Debu Terhirup dan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Industri Batu Kapur”. *Thesis*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Yunus, F. 2006. *Dampak Debu Industri pada Paru Pekerja dan Pengendaliannya*. Jakarta: Cermin Dunia Kedokteran

**LAMPIRAN**

Lampiran A. *Informed Consent*

***INFORMED CONSENT***

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :

Umur :

Alamat :

No. telp :

Menyatakan bersedia menjadi informan penelitian dari:

Nama : Reza Ahadiansyah

NIM : 122110101094

Instansi : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Judul : Kadar CO dan NO<sub>2</sub> diudara dengan gangguan faal paru juru parkir  
Sektor E di Kabupaten Jember

Persetujuan ini saya buat secara sukarela dan tanpa paksaan dari pihak manapun. Saya telah diberikan penjelasan dan saya telah diberi kesempatan untuk bertanya mengenai hal – hal yang belum dimengerti dan telah mendapat jawaban yang jelas dan benar. Dengan ini saya menyatakan bahwa saya memberikan jawaban dengan sejujur – jujurnya.

Jember, Februari 2017

Responden

( )

Lampiran B. Kuisisioner Penelitian

### KUISISIONER PENELITIAN

Judul : Kadar CO dan NO<sub>2</sub> diudara dengan gangguan faal paru juru parkir Sektor E  
di Kabupaten Jember

Nomor Responden : .....

Tanggal Wawancara: .....

#### KARAKTERISTIK RESPONDEN

Petunjuk : Isi dan lingkari jawaban pertanyaan dibawah ini dengan jawaban responden yang sesuai)

1. Nama : .....
2. Umur : .....
3. Berat Badan : .....Kg
4. Tinggi Badan : .....m
5. IMT (BB/TB<sup>2</sup>) : .....Kg/m<sup>2</sup>
6. Lama Paparan : a. ≤ 4 jam/hari  
b. > 4 jam/hari
7. Masa Kerja : a. ≤ 5 tahun  
b. 6-10 tahun  
c. > 10 tahun

#### MEROKOK

8. Apakah Anda Merokok?
  - a. Ya
  - b. Tidak
9. Berapa jumlah rokok yang anda konsumsi dalam sehari?
  - a. < 10 batang/hari
  - b. 10-20 batang/hari
  - c. 20 batang

## Lampiran C. Pengukuran Faal Paru

**PENGUKURAN FAAL PARU****KARAKTERISTIK RESPONDEN**

**Petunjuk : Isi dan lingkari jawaban pertanyaan dibawah ini dengan jawaban responden yang sesuai)**

1. Nama : .....
2. Umur : .....
3. Berat Badan : .....Kg
4. Tinggi Badan : .....m
5. IMT ( $BB/TB^2$ ) : .....Kg/m<sup>2</sup>

Pengukuran	Hasil Pengukuran (ml)		Prosentase Nilai Prediksi (%)		Kategori
	FVC	FVC/FEV1	FVC	FVC/FEV1	
I					
II					
III					

Keterangan:

1. Pilih Hasil pengukuran tertinggi
2. Kategori:
  - a. Restriktif:  $FVC < 80\%$ ,  $\leq 75\%$  nilai prediksi
    - 1) Restriktif ringan:  $FVC$  60-80% nilai prediksi
    - 2) Restriktif sedang:  $FVC$  30-59% nilai prediksi
    - 3) Restriktif berat:  $FVC < 30\%$  nilai prediksi
  - b. Obstruktif:  $FVC > 80\%$   $FEV1 \leq 75\%$  nilai prediksi
    - 1) Obstruktif ringan:  $FEV1/FVC$  60-75%
    - 2) Obstruktif sedang:  $FEV1/FVC$  40-59%
    - 3) Obstruktif berat:  $FEV1/FVC < 40\%$
  - c. Mixed:  $FVC < 80\%$   $FEV1 < 75\%$  nilai prediksi



Lampiran D. Pengukuran Kadar CO dan NO<sub>2</sub>

**FORM HASIL PENGUKURAN KADAR UDARA AMBIEN (CO dan NO<sub>2</sub>)**

Tanggal Pengukuran : .....

Alat yang digunakan : .....

Pelaksana : .....

No.	Lokasi Pengukuran	Waktu Pengukuran	Hasil Pengukuran		Ket
			CO ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	

Lampiran E. Lembar Observasi

**LEMBAR OBSERVASI UPAYA MEMBATASI DIRI DARI PAPARAN DI  
TEMPAT KERJA**

Upaya membatasi diri dari bahaya paparan di tempat kerja

	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Total
P1					
P2					
P3					
.....					
P28					

Skor :

- 4 : Selalu berupaya membatasi diri dari paparan di tempat kerja
- 1-3 : Kadang-kadang berupaya membatasi diri dari paparan ditempat kerja
- 0 : Tidak melakukan upaya membatasi diri dari paparan di tempat kerja

## Lampiran F. Surat Ijin Penelitian



**PEMERINTAH KABUPATEN JEMBER**  
**BADAN KESATUAN BANGSA DAN POLITIK**  
 Jalan Letjen S Parman No. 89 ■ 337853 Jember

Kepada  
 Yth. Sdr. Kepala Dinas Perhubungan Kab. Jember  
 di -

T E M P A T

**SURAT REKOMENDASI**

Nomor : 072/2185/314/2016

Tentang

**PENELITIAN**

Dasar : 1. Peraturan Daerah Kabupaten Jember No. 6 Tahun 2012 tentang Susunan Organisasi dan Tata Kerja Perangkat Daerah Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kab. Jember  
 2. Peraturan Bupati Jember No. 46 Tahun 2014 tentang Pedoman Penertiban Surat Rekomendasi Penelitian Kabupaten Jember.

Memperhatikan : Surat Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember tanggal 20 Desember 2016 Nomor : 4903/UN25.1.12/SP/2016 perihal Ijin Penelitian

**MEREKOMENDASIKAN**

Nama / NIM. : Reza Ahadiansyah 122110101094  
 Instansi : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember  
 Alamat : Jl. Kalimantan I/93 Kampus Bumi Tegal Boto Jember  
 Keperluan : Mengadakan Penelitian Mandiri dengan judul :  
 "Kadar CO dan NO2 di Udara Terhadap Faal Paru Juru Parkir Sektor E di Kab. Jember".  
 Lokasi : Dinas Perhubungan Kabupaten Jember  
 Waktu Kegiatan : Desember 2016 s/d Januari 2017

Apabila tidak bertentangan dengan kewenangan dan ketentuan yang berlaku, diharapkan Saudara memberi bantuan tempat dan atau data seperlunya untuk kegiatan dimaksud.

1. Kegiatan dimaksud benar-benar untuk kepentingan Pendidikan
2. Tidak dibenarkan melakukan aktivitas politik
3. Apabila situasi dan kondisi wilayah tidak memungkinkan akan dilakukan penghentian kegiatan.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Ditetapkan di : Jember  
 Tanggal : 04-01-2017

An. KEPALA BAKESBANG DAN POLITIK  
 KABUPATEN JEMBER

Sekretaris  
  
 Drs. MOH. HASYIM, M.Si.  
 Pembina Tingkat I  
 NIP. 195902134982111001

Tembusan :  
 Yth. Sdr. : 1. Dekan FKM Universitas Jember;  
 2. Ybs.

Lampiran G. Hasil Pengukuran Kadar CO dan NO<sub>2</sub>

PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR  
DINAS TENAGA KERJA, TRANSMIGRASI DAN KEPENDUDUKAN  
UNIT PELAKSANA TEKNIS KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
( UPT K3 )

Jl. Dukuh Menanggal 122 Telepon 8280440, 8294490, Fax. 8294277 Surabaya 60234  
Website : www.uptk3surabaya.disnakertransduk.jatimprov.go.id  
Email : admin@uptk3surabaya.disnakertransduk.jatimprov.go.id



LHU ini merupakan hasil pada lokasi dan saat pengukuran  
LAPORAN HASIL PENGUJIAN  
No. LAB.012 /III /2017

- I Nama Pengguna Jasa : MAHASISWA FKM UNEJ  
II Alamat : Jl. Kalimantan NO.37 Jember.  
III Jenis Pengukuran : Kadar NO<sub>2</sub> dan CO Udara Ambien  
IV Tanggal Pengukuran : 15 Maret 2017  
V Hasil Pengukuran :

No	Lokasi Pengukuran	Jam (WIB)	Kadar Terukur				Suhu Kering (°C)	RH (%)
			NO <sub>2</sub>		CO			
			ppm	Ugr/m <sup>3</sup>	ppm	Ugr/m <sup>3</sup>		
1	Jln Kalimantan (depan bursa Mahasiswa)	10.45-11.15	2,2687	16,4	20,7	6900	37,6	57
2	Jln. Mastrip (depan Café Jukker )	11.00-11.30	1,5625	23,6	18,3	8050	37,5	58
3	Jln. Sumatra (depan STIE Mandala )	13.00-13.30	1,1329	3,2	13,2	8050	39,0	59
4	Jln. Jawa (depan SMA 2 Jember )	13.10-13.40	3,0321	19,7	25,8	9200	38,7	60

Catatan :

Nilai Ambang Batas ( NAB ) menurut Permenakertrans No: 13/MEN/X/2011, :


- Kadar CO : 25 ppm
- Kadar NO<sub>2</sub> : 3 ppm

Mengetahui,

An. KEPALA UPT K3 SURABAYA  
KASI PELAYANAN TEKNIS

  
PURWANTI UTAMI, S.Sos.M.Si.  
NIP. 19700321 1999603 2 002

Surabaya, 21 Maret 2017  
MANAJER TEKNIK

  
S L A M E T, SKM.  
NIP. 19630111 198803 1 012

## Lampiran H. Rekapitulasi Data

Nama	Gangguan Faal Paru	Umur (Tahun)	Lama Paparan (Jam/Hari)	Masa Kerja (Tahun)	Status Gizi
Yudi Setiawan	Ya	32	5	7	25.82 (OV)
Ferry Tri H	Tidak	28	4	4	16.23 (K)
Muhammad Khotib	Ya	42	6	6	26.84 (OV)
Muhammad	Tidak	25	4	3	24.92 (N)
Nur Hadi	Ya	44	5	11	25.86 (OV)
Sutikno	Ya	33	6	8	27.21 (OB)
Samson	Ya	51	8	12	26.03 (OV)
Junaidi B	Ya	52	5	12	27.55 (OB)
Kadek Rudianto	Tidak	22	3	5	20.02 (N)
Slamet Hariyadi	Ya	47	7	13	27.07 (OB)
Luluh Wahyu	Tidak	26	4	4	22.76 (N)
Arif Qiyanto	Ya	37	7	9	25.98 (OV)
Agus Dwi	Ya	51	6	14	25.51 (OV)
Anshori	Ya	39	6	7	27.31 (OB)
Junaidi A	Tidak	41	4	15	19.22 (N)
Antok Illah	Tidak	35	3	8	19.33 (N)
Wahyu Cahyono	Ya	45	6	12	26.02 (OV)
Anton C	Tidak	23	4	4	22.46 (N)
Hariyanto A	Ya	44	5	11	25.46 (OV)
Andes C	Ya	42	7	12	25.88 (OV)
Hadik B	Ya	46	5	12	25.23 (OV)
Sholeh A	Ya	41	6	14	19.33 (N)
Aziz Fahrizi	Tidak	31	4	9	26.56 (OV)
Agus Dwi	Ya	42	5	8	26.49 (OV)
Baihaki	Tidak	33	4	7	21.77 (N)
Winarno	Ya	44	4	8	25.67 (OV)
Imam Nawawi	Ya	47	6	13	27.34 (OB)

Nama	Gangguan Faal Paru	Kebiasaan Merokok (Batang/Hari)	Upaya Membatasi Diri	Kadar CO	Kadar NO <sub>2</sub>
Yudi Setiawan	Ya	16	TP	Diatas NAB	Diatas NAB
Ferry Tri H	Tidak	0	KD	Dibawah NAB	Dibawah NAB
Muhammad Khotib	Ya	24	TP	Diatas NAB	Diatas NAB
Muhammad	Tidak	8	TP	Dibawah NAB	Dibawah NAB
Nur Hadi	Ya	8	TP	Diatas NAB	Diatas NAB
Sutikno	Ya	12	TP	Diatas NAB	Diatas NAB
Samson	Ya	24	TP	Diatas NAB	Diatas NAB
Junaidi B	Ya	24	TP	Dibawah NAB	Dibawah NAB
Kadek Rudianto	Tidak	0	KD	Dibawah NAB	Dibawah NAB
Slamet Hariyadi	Ya	16	TP	Diatas NAB	Diatas NAB
Luluh Wahyu	Tidak	5	KD	Dibawah NAB	Dibawah NAB
Arif Qiyanto	Ya	7	TP	Dibawah NAB	Dibawah NAB
Agus Dwi	Ya	24	KD	Diatas NAB	Diatas NAB
Anshori	Ya	24	TP	Dibawah NAB	Dibawah NAB
Junaidi A	Tidak	0	KD	Diatas NAB	Diatas NAB
Antok Illah	Tidak	6	TP	Dibawah NAB	Dibawah NAB
Wahyu Cahyono	Ya	24	TP	Diatas NAB	Diatas NAB
Anton C	Tidak	0	KD	Dibawah NAB	Dibawah NAB
Hariyanto A	Ya	16	TP	Diatas NAB	Diatas NAB
Andes C	Ya	16	TP	Diatas NAB	Diatas NAB
Hadik B	Ya	16	TP	Diatas NAB	Diatas NAB
Sholeh A	Ya	5	TP	Diatas NAB	Diatas NAB
Aziz Fahrizi	Tidak	0	KD	Dibawah NAB	Dibawah NAB
Agus Dwi	Ya	16	TP	Diatas NAB	Diatas NAB
Baihaki	Tidak	0	KD	Dibawah NAB	Dibawah NAB
Winarno	Ya	16	TP	Diatas NAB	Diatas NAB
Imam Nawawi	Ya	16	TP	Diatas NAB	Diatas NAB

## Lampiran I. Output Uji Statistik Asosiasi Lambda

## Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Kadar CO * Faal Paru	27	100.0%	0	0.0%	27	100.0%
Kadar NO2 * Faal Paru	27	100.0%	0	0.0%	27	100.0%
Umur * Faal Paru	27	100.0%	0	0.0%	27	100.0%
Masa Kerja * Faal Paru	27	100.0%	0	0.0%	27	100.0%
Lama Kerja * Faal Paru	27	100.0%	0	0.0%	27	100.0%
Upaya Membatasi Diri * Faal Paru	27	100.0%	0	0.0%	27	100.0%
Kebiasaan Merokok * Faal Paru	27	100.0%	0	0.0%	27	100.0%
Status Gizi * Faal Paru	27	100.0%	0	0.0%	27	100.0%

## Umur \* Faal Paru

## Directional Measures

			Value	Asymp. Std. Error <sup>a</sup>	Approx. T <sup>b</sup>	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Lambda	Symmetric	.375	.147	2.121	.034
		Umur Dependent	.267	.140	1.720	.085
		Faal Paru Dependent	.556	.166	2.477	.013
Goodman and Kruskal tau		Umur Dependent	.193	.084		.002 <sup>c</sup>
		Faal Paru Dependent	.562	.110		.002 <sup>c</sup>

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

c. Based on chi-square approximation

**Masa Kerja \* Faal Paru****Directional Measures**

		Value	Asymp. Std. Error <sup>a</sup>	Approx. T <sup>b</sup>	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Symmetric	.375	.147	2.121	.034
	Lambda				
	Masa Kerja Dependent	.267	.140	1.720	.085
	Faal Paru Dependent	.556	.166	2.477	.013
	Goodman and Kruskal tau				
	Masa Kerja Dependent	.198	.091		.006 <sup>c</sup>
	Faal Paru Dependent	.497	.120		.002 <sup>c</sup>

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

c. Based on chi-square approximation

**Lama kerja \* Faal Paru****Directional Measures**

		Value	Asymp. Std. Error <sup>a</sup>	Approx. T <sup>b</sup>	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Symmetric	.895	.105	3.315	.001
	Lambda				
	Lama Kerja Dependent	.900	.095	3.674	.000
	Faal Paru Dependent	.889	.117	2.896	.004
	Goodman and Kruskal tau				
	Lama Kerja Dependent	.850	.131		.000 <sup>c</sup>
	Faal Paru Dependent	.850	.134		.000 <sup>c</sup>

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

c. Based on chi-square approximation



**Upaya Membatasi Diri \* Faal Paru****Directional Measures**

			Value	Asymp. Std. Error <sup>a</sup>	Approx. T <sup>b</sup>	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Lambda	Symmetric	.647	.201	2.136	.033
		Upaya Membatasi Diri Dependent	.625	.230	1.760	.078
	Goodman and Kruskal tau	Faal Paru Dependent	.667	.181	2.324	.020
		Upaya Membatasi Diri Dependent	.556	.204		.000 <sup>c</sup>
	Kruskal tau	Faal Paru Dependent	.556	.200		.000 <sup>c</sup>

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

c. Based on chi-square approximation

**Status Gizi \* Faal Paru****Directional Measures**

			Value	Asymp. Std. Error <sup>a</sup>	Approx. T <sup>b</sup>	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Lambda	Symmetric	.565	.149	2.614	.009
		Status Gizi Dependent	.429	.153	2.324	.020
	Goodman and Kruskal tau	Faal Paru Dependent	.778	.157	2.611	.009
		Status Gizi Dependent	.317	.114		.000 <sup>c</sup>
	Kruskal tau	Faal Paru Dependent	.700	.178		.000 <sup>c</sup>

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

c. Based on chi-square approximation

**Kebiasaan Merokok \* Faal Paru****Directional Measures**

			Value	Asymp. Std. Error <sup>a</sup>	Approx. T <sup>b</sup>	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Lambda	Symmetric	.480	.150	2.416	.016
		Kebiasaan Merokok Dependent	.375	.121	2.777	.005
		Faal Paru Dependent	.667	.222	1.837	.066
	Goodman and Kruskal tau	Kebiasaan Merokok Dependent	.279	.074		.000 <sup>c</sup>
		Faal Paru Dependent	.750	.017		.000 <sup>c</sup>

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

c. Based on chi-square approximation

**Kadar CO \* Faal Paru****Directional Measures**

			Value	Asymp. Std. Error <sup>a</sup>	Approx. T <sup>b</sup>	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Lambda	Symmetric	.600	.196	2.167	.030
		Kadar CO Dependent	.636	.164	2.611	.009
		Faal Paru Dependent	.556	.246	1.575	.115
	Goodman and Kruskal tau	Kadar CO Dependent	.480	.187		.000 <sup>c</sup>
		Faal Paru Dependent	.480	.192		.000 <sup>c</sup>

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

c. Based on chi-square approximation

**Kadar NO2 \* Faal Paru****Directional Measures**

			Value	Asymp. Std. Error <sup>a</sup>	Approx. T <sup>b</sup>	Approx. Sig.
		Symmetric	.600	.196	2.167	.030
Nominal by Nominal	Lambda	Kadar NO2 Dependent	.636	.164	2.611	.009
		Faal Paru Dependent	.556	.246	1.575	.115
	Goodman and	Kadar NO2 Dependent	.480	.187		.000 <sup>c</sup>
	Kruskal tau	Faal Paru Dependent	.480	.192		.000 <sup>c</sup>

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

c. Based on chi-square approximation

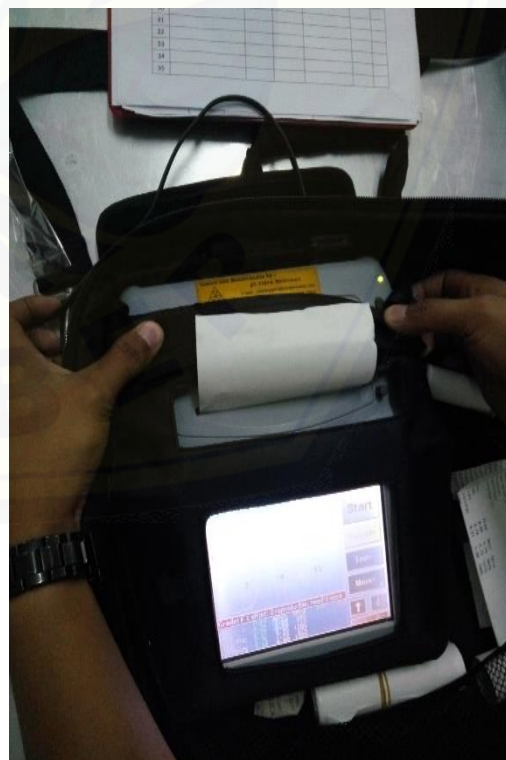
Lampiran I. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Pengukuran faal paru



Gambar 2. Pengukuran faal paru



Gambar 3. Pengukuran faal paru



Gambar 4. Spirometri



Gambar 5. Pengukuran NO<sub>2</sub>



Gambar 6. Persiapan pengukuran CO dan NO<sub>2</sub>



Gambar 7. Pengukuran CO di Jalan Kalimantan

Gambar 8. COmeter



Gambar 9. Pengukuran NO<sub>2</sub> di Jalan Mastrip



Gambar 10. Pengukuran NO<sub>2</sub> di Jalan Jawa



Gambar 11. Pengukuran CO di Jalan Jawa



Gambar 12. Pengukuran CO di Jalan Kalimantan