

**PREVALENS GANGGUAN FUNGSI PARU DAN
GEJALA RESPIRASI PADA OPERATOR POMPA BENSIN
DENGAN PAJANAN NO₂ DAN SO₂**

Tinjauan pada satu grup SPBU di DKI Jakarta

TESIS

**ANUGERAH
NPM 0806419970**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS KEDOKTERAN
PROGRAM STUDI MAGISTER KEDOKTERAN KERJA
JAKARTA
DESEMBER 2010**

HALAMAN PENGESAHAN


Tesis ini diajukan oleh : Anugerah
NPM : 080619970
Program Studi : Kedokteran Kerja
Judul Tesis :


PREVALENS GANGGUAN FUNGSI PARU DAN GEJALA RESPIRASI PADA OPERATOR POMPA BENSIN DENGAN PAJANAN NO₂ DAN SO₂ (TINJAUAN DARI SATU GRUP SPBU WILAYAH DKI JAKARTA)

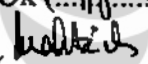
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Kedokteran Kerja pada Pogram Studi Kedokteran Kerja Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia

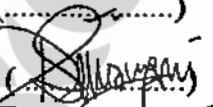
DEWAN PENGUJI


Pembimbing I : Dr. Joedo Prihartono, MPH (.....) 

Pembimbing II : Prof. Dr. Faisal Yunus, SpP(K), Ph.D (.....) 

Penguji I : Dr. dr. Astrid B. Sulistomo, MPH, SpOk (.....) 

Penguji II : Dr. Mukhtar Ikhsan, SpP(K), MARS (.....) 

Ketua Program Studi : Dr. dr. Dewi S. Soemarmo, MS, SpOk (.....) 

Sekretaris Program Studi : Dr. dr. Fikry Effendi, MOH, SpOk (.....) 

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 31 Desember 2010

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Anugerah

NPM : 0806419970

Tanda Tangan :

Tanggal : 31 Desember 2010



**HALAMAN PERNYATAAN PESETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Anugerah
NPM : 0806419970
Program studi : Kedokteran Kerja
Departemen : Ilmu Kedokteran Komunitas
Fakultas : Kedokteran
Jenis Karya : Tesis

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

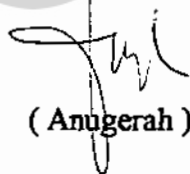
**PREVALENS GANGGUAN FUNGSI PARU DAN GEJALA RESPIRASI
PADA OPERATOR POMPA BENSIN DENGAN PAJANAN NO₂ DAN SO₂
Tinjauan pada satu grup SPBU di DKI Jakarta**

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 31 Desember 2010

Yang menyatakan



(Anugerah)

ABSTRAK

Nama : Anugerah
Program Studi : Magister Kedokteran Kerja
Judul :
Prevalens Gangguan Fungsi Paru dan Gejala Respirasi Pada Operator Pompa Bensin Dengan Paparan NO₂ dan SO₂. (Tinjauan dari satu grup SPBU wilayah DKI Jakarta).

Latar belakang dan tujuan

Pengaruh dari pencemaran udara khususnya akibat kendaraan bermotor belum sepenuhnya dapat dibuktikan dan bersifat kumulatif. Tujuan penelitian untuk mengetahui kadar NO₂ dan SO₂ di lingkungan kerja SPBU dan mengetahui hubungan antara prevalens gangguan fungsi paru dan gejala respirasi dengan faktor usia, indeks massa tubuh, masa kerja dan faktor kebiasaan merokok dan olahraga pada operator pompa bensin.

Metode penelitian

Penelitian ini dilakukan di beberapa SPBU. Desain penelitian potong lintang. Populasi adalah operator pompa bensin, dengan besar sampel 196 orang. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara, kuesioner, analisa lingkungan dan pemeriksaan spirometri.

Hasil penelitian

Kadar NO₂ dan SO₂ di semua SPBU masih di bawah nilai ambang batas. Prevalens gangguan fungsi paru restriksi 23,4% dan gejala respirasi 20,4%. Terdapat hubungan bermakna antara gangguan fungsi paru restriksi dengan usia \geq 41 tahun (OR = 3,42). Terdapat hubungan bermakna antara gejala respirasi dengan perokok ringan (OR : 4,32) dan status gizi obes (OR:5,87) serta status gizi lebih (OR: 3,78).

Kesimpulan dan saran

Gangguan fungsi paru restriksi berhubungan dengan usia dan keluhan respirasi berhubungan dengan kebiasaan merokok dan status gizi obes dan lebih. Saran yang diajukan agar pemeriksaan berkala spirometri dan foto toraks perlu dilakukan untuk mendeteksi gangguan fungsi paru lebih dini sehingga terhindar dari penyakit paru yang lebih berat.

Kata kunci : Operator pompa bensin, NO₂, SO₂, restriksi, gejala respirasi, usia, kebiasaan merokok, status gizi.

ABSTRACT

Name : Anugerah
Program : Post-graduate in Occupational Medicine.
Title :

The prevalence of lung function disorder and respiratory symptoms among gasoline operators with exposure to NO₂ and SO₂, a review of a group of gas stations in DKI Jakarta.

Background and objectives : The influence of pollution, especially due to vehicle has not been fully proven and cumulative. The purpose of this study was to determine levels of NO₂ and SO₂ at gas stations and knows the relationship between the prevalence of lung function disorders and respiratory symptoms by factor of age, body mass index, periods of working, smoking habits and exercise.

Methods : This research was conducted at the gas stations using cross sectional design. Population are gasoline operator, 196 respondents. Data was collected by interviews, questionnaires, environmental analysis, spirometry.

Results : Levels of NO₂ and SO₂ at all gas stations were below the threshold limit value. Prevalence of restriction lung disorder were 23,4% and prevalence of respiratory symptoms were 20,4%. There was association between restriction with age ≥ 41 years (OR = 3.42) and there were association between respiratory symptoms with light smokers (OR: 4.32), obese (OR;5,87) and also overweight (OR: 3,78).

Conclusions : Lung function disorder was associated with the age and respiratory symptoms were associated with smoking and body mass index (obese and overweight). Suggestions were proposed for periodic inspection spirometry and chest X-ray needs to be done to detect early lung disorder to avoid the worse lung disorder.

Keywords: Gasoline operators, NO₂, SO₂, restriction, respiratory symptoms, age, smoking habits, body mass index.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatNya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Magister Kedokteran Kerja pada Program Studi Magister Kedokteran Kerja pada Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Joedo Prihartono, MPH dan Prof. Dr. Faisal Yunus SpP(K), PhD sebagai dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini.
2. Dr. dr. Dewi S. Soemarko, MS, SpOk sebagai ketua program studi Magister Kedokteran Kerja beserta para dosen yang telah membimbing kami dalam mendalami ilmu kedokteran kerja.
3. Pihak PT. Magendra Shatra Pratama dan dr. Wiwit Ismeini MKK yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan.
4. Istri saya Trophyana Simaremare dan kedua putri saya Cilla dan Kayla yang memberikan cinta kasih sayang dan dukungan moral yang sangat berarti bagi saya.
5. Keluarga besar Alm. Johantyo dan Simaremare atas dukungan doa dan moral pada saya selama pendidikan berlangsung sampai penyusunan tesis ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Kasih berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Tak ada gading yang tak retak, semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 21 Desember 2010

DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
Bab 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
Bab 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan umum sistem pernapasan	4
2.1.1 Anatomi Saluran Napas	4
2.1.2 Fisiologi Pernapasan	5
2.2 Tinjauan Umum Penyakit Paru Akibat Kerja	9
2.2.1 Rinitis dan Laringitis Akibat Kerja	12
2.2.2 Penyakit Paru Obstruksi Kronis Akibat Kerja	14
2.2.3 Bronkitis industri	14
2.2.4 Asma kerja	15
2.2.5 Interstitial Lung Disease Akibat Kerja	16
2.2.6 Kanker Paru Akibat Kerja	17
2.3 Diagnosis Gangguan Faal Paru	17
2.4 Tinjauan Umum Komponen Pencemar Udara	21
2.4.1 Nitrogen Oksida	21
2.4.2 Sulfur Dioksida	24
2.5 Pengaruh Asap Rokok Terhadap Saluran Napas	27
2.6 Pengaruh Iklim (cuaca) Kerja Terhadap Sistem Respirasi	29
2.7 Profil Perusahaan	30
2.8 Alur Kegiatan di SPBU	32
2.9 Kerangka Teori	33
2.10 Kerangka Konsep	34

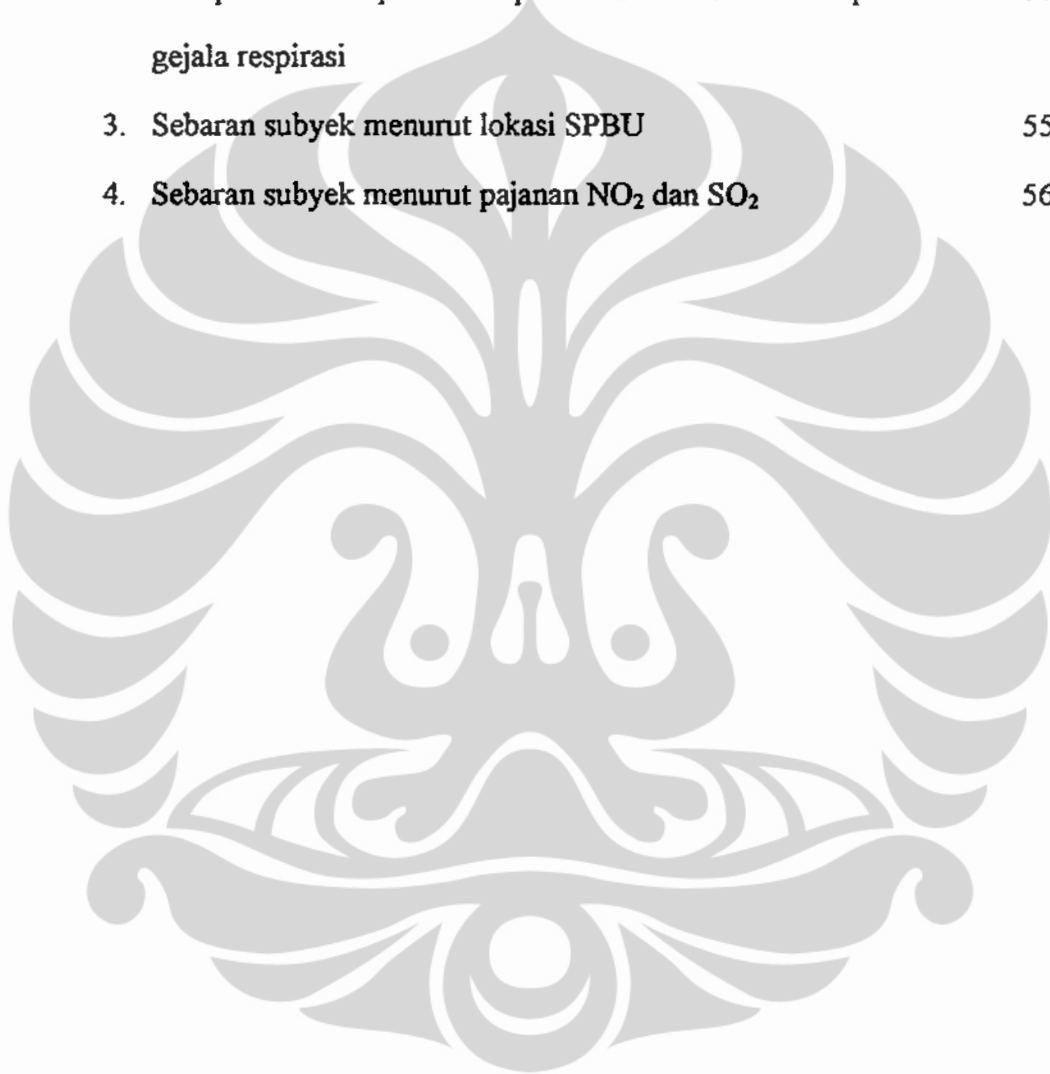
Bab 3. METODE PENELITIAN	35
3.1 Desain penelitian	35
3.2 Tempat dan waktu	35
3.3 Populasi	35
3.4 Besar sampel	35
3.5 Kriteria sampel	36
3.6 Cara pengambilan sampel	36
3.7 Jenis Data	36
3.8 Instrumen	37
3.9 Tahapan Penelitian	37
3.10 Protokol Penelitian	39
3.11 Analisis Data	40
3.12 Definisi Operasional	41
3.13 Alur Kerja Penelitian	43
Bab 4. HASIL PENELITIAN	44
4.1 Analisis Kualitas Udara Lingkungan Kerja	44
4.2 Karakteristik Subyek Penelitian	45
4.3 Prevalens Gangguan Fungsi Paru	48
4.4 Prevalens Gejala Respirasi	48
4.5 Hubungan Gangguan Fungsi Paru dan Faktor Risiko	49
4.6 Hubungan Gejala Respirasi dan Faktor Risiko	51
Bab 5. PEMBAHASAN	53
5.1 Keterbatasan Penelitian	53
5.2 Analisis Lingkungan Penelitian	54
5.3 Karakteristik Subyek Penelitian	55
5.4 Prevalens Gangguan Fungsi Paru	57
5.5 Prevalens Gejala Respirasi	58
5.6 Hubungan Antara Gangguan Fungsi paru dan Faktor Risiko	59
5.7 Hubungan Antara Gejala Respirasi dan Faktor Risiko	61
Bab 6. KESIMPULAN DAN SARAN	63
6.1 Kesimpulan	63
6.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Faktor kunci riwayat pekerjaan dan lingkungan	18
2. Nilai derajat gangguan fungsi paru restriksi	20
3. Nilai derajat gangguan fungsi paru obstruksi	20
4. Nilai rata-rata kadar NO ₂ lingkungan	44
5. Nilai rata-rata kadar SO ₂ lingkungan	45
6. Sebaran subyek menurut lokasi kerja SPBU	45
7. Sebaran subyek menurut pajanan NO ₂ dan SO ₂	46
8. Sebaran subyek menurut karakteristik	47
9. Sebaran subyek menurut gangguan fungsi paru	48
10. Sebaran subyek menurut gejala respirasi	48
11. Sebaran subyek menurut gangguan fungsi paru dan faktor risiko	49
12. Analisis logistik regresi terhadap gangguan fungsi paru	50
13. Sebaran subyek menurut gejala respirasi dan faktor risiko	51
14. Analisis logistik regresi terhadap gejala respirasi	52

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Kelompok penyakit paru dan saluran napas akibat kerja	12
2. Dampak tekanan panas dan pencemaran udara terhadap gejala respirasi	30
3. Sebaran subyek menurut lokasi SPBU	55
4. Sebaran subyek menurut pajanan NO ₂ dan SO ₂	56



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Formulir *informed consent* untuk peserta penelitian.

Lampiran 2. Lembar penjelasan penelitian

Lampiran 3. Lembar kuesioner.

Lampiran 4. Lembar pemeriksaan fisik.

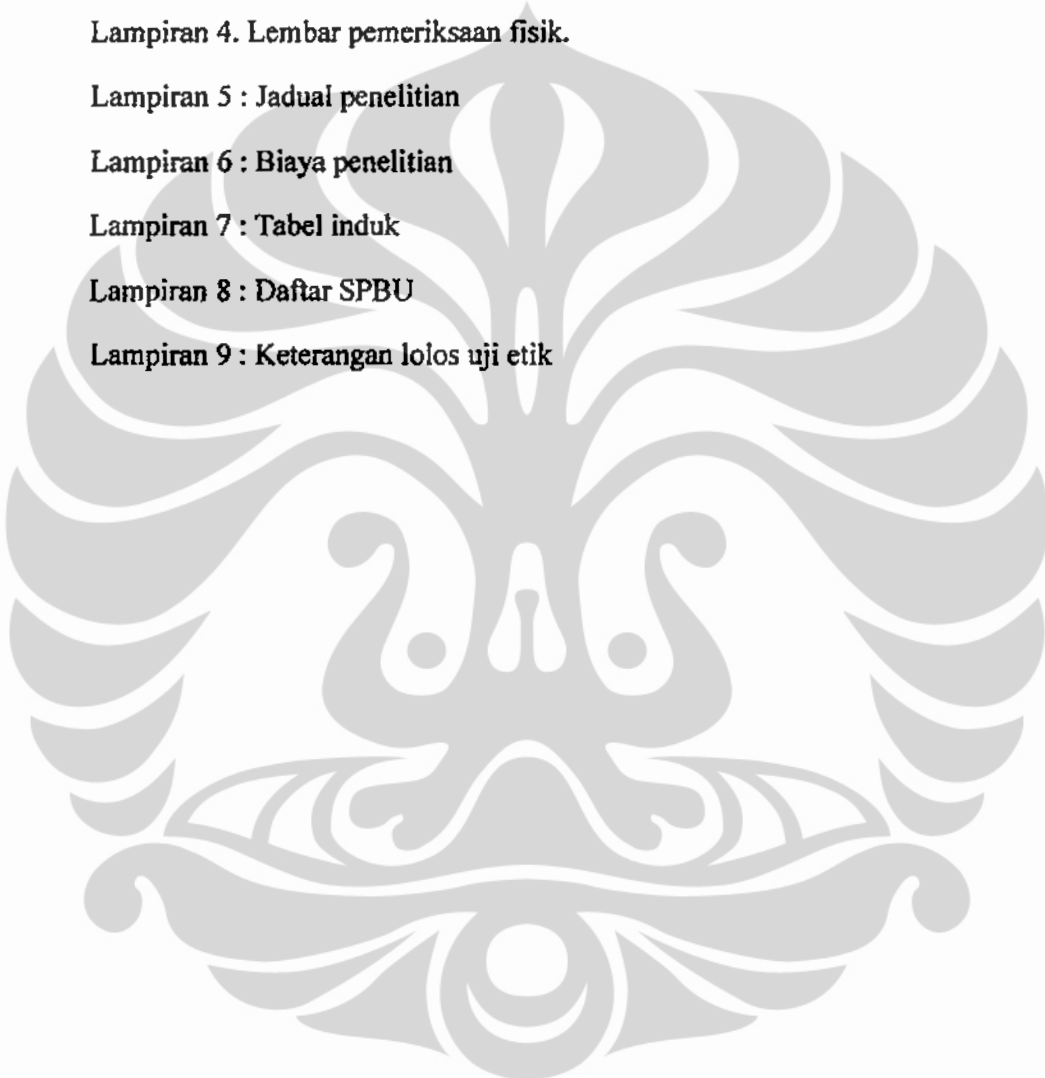
Lampiran 5 : Jadwal penelitian

Lampiran 6 : Biaya penelitian

Lampiran 7 : Tabel induk

Lampiran 8 : Daftar SPBU

Lampiran 9 : Keterangan lolos uji etik



DAFTAR SINGKATAN

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: microgram per meter kubik
ACGIH	: <i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i>
APD	: Alat Pelindung Diri
APE	: Arus Puncak Ekspirasi
ATS	: <i>American Thoracic Society</i>
BALF	: <i>Bronchoalveolar Lavage Fluid</i>
CI	: <i>Confidence Interval</i>
CO ₂	: Karbon Dioksida
DKI	: Daerah Khusus Ibukota
H ₂ SO ₄	: Asam sulfat
HC	: Hidro Carbon
HNO ₃	: Asam nitrat
HSE	: <i>Health Safety and Environment</i>
ILD	: <i>Interstitial Lung Disease</i>
ILO	: <i>International Labour Organization</i>
IMT	: Indeks Massa Tubuh
ISBB	: Indeks Suhu Basah dan Bola
K3	: Kesehatan dan Keselamatan Kerja
KPT	: Kapasitas Paru Total
KV	: Kapasitas Vital
KVP	: Kapasitas Vital Paksa
MVV	: <i>Maximal Voluntary Ventilation</i>
NAB	: Nilai Ambang Batas

NO ₂	: Nitrogen Dioksida
O ₂	: Oksigen
O ₃	: Ozon
OR	: <i>Odds Ratio</i>
OSHA	: <i>Occupational Safety & Health Administration</i>
PPM	: <i>Part Per Million</i>
PPOK	: Penyakit Paru Obstruksi Kronik
PT	: Perseroan Terbatas
RI	: Republik Indonesia
SGOT	: Serum Gamma-Glutamyl Transpeptidase
SGPT	: Serum Glutamic-Oxaloacetic Transaminase
SNI	: Standard Nasional Indonesia
SO ₂	: Sulfur Dioksida
SPBU	: Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum
STEL	: <i>Short Term Exposure Limit</i>
TB	: Tuberculosis
TSP	: <i>Total Suspended Particulate</i>
TWA	: <i>Time Weighed Average</i>
UU	: Undang-undang
VEP ₁	: Volume Ekspirasi Paksa detik pertama
VOC	: <i>Volatile Organic Compound</i>
VR	: Volume Residual
WHO	: <i>World Health Organization</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pencemaran udara dewasa ini semakin menampakkan kondisi yang sangat memprihatinkan. Sumber pencemaran udara dapat berasal dari berbagai kegiatan antara lain industri, transportasi, perkantoran, dan perumahan. Dampak dari pencemaran udara tersebut adalah terjadinya penurunan kualitas udara, yang berdampak negatif terhadap kesehatan manusia. Di DKI Jakarta, kontribusi bahan pencemar dari kendaraan bermotor ke udara adalah sekitar 70%, sisanya berasal dari industri dan rumah tangga.¹ Hasil studi yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Ekologi Kesehatan, Badan Litbang Kesehatan Departemen Kesehatan RI, rata-rata konsentrasi NO₂ dan SO₂ di daerah Pulo Gadung dan Rawasari Jakarta dari tahun 1988 sampai dengan 1995 cenderung meningkat tiap tahunnya.²

Beberapa studi epidemiologi telah menyimpulkan adanya hubungan yang erat antara tingkat pencemaran udara perkotaan dengan angka prevalens penyakit pada pernapasan, khususnya gangguan fungsi paru. Pada tahun 2007 dilaporkan prevalens kasus bronkitis kronis pada polisi yang bertugas di jalan dari Polres Jakarta Barat sebesar 10,53%, naik 2,28 % dari tahun 2006 yakni 8,25%.³

Pengaruh dari pencemaran khususnya akibat kendaraan bermotor belum sepenuhnya dapat dibuktikan karena sulit dipahami dan bersifat kumulatif. Mengingat bahayanya pencemaran udara terhadap kesehatan, sebagaimana kasus tersebut di atas, maka dipandang perlu bagi operator Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) untuk mengetahui bahaya pencemaran udara di lingkungan kerjanya yang akan mempengaruhi fungsi pernapasan yang akan berakibat terjadinya gangguan fungsi paru.

Sampai saat ini belum pernah dilakukan pemeriksaan fungsi paru pada operator SPBU, sedangkan selama jam kerja diberlakukan peraturan bahwa mereka tidak diperkenankan memakai masker karena mengikuti program 3S (senyum, salam, sapa) dari Pertamina. Meskipun ada peraturan yang bertentangan dengan kaidah K3 tersebut, diharapkan mereka tak mengalami gangguan fungsi paru yang dapat mengganggu aktifitas karyawan dan operasional perusahaan.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Pencemaran udara diantaranya dari emisi gas buang kendaraan bermotor terjadi pada kelompok pekerja yang sering dan lama kontak yakni operator pompa bensin di SPBU dan pemeriksaan fungsi paru belum pernah dilakukan pada operator SPBU di bawah naungan PT. X Berdasarkan hal tersebut dapat diformulasikan pertanyaan penelitian berikut :

1. Berapakah kadar NO_2 dan SO_2 di lingkungan kerja SPBU di bawah naungan PT. X ?
2. Berapakah prevalens gangguan fungsi paru dan gejala respirasi pada operator pompa bensin ?
3. Bagaimana hubungan antara prevalens gangguan fungsi paru dan gejala respirasi pada operator pompa dengan faktor usia, indeks massa tubuh, masa kerja dan faktor kebiasaan merokok dan olahraga ?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

1.3.1 Tujuan umum

Mengidentifikasi gangguan fungsi paru pada operator pompa bensin SPBU.

1.3.2 Tujuan khusus

1. Diketuainya kadar NO_2 dan SO_2 di lingkungan kerja SPBU di bawah naungan PT. X.
2. Diketuainya prevalens gangguan fungsi paru dan gejala respirasi pada operator pompa bensin..
3. Diketuainya hubungan antara prevalens gangguan fungsi paru dan gejala respirasi pada operator pompa bensin dengan faktor kadar pajanan NO_2 dan SO_2 , usia, indeks massa tubuh, masa kerja dan faktor kebiasaan merokok dan olahraga.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

1.4.1 Aspek pekerja

Meningkatkan kesadaran para operator SPBU terhadap kesehatan paru dan saluran napas dengan diketahuinya gangguan fungsi paru dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk mengurangi angka kesakitan akibat gangguan fungsi paru melalui kontrol teknis, administratif dan pemakaian alat pelindung diri.

1.4.2 Aspek perusahaan

Dengan diketahuinya gangguan fungsi paru, pihak manajemen SPBU dapat menentukan standar sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja yang baik sehingga karyawan terhindar dari penyakit akibat kerja sehingga produktifitas karyawan dan perusahaan meningkat.

1.4.3 Aspek akademik

Mengaplikasikan ilmu yang sudah di dapat agar tercipta lingkungan kerja yang sehat dan terbebas dari penyakit akibat kerja.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TINJAUAN UMUM SISTEM PERNAPASAN

2.1.1 Anatomi saluran napas

Secara anatomis, sistem pernafasan terdiri dari :⁴

1. Nares Anterior, merupakan saluran-saluran di dalam rongga hidung. Saluran-saluran itu bermuara ke dalam bagian yang dikenal sebagai vestibulum. Vestibulum ini dilapisi dengan epitelium bergaris bersambungan dengan kulit. Lapisan ini memuat sejumlah kelenjar besar yang ditutupi oleh bulu kasar, kelenjar-kelenjar itu bermuara ke dalam rongga hidung.
2. Rongga Hidung yang dilapisi oleh selaput lendir yang sangat kaya akan pembuluh darah, dan bersambung dengan lapisan faring dan dengan semua selaput lendir semua sinus yang mempunyai lubang masuk kedalam rongga hidung.
3. Rongga Mulut
4. Faring, merupakan tempat persimpangan antara jalan pernafasan dan jalan makanan. Terdapat di bawah dasar tengkorak, di belakang rongga hidung dan mulut sebelah depan ruas tulang leher.
5. Laring merupakan saluran udara dan bertindak sebagai pembentukan suara terletak di depan bagian faring sampai ketinggian vertebra servikalis dan masuk ke dalam trakea di bawahnya.
6. Trakea merupakan lanjutan dari laring yang di bentuk oleh 16 - 20 cincin terdiri dari tulang rawan yang berbentuk seperti kaki kuda.
7. Bronkus merupakan lanjutan dari trakea, ada dua buah yang terdapat pada ketinggian vertebra torakalis ke IV dan ke V. Mempunyai struktur serupa dengan trakea dan dilapisi oleh jenis sel yang sama.
8. Bronkiolus bercabang-cabang sampai terbentuk bronkiolus terminalis yang diameternya kurang dari 2 mm. Sistem respiratorius di sebelah distal dari bronkiolus terminalis di sebut asinus/unit respiratorius terminal, dimana pergantian gas terjadi.

9. Alveoli dilapisi oleh zat lipoprotein yang dinamakan surfaktan yang dapat mengurangi tegangan permukaan dan mengurangi resistensi terhadap pengembangan pada waktu inspirasi dan mencegah kolaps alveolus pada waktu ekspirasi.

2.1.2 Fisiologi pernapasan

Fungsi paru utama adalah proses respirasi yaitu usaha tubuh untuk memenuhi kebutuhan oksigen dalam proses metabolisme dan mengeluarkan karbondioksida sebagai hasil metabolisme dengan perantaraan organ paru dan saluran napas serta sistem kardiovaskular sehingga dihasilkan darah yang kaya oksigen. Saluran napas secara fisiologis dibagi menjadi 2 zona antara lain zona konduksi / ruang rugi anatomis meliputi trakea sampai bronkiolus terminalis dimana zona ini sebagai tempat aliran udara dari luar ke dalam paru dan zona respirasi meliputi bronkiolus respirasi sampai alveolus dimana pada zona ini terjadi proses difusi yakni berpindahnya oksigen dari alveoli ke dalam darah dan karbondioksida dari darah ke alveoli.⁵

Proses pernafasan itu sendiri di bagi dalam 3 peristiwa, yaitu :

1. Ventilasi adalah mengambil oksigen dari udara luar masuk ke dalam saluran napas dan terus ke dalam darah. Oksigen digunakan untuk proses metabolisme oleh tubuh dan karbondioksida dikeluarkan dari dalam darah ke udara luar. Orang normal bernapas 12-16 x/menit dan sekali bernapas dapat bertukar udara kira-kira 500 ml atau 4 liter dalam 1 menit ($350 \text{ ml} \times 12 \text{ x/menit} = 4200 \text{ ml} \sim 4 \text{ liter}$). Tetapi dari 500 ml yang dihirup, hanya 350 ml yang masuk ke dalam zona respirasi, sedangkan 150 cc masuk ke ruang rugi anatomis / zona konduksi.
2. Difusi adalah peristiwa perpindahan oksigen dari alveolus ke dalam kapiler dan perpindahan CO_2 dari kapiler ke alveolus. Proses ini oksigen akan melewati membran alveolus, jaringan interstisiel, dinding kapiler, plasma dan dinding eritrosit.
3. Perfusi yakni sebaran aliran darah dalam organ paru. Dalam 1 menit darah mengalir sebanyak 5 liter ($\text{Stroke volume} \times \text{Heart rate} = 70 \text{ ml/menit} \times 70 \text{ x/}$

menit = 4900 ml ~ 5 liter). Ratio ventilasi/perfusi normal yakni 0,8 ($R = V/Q \rightarrow 4/5 = 0,8$).

Gangguan ventilasi dapat dibagi menjadi gangguan restriksi dan obstruksi. Gangguan restriksi adalah gangguan dalam keterbatasan pengembangan paru yang ditandai dengan berkurangnya volume paru. Keadaan ini terjadi karena paru menjadi kaku, daya tarik jaringan paru ke dalam lebih besar akibatnya dinding rongga dada mengecil yang mengakibatkan volume paru mengecil dan iga menyempit. Gangguan restriksi terjadi karena gangguan pada bagian-bagian yakni parenkim paru (fibrosis, atelektasis, pneumonia dan tumor paru), pleura (efusi pleura, pneumotoraks, tumor pleura, dan fibrosis pleura), mediastinum (tumor mediastinum, efusi perikardium, kardiomegali), diafragma (hernia diafragmatikum, kelumpuhan otot diafragma, ascites, keadaan hamil), kelainan tulang (pektus ekskavatus, pektus karinatus, kifosis, skoliosis) dan kelainan otot dan saraf (myasthenia gravis dan duchane muscular dystrophy).

Gangguan fungsi paru obstruksi merupakan perlambatan atau gangguan percepatan aliran udara yang masuk atau keluar dari dalam paru. Gangguan fungsi paru obstruksi dapat terjadi karena asma bronkial, penyakit paru obstruksi kronik (PPOK), bronkiektasis, tumor di saluran napas, tumor yang menekan saluran napas dan adanya benda asing pada saluran napas. Gangguan perfusi paru dapat ditandainya dengan adanya ketidakseimbangan ratio ventilasi dan perfusi yang terjadi akibat gangguan ventilasi baik restriksi dan obstruksi, adanya *shunting* / pirau dan gangguan perfusi karena emboli.⁶

Sistem pernapasan memiliki sistem pertahanan tersendiri dalam melawan setiap bahan yang masuk yang dapat merusak. Pada prinsipnya sistem pertahanan tubuh terhadap partikel atau debu yang terinhalasi terdiri dari 3 sistem pertahanan yang saling berkaitan dan bekerja sama yakni :⁷

1. Garis pertahanan pertama adalah filtrasi mekanik udara inspirasi di saluran napas atas dan bawah. Filter saluran napas terdiri dari atas rambut-rambut dan lipatan mukosa (konka) yang menimbulkan aliran turbulen sehingga partikel tertahan di saluran napas atas. Keefektifan filtrasi tersebut menentukan deposit partikel pada saluran napas. Reseptor saluran napas berperan dalam menimbulkan :

- Konstriksi otot polos bronkus terhadap iritasi kimia dan fisik.
 - Menurunkan penetrasi partikel dan gas berbahaya.
 - Mencetuskan bersin dan batuk.
2. Garis pertahanan kedua yaitu cairan yang melapisi saluran napas dan alveoli serta mekanisme bersihan silia (bersihan mukosiliar). Cairan tersebut berfungsi sebagai pertahanan fisik dan kimia berisi bahan yang mempunyai sifat bakterisidal dan detoksifikasi. Sedangkan mekanisme bersihan mukosiliar (mukus disekresi oleh sel goblet dan kelenjar submukosa) membuat partikel dikeluarkan kembali ke laring dan akhirnya ditelan.
 3. Garis pertahanan ketiga adalah pertahanan spesifik paru yang dibagi atas 2 sistem utama yaitu imunitas humoral (produksi antibodi) dan imunitas seluler (limfosit T). Makrofag merupakan sistem pertahanan seluler yang membersihkan semua partikel kecil. Makrofag alveolar membersihkan partikel yang terdeposit dengan mekanisme fagositosis.

Volume gas di dalam paru tergantung pada mekanisme pengembangan paru, kerja otot inspirasi dan ekspirasi. Volume gas tersebut dibandingkan dengan data prediksi volume paru yang telah disesuaikan dengan umur, jenis kelamin, ukuran tubuh dan ras. Volume gas paru dibagi menjadi volume paru statis dan dinamis. Volume paru statis yaitu volume udara di dalam paru pada keadaan statis yang terdiri dari :⁸

1. Volume alun napas/tidal volume yaitu jumlah udara yang dihisap (inspirasi) tiap kali pernapasan tenang.
2. Volume cadangan ekspirasi yaitu jumlah udara yang dapat dikeluarkan secara maksimal setelah pernapasan biasa.
3. Volume cadangan inspirasi yaitu jumlah udara yang dapat dihisap secara maksimal setelah pernapasan biasa.
4. Volume residu yaitu jumlah udara yang tinggal di dalam paru pada akhir ekspirasi maksimal.
5. Kapasitas vital yaitu jumlah udara yang dapat dikeluarkan maksimal setelah inspirasi maksimal.

6. Kapasitas vital paksa yaitu sama seperti kapasitas vital tapi dilakukan secara cepat dan paksa.
7. Kapasitas inspirasi yaitu jumlah udara yang dapat dihisap maksimal.
8. Kapasitas residu fungsional yakni udara yang ada di dalam paru pada akhir ekspirasi biasa.
9. Kapasitas paru total yakni jumlah udara yang ada dalam paru pada akhir inspirasi maksimal.

Volume dinamik yaitu volume udara di dalam saluran napas pada keadaan dinamis terdiri dari volume ekspirasi paksa detik pertama (VEP_1) yakni jumlah udara yang dapat dikeluarkan sebanyak-banyaknya dalam 1 detik pertama pada waktu ekspirasi maksimal setelah inspirasi maksimal dan *maximal voluntary ventilation* (MVV) yakni jumlah udara yang dapat dikeluarkan sebanyak-banyaknya dalam 2 menit dengan bernapas cepat dan dalam secara maksimal. Kapasitas vital merupakan refleksi dari kemampuan elastisitas jaringan paru atau kekakuan pergerakan dinding toraks. Kapasitas vital paru yang menurun dapat diartikan adanya kekakuan jaringan paru atau dinding toraks, dengan kata lain kapasitas vital paru mempunyai korelasi yang baik dengan "*compliance*" paru atau dinding toraks. Pada volume ekspirasi paksa merupakan refleksi tahanan jalan napas pada saluran napas yang membandingkan kecepatan aliran udara dan diameter saluran napas. Pada kasus obstruksi saluran napas dimana terjadi penyempitan saluran napas, tahanan jalan napas akan meningkat misal : kasus asma, penyakit paru obstruksi kronik dan tumor saluran napas.

Fungsi paru yang ditampilkan dalam kapasitas vital paru dan volume ekspirasi paksa detik pertama berubah-ubah akibat sejumlah faktor non pekerjaan, yaitu diantaranya : usia, jenis kelamin, ukuran paru, kelompok etnik, tinggi badan, kebiasaan merokok, toleransi latihan, kekeliruan pengamat, kekeliruan alat, dan suhu lingkungan sekitar.

Faktor-faktor yang mempengaruhi volume paru statis dan dinamis :⁹

1. Riwayat penyakit yang meliputi riwayat penyakit selama satu tahun terakhir dan keluhan-keluhan yang dirasakan pekerja meliputi keluhan yang dirasakan pada saluran pernafasan. Hal ini berkaitan dengan fungsi faal paru, dimana

seseorang dengan riwayat gangguan organ paru akan mengurangi kemampuan kapasitas vital parunya.

2. Aktivitas olah raga atau latihan fisik yang dilakukan secara teratur akan meningkatkan kesegaran dan ketahanan fisik yang optimal sehingga mengakibatkan kelenturan otot, meningkatkan kecepatan reaksi, ketangkasan, koordinasi gerakan, dan daya tahan sistem kardiorespirasi. Faal paru dan olah raga mempunyai hubungan yang timbal balik yang mana latihan fisik yang teratur atau olah raga dapat meningkatkan faal paru.
3. Kebiasaan merokok telah terbukti berhubungan dengan sedikitnya 25 (dua puluh lima) jenis penyakit dari berbagai organ tubuh manusia. Penyakit-penyakit ini antara lain kanker paru, penyakit paru obstruksi kronik, dan berbagai penyakit paru lainnya, sedangkan kelainan di luar saluran napas dan paru mengakibatkan kanker mulut, esofagus, faring, laring, pankreas, kandung kencing, penyakit pembuluh darah dan ulkus peptikum.
4. Penggunaan alat pelindung diri (APD). Perlindungan tenaga kerja melalui kontrol teknis perlu diutamakan. Tetapi, kadang-kadang keadaan bahaya masih belum dapat dikendalikan sepenuhnya, sehingga diperlukan APD. Alat-alat demikian harus memenuhi persyaratan antara lain enak dipakai, tidak mengganggu kerja, dan memberikan perlindungan efektif terhadap jenis bahaya dan memberikan perlindungan efektif terhadap bahaya berupa gangguan kesehatan dan kecelakaan. Berkaitan dengan banyaknya partikulat yang akan tertimbun di dalam organ paru akibat pencemaran yang dapat mengurangi kemampuan fungsi paru sehingga dengan digunakannya APD akan dapat mencegah menumpuknya partikulat pencemar dalam organ paru sehingga akan mengurangi terjadinya penurunan fungsi organ paru.¹⁰

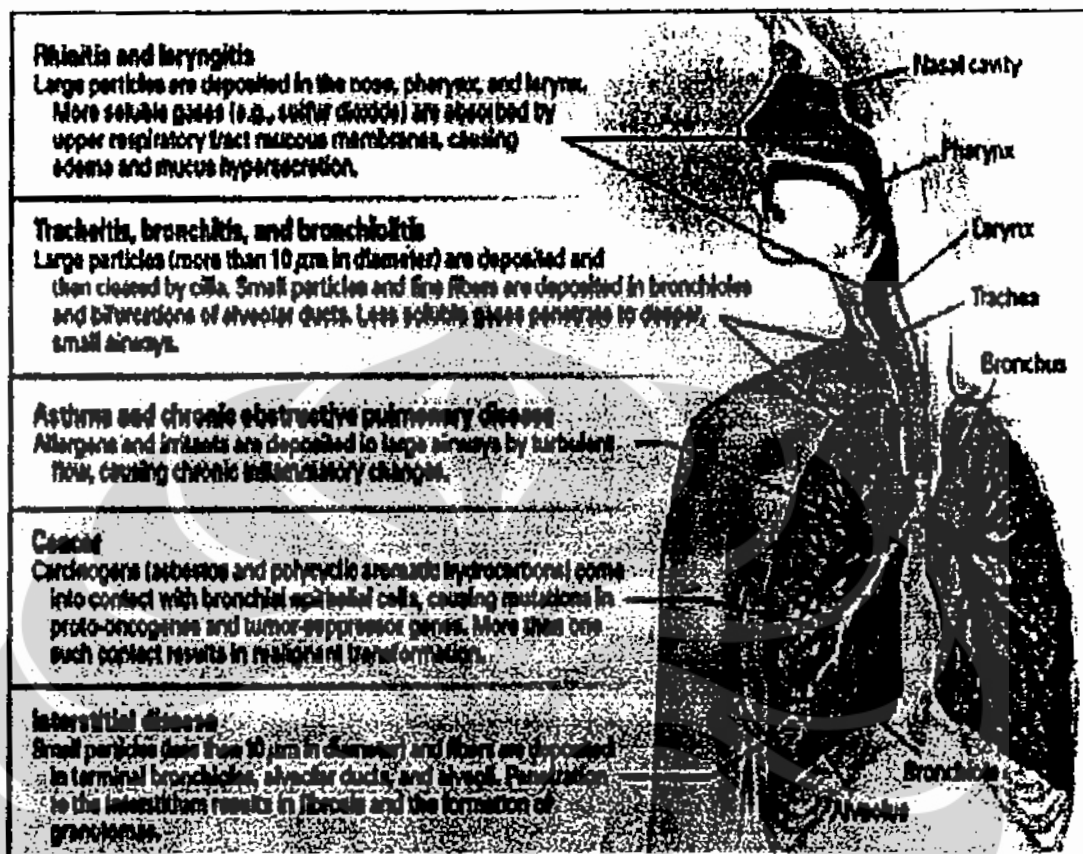
2.2 TINJAUAN UMUM TENTANG PENYAKIT PARU AKIBAT KERJA

Penyakit paru akibat kerja adalah penyakit atau kerusakan paru yang disebabkan oleh debu atau uap atau gas berbahaya yang terhisap oleh para pekerja di tempat pekerjaan mereka.¹¹ *International Labour Organization (ILO)* mendefinisikan pneumokoniosis sebagai suatu kelainan yang terjadi akibat penumpukan debu dalam paru yang menyebabkan reaksi jaringan terhadap debu tersebut.⁶

Penyakit paru dapat berupa peradangan, penimbunan debu, fibrosis, tumor, dan lain sebagainya. Saluran pernapasan merupakan salah satu bagian yang paling mudah terpapar oleh bahan-bahan yang merugikan yang terdapat di lingkungan. Bahan-bahan tersebut antara lain bermacam-macam yang menimbulkan pneumokoniosis diantaranya bahan-bahan organik seperti derivat ter, arang batu, halogen hidrokarbon, keton serta bermacam-macam gas seperti asam sulfida dan karbon monoksida. Risiko pada saluran pernapasan semakin tinggi karena besarnya volume udara yang mudah terkontaminasi oleh aerosol, gas dan uap ditempat kerja yang bergerak keluar masuk paru-paru. Penyakit paru akibat debu industri mempunyai tanda dan gejala yang mirip dengan penyakit paru lain yang tidak disebabkan oleh debu ditempat kerja, olehnya untuk menegakkan diagnosis perlu dilakukan anamnesis yang teliti meliputi riwayat pekerjaan, dan hal-hal yang berhubungan pekerjaan oleh karena penyakit biasanya baru timbul setelah pajanan cukup lama. Lingkungan kerja mengandung bermacam-macam bahan berbahaya yang bersifat kimia, fisika, biologi, ergonomi dan psikososial. Higiene kerja saja tidak cukup untuk melindungi pekerja dari penyakit akibat kerja. Intervensi medis dalam bentuk pemeriksaan kesehatan sebelum penempatan dan secara berkala sangat penting dalam deteksi dini dan penanganan penyakit akibat kerja, selain pemeriksaan fisik berbagai organ dan sistem tubuh juga perlu diperhatikan faktor-faktor individual seperti usia, jenis kelamin, gizi, keadaan penyakit masa lalu dan sekarang serta pajanan sebelumnya. Jenis penyakit paru yang timbul tergantung pada jenis zat pajanan namun gejala klinis yang timbul menyerupai penyakit paru yang lain yang tidak berhubungan dengan pekerjaan. Pembagian penyakit paru kerja dihubungkan dengan etiologinya.¹²

1. Penyakit paru interstisiel :
 - Asbestosis.
 - pneumokniosis batubara.
 - silikosis.
 - Berylliosis.
 - pneumonia hipersensitif.
2. Edema paru :
 - Inhalasi asap gas toksik akut (NO_2 , klorin).

3. Penyakit pleura :
 - Penebalan dan efusi yang berhubungan dengan asbestos.
 - Mesotelioma.
4. Bronkitis :
 - Debu tepung.
 - Debu berat (pekerja tambang batu bara).
5. Asma :
 - Toluene diisosiyanat.
 - Garam platina.
 - Tepung platina.
 - Tepung formalin.
 - Debu kapas.
 - *Western red cedar*.
6. Karsinoma bronkus :
 - Uranium.
 - Asbes.
 - Krom nikel.
 - Krometil eter.
7. Penyakit infeksi :
 - Anthrax (penyortir kayu, kulit import).
8. "*Coccidioidomycosis*" (pekerja bangunan, arkeologis).
9. Penyakit mikobakteria (silikosis).
10. "*Psittidiosis*" (pemilik toko binatang).
11. "*Echinococcus*" (penggembala biri-biri dan anjing).
12. "*Q fever*" (penyamak dan pemelihara biri-biri).



Dikutip dari (10)

Gambar 1. Kelompok penyakit paru dan saluran napas akibat kerja.

Bila penyakit paru akibat kerja telah terjadi, umumnya tidak ada pengobatan yang spesifik dan efektif untuk menyembuhkannya. Gejala biasanya timbul apabila penyakit sudah lanjut. Pada asbestosis dan silikosis, bila diagnosis telah ditegakkan maka penyakit dapat terus berlanjut menjadi fibrosis masif progresif meskipun pajanan dihilangkan, sedangkan pada bronkitis industri, apabila telah terjadi obstruksi berarti kelainan telah irreversibel. Pengobatan penyakit paru akibat kerja pada umumnya hanya bersifat simptomatis yaitu mengurangi gejala dan keluhan penderita.

2.2.1 Rinitis dan laringitis akibat kerja

Rambut-rambut dan turbin pada hidung berfungsi sebagai penyaring partikel dan gas yang diinhalasi. Respon awal, mukosa hidung mengalami dilatasi vaskuler, peningkatan permeabiliti, rinorea dan kongesti akibat pajanan alergen atau zat

iritan di tempat kerja. Alergen menyebabkan bersin-bersin, rasa gatal di hidung, rinorea dan kongesti sedangkan zat iritan menyebabkan rasa terbakar atau iritasi dan kongesti. Rinitis alergik yang disebabkan karena pajanan di tempat kerja biasanya merupakan awitan timbulnya asma. Karena laring merupakan saluran napas yang mempunyai daerah potong lintang terkecil maka aliran udara yang masuk menuju laring mengalami peningkatan kecepatan karena efek gerakan turbulensi partikel dan tidak mampu berubah arah dengan cepat sehingga sebagian partikel terdeposisi. Alergen atau zat iritan dapat menyebabkan inflamasi dan edema langsung pada pita suara atau tidak langsung melalui mediator inflamasi dari pasase hidung.¹³

Bahan-bahan di tempat kerja sebagai penyebab tersering penyakit saluran napas atas diantaranya

1. Rinitis dan laringitis (sensitizer alergik) :

- Debu dari tepung (gandum, kedelai, gandum hitam, ketan, amylase).
- Debu dari makanan ternak dan padi-padian.
- Ethilenediamine.
- Latex dari sarung tangan latex.
- Serbuk ari dan spora dari tanaman.
- Acid anhydrides (pada pelapisan dengan epoxy resin dan plasticizers).

2. Zat iritan :

- Cairan dan serbuk pembersih asam atau basa.
- Amonia.
- Asap rokok di tempat kerja.
- Hypochlorous acid /HCl (bleach).
- Metalworking fluid (cutting oils).
- Ozon (pengelasan alumunium).
- Sulphur dioxide.
- Volatile organic compounds (pengecatan sebagai pengencer atau pelarut dan pada industri cairan pembersih)

3. Rinorea :

- Udara dingin.
- Pestisida (carbaryl, malathion, parathion, mevinphos, pyrethrum)

4. Ulserasi nasal dan perforasi septum :

- Arsenik.
- Chromic acid dan chromates.
- Debu dan asap tembaga.

2.2.2 Penyakit paru obstruksi kronik akibat kerja

Penyakit paru obstruksi kronik (PPOK) mempunyai karakteristik adanya keterbatasan aliran udara yang tidak sepenuhnya reversibel. Keterbatasan aliran udara ini umumnya progresif dan berhubungan dengan respon inflamasi abnormal paru oleh gas atau partikel beracun.¹⁴ Faktor risiko PPOK yakni defisiensi alpha - I antitripsin, pajanan asap rokok, debu organik dan organik di tempat kerja, polusi udara dari pembakaran, stres oksidatif, infeksi saluran napas, status sosial ekonomi, jenis kelamin, umur, nutrisi dan faktor komorbid misal : asma. American Thoracic Society (ATS) menyatakan bahwa bahwa pajanan di tempat kerja menyebabkan 10-20% gejala dan penurunan fungsi paru yang sesuai dengan dengan PPOK. Bahan-bahan di tempat kerja yang sering menyebabkan PPOK yaitu debu batu bara, *crystalline silica*, debu kapas, cadmium, *toluene diisocyanate*. Gejala PPOK adalah dispnea yang progresif, batuk kronik intermiten yang tidak produktif, produksi sputum kronik, rasa berat di dada dan mengi. Pada pemeriksaan fisik kadang didapatkan tampilan sianosis, abnormaliti dinding dada karena hiperinflasi, pendataran diafragma, frekuensi napas yang meningkat, penggunaan otot bantu napas. Pada pemeriksaan auskultasi ditemukan penurunan suara napas, *wheezing*, ronki saat inspirasi. Diagnosis PPOK ditegakkan dengan pemeriksaan spirometri yakni nilai prediksi $VEP_1 < 80\%$ pasca bronkodilator dengan rasio $VEP_1/KVP < 75\%$ pasca bronkodilator.¹⁵

2.2.3 Bronkitis industri

Bronkitis industri adalah proses kronik yang penyebabnya tidak spesifik, terdapat pada populasi industri. Pengertian bronkitis industri dan bronkitis kronik adalah sama. Pajanan debu yang lama dengan konsentrasi tinggi pada pekerja di tempat kerja dapat menyebabkan bronkitis industri. Menurut American Thoracic Society

(ATS,1995) adalah batuk kronik produktif selama 3 bulan dalam 1 tahun minimal selama 2 tahun.¹⁶

Mekanisme inflamasi merupakan patogenesis yang mendasari bronkitis kronik. Pemeriksaan *bronchoalveolar lavage fluid* (BALF) menunjukkan peningkatan jumlah netrofil dan makrofag, keduanya memegang peranan penting dalam proses inflamasi pada bronkitis kronik. Pada sputum penderita ditemukan peningkatan jumlah sitokin pro inflamasi yaitu interleukin (IL)-8, IL-1, IL-6, tumor necrosis factor- α (TNF- α) dan sitokon anti inflamasi Il-10 pada sputumnya. Proses inflamasi merangsang mekanisme neurogenik menyebabkan saraf sensorik jalan napas melepaskan tidakikinin yaitu substansi P, neurokinin A dan B yang memperberat sekresi mukus. Pada bronkitis kronik terjadi perubahan struktur yakni hiperplasia kelenjar mukus, peningkatan jumlah sel goblet pada permukaan epitelium, penurunan serous acini kelenjar submukosa yang menyebabkan penurunan pertahanan saluran napas, penurunan jumlah dan panjang silia, metaplasia skuamosa dan abnormaliti mukosilier sehingga pada bronkitis kronik menyebabkan retensi sputum.¹⁷

Pemeriksaan faal paru pada kasus bronkitis industri pada tahap awal normal, selanjutnya terjadi perlambatan aliran udara yaitu VEP₁ yang menetap. Pemeriksaan foto toraks dapat normal atau terdapat peningkatan corakan bronkopulmner terutama di lobus bawah. Penatalaksanaan bronktis industri yakni menghindari faktor risiko yaitu pajanan debu, merokok serta memindahkan pekerja ke lingkungan yang aman.¹⁸

2.2.4 Asma kerja

Asma kerja menurut American Thoracic Society (ATS) didefinisikan sebagai asma yang disebabkan oleh pajanan di tempat kerja. Asma di tempat kerja dibedakan menjadi asma kerja dan asma yang diperburuk akibat kerja. Asma kerja adalah penyakit yang ditandai oleh kepekaan saluran napas terhadap pajanan zat di tempat kerja dengan manifestasi obstruksi saluran napas yang bersifat reversible, hiperaktiviti bronkus dan keduanya. Gejala pada tiap individu bervariasi, kebanyakan membaik pada akhir pekan dan waktu libur. Anamnesis riwayat penyakit yang rinci penting untuk menegakkan diagnosis. Ada individu

yang terserang setelah pajanan beberapa menit, pada individu lain sering timbul beberapa jam sesudah pajanan dengan gejala yang mengganggu pada malam berikutnya.¹⁹

Asma kerja dibagi menjadi dua jenis yaitu asma dengan periode laten, gejala asma timbul beberapa minggu hingga tahun setelah pajanan, sedangkan asma tanpa periode laten adalah asma yang timbul setelah pajanan yang bersifat iritan pada satu atau beberapa kali pajanan. Pada individu atopik keluhan asma timbul setelah bekerja 4 atau 5 tahun, sedangkan pada individu yang nonatopik keluhan ini muncul beberapa tahun lebih lama. Pada tempat yang mengandung zat pajanan kuat seperti tepung gandum, debu kayu, kopi, binatang seperti binatang pengerat, anjing, kucing, ulat sutra, kerang, zat kimia seperti isosionat, garam platina, khrom, dapat juga berasal dari obat-obatan seperti pada produksi piperazin, tetrasiklin, spinamisin dan penisilin sintetik. Gejala dapat timbul lebih awal bahkan kadang-kadang beberapa minggu setelah mulai bekerja. Diagnosis asma kerja ditegakkan berdasarkan anamnesis, riwayat pekerjaan, gejala klinis, pemeriksaan hiperaktiviti bronkus, pemeriksaan serial arus puncak ekspirasi (APE) dan pemeriksaan faal paru.²⁰

2.2.5 Interstitial Lung Disease (ILD) akibat kerja

Sebagian besar debu akan disaring keluar oleh saluran napas atas atau dibersihkan oleh epitelium silia pada jalan napas besar. Bila pertahanan tersebut gagal maka zat inhalasi akan sampai ke paru dan menimbulkan inflamasi di alveolar dan jaringan interstitial.¹²

Zat-zat di tempat kerja yang menyebabkan *interstitial lung disease* :

1. Fibrosis pulmoner
 - Asbestos.
 - Crystalline silica.
 - Kaolin.
 - Talk.
 - Tungsten carbide dengan cobalt.
2. Alveolar proteinosis
 - Debu fine crystalline silica.

3. Pneumonia lipoid

- Oily metalworking fluids.

4. Pneumonitis hipersensitif.

- Amebae.
- Protein hewan (burung, ayam, bebek, kalkun, tikus).
- Metalworking fluid aerosol.
- Bakteri.
- Toluene diisocyanate, diphenylmethane diisocyanate, hexamethylene ddisocyanate.
- Trimellitic anhydridade dan phthalic anhydride.
- Jamur.

5. Penyakit granulomatous

- Berilium.

6. Inhalation fever

- Amebae, bakteri, jamur.
- Debu kapas.
- Freshly generated zinc oxide fumes.
- Heated fluorocarbon monomers dan polymers.

2.2.6 Kanker paru akibat kerja

Di Amerika Serikat diperkirakan pajanan di tempat kerja sebagai penyebab 5% kanker paru. Penyebab utama kanker paru yaitu asbestos, radon, silika, kromium, nikel, arsenik dan berilium. Asap rokok dan asbestos berinteraksi kuat menyebabkan karsinoma bronkogenik. Kanker paru ini dapat timbul terutama pada pekerja yang terpajan lebih dari 10 tahun. Beberapa penelitian epidemiologi menyatidakan pajanan kronik asam sulfat meningkatkan insidensi kanker paru dan kanker saluran napas.²¹

2.3 DIAGNOSIS GANGGUAN FAAL PARU

Penyakit paru kerja merupakan kelainan atau kerusakan paru akibat pajanan berbagai zat di tempat kerja seperti asap, debu dan gas berbahaya yang terhirup oleh pekerja di tempat kerja. Berbagai penyakit dapat timbul tergantung pada

jenis, konsentrasi dan lamanya pajanan. Terkadang sulit untuk menentukan hubungan antara penyakit dengan jenis pekerjaan karena pada penyakit paru tertentu memerlukan waktu yang lama antara terjadinya pajanan dan timbulnya penyakit. Lingkungan kerja perlu diketahui konsentrasi pajanan yang terkena pada pekerja dan faktor lain yang mempengaruhi terjadinya penyakit. Manifestasi klinik, kelainan pada foto toraks dan pemeriksaan spirometri mirip antara penyakit paru akibat kerja dan penyakit paru yang tidak berhubungan dengan pekerjaannya.

Diagnosis dalam menegakkan penyakit paru akibat kerja meliputi berbagai hal :

1. Riwayat pekerjaan

Riwayat pekerjaan yang akurat dan terinci merupakan kunci dalam menegakkan diagnosis penyakit yang berhubungan dengan pekerjaan. Penderita mungkin sering berganti pekerjaan, mungkin terdapat waktu yang lama antara terjadinya pajanan dan timbulnya penyakit terutama pada kasus kanker paru.

Berbagai faktor yang berhubungan dengan pekerjaan dan lingkungan tercantum pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Faktor kunci riwayat pekerjaan dan lingkungan

Penyakit sekarang	-	Gejala-gejala yang berhubungan dengan pekerjaan.
	-	Pekerjaan lain yang terkena gejala serupa.
	-	Pajanan saat ini terhadap debu, gas bahan kimia dan biologi yang berbahaya.
	-	Laporan terdahulu tentang kecelakaan kerja.
Riwayat pekerjaan meliputi catatan tentang semua pekerjaan terdahulu, hari kerja khusus, proses pertukaran pekerjaan		
Tempat kerja	-	Ventilasi, hygiene industri dan kesehatan, pemeriksaan pekerja.
	-	Serikat kesehatan dan keamanan, cahaya, hari-hari kerja yang hilang tahun sebelumnya, penyebabnya, santunan kompensasi pekerja sebelumnya.
Riwayat penyakit dahulu	-	Pajanan terhadap kebisingan, getaran, radiasi, zat-zat kimia, asbestos.
Riwayat lingkungan	-	Rumah dan lokasi tempat kerja sekarang dan sebelumnya.
	-	Pekerjaan lain yang bermakna.

- Sampah/limbah berbahaya
- Polusi udara.
- Hobi : mencat, memahat, mematri, pekerjaan yang berhubungan dengan kayu.
- Alat pemanas rumah.
- Zat-zat pembersih rumah dan tempat kerja.
- Paparan pestisida.
- Sabuk pengaman.
- Alat pemadam kebakaran.

Dikutip dari (9)

2. Riwayat medis dan pemeriksaan fisik

Suatu riwayat medis dengan penekanan khusus pada pekerjaan masa lalu dan saat ini serta hubungannya dengan gejala-gejala yang diperiksa adalah penting untuk tujuan diagnosis banding. Dari riwayat pekerjaan dapat pula diperkirakan waktu yang diperlukan antara paparan dan onset gejala, dengan demikian dapat pula menilai beratnya penyakit. Riwayat merokok hendaknya ditelusuri dengan cermat. Pemeriksaan fisik juga penting namun perlu ditegaskan bahwa riwayat penyakit dan medis serta uji faal paru memberikan penilaian yang lebih akurat mengenai derajat penyakit dan kecacatan, bila dibandingkan pemeriksaan fisik.^{11,22}

3. Uji faal paru

Uji faal paru melalui pemeriksaan spirometri merupakan pemeriksaan yang banyak dipakai karena mudah dilakukan, sederhana, reproduibel, sensitif dan cukup spesifik. Parameter yang diukur berguna dalam menilai kelainan faal paru. Pemeriksaan yang dilakukan adalah pemeriksaan kapasitas vital dan volume ekspirasi paksa detik pertama (VEP₁). Selain berguna untuk menunjang diagnosis berguna juga untuk melihat laju perjalanan penyakit, efektivitas pengobatan dan menilai prognosis. Pemeriksaan sebelum seseorang bekerja dan pemeriksaan berkala setelah bekerja dapat mengidentifikasi penyakit dan perkembangannya pada pekerja yang sebelumnya tidak mempunyai gejala. Pekerja yang pada pemeriksaan awal tidak menunjukkan kelainan, kemudian menderita kelainan setelah bekerja dan penyakitnya terus berlanjut dianjurkan untuk menukar pekerjaannya. Obstruksi terjadi pada penurunan faal paru berupa VEP₁ akibat mengecilnya saluran napas. Pada restriksi terjadi penurunan KVP akibat

mengcilnya kapasitas vital paru. Parameter KVP dan VEP_1 dapat mendeteksi kelainan restriksi, obstruksi atau campuran. Berdasarkan nilai dugaan dengan standar *Pneumobile Project* Indonesia restriksi bila $KVP < 80\%$ dari nilai prediksi dan obstruksi terjadi bila $VEP_1/KVP < 75\%$.

Tabel 2. Nilai derajat restriksi

Derajat restriksi	Nilai KVP dari prediksi
Ringan	$80\% > KVP \geq 60\%$
Sedang	$60\% > KVP \geq 30\%$
Berat	$KVP < 30\%$

Tabel 3. Nilai derajat obstruksi

Derajat obstruksi	Nilai VEP_1/KVP
Ringan	$75\% > VEP_1/KVP \geq 60\%$
Sedang	$60\% > VEP_1 / KVP \geq 30\%$
Berat	$VEP_1 / KVP < 30\%$

Dikutip dari (26)

4. Foto toraks

Pemeriksaan foto toraks akan sangat berguna untuk melihat kelainan yang ditimbulkan oleh debu pada pneumokoniosis. Klasifikasi standar menurut *International Labour Organization* (ILO) dipakai untuk menilai kelainan yang timbul. Klasifikasi ini sebagai pencatatan yang sistemik apabila ditemukan kelainan pada foto toraks penderita yang terpajan debu. Tujuan klasifikasi ini adalah untuk membedakan derajat kelainan radiologis pada pneumokoniosis dengan cara sederhana.²³

2.4 TINJAUAN UMUM KOMPONEN PENCEMAR UDARA²⁴

Komponen pencemar udara menurut Peraturan Pemerintah Nomor 41 tahun 1999 meliputi : Sulfur dioksida (SO_2), Karbon monoksida (CO), Nitrogen dioksida (NO_2), Oksidan (O_3), Hidro karbon (HC), Particulate Matters 10, Particulate Matters 2,5, Total Suspended Particulate (debu), Pb (Timah hitam), dan *Dustfall* (debu jatuh). Zat yang paling banyak pengaruhnya terhadap saluran pernapasan dan paru adalah sulfur dioksida, nitrogen dioksida dan ozon.²⁵

2.4.1 Nitrogen Oksida (NO_x)

2.4.1.1 Sifat fisika dan kimia

Oksida Nitrogen (NO_x) adalah kelompok gas nitrogen yang terdapat di atmosfer yang terdiri dari nitrogen monoksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO₂). Walaupun ada bentuk oksida nitrogen lainnya, tetapi kedua gas tersebut yang paling banyak diketahui sebagai bahan pencemar udara. Nitrogen monoksida merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau sebaliknya nitrogen dioksida berwarna coklat kemerahan dan berbau tajam. Nitrogen monoksida terdapat di udara dalam jumlah lebih besar daripada NO₂. Pembentukan NO dan NO₂ merupakan reaksi antara nitrogen dan oksigen di udara sehingga membentuk NO, yang bereaksi lebih lanjut dengan lebih banyak oksigen membentuk NO₂. Udara terdiri dari 80% volume nitrogen dan 20% volume oksigen. Pada suhu kamar, hanya sedikit kecenderungan nitrogen dan oksigen untuk bereaksi satu sama lainnya. Pada suhu yang lebih tinggi (di atas 1210°C) keduanya dapat bereaksi membentuk NO dalam jumlah banyak sehingga mengakibatkan pencemaran udara. Dalam proses pembakaran, suhu yang digunakan biasanya mencapai 1210 – 1.765 °C, oleh karena itu reaksi ini merupakan sumber NO yang penting.²⁶

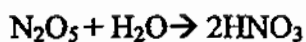
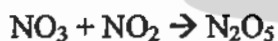
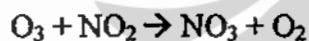
Nilai ambang batas Nitrogen dioksida menurut SNI 19-0232-2005 adalah 5,6 mg/m³.²⁷

2.4.1.2 Sumber dan distribusi

Dari seluruh jumlah oksigen nitrogen (NO_x) yang dibebaskan ke udara, jumlah yang terbanyak adalah dalam bentuk NO yang diproduksi oleh aktivitas bakteri. Akan tetapi pencemaran NO dari sumber alami ini tidak merupakan masalah karena tersebar secara merata sehingga jumlahnya menjadi kecil. Nitrogen dioksida juga didapat pada bangunan kedap udara penyimpan makanan ternak yang disebut *silo*. Dalam *silo* NO₂ terbentuk dari pembusukan rumput dan tanaman lainnya, juga tanah yang mengandung nitrogen mengalami oksidasi membentuk NO₂ di dasarnya. Ketika *silo* dibuka NO₂ akan keluar sehingga langsung dapat terhirup dalam konsentrasi tinggi dan menyebabkan efek toksik berat yang dikenal dengan istilah *silo fillers' disease*. Yang menjadi masalah

adalah pencemaran NO yang diproduksi oleh kegiatan manusia karena jumlahnya akan meningkat pada tempat-tempat tertentu.²⁸

Kadar NOx di udara perkotaan biasanya lebih tinggi dari pada di udara pedesaan. Pada pengukuran polusi udara daerah Ciganjur, daerah pemukiman yang cukup jauh dari lalu lintas padat dan industri dibandingkan dengan Paseban, yang berada di pusat kota didapatkan tingkat NO₂ di Ciganjur sebesar 18,19 µg/m³ sedangkan di Paseban 39,57 µg/m³. Emisi NOx dipengaruhi oleh kepadatan penduduk karena sumber utama NOx yang diproduksi manusia adalah dari pembakaran dan kebanyakan pembakaran disebabkan oleh kendaraan bermotor, produksi energi dan pembuangan sampah. Kadar NOx di udara dalam suatu kota bervariasi sepanjang hari tergantung dari aktivitas kendaraan bermotor.²⁹ Perubahan kadar NOx berlangsung sebelum matahari terbit, kadar NO dan NO₂ tetap stabil dengan kadar sedikit lebih tinggi dari kadar minimum sehari-hari dan setelah aktifitas manusia meningkat (jam 6-8 pagi) kadar NO meningkat terutama karena meningkatnya aktivitas lalu lintas. Produk akhir dari pencemaran NOx di udara dapat berupa asam nitrat, yang kemudian diendapkan sebagai garam garam nitrat didalam air hujan atau debu. Mekanisme utama pembentukan asam nitrat dari NO₂ di udara masih terus dipelajari. Salah satu reaksi di bawah ini diduga juga terjadi di udara tetapi peranannya mungkin sangat kecil dalam menentukan jumlah asam nitrat di udara. Kemungkinan lain pembentukan HNO₃ didalam udara tercemar adalah adanya reaksi dengan ozon pada kadar NO₂ maksimum. O₃ memegang peranan penting dan kemungkinan terjadi tahapan reaksi sebagai berikut :



Di dalam saluran pernapasan NO₂ akan terhidrolisis membentuk asam nitrat (HNO₃) yang bersifat korosif terhadap mukosa permukaan saluran napas.³⁰

2.4.1.3 Dampak terhadap saluran napas dan paru

Di udara *ambien* yang normal, NO dapat mengalami oksidasi menjadi NO₂ yang bersifat racun. Dampak pajanan NO₂ lebih bersifat kronik. Pada orang normal

pajanan NO_2 1,5 ppm ($2,3 \text{ mg/m}^3$) selama 2 jam tidak menunjukkan penurunan faal paru yang bermakna. Tetapi pajanan melebihi 1,5 ppm menyebabkan peningkatan tahanan ekspirasi dan inspirasi.³¹ Pada penderita PPOK pajanan NO_2 sebesar 0,3 ppm sudah dapat menimbulkan obstruksi saluran napas, sedangkan pada orang normal tidak menimbulkan gangguan yang berarti.³² Kejadian infeksi saluran napas meningkat pada orang yang terpapar dengan nitrogen dioksida yang disebabkan oleh karena berkurangnya aktivitas mukosilier, kerusakan silia, gangguan sekresi mukus dan fungsi makrofag alveolar serta gangguan imunitas humoral sehingga meningkatkan kemungkinan infeksi bakteri.³³

NO_x daya larut dalam air termasuk rendah sehingga pajanan NO_x akan mengakibatkan iritasi pada mukosa napas, sehingga *ciliary mucosa* rusak dan inflamasi dengan terjadinya peningkatan permeabilitas vaskular sehingga mengakibatkan edema mukosa, hiperresponsif bronkus, akifitas makrofag menurun, daya fagositosis menurun mengakibatkan bronkiolitis obliterans yang akibatnya terjadi nekrosis dan terjadi fibrosis.³⁴

2.4.1.4 Cara uji kadar NO_2 lingkungan

Kadar NO_2 di lingkungan kerja diukur dengan metode *Griess Saltzman* menggunakan spektrofotometer. Gas Nitrogen dioksida dijerap dalam larutan *Griess Saltzman* sehingga membentuk suatu senyawa azo dye berwarna merah muda yang stabil setelah 15 menit. Konsentrasi larutan ditentukan secara spektrofotometri pada panjang gelombang 550 nm.

Cara Uji :

1. Susun peralatan pengambilan contoh uji.
2. Masukkan larutan penjerap *Griess Saltzman* sebanyak 10 mL ke dalam botol penjerap. Atur botol penjerap agar terlindung dari hujan dan sinar matahari langsung.
3. Hidupkan pompa penghisap udara dan atur kecepatan alir 0,4 L/menit, setelah stabil catat laju alir awal (F1).
4. Lakukan pengambilan contoh uji selama 1 jam.
5. Setelah 1 jam catat laju alir akhir (F2) dan kemudian matikan pompa penghisap.

6. Analisis dilakukan di lapangan segera setelah pengambilan contoh uji.

2.4.2 Sulfur dioksida (SO₂)

2.4.2.1 Sifat fisika dan kimia

Pencemaran oleh sulfur oksida terutama disebabkan oleh dua komponen sulfur bentuk gas yang tidak berwarna, yaitu sulfur dioksida (SO₂) dan Sulfur trioksida (SO₃), dan keduanya disebut sulfur oksida (SO_x). Sulfur dioksida mempunyai karakteristik bau yang tajam dan tidak mudah terbakar di udara, sedangkan sulfur trioksida merupakan komponen yang tidak reaktif. Pembakaran bahan-bahan yang mengandung sulfur akan menghasilkan kedua bentuk sulfur oksida, tetapi jumlah relatif masing-masing tidak dipengaruhi oleh jumlah oksigen yang tersedia. Di udara SO₂ selalu terbentuk dalam jumlah besar. Jumlah SO₃ yang terbentuk bervariasi dari 1 sampai 10% dari total SO_x.³⁵

Mekanisme pembentukan SO_x dapat dituliskan dalam dua tahap reaksi sebagai berikut :



SO₃ di udara dalam bentuk gas hanya mungkin ada jika konsentrasi uap air sangat rendah. Jika uap air terdapat dalam jumlah cukup, SO₃ beserta uap air akan segera bergabung membentuk droplet asam sulfat (H₂SO₄) dengan reaksi sebagai berikut :



Komponen yang normal terdapat di udara bukan SO₃ melainkan H₂SO₄, tetapi jumlah H₂SO₄ di atmosfer lebih banyak dari pada yang dihasilkan dari emisi SO₃ hal ini menunjukkan bahwa produksi H₂SO₄ juga berasal dari mekanisme lainnya. Setelah berada di atmosfer sebagai SO₂ akan diubah menjadi SO₃ (kemudian menjadi H₂SO₄) oleh proses-proses fotolitik dan katalitik. Jumlah SO₂ yang teroksidasi menjadi SO₃ dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk jumlah air yang tersedia, intensitas, waktu dan sebaran spektrum sinar matahari, jumlah bahan katalik, bahan absorptif dan alkalin yang tersedia. Pada malam hari atau kondisi lembab atau selama hujan, SO₂ di udara diabsorpsi oleh droplet air alkalin dan bereaksi pada kecepatan tertentu untuk membentuk sulfat di dalam droplet.

Nilai ambang batas Sulfur dioksida menurut SNI 19-0232-2005 adalah 5,2 mg/mg³.³⁶

2.4.2.2 Sumber distribusi

Sepertiga dari jumlah sulfur yang terdapat di atmosfer merupakan hasil kegiatan manusia dan kebanyakan dalam bentuk SO₂ misalnya dari pembakaran batubara dan minyak mentah yang mengandung sulfur, pembangkit tenaga listrik bertenaga batubara, pabrik yang menghasilkan bubur kertas, peleburan seng, timah dan tembaga serta pemanas ruangan. dan dua pertiga bagian lagi berasal dari sumber-sumber alam seperti berasal dari dekomposisi zat-zat organik, vulkanik dan garam laut.³⁷ Masalah yang ditimbulkan oleh bahan pencemar yang dibuat oleh manusia adalah dalam hal sebarannya yang tidak merata sehingga terkonsentrasi pada daerah tertentu. Sedangkan pencemaran yang berasal dari sumber alam biasanya lebih tersebar merata.³⁸

2.4.2.3 Dampak terhadap saluran napas dan paru

Kadar SO₂ dalam gas buang tergantung dari jenis bahan bakar yang digunakan. Sulfur dioksida yang berasal dari solar lima kali lebih banyak dibandingkan dengan SO₂ yang terjadi pada pemakaian bahan bakar bensin. SO₂ lebih larut di dalam air dibandingkan dengan nitrogen dioksida. Sebagian SO₂ akan tertahan di saluran napas atas, karena bereaksi dengan air yang terdapat di lapisan mukosa. Pada orang normal pajanan SO₂ diatas 5 ppm baru dapat menimbulkan resistensi jalan napas. Pada penderita asma, pajanan SO₂ sebesar 0,25-0,5 ppm sudah menyebabkan konstriksi saluran napas dan gejala asma karena pada penderita asma sudah terdapat sensitivitas.³⁹

Pada pernapasan biasa melalui hidung, hampir 98 % gas SO₂ akan diabsorpsi di nasofaring dan sisanya akan diabsorpsi dengan cepat di mukosa serta epitel di bronkus. Hal ini terjadi karena turbulensi udara dengan mukosa hidung pada pernapasan biasa relatif sangat besar sehingga gas-gas yang diabsorpsi meningkat dan hanya sedikit bahkan hampir tidak ada yang sampai ke saluran napas bawah. Pada pernapasan melalui mulut, gas SO₂ yang diabsorpsi lebih sedikit dibandingkan melalui hidung. Namun dalam keadaan khusus misal bekerja berat,

ventilasi per menitnya akan meningkat, sehingga jumlah udara yang dihisap melalui mulut meningkat dan deposit gas SO₂ dapat mengenai saluran napas bawah. SO_x mempunyai daya larut yang termasuk tinggi yang mengakibatkan iritasi mukosa bronkus, terjadi cedera pada bronkus, aktifitas silier mukosa menurun serta terjadi *celular debris production*, kemudian terjadi inflamasi yang mengakibatkan submukosal edema bronkus dengan manifestasi penyempitan saluran napas dan juga terjadi bronkore sehingga terjadi obstruksi bronkus yang akhirnya mengakibatkan atelektasis.⁴⁰ Kemungkinan lain adalah reaksi inflamasi di saluran napas sebagai respons terhadap SO₂ yang menghasilkan asam. Pada inflamasi terjadi pelepasan mediator seperti histamin, leukotrien, prostaglandin, faktor kemotidaktik neutrofil dan faktor aktivasi *platelet* serta sitokin, yang secara fungsional menyebabkan peningkatan permeabilitas epitel. Selain itu faktor terjadinya bronkokonstriksi adalah peningkatan refleks parasimpatis dan penurunan aktivitas simpatis atau penurunan aktivitas *inhibitory non adrenergic*.⁴¹ Paparan akut SO₂ konsentrasi tinggi dapat menyebabkan trakeobronkitis berat yang ditandai dengan edema mukosa membran, eksudasi masif, ulserasi, perdarahan dan nekrosis serta juga dapat menyebabkan bronkitis atau bronkiolitis akut dan alveolitis.⁴² Selain menyebabkan trakeobronkitis juga dapat menyebabkan kematian karena paralisis pernapasan dan edema paru akibat kerusakan membran kapiler alveoli juga aktivasi sel-sel inflamasi yang menyebabkan kerusakan epitel dan endotel. Pengaruh paparan kronik SO₂ terhadap paru dapat menyebabkan bronkitis kronik, penyakit paru obstruksi kronik (PPOK) dan fibrosis peribronkial. Biasanya terjadi pada karyawan yang bekerja di pabrik-pabrik industri terutama pabrik kertas yang menghasilkan bubur kertas atau penduduk yang tinggal dekat kawasan industri. Penderita umumnya mengeluh batuk produktif yang lama. Paparan SO₂ jangka lama dapat menyebabkan perubahan volume paru, histologi dan perubahan bronchoalveolar lavage fluid (BALF). Volume paru pada PPOK akan berubah, kapasitas paru total (KPT) dan volume residual (VR) akan meningkat. Selain itu dapat timbul bronkiektasis, bronkiolitis obliterans yang sering disertai pneumonia. Pada kondisi ini timbul gejala batuk, sesak napas dan demam. Pemeriksaan fungsi paru menunjukkan gangguan restriksi. Perubahan histologi yang terjadi adalah

hiperplasi dan hipertrofi epitel bronkus, pelebaran rongga udara karena destruksi alveoli, inflamasi peribronkial.

2.4.2.4 Cara pengukuran kadar SO₂ lingkungan

Kadar SO₂ diukur dengan metode pararosanilin menggunakan spektrofotometer.

Gas sulfur dioksida diserap dalam larutan penjerap tetrakloromercurat membentuk senyawa kompleks diklorosulfonatomercurat. Dengan menambahkan larutan pararosanilin dan formaldehida ke dalam senyawa diklorosulfonatomercurat maka terbentuk senyawa pararosanilin metil sulfonat yang berwarna ungu. Konsentrasi larutan diukur pada panjang gelombang 550 nm.

Cara uji :

1. Susun peralatan pengambilan contoh uji.
2. Masukkan larutan penjerap SO₂ sebanyak 10 mL ke masing-masing botol penjerap. Atur botol penjerap agar terlindung dari hujan dan sinar matahari langsung.
3. Hidupkan pompa penghisap udara dan atur kecepatan alir 0,5 L/menit sampai 1L/menit, setelah stabil catat laju alir awal F1 (L/menit).
4. Lakukan pengambilan contoh uji selama 1 jam..
5. Setelah 1 jam, catat laju alir akhir F2 (L/menit) dan kemudian matikan pompa penghisap.
6. Diamkan selama 20 menit setelah pengambilan contoh uji untuk menghilangkan pengganggu.

2.5 PENGARUH ASAP ROKOK TERHADAP SALURAN NAPAS

Asap rokok tembakau mengandung gas dan bahan-bahan kimia yang bersifat racun dan atau karsinogenik. Komposisi kimia dan asap rokok tergantung pada jenis tembakau, disain rokok seperti ada tidaknya filter, bahan-bahan tambahan dan sebagainya dan pola merokok individu. Dari satu batang rokok yang dibakar/disulut, dihasilkan kira-kira 500 mg gas (92%) dan bahan-bahan partikel padat (8%).⁴³ Sebagian besar fase gas adalah karbondioksida, oksigen dan nitrogen. Meskipun persentase karbonmonoksida rendah, tetapi dapat menaikkan tekanan darah secara bermakna yang akan berpengaruh pada sistem pertukaran

hemoglobin. Dalam 1 batang rokok juga mengandung tar (hidrokarbon aromatik) dan nikotin yang mempunyai efek farmakologis yang mendorong faktor habituasi atau ketergantungan psikis yang merupakan suatu sebab mengapa seorang perokok sulit untuk berhenti merokok.⁴⁴ Kandungan tar dalam rokok di negara-negara yang sedang berkembang cukup tinggi. Di Cina, Indonesia dan India misalnya, kandungan tar berkisar antara 19-33 mg, sedang di negara-negara industri, kandungan tar berkisar antara 0,5-20 mg.⁴⁵ Sedangkan salah satu merek rokok di Indonesia mengandung 55 mg tar/batang rokok. Nikotin berbentuk cairan, tidak berwarna, merupakan basa yang mudah menguap. Nikotin berubah warna menjadi coklat dan berbau mirip tembakau setelah bersentuhan dengan udara, kadarnya dalam tembakau sebesar 12%. Nikotin mendorong terjadinya adhesi platelet yang diasosiasikan dengan penyakit kardiovaskuler dan hipertensi karena mempunyai aktifitas biologi yang poten yang akan menaikkan tingkat epinefrin dalam darah, menaikkan tekanan darah, menambah denyut jantung dan menginduksi vasokonstriksi perifer.⁴⁶ Nikotin selain dimetabolisme di hati, paru-paru dan ginjal, juga diekskresi melalui air susu. Pada perokok berat, kadar nikotin dalam air susu dapat mencapai 0,5 mg/l. Selain bahan-bahan tersebut di atas, masih banyak terdapat zat-zat kimia lainnya yang berefek buruk yang dihasilkan pada pembakaran tembakau di antaranya piridin, fenol, hidrogen sianida, amonia, benzene, benzanthracene, benzoapyrene dan sebagainya. Bahan-bahan ini tentu menambah sifat toksik dan asap rokok. Lebih dari 1000 macam bahan telah diidentifikasi dalam tembakau dan dari setiap kepulan asap rokok, perokok menghirup kira-kira 50 mg bahan, 18 mg darinya berupa bahan partikel padat yang berupa *droplet* aerosol cair dan partikel tar padat submikroskopik dengan diameter mikron atau lebih kecil sisanya terdiri dari karbondioksida dan 5% karbonmonoksida, yang tercampur dengan oksigen dan nitrogen dan udara.⁴⁷ Bahan campuran yang dikandung dalam asap rokok bersifat iritasi pada mukosa dan toksik terhadap silia mukosa saluran napas sehingga menyebabkan perubahan struktur dan fungsi jalan napas saluran napas yang akan mempengaruhi diameter saluran napas dan kapasitas ventilasi.⁴⁸

2.6 PENGARUH IKLIM (CUACA) KERJA TERHADAP SISTEM RESPIRASI

Iklm (cuaca) kerja adalah kombinasi dari suhu udara, kelembaban udara, kecepatan gerak udara dan panas radiasi. Keempat faktor diatas tersebut yang dipadankan dengan produksi panas oleh tubuh sendiri disebut tekanan panas (*heat stress*). Iklm (cuaca) kerja mempengaruhi daya kerja yang mempengaruhi produktivitas, efisiensi dan efektivitas kerja.

Pekerjaan dan tempat kerja umumnya beriklim kerja panas yang biasanya tekanan panasnya melebihi sehari-hari kehidupan pada umumnya. Suhu nyaman bagi orang Indonesia adalah antara 24-26°C dan pada umumnya mereka beraklimatisasi iklim tropis yang suhunya berkisar 28-32° C dengan kelembaban sekitar 85-95% bahkan mungkin lebih.

Untuk mengetahui beban panas yang diterima pekerja di luar gedung diperlukan pengukuran variabel lingkungan. Saat ini cara yang paling sederhana dan banyak digunakan adalah indeks suhu basah dan bola (ISBB). Untuk pengukuran ISBB dibutuhkan juga pengukuran suhu udara basah alami (WB=*Natural Wet Bulb Temperature*), suhu udara kering (DB=*Dry Bulb Temperature*) dan Suhu globe (GT=*Globe Temperature*) dengan rumus : $ISBB = 0,7WB + 0,3 GT$.

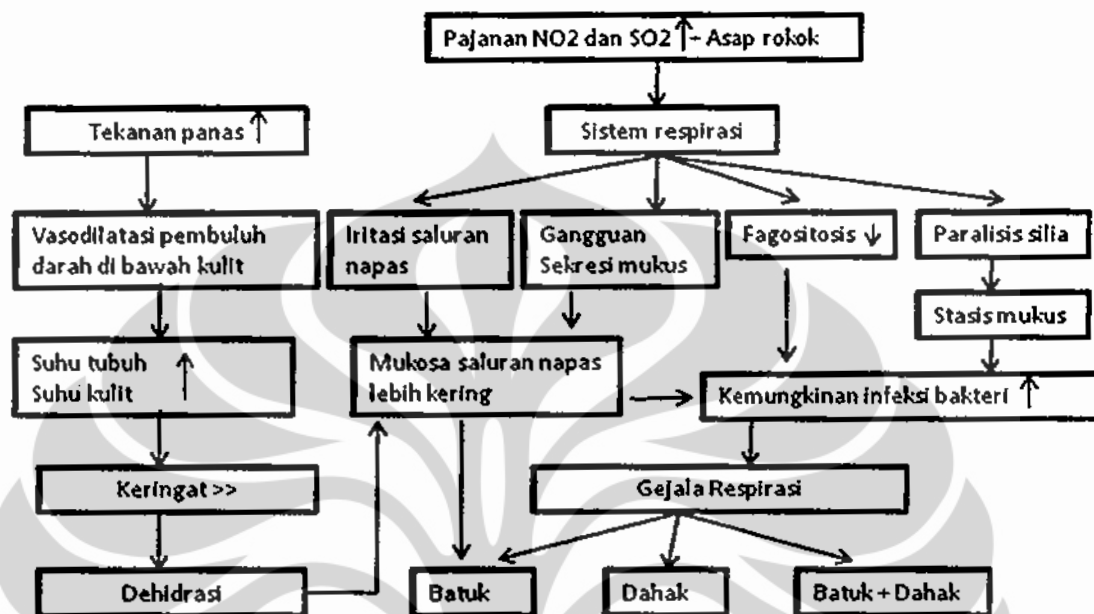
Nilai ambang batas untuk cuaca (iklim) kerja panas dengan ISBB menurut SNI 16-7063-2004 adalah⁴⁹ :

- a. Untuk beban kerja ringan tidak boleh melebihi 30°C.
- b. Untuk beban kerja sedang tidak boleh melebihi 26,7°C.
- c. Untuk beban kerja berat tidak boleh melebihi 25°C.

Bekerja dengan tekanan panas yang melebihi nilai ambang membutuhkan aklimatisasi terhadap iklim (cuaca) kerja berarti penyesuaian yang terjadi pada seseorang terhadap iklim (cuaca) tertentu sehingga terbiasa dan kondisi fisik, faal dan psikis tidak mengalami efek buruk dari iklim (cuaca) yang dimaksud.

Bekerja pada suhu tinggi secara umum dapat mengurangi kelincahan, memparpanjang waktu reaksi, mengganggu kecermatan dan mempermudah emosi untuk dirangsang yang berakibat menurunnya produktivitas dan prestasi kerja. Khusus yang berhubungan dengan sistem dan gejala respirasi, pengaruh tekanan

panas dan pencemaran udara serta asap rokok yang tinggi dapat dijelaskan dalam gambar 2



Gambar 2. Dampak Tekanan panas dan pencemaran udara terhadap gejala respirasi

2.7 PROFIL PERUSAHAAN

SPBU Pertamina di bawah naungan PT. X adalah milik perorangan, berdiri sejak tahun 1982 di Jakarta dengan jumlah awal karyawan sebanyak 20 orang. SPBU pertama pertama didirikan di daerah Tebet (Lapangan Roos). Semakin bertambahnya jumlah kendaraan bermotor di wilayah DKI Jakarta maka kebutuhan akan bahan bakar minyak juga semakin meningkat sehingga sampai saat ini PT. X sudah memiliki 17 SPBU yang tersebar di seluruh wilayah DKI Jakarta dan Tangerang. Perusahaan ini memiliki sekitar 800 karyawan baik tetap, kontrak maupun *outsourcing*. Posisi/jabatan karyawan di PT. X yakni bagian kebersihan (sebagian *outsourcing*), satpam, operator pompa bensin, wakil regu, ketua regu, staf administrasi, bagian *maintenance* teknik dan manajer SPBU. Hampir semua karyawan yang saat ini berada di posisi wakil regu, ketua regu, staf administrasi, bagian *maintenance* teknik dan manajer SPBU mengawali karir dari operator pompa bensin.

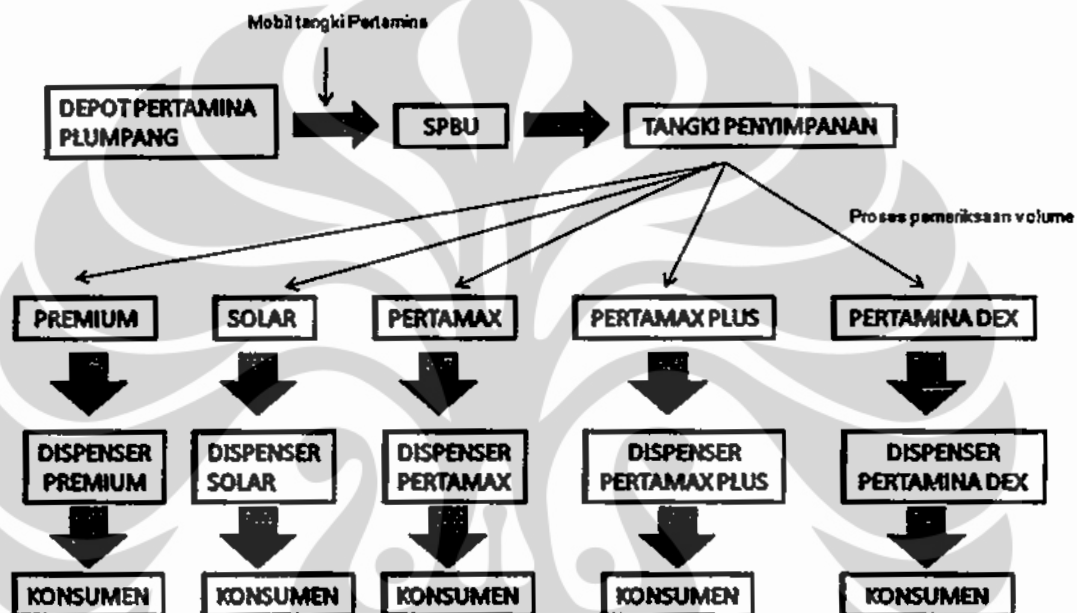
SPBU buka selama 24 jam, dengan pembagian jam kerja dibagi menjadi 3 *shift*. *Shift* I dimulai dari pukul 07.00 sampai dengan pukul 14.00, *shift* II dimulai pukul 14.00 sampai dengan pukul 22.00 dan *shift* III dimulai pukul 22.00 sampai dengan pukul 07.00. Diantara jam kerja pada tiap *shift* pekerja diberi waktu 1 jam untuk istirahat yang pengaturannya diserahkan antar pegawai sehingga pelayanan yang baik terhadap pelanggan tetap terjaga. Masa kerja diantara semua pegawai sampai saat ini bervariasi antara 2 – 20 tahun. Operator pompa bensin bisa berpindah-pindah lokasi kerja diantara SPBU di bawah naungan PT. X sesuai dengan kebijakan pihak manajemen sehingga pajanan zat yang ada bervariasi.

Penerapan kesehatan dan keselamatan kerja pada SPBU di bawah naungan belum berjalan sesuai standar yang berlaku dimana tidak ada catatan kecelakaan akibat kerja atau penyakit akibat kerja. Program kesehatan para karyawan hanya berupa jamsostek dan apabila karyawan atau keluarga ada yang sakit, ongkos pengobatan baik rawat jalan atau rawat inap ditanggung dalam sistem *reimburst*. Pemeriksaan kesehatan karyawan secara berkala semenjak berdiri belum pernah dilakukan. Perusahaan ini mempunyai 3 dokter perusahaan yang menangani 800 karyawan dari 17 SPBU. Dokter perusahaan berkunjung dua kali dalam 1 minggu yakni hari Jumat dan Sabtu. Para karyawan yang sering berkonsultasi pada dokter perusahaan terutama mempunyai keluhan pada saluran napas, gangguan muskuloskeletal, gangguan pada pencernaan dan sakit kepala yang semua kejadian tersebut bisa terjadi akibat pajanan suatu zat di tempat kerja mereka. Pemeriksaan sebelum kerja pada karyawan di meliputi pemeriksaan fisik, pemeriksaan penunjang seperti pemeriksaan darah lengkap, urin lengkap, ureum, kreatinin SGOT/ SGPT dan pemeriksaan foto torak. Pekerja yang akan diterima kerja pada waktu pemeriksaan tidak boleh dalam keadaan anemia, tidak ada kelainan pada pemeriksaan paru, kelainan neuromuskular, tidak ada varises, tidak ada kelainan fungsi hati dan ginjal serta tidak mengalami obesitas.

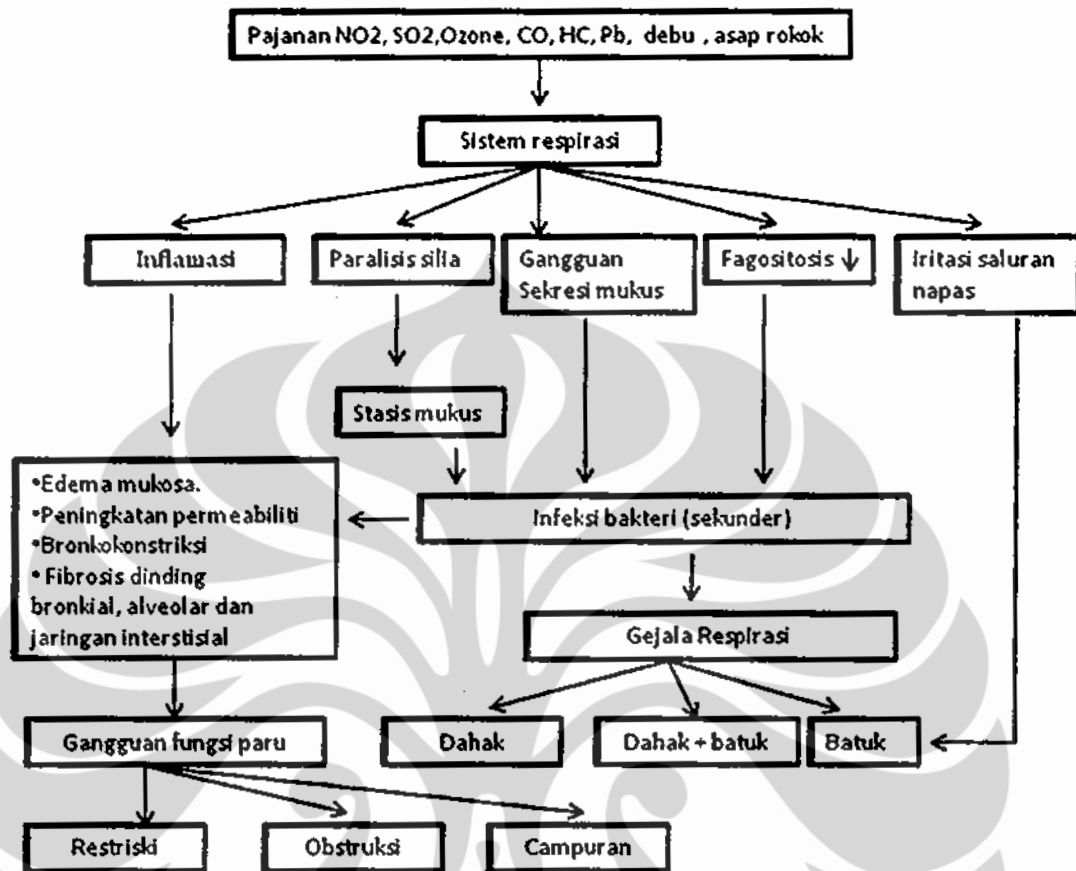
Produk-produk yang dijual pada SPBU milik PT. X antara lain premium, solar, pertamax, pertamax plus dan pertamina dex serta oli produksi Pertamina. Bila dihitung rata-rata penjualan bahan bakar per hari di tiap SPBU sebanyak 30-70 kiloliter. Pemesanan bahan bakar dilakukan oleh masing-masing SPBU sesuai kebutuhannya ke depot bahan bakar milik Pertamina di Plumpang Jakarta Utara

yang kemudian ditampung pada tangki penyimpanan di bawah tanah. Tangki penyimpanan bahan bakar di dalam tanah untuk premium mempunyai kapasitas 70 kiloliter, solar 45 kiloliter, pertamax 30 kiloliter, pertamax plus 30 kiloliter dan pertamina dex 30 kiloliter.

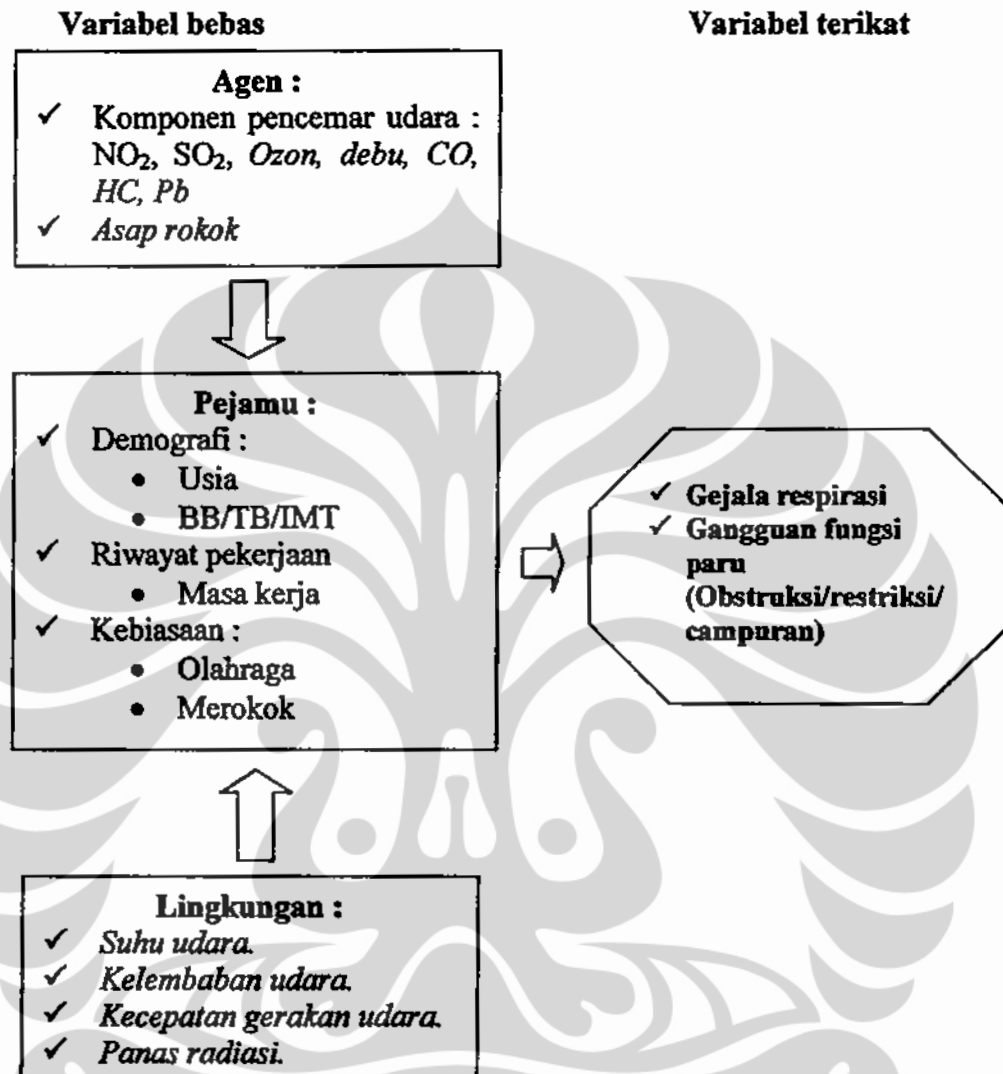
2.8 ALUR KEGIATAN DI SPBU



2.9 KERANGKA TEORI



2.10 KERANGKA KONSEP



Cetak miring : tidak diukur

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 DESAIN PENELITIAN

Desain penelitian potong lintang dengan analisa perbandingan internal.

3.2 TEMPAT DAN WAKTU

Penelitian ini dilakukan di beberapa SPBU di bawah naungan PT. X wilayah DKI Jakarta. Penelitian dilakukan bulan Juli sampai Desember 2010 setelah lolos kaji etik FKUI disetujui.

3.3 POPULASI

Populasi yang diteliti adalah pegawai SPBU yang bekerja sebagai operator pompa bensin yang memenuhi kriteria penelitian sebanyak 196 orang.

3.4 BESAR SAMPEL⁵⁰

Rumus yang digunakan :

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \times P \times Q}{d^2}$$

n = jumlah sampel minimal

Z_{α} = derivat baku alpha = 1,96 dengan batas kepercayaan 95 %

P = Prevalens

Q = 1 - P

d = presisi

Ditetapkan P = 50% (0,5) dan d = 7% (0,07)

$$\begin{aligned} n &= \frac{(1,96)^2 \times 0,5 \times 0,5}{0,07^2} \\ &= 195,9 \\ &\approx 196 \end{aligned}$$

3.5 KRITERIA SAMPEL

Kriteria inklusi :

- Operator SPBU yang bekerja ≥ 2 tahun.
- Berusia 20 – 60 tahun.
- Bersedia mengikuti penelitian dengan menandatangani *informed consent*.
- Pada pemeriksaan paru tidak terdapat kelainan.
- Tidak mempunyai riwayat penyakit paru.

Kriteria pengeluan :

- Peserta tidak mengikuti proses penelitian secara lengkap.
- Peserta mengundurkan diri.
- Gagal menyelesaikan pemeriksaan spirometri.
- Terdapat kelainan pada foto toraks.

3.6 CARA PENGAMBILAN SAMPEL

Pengambilan sampel dilakukan pada populasi terjangkau yang memenuhi kriteria inklusi sampai besar sampel minimal terpenuhi.

3.7 JENIS DATA

3.7.1 Data primer

Data primer yang dikumpulkan adalah :

1. Variabel terikat adalah gangguan fungsi paru dan gejala respirasi pada operator pompa bensin.
2. Variabel bebas :
 - Paparan di lingkungan kerja berupa nitrogen dioksida (NO_2), belerang dioksida (SO_2) dari SPBU wilayah Jakarta Barat (Cengkareng).
 - Usia, indeks massa tubuh, masa kerja dan kebiasaan olahraga dan merokok.

3.7.2 Data Sekunder

Data sekunder meliputi :

1. Profil PT.. X yang diperoleh dari manajemen setempat.
2. Data analisis lingkungan bulan November 2009 pada SPBU di daerah Rawamangun, Pluit dan Penjernihan yang diperoleh dari HSE PT. Pertamina unit pemasaran dan niaga region III JBB (Jawa Bagian Barat).

3.8 INSTRUMEN

a. Pengukuran kadar NO₂ dan SO₂ di lingkungan kerja

Besarnya pajanan NO₂ di lingkungan kerja diukur dengan metode *Griess Saltzman* dan SO₂ dengan metode pararosnilin menggunakan spektrofotometer yang hasilnya dianalisis oleh petugas dari Laboratorium Balai Hiperkes DKI Jakarta.

b. Kuesioner karakteristik

Kuesioner karakteristik pekerja berisi data-data pekerja meliputi usia, indeks massa tubuh, masa dinas dan kebiasaan olahraga dan meroko serta gejala respirasi.

c. Pengukur berat badan

Timbangan badan menggunakan alat timbang berdiri merek Tanita..

d. Pengukur tinggi badan

Menggunakan alat *microtoise* dalam satuan cm.

e. Stetoskop merek Littmann

f. Pemeriksaan spirometri

Spirometri yang digunakan merk *chestgraph* tipe HI-101 buatan Jepang tahun pembuatan 2008 yang sudah dikalibrasi.

g. Pemeriksaan foto toraks

Pemeriksaan foto toraks dilakukan pada responden yang hasil spirometrinya menunjukkan gangguan fungsi paru menggunakan *mobile x-ray*.

3.9 TAHAPAN PENELITIAN

3.9.1 Tahap persiapan

- a. Mengadakan pertemuan dengan pihak manajemen SPBU menjelaskan secara lisan mengenai pelaksanaan penelitian dan dilanjutkan dengan presentasi

mengenai tujuan rencana penelitian dan hal-hal yang berkaitan dengan pelaksanaan penelitian kepada mereka. Dilanjutkan dengan permohonan ijin dari ketua program studi Magister Kedokteran Kerja Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia untuk melakukan penelitian.

- b. Pendataan subyek yang menjadi populasi target penelitian.
- c. Menyiapkan jadwal penelitian dengan koordinasi bagian terkait.
- d. Sosialisasi kepada masing-masing pihak manajemen SPBU mengenai hal yang berkaitan dengan penelitian dan calon responden dengan pemasangan poster di tiap SPBU.
- e. Pengajuan permohonan pengambilan dan pemeriksaan kadar NO₂ dan SO₂ pada SPBU daerah Cengkareng pada Laboratorium Balai Hiperkes DKI Jakarta.
- f. Pengajuan proposal penelitian kepada pihak HSE Bagian Pemasaran dan Niaga PT. Pertamina untuk mendapatkan data analisis lingkungan SPBU Rawamangun, Pluit dan Penjernihan.

3.9.2 Tahap pengumpulan data

- a. Mengunjungi setiap SPBU yang menjadi target untuk mendapatkan data.
- b. Meminta persetujuan keikutsertaan dari operator SPBU dengan menandatangani surat *informed consent*.
- c. Wawancara dan pengisian kuesioner.
- d. Pemeriksaan tinggi badan, berat badan dan penghitungan indeks massa tubuh.
- e. Pemeriksaan fisik dan paru oleh peneliti.
- f. Pemeriksaan spirometri pada responden yang memenuhi kriteria inklusi..
- g. Pemeriksaan foto toraks pada responden yang dari hasil spirometri menunjukkan gangguan fungsi paru.
- h. Pengumpulan data sekunder kadar NO₂ dan SO₂ SPBU daerah Rawamangun, Pluit dan Penjernihan dari PT. Pertamina.
- i. Pengukuran kadar NO₂ dan SO₂ di SPBU daerah Cengkareng menggunakan spektrofotometer yang dilakukan oleh petugas dari Laboratorium Balai Hiperkes DKI Jakarta..

3.10 PROTOKOL PENELITIAN

- a. Setelah jadwal ditentukan oleh masing-masing pihak manajemen SPBU, pengambilan data responden dilakukan selama 4 hari kerja yang dilakukan di SPBU daerah Tebet, Cengkareng, Pluit dan Rawamangun.
- b. Menerangkan penjelasan penelitian kepada calon responden.
- c. Meminta persetujuan ikut penelitian dengan penandatanganan surat persetujuan.
- d. Pengisian kuesioner dan wawancara kepada responden yang berisi data-data pekerja meliputi faktor usia, indeks massa tubuh, masa dinas dan kebiasaan olahraga dan merokok serta gejala respirasi.
- e. Pengukuran tinggi badan
Pengukuran tinggi badan menggunakan alat microtoise yang dipasang pada ketinggian 2 meter pada dinding dengan posisi tegak lurus. Responden tanpa alas kaki berdiri tegak lurus lantai, tidak bersandar pada dinding dengan pandangan lurus ke depan. Dilakukan oleh peneliti.
- f. Pengukuran berat badan,
Ukuran berat badan dinyatakan dalam kilogram (kg). Pada saat ditimbang, responden mengosongkan isi kantong dan tidak memakai alas kaki, berdiri tegak lurus dan tidak bersandar pada dinding serta pandangan lurus ke depan. Dilakukan oleh peneliti.
- g. Pemeriksaan tanda vital meliputi tekanan darah, denyut nadi dan laju pernapasan dan pemeriksaan fisik paru yang meliputi inspeksi, palpasi, perkusi dan auskultasi.
- h. Pemeriksaan spirometri oleh petugas terlatih dan terampil dibidangnya dengan memiliki sertifikat pelatihan *workshop* spirometri yang diadakan Balai Kesehatan dan Keselamatan Kerja Depnakertrans di Jakarta tahun 2010.
- i. Sebelum alat spirometri digunakan, alat tersebut sebelumnya sudah dikalibrasi sesuai petunjuk dalam alat spirometri tersebut. Responden harus bebas dari obat-obatan (bronkodilator) minimal 8 jam sebelum tindakan dilakukan dan tidak merokok atau makan kenyang kurang lebih 2 jam sebelum tindakan yang dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan. Petugas

memasukkan data tentang nama, usia, jenis kelamin, tinggi badan, berat badan dan suku yang selanjutnya memberikan contoh cara pemakaian *mouth piece*, sikap tubuh, cara menghirup udara inspirasi dan cara mengeluarkan udara ekspirasi. Bila responden sudah dapat melakukan manuver yang benar maka dilakukan manuver minimal sebanyak tiga kali dan maksimal delapan kali untuk memperoleh hasil yang dapat diterima (*acceptable*). Untuk memenuhi syarat reproduksibilitas ditentukan 3 manuver yang dapat diterima. KVP reproduksibel bila antara 2 nilai terbesar terdapat perbedaan kurang dari 5% KVP terbesar atau kurang dari 100 cc dan perbedaan 2 nilai VEP_1 terbesar kurang dari 5% VEP_1 paling besar atau kurang dari 100 cc. Nilai prediksi menggunakan nilai normal faal paru Pneumobile Project Indonesia 1992.²³

- j. Pemeriksaan foto toraks pada responden yang hasil spirometrinya terdapat gangguan fungsi paru restriksi dengan *mobile x-ray* dari Laboratorium Citra yang hasilnya diinterpretasi oleh dokter spesialis radiologi.
- k. Pengukuran kadar NO_2 dan SO_2 di SPBU Cengkareng dilakukan oleh petugas dari Laboratorium Balai Hiperkes DKI Jakarta.
Alat spektrofotometer diletakkan di 3 titik yakni masing-masing di dekat tempat operator pompa bensin berdiri yakni pada operator premium mobil dan motor serta bio solar. Pengambilan sampel dilaksanakan pada saat *shift* I, berlangsung selama 1 jam.

3.11 ANALISIS DATA

- a. Kuesioner yang telah diisi diedit dan dilakukan verifikasi setiap jawaban pertanyaan, sehingga tidak ada jawaban yang kosong. Kemudian data yang terkumpul dari penelitian ini dicatat dalam formulir khusus. Setelah dikoreksi, kuesioner dikoding untuk dimasukkan kedalam komputer melalui data entri. Analisis data dilakukan dengan program komputer Stata 10.
- b. Analisa univariat
Data disajikan dalam bentuk sebaran frekuensi dari semua faktor risiko yang diamati sehingga dapat diperoleh gambaran deskriptif dari faktor risiko yang diteliti.

c. Analisa bivariat.

Untuk melihat hubungan antar dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat.

d. Analisa multivariat.

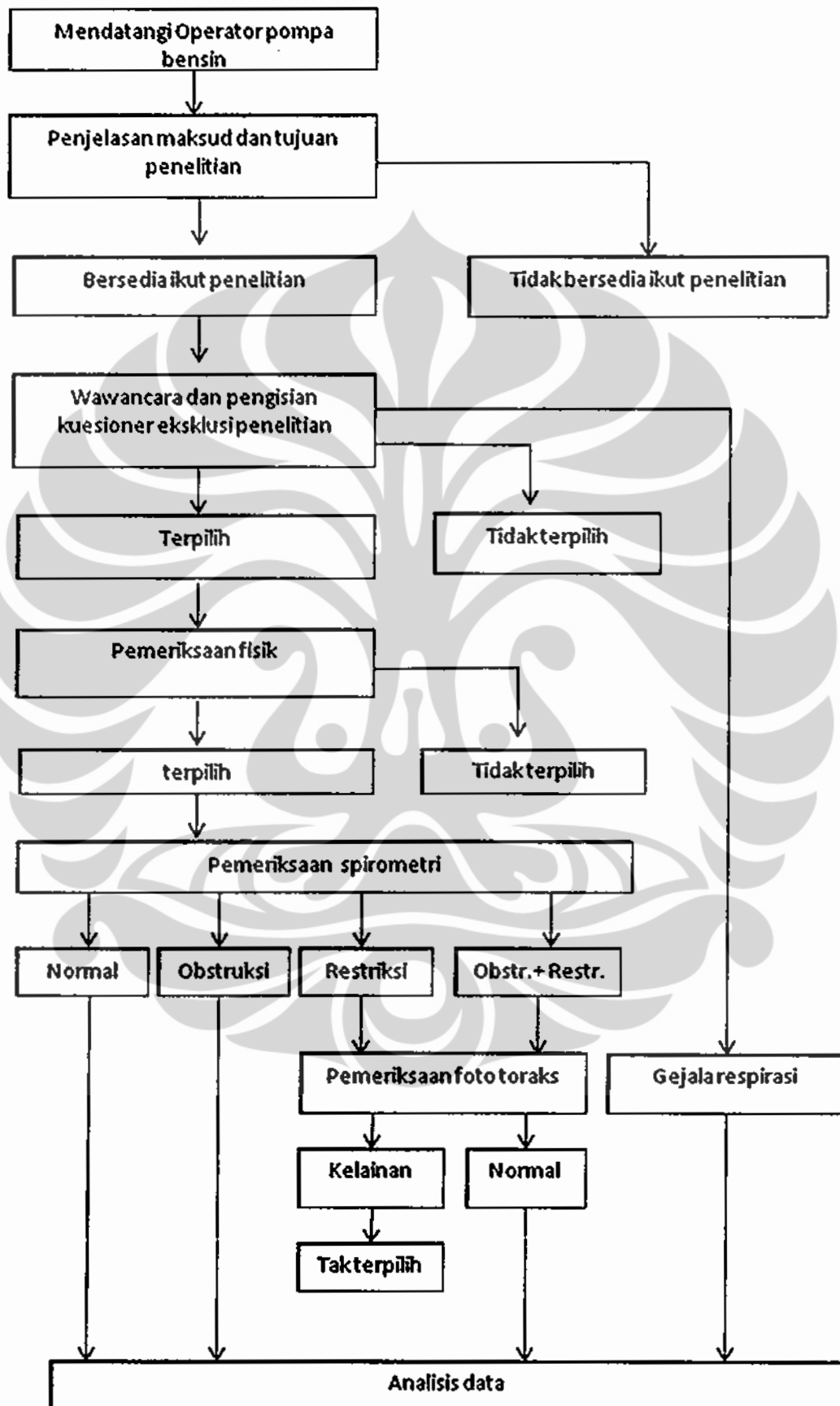
Variabel bebas yang mempunyai nilai $p < 0,25$ pada analisis bivariat akan digunakan untuk analisis multivariat regresi logistik.

3.12 DEFINISI OPERASIONAL

Variabel	Nama	Definisi Operasional	Kode Nilai
Gangguan fungsi paru	Fungsi paru	Pemeriksaan spirometri menunjukkan adanya kelainan obstruksi bila $VEP_1/KVP < 75\%$ dan adanya restriksi bila $KVP < 80\%$ dari prediksi. Disebut campuran bila ada keduanya.	1 = Tidak ada 2 = Gangguan fungsi paru obstruksi 3 = Gangguan fungsi paru restriksi 4 = Campuran
Kadar NO_2	NO_2	Kadar NO_2 disebut tinggi bila kadarnya $\geq 1 \text{ mg/m}^3$ dan rendah bila kadarnya $< 1 \text{ mg/m}^3$.	1 = $NO_2 < 1 \text{ mg/m}^3$ 2 = $NO_2 \geq 1 \text{ mg/m}^3$
Kadar SO_2	SO_2	Kadar SO_2 disebut tinggi bila kadarnya $\geq 0,1 \text{ mg/m}^3$ dan rendah bila kadarnya $< 0,1 \text{ mg/m}^3$.	1 = $SO_2 < 0,1 \text{ mg/m}^3$ 2 = $SO_2 \geq 0,1 \text{ mg/m}^3$
Usia	Usia	Lama tahun hidup hingga saat pengumpulan data dilakukan, yang diperoleh dari wawancara. Dikelompokkan berdasarkan median.	1 = 20 - 40 tahun 2 = 41 - 60 tahun
Status Gizi	IMT	Status gizi dinyatakan dalam indeks massa tubuh (IMT) dengan satuan Kg/m^2 , yaitu perbandingan berat badan dalam kilogram dengan kuadrat tinggi badan dalam satuan meter. Pengelompokkan berpedoman pada nilai IMT menurut The Asia-Pacific Perspective (2002). ⁵¹ <ul style="list-style-type: none"> • Kurang : $< 18,5$ • Normal : $18,5 - 22,9$ • Lebih : $23 - 24,9$ • Obes : ≥ 25 	1 = Normal 2 = Kurang 3 = Lebih 4 = Obes

Masa kerja	Kerja	Periode waktu dalam tahun subyek mulai bekerja sebagai operator SPBU di bawah naungan PT. X sampai saat pengumpulan data , yang diperoleh dari wawancara. Dikelompokkan berdasarkan median.	1 = 2 – 12 tahun 2 = \geq 12 tahun
Kebiasaan olahraga ⁵²	Olahraga	Kegiatan olahraga yang dilakukan rutin minimal 2 kali @ 30 menit dalam seminggu.	1 = Olahraga 2 = Tidak berolahraga
Kebiasaan merokok	Rokok	Konsumsi merokok dalam sehari yang dinyatidakan dalam Indeks Brinkman (IB) ⁵³ , yaitu perkalian lama merokok dalam tahun dengan jumlah batang rokok yang dihisap tiap harinya. Bukan perokok : IB = 0 Perokok ringan : IB = 1 – 200 Perokok sedang : IB = 201 - 600 Perokok berat : IB > 600	1 = Bukan perokok 2 = Perokok ringan 3 = Perokok sedang 4 = Perokok berat
Gejala respirasi ⁵⁴	Gejala	1. Batuk kronik adalah batuk yang menetap minimal 3 bulan dalam setahun, yang didapatkan dari anamnesis.. 2. Berdahak kronik adalah berdahak yang menetap selama 3 bulan dalam setahun, yang didapatkan dari anamnesis.. 3. <i>Wheezing</i> atau mengi adalah suara dengan nada tinggi yang timbul saat subyek bernapas karena penyempitan atau penekanan bronkus. Terdapat suara mengi pada dada kapanpun dalam 12 bulan terakhir. Didapatkan dari anamnesis.	1 = Tidak ada 2 = Batuk kronik 3 = Dahak kronik 4 = <i>Wheezing</i> /mengi 5 = Campuran

3.13 Alur Kerja Penelitian



BAB 4

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini berhasil mengikutsertakan responden sebanyak 196 orang operator pompa bensin SPBU yang bertugas di wilayah Jakarta Barat, Jakarta Pusat, Jakarta Timur dan Jakarta Utara.

Kadar NO₂ dan SO₂ pada SPBU daerah Cengkareng didapatkan melalui pengukuran dengan alat spektrofotometer. Kadar NO₂ dan SO₂ yang didapat pada SPBU daerah Rawamangun, Penjernihan dan Pluit merupakan data sekunder tahun 2009 yang diperoleh dari PT. Pertamina.

4.1 ANALISIS KUALITAS UDARA LINGKUNGAN KERJA

Tabel 4. Nilai rata-rata kadar NO₂

Parameter	Lokasi	Hasil	Rata-rata
NO ₂ (NAB : 5,6 mg/m ³)	Penjernihan		1,41
	Premium Mobil	1,95	
	Premium Motor	1,24	
	Bio Solar	1,03	
	Rawamangun		0,68
	Premium Mobil	0,80	
	Premium Motor	0,35	
	Bio Solar	0,73	
	Pluit		0,07
	Premium Mobil	0,05	
	Premium Motor	0,03	
	Bio Solar	0,12	
	Cengkareng		0,04
	Premium Mobil	0,07	
	Premium Motor	0,04	
Bio Solar	0,01		

Pada tabel 4 didapatkan kadar NO₂ di masing-masing SPBU yang dilakukan di 3 titik yakni masing-masing dekat tempat berdiri operator di masing-masing *dispenser* premium mobil dan motor serta bio solar yang hasilnya diambil rata-

rata, tertinggi di daerah Penjernihan sebesar $1,41 \text{ mg/m}^3$ menyusul di Rawamangun $0,68 \text{ mg/m}^3$, Pluit $0,07 \text{ mg/m}^3$ dan Cengkareng $0,04 \text{ mg/m}^3$.

Tabel 5. Nilai rata-rata kadar SO_2

Parameter	Lokasi	Hasil	Rata-rata
SO_2 (NAB : $5,2 \text{ mg/m}^3$)	Cengkareng		0,28
	Premium Mobil	0,15	
	Premium Motor	0,2	
	Bio Solar	0,5	
	Rawamangun		0,08
	Premium Mobil	0,08	
	Premium Motor	0,08	
	Bio Solar	0,09	
	Penjernihan		0,07
	Premium Mobil	0,07	
	Premium Motor	0,07	
	Bio Solar	0,07	
Pluit		0,02	
Premium Mobil	0,01		
Premium Motor	0,02		
Bio Solar	0,02		

Dari tabel 5 didapatkan kadar SO_2 di masing-masing SPBU yang hasilnya diambil rata-rata, dengan kadar tertinggi di Cengkareng $0,28 \text{ mg/m}^3$, menyusul Rawamangun $0,08 \text{ mg/m}^3$, Penjernihan $0,07 \text{ mg/m}^3$ dan Pluit $0,02 \text{ mg/m}^3$.

4.2 KARAKTERISTIK SUBYEK PENELITIAN

4.2.1 Lokasi SPBU

Tabel 6. Sebaran subyek menurut lokasi kerja SPBU (N = 196)

Variabel	Katagori Variabel	Jumlah	Persen
Wilayah SPBU	Jakarta Barat	61	31,1
	Jakarta Utara	51	26
	Jakarta Timur	45	23
	Jakarta Pusat	39	19,9

Dari tabel 6 menunjukkan bahwa responden yang dikumpulkan sebanyak 196 orang operator SPBU yang tersebar di 4 wilayah DKI Jakarta yakni daerah Jakarta Barat, Jakarta Pusat, Jakarta Timur dan Jakarta Utara. Dari SPBU di daerah Jakarta Barat terkumpul sebanyak 61 responden (31,1%) menyusul Jakarta Utara 51 responden (26%), Jakarta Timur 45 responden (23%) dan Jakarta Pusat 39 responden (19,9%).

4.2.2 Paparan NO_2 dan SO_2

Tabel 7. Sebaran subyek menurut paparan NO_2 dan SO_2

Variabel	Jumlah	Persen
Terpaparan NO_2		
$\geq 1 \text{ mg/m}^3$	39	19,9
$< 1 \text{ mg/m}^3$	157	80,1
Terpaparan SO_2		
$\geq 0,1 \text{ mg/m}^3$	61	31,1
$< 0,1 \text{ mg/m}^3$	135	68,9

Dari tabel 7 dapat dijelaskan bahwa ditetapkan batas atas kadar NO_2 adalah 1 mg/m^3 dimana responden yang terpapar $\text{NO}_2 \geq 1 \text{ mg/m}^3$ yang berasal dari wilayah Jakarta Pusat jumlahnya lebih sedikit yakni 39 responden (19,9%) dibanding yang terpapar $< 1 \text{ mg/m}^3$ yang berasal dari wilayah Jakarta Barat, Timur dan Utara yakni sebanyak 157 responden (80,1%)

Responden yang terpapar $\text{SO}_2 \geq 0,1 \text{ mg/m}^3$ sebanyak 61 responden (31,1%) yang berasal dari Jakarta Barat. Sedangkan yang terpapar $< 0,1 \text{ mg/m}^3$ sebanyak 135 responden (68,9%) yang berasal dari Jakarta Pusat, Timur dan Utara.

4.2.3 Karakteristik

Tabel 8. Sebaran subyek menurut karakteristik (N = 196)

Karakteristik subyek	Jumlah	Persen
Kelompok usia		
41 - 60 tahun	23	11,7
20 - 40 tahun	173	88,3
Masa kerja		
> 12 tahun	41	20,9
2 - 12 tahun	155	79,1
Status gizi		
Obes	55	28
Lebih	34	17,3
Normal	81	41,3
Kurang	26	13,4
Merokok		
Sedang	13	6,6
Ringan	123	62,8
Non perokok	60	30,6
Olahraga		
Tidak	52	26,5
Olahraga	144	73,5

Dari tabel 8 didapatkan kelompok usia 41 - 60 tahun sebanyak 23 responden (11,7%) lebih sedikit dibanding kelompok usia 20 - 40 tahun yakni sebanyak 173 responden (88,3%). Berdasarkan masa kerja didapatkan responden pada kelompok masa kerja > 12 tahun sebanyak 41 responden (20,9%) dan masa kerja 2-12 tahun sebanyak 155 responden (79,1%). Tingkat status gizi yang digolongkan berdasarkan perhitungan indeks massa tubuh didapatkan responden yang tergolong obes sebanyak 55 responden (28%) menyusul dari kelompok gizi lebih sebanyak 34 responden (17,3%), golongan normal sebanyak 81 responden (41,3%) dan golongan status gizi kurang sebanyak 26 responden (13,4%).

Kebiasaan merokok yang dihitung berdasarkan indeks Brinkman didapatkan kelompok perokok sedang sebanyak 13 responden (6,6%), kelompok perokok ringan 123 (62%) dan kelompok bukan perokok sebanyak 60 responden (30,6%). Sebaran responden berdasarkan kegiatan olahraga, kelompok responden yang tidak rutin berolahraga sebanyak 52 responden (26,5%) dan kelompok yang berolahraga rutin sebanyak 144 responden (73,5%).

4.3 PREVALENS GANGGUAN FUNGSI PARU

Tabel 9. Sebaran subyek menurut gangguan fungsi paru (N = 196)

Gangguan fungsi paru	Jumlah	Persen
Obstruksi + Restriksi	0	0
Obstruksi	0	0
Restriksi	46	23,4
Normal	150	76,6

Dari tabel 9 dapat dijelaskan bahwa dari pemeriksaan spirometri pada responden yang bekerja sebagai operator SPBU didapatkan hasil spirometri normal sebanyak 150 responden (76,6%) dan restriksi sebanyak 46 responden (23,4%). Tidak ada responden yang mengalami gangguan fungsi paru obstruksi dan campuran (restriksi dan obstruksi) pada penelitian ini.

4.4 PREVALENS GEJALA RESPIRASI

Tabel 10. Sebaran subyek menurut gejala respirasi (N = 196)

Katagori Variabel	Jumlah	Persen
Batuk	15	7,7
Dahak	13	6,6
Campuran	12	6,1
Tidak ada gejala	156	79,6

Tabel 10 menjelaskan bahwa dari semua responden yang bekerja sebagai operator SPBU sebagian besar tidak punya gejala respirasi yakni sebesar 156 responden (79,6%) sisanya 40 responden (20,4%) mempunyai berbagai macam gejala respirasi diantaranya batuk sebanyak 15 responden (7,7%), berdahak sebanyak 13 responden (6,6%) dan campuran antara batuk dan dahak kronis sebanyak 12 responden (6,1%).

4.5 HUBUNGAN GANGGUAN FUNGSI PARU DAN FAKTOR RISIKO

Tabel 11. Sebaran subyek menurut gangguan fungsi paru dan faktor risiko (N = 196)

Faktor Risiko	Restriksi	Normal	<i>p</i>	OR	CI 95%	
	N (%)	N (%)			Lower	Upper
NO₂						
≥ 1 mg/m ³	9 (23)	30 (77)	0,948	0,973	0,42	2,23
< 1 mg/m ³	37 (23,6)	120 (76,4)		1,00		
SO₂						
≥ 0,1 mg/m ³	10 (16,4)	51 (83,6)	0,120	0,50	0,25	1,17
< 0,1 mg/m ³	36 (26,7)	99 (73,3)		1,00		
Usia						
41-60 tahun	11 (47,8)	12 (52,2)	0,005	3,61	1,47	8,87
20 - 40 tahun	35 (20,2)	138 (79,8)		1,00		
Masa kerja						
> 12 tahun	12 (29,3)	29 (70,3)	0,326	1,47	0,68	3,19
2 - 12 tahun	34 (21,9)	121 (78,1)		1,00		
IMT						
Obes	16 (29,1)	39 (70,9)	0,106	1,72	0,86	4,45
Lebih	9 (26,5)	25 (73,5)	0,264	1,72	0,66	4,48
Normal	14 (17,3)	67 (82,7)		1,00		
Kurang	7 (26,9)	19 (73,1)	0,285	1,76	0,62	4,99
IB						
Perokok sedang	4 (30,8)	9 (69,2)	0,668	1,33	0,36	4,96
Perokok ringan	27 (21,9)	96 (78,1)	0,645	0,84	0,41	1,74
Bukan perokok	15 (25)	45 (75)		1,00		
Olahraga						
Tidak olahraga	16 (30,8)	36 (69,2)	0,150	1,69	0,83	3,44
Olahraga	30 (20,8)	114 (79,2)		1,00		

Tabel 11 menunjukkan berdasarkan hasil analisis lingkungan, variabel kadar NO₂ ≥ 1 mg/m³ dan SO₂ ≥ 0,1 mg/m³ dan mengalami gangguan fungsi paru restriksi jumlahnya lebih sedikit dibanding dengan variabel kadar NO₂ dan SO₂ dibawah nilai normal yang ditetapkan pada penelitian ini dengan fungsi paru normal. Paparan NO₂ dan SO₂ tidak mempunyai hubungan yang bermakna dengan kejadian gangguan fungsi restriksi.

Pada variabel usia (41-60 dan 20-40 tahun) yang memiliki gangguan fungsi paru restriksi jumlahnya lebih sedikit dibandingkan yang fungsi parunya normal. Namun pada variabel usia 41-60 tahun mempunyai hubungan yang bermakna dan mempunyai risiko 3,61 kali lebih besar mengalami gangguan fungsi paru restriksi dibanding usia dibawahnya ($p = 0,005$; OR : 3,61 ; 95%CI : 1,47-8,87).

Pada tabel ini yang dapat dimasukkan ke dalam analisis logistik regresi multivariat ($p < 0,25$) yakni variabel pajanan $SO_2 \geq 0,1 \text{ mg/m}^3$, usia 41-60 tahun, status gizi golongan obes, dan tidak berolahraga.

Tabel 12. Analisis logistik regresi terhadap gangguan fungsi paru

Faktor Risiko	Katagori	p	OR	95% CI	
				Low	High
Usia	41 - 60 tahun	0,010	3,42	1,34	8,72

Tabel 12 menunjukkan hasil analisis logistik regresi multivariat menggunakan metode stepwise yang disempurnakan dengan metode Robust untuk mempertajam kemaknaan. Dari analisis bivariat dengan $p < 0,25$ yakni variabel pajanan $SO_2 \geq 0,1 \text{ mg/m}^3$, usia 41-60 tahun, status gizi obes dan tidak berolahraga didapatkan hanya pada variabel usia 41 - 60 tahun ($p = 0,010$; OR = 3,42 dan 95% CI : 1,34 – 8,72) secara statistik mempunyai hubungan yang bermakna dan mempunyai risiko gangguan fungsi paru restriksi 3,42 kali lebih besar dibanding kelompok responden usia 20 - 40 tahun.

4.6 HUBUNGAN GEJALA RESPIRASI DAN FAKTOR RISIKO

Tabel 13. Sebaran subyek menurut gejala respirasi dan faktor risiko (N = 196)

Faktor Risiko	Gejala. Resp. N (%)	Tidak ada N (%)	p	OR	95% CI	
					Low	High
Kadar NO₂						
≥ 1 mg/m ³	9 (23)	30 (77)	0,644	1,22	0,53	2,83
< 1 mg/m ³	31 (19,8)	126(80,2)		1,00		
Kadar SO₂						
≥ 0,1 mg/m ³	14 (23)	47 (77)	0,553	1,25	0,60	2,60
< 0,1 mg/m ³	26 (19,3)	109 (80,7)		1,00		
Usia						
41 - 60 Thn	4 (17,4)	19 (82,6)	0,703	0,80	0,26	2,50
20 - 40 Thn	36 (20,8)	137 (79,2)		1,00		
Masa kerja						
> 12 Thn	9 (21,9)	32 (78,1)	0,783	1,12	0,49	2,60
2 - 12 Thn	31 (20)	124 (80)		1,00		
IMT						
Obes	18 (32,7)	37 (62,3)	0,002	4,44	1,76	11,16
Lebih	9 (26,5)	25 (73,5)	0,027	3,28	1,14	9,43
Normal	8 (9,9)	73 (90,1)		1,00		
Kurang	5 (19,2)	21 (80,8)	0,212	2,17	0,64	7,34
Rokok						
Perokok sedang	2 (15,4)	11 (84,6)	0,576	1,64	0,29	9,20
Perokok ringan	32 (26)	91 (74)	0,016	3,16	1,24	8,06
Bukan perokok	6 (10)	54 (90)		1,00		
Olahraga						
Tidak olahraga	10 (19,2)	42 (80,8)	0,806	0,90	0,41	2,01
Olahraga	30 (20,8)	114 (79,2)		1,00		

Tabel 13 menunjukkan, variabel pajanan NO₂ dengan batas 1 mg/m³ dan SO₂ dengan batas 0,1 mg/m³, pada masing-masing kelompok yang mengalami gejala respirasi jumlahnya lebih sedikit dibandingkan yang tidak mengalami gejala respirasi dan pajanan keduanya tidak mempunyai hubungan yang bermakna.

Status gizi berdasarkan indeks massa tubuh dimana variabel obes (IMT ≥ 25) dengan p=0,002 ; OR=4,44 ; 95% CI : 1,76-11,6 serta variabel gizi lebih (IMT : 23-24,9) dengan p = 0,027 ; OR : 3,28 dan 95% CI : 1,14 – 9,43 mempunyai hubungan yang bermakna secara statistik (p < 0,05) dan berturut-turut mempunyai risiko 4,44 dan 3,28 kali lebih besar memiliki gejala respirasi dibanding variabel gizi normal.

Responden yang digolongkan berdasarkan kebiasaan merokok sesuai dengan indeks Brinkman, kelompok yang memiliki gejala respirasi jumlahnya lebih sedikit dibanding yang tidak memiliki gejala respirasi namun pada variabel perokok ringan ($p = 0,016$; OR: 3,16 ; 95%CI : 1,24-8,06) mempunyai hubungan yang bermakna dan berisiko 3,16 kali lebih besar mengalami gejala respirasi dibanding non perokok.

Dengan $p < 0,25$ pada analisis bivariat didapatkan variabel status gizi (obes, lebih dan kurang) dan kebiasaan merokok ringan diikutsertakan pada analisis regresi logistik multivariat.

Tabel 14. Analisis logistik regresi terhadap gejala respirasi

Faktor risiko	Katagori	p	OR	95% CI	
				Low	High
Indeks Massa Tubuh	Obes	0,000	5,87	2,22	15,49
	Lebih	0,018	3,78	1,25	11,37
Indeks Brinkman	Perokok ringan	0,040	4,32	1,59	11,79

Tabel 14 menunjukkan hasil analisis logistik regresi multivariat menggunakan metode stepwise yang disempurnakan dengan metode Robust untuk mempertajam kemaknaan. Pada variabel status gizi, dimana variabel obes ($p = 0,000$; OR:5,87 ; 95%CI ; 2,22-15,49) dan gizi lebih ($p = 0,018$; OR:3,78 ; 95% CI : 1,25-11,37) mempunyai hubungan yang bermakna dan mempunyai risiko berturut-turut 5,87 dan 3,78 kali lebih besar memiliki gejala respirasi dibanding status gizi normal.

Pada variabel perokok ringan dengan $p = 0,040$; OR:4,32 dan 95% CI : 1,59-11,79 mempunyai hubungan yang bermakna dan berisiko 4,32 kali lebih besar memiliki gejala respirasi dibanding non perokok.

BAB 5 PEMBAHASAN

Dengan pertimbangan waktu, tenaga dan dana, penelitian ini menggunakan desain potong lintang. Desain ini banyak digunakan untuk mengetahui prevalens, dapat meneliti banyak variabel sekaligus dan hasil cepat diperoleh. Dengan perkiraan prevalens sebesar 50%, tingkat kepercayaan 95% dan presisi penelitian sebesar 7%, besar sampel yang diperlukan adalah 196. Besar sampel yang dianalisis sebanyak 196 dari sebanyak 202 responden yang datang. Enam responden masuk katagori pengeluaran dengan keterangan 2 responden berusia diatas 60 tahun dan 4 responden mengalami kelainan pada foto toraks yakni fibrosis pada parenkim paru yang diduga TB. Data yang terkumpul disusun dalam data induk kemudian diolah dengan program Stata 10 dengan metode stepwise yang disempurnakan dengan metode Robust untuk mempertajam kemaknaan. Hasil penelitian untuk mencari prevalens gangguan fungsi paru dan gejala respirasi pada operator pompa bensin, hubungan serta besarnya risiko yang ada dari nilai p dan OR.

5.1 KETERBATASAN PENELITIAN

Kadar NO_2 dan SO_2 yang dianalisis diperoleh dari pengukuran di lingkungan kerja dan banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu udara, kelembaban udara, kecepatan gerak udara dan panas radiasi yang tidak diukur pada saat pengambilan sampel.

Selain hal tersebut, dengan alasan dana, waktu dan ijin dari pihak manajemen perusahaan pengambilan sampel dilakukan hanya pada operator pompa bensin dari rencana awal seluruh pegawai SPBU, yang mengakibatkan tidak adanya perbandingan/kontrol antara risiko tinggi terjadinya gangguan fungsi paru dengan operator dengan yang berisiko lebih rendah pada non operator.

Pemeriksaan foto toraks hanya dilakukan pada operator yang memiliki gangguan fungsi paru restriksi.

5.2 ANALISIS LINGKUNGAN KERJA

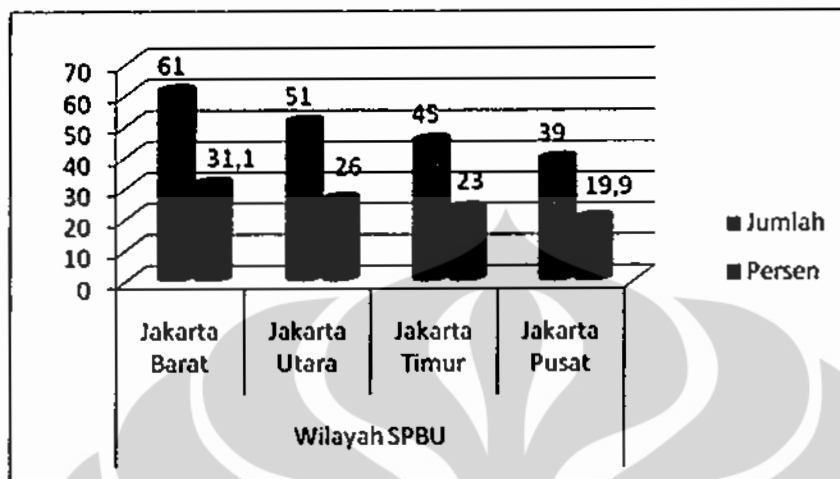
PT. X memiliki sebanyak 17 SPBU yang tersebar di wilayah DKI Jakarta dan Tangerang. Para responden yang bekerja sebagai operator pompa bensin selama masa kerjanya berpindah-pindah lokasi kerja antar SPBU yang masih dibawah naungan PT. X.

Pengukuran kadar NO_2 dan SO_2 dilakukan di 4 SPBU. Wilayah Jakarta Barat dilakukan di SPBU di daerah Cengkareng, Jakarta Pusat dilakukan di daerah Penjernihan, Jakarta Timur di daerah Rawamangun dan Jakarta Utara di daerah Pluit dengan alasan pada SPBU tersebut di atas angka kunjungan kendaraan bermotor per harinya lebih banyak dibanding SPBU lainnya dengan rata-rata kunjungan mencapai 1500 kendaraan selama 24 jam beroperasi. Kadar yang masih dibawah nilai ambang batas pada hasil analisis kemungkinan karena faktor ventilasi yang baik pada SPBU yang merupakan ruangan terbuka.

Kadar NO_2 sebesar $1,41 \text{ mg/m}^3$ di Penjernihan merupakan yang tertinggi dibanding SPBU lainnya disebabkan karena letaknya yang lebih dekat dari jalan raya dibanding dengan SPBU di tempat lain yakni sekitar 10 meter jarak antara tepi jalan raya dengan posisi operator berdiri sehingga NO_2 dari jalan raya terhisap oleh pompa pada saat pengambilan sampel. Kadar SO_2 sebesar $0,28 \text{ mg/m}^3$ di Cengkareng merupakan yang tertinggi dibanding SPBU lainnya disebabkan letak geografis SPBU Cengkareng di pinggiran kota serta dekat kawasan pergudangan dengan angka kunjungan kendaraan bermesin diesel kurang lebih mencapai 700 kendaraan selama 24 jam menurut keterangan dari pihak manajemen PT. X.

5.3 KARAKTERISTIK SUBYEK PENELITIAN

5.3.1 Sebaran subyek menurut lokasi kerja SPBU dan pajanan NO₂ dan SO₂

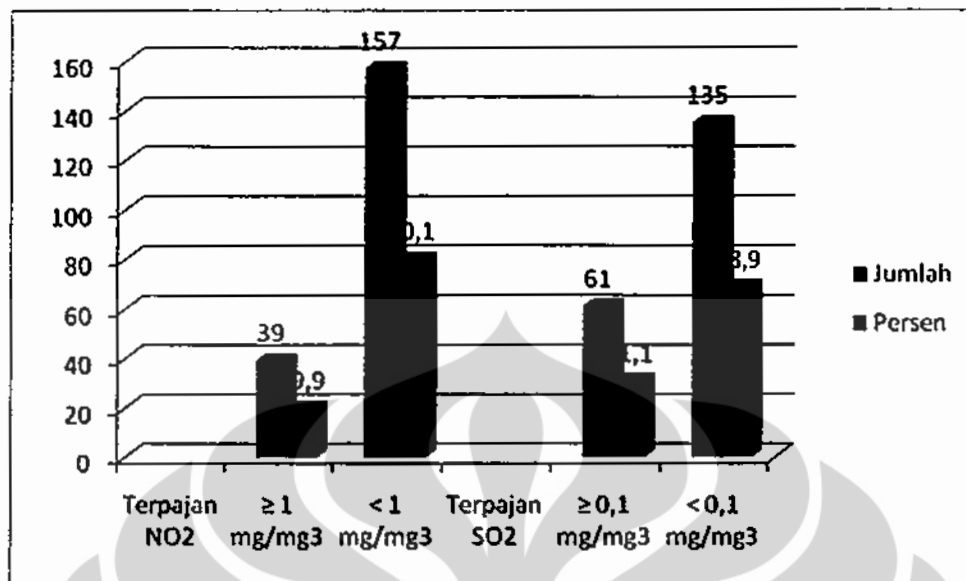


Gambar 3. Sebaran subyek menurut lokasi SPBU

Dari gambar 3 dapat dijelaskan tidak meratanya jumlah responden yang dikumpulkan di tiap wilayah kerja disebabkan karena jumlah operator pompa bensin di masing-masing wilayah kerja berbeda tergantung jumlah *dispenser* yang terdapat di SPBU tersebut dan pada saat pengambilan data, responden terutama yang berasal dari wilayah kerja Jakarta Pusat lebih sedikit yang datang ke lokasi pengambilan data dengan alasan jauh dari tempat kerja. Hal tersebut juga terlihat pada gambar 4 dimana yang terpajan NO₂ ≥ 1 mg/m³ (SPBU Penjernihan di Jakarta Pusat) juga tampak lebih sedikit dibanding yang lain karena mengikuti jumlah responden secara keseluruhan yang ada di Jakarta Pusat.

Kadar NO₂ tertinggi pada penelitian ini yakni 1,41 mg/m³ terjadi di SPBU Penjernihan. Kadar tersebut lebih tinggi dibanding dengan kadar rata-rata NO₂ di Jakarta yakni 0,047 mg/m³ pada Juni 2010.⁵⁵

Kadar SO₂ tertinggi yakni 0,28 mg/m³ terjadi di SPBU Cengkareng. Kadar tersebut lebih tinggi dibanding dengan kadar SO₂ rata-rata di Jakarta yakni 0,01 mg/m³ pada September 2010. Pengambilan kedua sampel tersebut dilakukan di 5 (lima) lokasi yaitu Ancol, Bandengan Glodok, Kemayoran, dan Monas.⁵⁶



Gambar 4. Sebaran subyek menurut pajanan NO₂ dan SO₂

5.3.2 Sebaran subyek menurut karakteristik

Pada penelitian ini, dari 196 responden didapatkan pertengahan rentang usia responden adalah 40 tahun dengan usia termuda 20 tahun dan paling tua berusia 60 tahun dimana jumlah responden pada kelompok usia 20-40 tahun sebesar 88,3%, lebih besar dibanding kelompok usia 41-60 tahun yakni 11,7%.

Penelitian ini memilih responden dengan masa kerja minimal 2 tahun berdasarkan periode berkembangnya sensitisasi pada pajanan pada populasi yang berisiko tinggi.⁵⁷ Pada responden didapatkan masa kerja paling lama yakni 23 tahun sehingga pertengahan rentang yang didapat adalah 12 tahun dimana variabel masa kerja 2-12 tahun didapati sebanyak 79,1%, lebih besar dibanding variabel masa kerja > 12 tahun yakni 20,9%. Prevalens hasil penelitian ini juga sama dengan yang dilakukan oleh Baharrudin (2008) yakni masa kerja > 12 tahun sebesar 78,2% lebih besar dibanding masa kerja kurang dari 12 tahun yakni 21,8%.⁵⁸

Status gizi responden yang diukur berdasarkan indeks massa tubuh bervariasi namun lebih dominan yang indeks massa tubuh masuk katagori normal (41,3%) menyusul obes (28%), katagori gizi lebih (17,3%), dan katagori gizi kurang (13,4%). Prevalens hasil penelitian ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Baharuddin (2008) terhadap pekerja yang terpajan debu di area penambangan

dan pemrosesan nikel yakni berturut-turut gizi normal (53%), gizi lebih (19,8%), obes 1 (17%), gizi kurang (6%) dan obes 2 (4,2%).

Sebagian besar responden adalah perokok ringan yang dihitung berdasarkan indeks Brinkman sebesar 62,8% diikuti kelompok bukan perokok 30,6% dan perokok sedang 6,6%. Hasil ini jauh lebih besar dibandingkan hasil Survey Kesehatan Rumah Tangga Departemen Kesehatan RI tahun 1995 yakni laki-laki yang perokok sebesar 45%.⁵⁹ Kebiasaan merokok pada operator pompa bensin perlu mendapat perhatian serius karena efek merokok terhadap gangguan saluran napas kadang lebih besar dibanding efek pajanan NO₂ dan SO₂ dari tempat kerja dan efek keduanya sinergis terhadap kelainan saluran napas dan paru.

Variabel olahraga didapati 73,5%, lebih besar dibanding yang tidak berolahraga (26,5%). Aktivitas olah raga atau latihan fisik yang dilakukan secara teratur akan meningkatkan kesegaran dan ketahanan fisik yang optimal sehingga mengakibatkan kelenturan otot, meningkatkan kecepatan reaksi, ketangkasan, koordinasi gerakan, dan daya tahan sistem kardiorespirasi. Faal paru dan olah raga mempunyai hubungan yang timbal balik yang mana latihan fisik yang teratur atau olah raga dapat meningkatkan faal paru.

5.4 PREVALENS GANGGUAN FUNGSI PARU

Prevalens gangguan fungsi paru restriksi di daerah penelitian sebesar 23,4% atau 46 responden dari total sebanyak 196 responden. Diagnosis gangguan fungsi paru restriksi diperoleh dari pemeriksaan spirometri yang menunjukkan KVP < 80 % dari nilai prediksi sesuai dengan standar *Pneumobile Project* Indonesia.

Prevalens pada penelitian ini lebih tinggi dibanding penelitian Memah pada petugas pemadam kebakaran di wilayah DKI Jakarta tahun 2005 yang menunjukkan prevalens gangguan fungsi paru restriksi sebesar 10,6% dari total 357 responden dan penelitian Sari pada pekerja pembuatan batik di Solo tahun 2008 yang menunjukkan prevalens gangguan fungsi paru restriksi hanya sebesar 3,4% dari total 29 responden yang terpajan zat pada proses pewarnaan batik. Namun prevalens pada penelitian ini lebih rendah bila dibandingkan dengan penelitian Baharuddin pada pegawai di area penambangan dan pemrosesan nikel

dimana didapatkan gangguan fungsi paru restriksi 30,83 % dari total 334 responden.^{58,60,61}

Perbedaan hasil beberapa penelitian tersebut disebabkan perbedaan jenis, jumlah, konsentrasi dan lama pajanan dan faktor-faktor lainnya seperti penggunaan alat pelindung diri dan higiene di tempat kerja.

Pajanan NO₂ yang tertinggi terjadi di SPBU Penjernihan yakni sebesar 1,41 mg/m³. Pada penelitian ini peneliti menetapkan pajanan NO₂ 1 mg/m³ sebagai batas atas dimana pada kadar tersebut responden yang terpajan tidak mempunyai hubungan yang bermakna terhadap gangguan fungsi paru restriksi. Hasil ini sesuai dengan penelitian Franton (1991), dimana pada orang normal pajanan NO₂ 1,5 ppm (2,3 mg/m³) selama 2 jam tidak menunjukkan penurunan faal paru yang bermakna tetapi paparan melebihi 1,5 ppm menyebabkan peningkatan tahanan ekspirasi dan inspirasi.³²

Pajanan SO₂ yang tertinggi terjadi di SPBU Cengkareng yakni sebesar 0,28 mg/m³ (0,1 ppm). Pada penelitian ini peneliti menetapkan pajanan SO₂ 0,1 mg/m³ sebagai batas atas, dengan hasil responden yang terpajan SO₂ ≥ 0,1 mg/m³ ($p = 0,120$) masuk analisis regresi logistik multivariat dengan hasil akhir faktor risiko tersebut tidak bermakna terhadap gangguan fungsi paru restriksi. Hasil ini sesuai dengan penelitian eksperimen yang dilakukan Sandstorm (1995) dengan kesimpulan pajanan SO₂ diatas 5 ppm baru dapat menimbulkan resistensi saluran napas.⁴⁰

Gangguan restriksi yang terdeteksi dari pemeriksaan spirometri disebabkan selain dari gangguan intrapulmonal bisa disebabkan karena penyakit paru yang tidak terdeteksi pada saat pemeriksaan atau belum menunjukkan kelainan pada foto toraks serta adanya faktor perancu lainnya yang tidak disebutkan pada kuesioner misal : riwayat cedera kepala dan pemakaian obat narkotika.

5.5 PREVALENS GEJALA RESPIRASI

Prevalens gejala respirasi pada penelitian ini sebesar 20,4% dari total 196 responden. Gejala respirasi meliputi batuk, berdahak kronis dan campuran keduanya. Gejala respirasi bukan hanya disebabkan pajanan NO₂ dan SO₂ di tempat kerja, tetapi didukung pula faktor kebiasaan merokok yang ada pada

responden sebab merokok secara teori bersifat iritasi terhadap saluran napas. Walau kadar NO₂ dan SO₂ dibawah nilai ambang batas pada penelitian ini, gejala respirasi yang terjadi dapat dipengaruhi oleh faktor tekanan panas, kelembaban dari lingkungan dan tingkat hidrasi dari responden. Tekanan panas yang tinggi serta dehidrasi dapat mengakibatkan mukus di saluran napas menjadi lebih kental dan pekat, ditambah lagi terjadinya paralisis silia akibat pajanan rokok sehingga terjadi mekanisme pertahanan paru dengan timbulnya reflek batuk. Kejadian infeksi saluran pernapasan juga dapat meningkat pada pajanan NO₂ dan SO₂ yang mengakibatkan timbulnya gejala respirasi.

Prevalens gejala respirasi pada penelitian ini lebih kecil dibanding penelitian Sari tahun 2008 pada pekerja industri batik yang terpajan zat pada proses pewarnaan (mengandung H₂SO₄) dimana dari total 29 responden, prevalensi gejala respirasi yang didapat sebesar 44,8%. Penelitian Ghasemkhani dkk (2006) menyatakan bahwa terdapat perbedaan prevalens gejala respirasi pada masing-masing industri. Prevalens keluhan tersering pada industri pada industri makanan, minuman dan rokok adalah 44,3% sesak napas dan 34,7% batuk berdahak, industri tekstil adalah 65% sesak dan 53,8% batuk berdahak, industri kimia adalah 37,3% sesak napas dan 30,0% batuk berdahak, industri konstruksi adalah 46,7% sesak napas dan 43,1 % batuk berdahak sedangkan industri metal adalah sebanyak 46,3% batuk berdahak dan 35,0% sesak napas.⁶²

Perbedaan prevalens gejala respirasi yang muncul pada penelitian kemungkinan disebabkan perbedaan jenis pajanan, konsentrasi, lama pajanan dan sistem pertahanan respirasi masing-masing individu.

5.6 HUBUNGAN ANTARA GANGGUAN FUNGSI PARU DAN FAKTOR RISIKO

Hasil analisis logistik regresi multivariat terhadap gangguan fungsi paru restriksi menunjukkan hubungan yang bermakna dimana operator pompa bensin yang berusia ≥ 41 tahun mempunyai risiko 3,4 kali lebih besar memiliki gangguan fungsi paru restriksi dibanding kelompok usia dibawahnya. Umur berhubungan dengan fungsi paru. Pertumbuhan dan perkembangan sistem respirasi secara lengkap terjadi pada umur 18-20 tahun. Fungsi paru mencapai derajat maksimal

pada umur 20-25 tahun atau sampai pada 3 dekade pertama, kemudian secara fisiologis menurun sesuai dengan peningkatan umur. Penelitian longitudinal dengan spirometri menyatidakan penurunan KVP 14-30 ml/tahun dan VEP₁ 23-32 ml/tahun baik pada laki-laki maupun perempuan.⁶³

Pada variabel status gizi yang ditentukan berdasarkan indeks massa tubuh, dari hasil analisis bivariat, kelompok obes (IMT \geq 25) dengan $p = 0,106$; OR : 1,72 dan 95%CI 0,86-4,45 mempunyai risiko 1,72 kali lebih besar mengalami gangguan fungsi paru namun tidak mempunyai hubungan yang bermakna pada penelitian ini. Menurut teori dan faal tubuh obesiti dapat menurunkan volume paru, berkurangnya *compliance* sistem respirasi, peningkatan hambatan jalan napas, perubahan volume darah pulmoner dan ketidakseimbangan ventilasi perfusi. Perubahan *compliance* sistem respirasi pada obesiti dipengaruhi 3 faktor yaitu penambahan jaringan lemak yang akan menghambat pengembangan dinding toraks, infiltrasi lemak pada dinding dada dan peningkatan volume darah pulmoner. Sebaran lemak tubuh yang berpengaruh pada penurunan fungsi paru adalah sebaran lemak pada tubuh bagian atas. Penumpukan lemak pada abdomen dan tubuh bagian atas menurunkan pergerakan diafragma sehingga pengukuran volume paru menurun dibandingkan nilai normal.⁶⁴

Dalam penelitian ini variabel masa kerja ($p = 0,326$; OR=1,47 ; 95%CI : 0,68-3,19) tidak mempunyai hubungan yang bermakna terhadap risiko terjadinya gangguan fungsi paru restriksi. Penemuan tersebut diatas berbeda dengan penelitian Memah tahun 2005 pada petugas pemadam kebakaran yang mempunyai masa kerja 16-30 tahun ternyata lebih banyak mengalami penurunan fungsi paru restriksi tapi tidak bermakna secara signifikan padahal menurut teori pajanan yang dialami secara kontinu mengakibatkan penurunan faal paru dan juga tergantung dari kadar pajanan yang dialami.⁶¹

Variabel perokok juga tidak mempunyai hubungan yang bermakna secara statistik terhadap risiko terjadinya gangguan fungsi paru restriksi dibanding dengan variabel tidak merokok pada penelitian ini. Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian Baharuddin (2008) dimana terdapat hubungan bermakna secara statistik dimana perokok berisiko 2 kali lebih besar menderita gangguan fungsi paru restriksi dibanding bukan perokok.⁵⁸

Perbedaan tersebut mungkin disebabkan perbedaan jumlah responden yang diteliti. Namun terdapat persamaan dalam hal prevalens kebiasaan merokok dengan gangguan fungsi paru restriksi antara penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan Baharuddin (2008) di atas dimana prevalens kelainan spirometri pada kelompok perokok sedang, ringan dan non perokok lebih banyak yang normal diikuti restriksi dan obstruksi walau dalam penelitian ini tidak didapatkan responden yang mengalami gangguan fungsi paru obstruksi. Pola yang terlihat di sini adalah pada gradasi dari kelompok non perokok ke perokok sedang, proporsi hasil spirometri normal menurun secara bertahap dan proporsi kelainan restriksi meningkat secara bertahap. Adapun kelainan obstruksi tidak ditemukan pada penelitian ini dan juga tidak menunjukkan suatu pola tertentu. Sepintas ada kesan bahwa semakin lama dan semakin banyak rokok yang dihisap (semakin besar indeks Brinkman) maka semakin besar peluang terjadinya kelainan paru restriktif. Lederer DJ et al (2008) pada penelitian mengenai keterkaitan antara merokok dan penyakit paru parenkimal subklinis (The MESA-Lung Study 2008) menyimpulkan bahwa merokok dapat menyebabkan penyakit paru parenkimal subklinis yang dapat dideteksi melalui spirometri dan pencitraan CT bahkan di kalangan populasi yang nampak sehat.⁶⁵

5.7 HUBUNGAN ANTARA GEJALA RESPIRASI DAN FAKTOR RISIKO

Faktor pajanan NO₂ dan SO₂, usia, perbedaan masa kerja dan kebiasaan olahraga pada penelitian ini tidak mempunyai hubungan yang bermakna terhadap risiko terjadinya gejala respirasi yang diantaranya batuk, berdahak kronis maupun campuran dari keduanya pada operator pompa bensin. Hal tersebut berbeda dengan penelitian dari kelompok studi WHO yang menyatakan bahwa kadar pajanan di udara (berhubungan dengan masa kerja), dimana bila masa kerja makin lama, maka lama pajanan meningkat sehingga prevalens gejala respirasi akan meningkat pula.⁶⁶

Pajanan NO₂ dan SO₂ dapat meningkatkan prevalens infeksi saluran napas yang disebabkan oleh karena berkurangnya aktivitas mukosilier, kerusakan silia, gangguan sekresi mukus dan fungsi makrofag alveolar serta gangguan imunitas humoral sehingga mengakibatkan timbulnya gejala respirasi. Peristiwa ini sesuai

dengan uji hipotesis yang dilakukan Solomon (2000) secara eksperimental yang menilai efek pajanan NO_2 terhadap saluran napas dengan hasil peningkatan sel darah putih dan kadar limfosit pada darah yang membuktikan adanya infeksi akibat pengaruh NO_2 .⁶⁷ Penelitian serupa dilakukan oleh Skornik dan Brain (2000) pada tupai dalam keadaan istirahat diberi pajanan SO_2 50 ppm selama 4 jam, menunjukkan penurunan endositosis makrofag yang tidak bermakna sedangkan pajanan yang sama pada tupai yang berlari selama 40 menit dengan kecepatan 0,9 km/jam menyebabkan penurunan endositosis makrofag setelah 1 jam.⁶⁸

Pada penelitian ini, variabel obes ($\text{IMT} \geq 25$) dengan $p = 0,000$ dan 95% CI : 2,22-15,49 dan gizi lebih ($\text{IMT} : 24 - 24,9$) dengan $p = 0,018$ dan 95% CI : 1,25-11,37 pada analisis multivariat mempunyai risiko berturut-turut 5,87 dan 3,78 kali lebih besar mengalami gejala respirasi dibanding status gizi normal. Variabel perokok ringan sesuai indeks Brinkman pada analisis multivariat ($p:0,040$; OR: 4,32 dan 95% CI : 1,59 – 11,79) mempunyai hubungan yang bermakna dan berisiko 4,32 kali lebih besar mengalami gejala respirasi dibanding non perokok. Hal ini sama dengan penelitian Joko (2008), dimana responden yang merokok mempunyai hubungan yang bermakna dan berisiko 27,9 kali lebih besar dibanding nonperokok pada pekerja yang terpajan debu keramik.⁶⁹

Perokok seringkali menderita batuk kronis karena terus menerus mengisap benda asing (asap rokok). Hal tersebut sesuai dengan teori bahwa pajanan asap rokok akan menyebabkan aktivasi mekanisme pertahanan paru, epitel jalan napas akan memproduksi mukus untuk mendilusi substansi beracun, pajanan kronik asap rokok menyebabkan hipertrofi, hiperplasi dan hipersekresi kelenjar mukus yang menyebabkan keluhan berdahak. Batuk merupakan mekanisme efektif untuk membersihkan material dan mukus dari saluran napas.⁹

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengumpulan, pengolahan dan analisis data, penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kadar NO₂ dan SO₂ lingkungan di area SPBU di bawah naungan PT. X di wilayah kerja DKI Jakarta masih di bawah nilai ambang batas.
2. Prevalens gangguan fungsi paru restriksi pada operator pompa bensin di SPBU Pertamina di bawah naungan PT. X adalah sebanyak 46 responden (23,4%) dari 196 responden.
3. Terdapat hubungan bermakna antara gangguan fungsi paru restriksi dengan responden kelompok usia ≥ 41 tahun dimana kelompok tersebut mempunyai risiko mempunyai gangguan fungsi paru restriksi 3,42 kali lebih besar dibanding responden pada kelompok usia dibawahnya.
4. Prevalens gejala respirasi yang terdiri dari batuk, berdahak kronis dan campuran keduanya sebanyak 40 responden (20,4%) dari 196 responden.
5. Pada penelitian ini terdapat hubungan bermakna antara gejala respirasi dengan responden kelompok status gizi golongan obes dan lebih, dimana kelompok tersebut mempunyai risiko memiliki gejala respirasi berturut-turut 5,87 dan 3,78 kali lebih besar dibanding responden bersatatus gizi normal.
6. Terdapat hubungan bermakna antara keluhan respirasi dengan responden kelompok perokok ringan dimana kelompok tersebut mempunyai risiko memiliki gejala respirasi 4,32 kali lebih besar dibanding responden pada kelompok non perokok.

6.2 SARAN

1. Melakukan pemeriksaan kesehatan berkala termasuk spirometri dan foto toraks pada pegawai khususnya operator pompa bensin untuk mengidentifikasi penyakit paru lebih dini sehingga perkembangannya dapat dicegah.
2. Menghentikan kebiasaan merokok terutama pada responden yang sudah mengalami gangguan fungsi paru restriksi dan gejala respirasi karena kemungkinan temuan dan keluhan tersebut merupakan gejala awal terjadinya kelainan klinis paru yang lebih berat.
3. Perlunya penelitian lebih lanjut mengenai pemeriksaan kadar NO_2 dan SO_2 dengan *personal gas sampler* untuk pencegahan dan penanganan dini sehingga pekerja bebas penyakit akibat kerja dan produktifitaspun meningkat.



DAFTAR PUSTAKA

1. Baratawidjaja K. Dampak Pencemaran Lingkungan Hidup Pada Kesehatan Paru. *Majalah Kedokteran Indonesia* 1996; 10: 565-9.
2. Tugaswati A, Anwar A, Soesanti S. Air Quality Monitoring in Rawasari and Pulogadung, Jakarta. *Buletin Penelitian Kesehatan*. 1996; 24.
3. Widorini MD. Prevalens Bronkitis Kronis dan Gangguan Fungsi Paru Obstruksi Serta Faktor-Faktor yang Berhubungan Pada Polisi Yang Bertugas Di Jalan. Tesis Magister Kedokteran Kerja, FKUI. Jakarta:2008.
4. Wilson L. Fungsi Pernapasan Normal. Dalam: Price S, Wilson W. *Patofisiologi. Konsep Klinis Proses-Proses Penyakit*, 4th ed. Jakarta: EGC; 1995. p. 646-8.
5. Levitzky MG. *Function and Structure of The Respiratory System. Pulmonary Physiology*. 2nd ed. New York: Mcgraw-Hill; 1986.
6. Lipmann M. Structure and Function of Respiratory System. In : David A, Wagner GR, editors. *Encyclopedia of Occupational Health and Safety*, 4th ed . Vol. I, Geneva: ILO; 1998. p. 1-12.
7. Demedts M, Nemey B, Elnes B. Pneumoconiosis. In: Gibson GJ, Gedder DM, Costales U, Sterk PJ, Cervin B, editors. *Respiratory medicine*. 3rd ed. London: Elsevier science; 2003. p. 675-92.
8. Suradi. Pemeriksaan Spirometri. Dalam: Perhimpunan Dokter Paru Indonesia cabang Surakarta, editors. *Workshop faal paru (spirometri dan analisis gas darah) dan terapi oksigen*. Solo; 2009.
9. Cherniack. *Pulmonary Function Testing*. Philadelphia: WB Saunders Company; 1982. p. 141-53.
10. Suma'mur. Kecelakaan Akibat Kerja. Dalam: Suma'mur PK editor. *Higiene Perusahaan Dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: Gunung Agung, 1996; p. 212-20.
11. Mangunegoro H, Yunus F. *Diagnosis Penyakit Paru Akibat Kerja*. Yunus F, Rasmin M, Hudoyo A, Mulawarman A, Swidarmoko B, editors. *Pulmonologi klinis*. Jakarta: Balai Penebit FKUI; 1992. p. 205-14.

12. Yunus F. Dampak Debu Industri Pada Paru dan Pengendaliannya. *J Respir Indo*. 1997; 17: 4-7.
13. Becket WS. Occupational Respiratory Diseases. *NEJM* 2000; 342: 406-13.
14. Global Initiative for Chronic Obstructive lung disease (GOLD). Global Strategy For The Diagnosis, Management and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. NHLBI. 2006.
15. Balmes J, Becklake M, Blanc P, Henneberger P, Kreiss K, Mapp C. American Thoracic Society Statement: Occupational Contribution to The Burden of Airway Disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 167(5): 787-97.
16. Balmes JR. Occupational Respiratory Diseases. *Primary Care* 2000; 27: 10009-38.
17. Braman SS. Chronic Cough Due To Chronic Bronchitis, ACCP Evidence Based Clinical Practise Guideline. *Chest* 2006; 129; 1045-115.
18. Morgan KWC. Occupational Lung Disease: Occupational Asthma, Byssinosis and Industrial Bronchitis. In: Baum GL, Wolinsky E Editors. *Pulmonary Disease*. Boston: Little Brown and Company, 1994; P. 791 – 814.
19. American Thoracic Society. Guidelines Or Assessing and Managing Astma Risk At Work, School and Recreation. *Am J Resp Crit Care Med* 2004; 169:873-81.
20. Salvaggio JE, Taylor G, Weil H. Occupational Asthma and Rhinitis. In: Merchant JA, Boehleck BA, Taylor C, Pickeit-Hamer M, Editors. *Occupational Respiratory Diseases*. US Department Of Health And Human Services, Washington DC: 1986; 461-77.
21. Sulfuric Acid. Existing Chemicals Information Sheet. Available At [Http://Www.Nicnas.Gov.Au](http://www.nicnas.gov.au). Accessed On September 2nd, 2010.
22. Alsagaff H, Mangunegoro H, Amin M, Yunus F, Bernstein RS, Johnson L. Nilai Normal Faal Paru Orang Indonesia Pada Usia Sekolah dan Pekerja Dewasa Berdasarkan Rekomendasi American Thoracic Society (ATS) 1987 (Reference Spirometry Values Of Healthy Indonesia School Children

-
- and Working Adults, Using Equipment and Methods That Meet ATS 1987 Recommendations).1992; 12: 3-18.
23. International Labour Organization. Using The Clasification Guidelines For The Use Of International Classification of Radiographs of Pneumoconiosis Revised Edition 1980. Geneva: 1980; P. 18-20.
24. Kuschner W , Blanc P. Gases Andf Other Airborne Toxicants In: Ladou J Editor. Current Occupational And Environmental Medicine, 4th Ed. New York: Mcgraw-Hill Book Company; 2007. P. 515-31.
25. Aditama TY, Mangunegoro H, Tugaswati T. Polusi SO₂, NO₂ Dan Ozon. J Respir Indon 1994; 3: 15-7.
26. Handayani D, Yunus F, Wiyono WH. Pengaruh Inhalasi NO₂ Terhadap Kesehatan Paru. Cermin Dunia Kedokteran 2003;13; 17-22
27. Suma'mur. Toksikologi Hiperkes/Industri. Dalam: Suma'mur PK Editor. Higiene Perusahaan Dan Kesehatan Kerja (Hiperkes). Jakarta: Sagung Seto, 2009; P. 223.
28. Ross AS, Seaton A, Morgan C. Toxic Gasses and Fumes. In: Morgan C, Seaton A, Eds. Occupational Lung Disease. 3rd Ed. Philadelphia: WB Saunders Co.; 1995. P.580-4.
29. Mangunegoro H, Sutoyo DK. Environmental and Occupational Lung Diseases In Indonesia. Respirology 1996; 1:85-91.
30. Bates DV. Occupational Lung Diseases. In: Lamsback W, Ed. Respiratory Function In Disease. 3rd Ed. Philadelphia: WB Saunders Co; 1989. P. 324-32.
31. Franton MW. Morrow PE, Cox C Et Al. Effect Of Nitrogen Dioxide Exposing On Pulmonary Function and Airway Reactivity In Normal Human. Am Rev Respir Dis 1991; 143(3):52-7.
32. Morrow PE, Utell MJ. Bauer MA Et Al. Pulmonary Performance Of Elderly Normal Subject And With Chronic Obstructive Pulmonary Disease Exposed To 0.3 ppm Nitrogen Dioxide. Am Rev Respir Dis 1992; 145(2): 291-3.

33. Solomon C, Christian DL, Chen LL, Welch BS, Et Al. Effect Of Serial-Day Exposure To Nitrogen Dioxide On Airway and Blood Leukocytes And Lymphocyte Subsets. *Eur Respir J* 2000; 15: 922-8.
34. Parmeggiani L. Nitrogen Dioxide. In: Parmeggiani L, Ed. *Encyclopaedia Of Occupational Health And Safety*. 3rd Ed. Geneva: International Labour Office; 1983. P.1458.
35. Munthe E, Yunus F, Wiyono WH, Ikhsan M. Pengaruh Inhalasi Sulfur Dioksida Terhadap Kesehatan Paru. *Cermin Dunia Kedokteran*. 2003: 138; 29-33
36. Suma'mur. Toksikologi Hiperkes/Industri. Dalam: Suma'mur PK Editor. *Higiene Perusahaan Dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)*. Jakarta: Sagung Seto, 2009; P. 227.
37. Balmes RJ, Tager I. Air Pollution. In: Murray JF, Nadel JA, Eds. *Textbook Of Respiratory Medicine*. 3rd Ed. Philadelphia: WB Saunders Co; 2000.P.1885-93.
38. Waldbott GL. The Sulfur Oxides. In: Waldbott GL, Ed. *Health Effects On Environmental Pollutants*. 2nd Ed. St Louis: CV Mosby Co; 1978. P. 85-101.
39. Sandstorm T. Respiratory Effect Of Air Pollutants : Experimental Studies In Humans. *Eur Respir J*. 1995; 8:986-9.
40. Christiani D, Wegman D. Respiratory disorders. In: Levy B, Wegman D, Editors. *Occupational Health, Recognizing and Preventing Work-Related Disease and Injury*. 4th Ed. Massachusetts: Lippincott Williams And Wilkins; 2000. P. 486-7.
41. Nowak D, Hoppe P. Acute Exposure To Toxic Agents. In: Grassi C, Roisin RR, Brambilla C, Stockley RA, Costabel U, Naeije R, Eds. *Pulmonary Diseases*. London: Mcgraw-Hill; 1999.P.303-9.
42. Ross AS, Seaton A, Morgan C. Toxic Gases and Fumes. In: Morgan C, 1989; 140:1828-31. Seaton A, Eds. *Occupational Lung Diseases*. 3rd Ed. Philadelphia: WB Saunders Co; 1995.P.568-86.

43. Silverman Sir, Shillitoe. Etiology and Predisposing Factors. In: Silverman Sir, Editors. Oral Cancer. 2nd Ed. New York: The American Cancer Society; 1985. P. 736.
44. Ciancio SG, Bourgault PC. Clinical Pharmacology For Dental Professionals. 3rd Ed. Chicago: Medical Publ. Inc. 1989; (36): 23-66.
45. Setiadi L. Smoking In Saraphee District, Chiang Mai, Thailand. Paper Presented At Mahidol University, Bangkok. Bangkok: 1988. P. 610.
46. Gan S, Darmansjah I. Obat Ganglion. Dalam: Gan S, Editor. Farmakologi Dan Terapi. Ed. 3. Jakarta: Bagian Farmakologi FKUI, 1987: 97-102.
47. Macgregor DM. Effects Of Smoking On Oral Ecology. In: Lyon HE, Editor. Dental Review. Hong Kong: Dental Review Asia, 1990; 2: 48.
48. American Thoracic Society. Cigarette Smoking And Health. Am J Resp Crit Care Med. 1996: 153. P. 861-5.
49. Suma'mur. Toksikologi Hiperkes/Industri. Dalam: Suma'mur PK Editor. Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes). Jakarta: Sagung Seto, 2009; P. 151.
50. Dahlan S. Besar Sampel Dalam Penelitian Kedokteran dan Kesehatan. Edisi 2. Jakarta: Cvarkans; 2005. P. 27-32.
51. Weisell RC. Body Mass Index As An Indicator Of Obesity. Asia Pacific J Clin Nutr 2002;11 (Suppl):S681-4.
52. Giriwijoyo S, Komaryah L. Olahraga Kesehatan. Dalam: Giriwijoyo S, Komaryah L, Kartinah S, Editor. Untuk Kesehatan Dan Untuk Prestasi Olahraga. Buku Ilmu Kesehatan Olahraga. Edisi 1. Bandung; 2007. p.32.
53. Brinkman GL, Coates EO. The Prevalence Of Chronic Bronchitis In An Industrial Population. Am Rev Respir Dis 1962; 66: 47-54.
54. Minov J, Bislimovska JK, Kuc SR, Stoleski S. Chronic Respiratory SymPT.oms And Ventilatory Function In Workers Exposed To Tea Dust: Effect Of Duration Of Exposure And Smoking. Medicine And Biology 2005; 12(1):37-43.
55. http://www.bmg.go.id/BMKG_Pusat/Klimatologi/InformasiNO2/.bmgk. Diakses 10 Januari 2011.

-
56. http://www.bmg.go.id/BMKG_Pusat/Klimatologi/InformasiSO2/.bmgk. Diakses 10 Januari 2011.
 57. Karjadi TH. Asma Akibat Kerja. *Cermin Dunia Kedokteran* 2003;141:23-8.
 58. Baharruddin S. Analisis Hasil Spirometri Karyawan PT. X Yang Terpajan Debu Di Area Penambangan dan Pemrosesan Nikel. Tesis Magister Kedokteran Kerja FKUI. Jakarta.2008.
 59. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Survey Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) Tahun 1995. Departemen Kesehatan RI, 1995.
 60. Sari Riana. Dampak Paparan Zat Pada Proses Pewarnaan Pembuatan Batik Terhadap Kelainan Klinis dan Fungsi Paru Pekerja Industri Batik. Tesis Bagian Pulmonologi dan Ilmu Kedokteran Respirasi FKUI. Jakarta .2008: 66.
 61. Memah F. Analisis Prevalensi Gangguan Obstruksi Paru Dan Faktor Yang Berhubungan Pada Petugas Pemadam Kebakaran Di Kota Jakarta. Tesis Magister Sains. Program Studi Kedokteran Kerja. FKUI. Jakarta 2005; P. 28.
 62. Ghasemkhani M, Kumashiro M, Rezai M, Anvari AR, Mazlouni A, Sadeghipour HR. Prevalence Of Respiratory SymPT.oms Among Workers In Industries Of South Teheran, Iran. *Industrial Health* 2006; 44:218-24
 63. Levitzky MG. Effect Of Aging On The Respiratory System. *The Physiologist* 1984; 27(2): 102-7.
 64. Beuther DA, Weiss ST, Sutherland ER. Obesity and Asthma. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 174: 112-9.
 65. Lederer DJ, Enright PL, Kawut SM, Hoffman EA, Hunninghake G, Beek GJR, Et.Al. Cigarette Smoking Is Associated With Subclinical Parenchymal Lung Disease: The MESA-Lung Study. *Am J Respir Crit Care Med* [Online]. 2009 [Cited 2009 May 15]; Available From [URL:Http://Ajrccm.Atsjournals.Org/Cgi/Content/Abstract/200812-1966ocv1](http://ajrccm.atsjournals.org/cgi/content/abstract/200812-1966ocv1)

-
66. WHO. Prinsip-Prinsip Deteksi Dini Penyakit Akibat Kerja. Dalam : Wijaya C Ed. Deteksi Dini Penyakit Akibat Kerja. Alih Bahasa Sujono J. Jakarta. EGC, 1995:P.1-6.
67. Solomon C, Christian DL, Chen LL, Welch BS, Et Al. Effect Of Serial-Day Exposure To Nitrogen Dioxide On Airway And Blood Leukocytes And Lymphocyte Subsets. *Eur Respir J* 2000; 15: 922-8.
68. Skornik WA, Brain JD. Effect of Sulfur Dioxide On Pulmonary Macrophage Endocytosis At Rest and During Exercise. *Am Rev Respir Dis* 1990; 142:655-9.
69. Susilo J. Dampak Debu Keramik Pada Foto Toraks dan Faal Paru Pekerja PT..P. Tesis Bagian Pulmonologi dan Ilmu Kedokteran Respirasi. FKUI Jakarta; 2008.



LAMPIRAN

FORMULIR PERSETUJUAN KEIKUTSERTAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama :
Umur :
Pekerjaan :
No.KTP/SIM :
Alamat :

Setelah mendapat penjelasan mengenai penelitian **Prevalens gangguan fungsi paru dan gejala respirasi pada operator pompa bensin dengan pajanan NO₂ dan SO₂ (Tinjauan dari satu grup SPBU wilayah DKI Jakarta)**

Menyatakan **BERSEDIA / TAK BERSEDIA**

1. Dilakukan anamnesis, pemeriksaan fisik dan pemeriksaan spirometri.
2. Mematuhi semua prosedur yang telah direncanakan oleh peneliti dan berjanji akan mengikuti seluruh jadwal penelitian hingga selesai.
3. Seandainya ada hal-hal yang tidak berkenan selama penelitian, saya berhak untuk tidak meneruskan keikutsertaan saya dalam penelitian ini.

Mengetahui,

Peneliti

Responden

(dr.Anugerah)

()

Saksi

()

Catatan = * coret yang tidak sesuai

Universitas Indonesia

PENJELASAN PENELITIAN

PREVALENS GANGGUAN FUNGSI PARU DAN GEJALA RESPIRASI PADA OPERATOR POMPA BENSIN DENGAN PAJANAN NO₂ DAN SO₂

Tinjauan pada satu grup SPBU wilayah DKI JAKARTA

Assalamualaikum w.w / salam sejahtera untuk kita semua

Yang terhormat,

Saya dr Anugerah bermaksud mengadakan penelitian tentang gangguan fungsi paru dan gejala-gejala yang terjadi pada saluran napas yang berhubungan dengan pekerjaan saudara di SPBU. Gangguan fungsi paru dan gejala-gejalanya dapat merupakantanda awal dari penyakit yang lebih serius karena mengakibatkan kemampuan paru untuk menghisap oksigen berkurang sehingga mengakibatkan batuk, dahak, , timbul bunyi mengi/bengek dan napas berat yang dan bila tidak bisa diatasi maka dapat menyebabkan kematian.

Gangguan fungsi paru disebabkan berbagai faktor yang saling berkaitan diantaranya usia, status gizi, masa kerja, lama kerja dalam sehari, kebiasaan merokok dan faktor polusi udara. Faktor-faktor yang tidak dapat dimodifikasi antara lain umur, jenis kelamin, dan etnis. Sedangkan faktor yang dapat dimodifikasi meliputi status gizi, lama kerja, pemakaian APD, kebiasaan merokok dan pencemaran udara dari asap knalpot dan udara yang ada dilingkungan tempat kerja anda. Untuk mengetahui tingkat gangguan fungsi paru dilakukan pemeriksaan spirometri pada waktu yang telah ditentukan yang dilanjutkan dengan pemeriksaan ronsen dada pada mereka yang hasil spirometrinya terdapat kelainan.

Penelitian tentang gangguan fungsi paru selama ini belum pernah dilakukan di SPBU Group. Diharapkan setelah penelitian selesai , saudara-saudara menjadi semakin paham tentang fungsi paru, bisa menjaga kesehatan paru dan mengendalikan faktor-faktor yang merusak kesehatan paru sehingga tercipta hidup yang lebih sehat.

Tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah mengetahui berapa jumlah pekerja yang menderita gangguan fungsi paru dan gejala-gejalanya pada saluran napas serta faktor-faktor apa saja yang berhubungan. Kepada bapak dan ibu akan dibagikan surat pernyataan tidak keberatan mengikuti penelitian untuk ditandatangani bila tidak keberatan mengikuti penelitian ini dan kuesioner serta dilakukan pemeriksaan fisik dan spirometri. Adapun hasil

Universitas Indonesia

penelitian ini dan kuesioner serta dilakukan pemeriksaan fisik dan spirometri. Adapun hasil penelitian, tidak akan diberikan pada orang lain dan hanya untuk perguruan tinggi. Bapak-bapak bebas untuk menentukan pilihan apakah bersedia mengikuti penelitian ini ataupun tidak dan jika setuju, dipersilahkan untuk menandatangani formulir persetujuan.

Terimakasih atas perhatian bapak-bapak sekalian.

Wassalamualaikum w.w./ salam sejahtera untuk kita semua



LEMBAR KUESIONER

Nomor Responden :

Lokasi SPBU :

Nama :

Usia : **RIWAYAT PEKERJAAN**Masa dinas di SPBU :tahun **KELUHAN RESPIRASI**

Berikut ini terdapat pertanyaan-pertanyaan dan anda diminta untuk menyebutkan sudah berapa tahun anda menderita , atau pada usia berapa tahun anda mulai menderita, suatu penyakit atau gejala tertentu. Bila penyakit atau gejala itu sudah berlangsung lama ada kecenderungan bahwa anda tidak ingat lagi dengan tepat berapa lama anda sudah menderitanya. Dalam hal ini, jangan menjawab **TIDAK INGAT**, tetapi mohon anda mengingat-ingat sejenak dan usahakan sampai pada taksiran atau perkiraan yang mendekati kebenaran

BATUK

1. Apakah anda **BIASANYA** batuk ?
 1. Ya
 2. Tidak
2. Berapa kali biasanya anda batuk ?
 1. < 4-6 kali/hari
 2. \geq 4-6 kali/hari
3. Berapa lama biasanya anda batuk seperti itu ?
 1. < 4 hari dalam seminggu
 2. \geq 4 hari dalam seminggu
4. Sudah berapa lama anda batuk seperti ini dalam setahun terakhir ?
 1. < 3 bulan berturut-turut
 2. \geq 3 bulan berturut-turut
5. Sudah berapa tahun anda batuk seperti ini ?
 1. < 2 tahun
 2. \geq 2 tahun
6. Pada waktu bangun tidur pagi, apakah anda biasanya batuk ?
 1. Ya
 2. Tidak
7. Apakah anda biasanya batuk sepanjang hari, baik siang maupun malam ?
 1. Ya

2. Tidak → ke pertanyaan no. 8

DAHAK

8. Apakah anda biasanya mengeluarkan dahak ?
1. Ya
 2. Tidak → ke pertanyaan No. 15
9. Berapa kali anda biasanya mengeluarkan dahak seperti ini ?
1. < 2x/hari
 2. ≥ 2x/hari
10. Berapa lama anda biasanya mengeluarkan dahak seperti ini ?
1. < 4 hari dalam seminggu
 2. ≥ 4 hari dalam seminggu
11. Sudah berapa lama anda mengeluarkan dahak seperti inii dalam setahun terakhir ?
1. < 3 bulan berturut-turut
 2. ≥ 3 bulan berturut-turut
12. Sudah berapa tahun anda mengeluarkan dahak seperti ini ?
1. < 2 tahun
 2. ≥ 2 tahun
13. Apakah anda biasanya mengeluarkan dahak pada waktu bangun tidur di waktu pagi ?
1. Ya
 2. Tidak
14. Apakah anda biasanya mengeluarkan dahak sepanjang hari ?
1. Ya
 2. Tidak

NAPAS BERBUNYI/MENGI

15. Apakah dada anda pernah berbunyi mengi atau bengek waktu bernapas ?
1. Ya
 2. Tidak → ke pertanyaan no 21
16. Apakah anda pernah mendapat serangan napas berbunyi mengi seperti ini sehingga anda merasa sesak napas ?
1. Ya
 2. Tidak
17. Selama berapa tahun anda telah mengalami bunyi mengi seperti itu ?
18. Pada umur berapa pertama kali anda mendapat serangan seperti itu ?
19. Pernahkah anda mengalami dua kali atau lebih serangan seperti itu ?
1. Ya
 2. Tidak
20. Pernahkah anda pernah membutuhkan pengobatan untuk serangan itu ?
1. Ya
 2. Tidak

KEBIASAAN

21. Apakah anda merokok ? (Jawaban "Ya" bila merokok hingga 1 bulan yang lalu)

1. Ya

2. Tidak

3. Sudah berhenti

22. Sudah berapa lama anda (tahun) merokok ?

23. Rata-rata berapa batang rokok anda hisap dalam sehari ?

24. Sudah berapa lama anda berhenti merokok (bulan/tahun) ?

25. Olahraga

1. Ya

a. Ringan

Contoh : jalan kaki 2-4 km, bersepeda 8-15 km, bersepeda motor, memancing, golf, tenis meja dsb

b. Sedang

Contoh : jalan kaki 6-8 km, bersepeda 16-20 km, senam aerobic, berenang gaya dada, tenis, badminton tunggal dsb

c. Berat

Contoh : jogging 6-9 km, bersepeda 21-30 km/jam, sepak bola, bola basket, renang gaya bebas, semua olah raga kompetisi dsb

2. Tidak

LEMBAR PEMERIKSAAN FISIK

Nomor Responden :

Lokasi SPBU :

Nama :

Usia : **TANDA VITAL**

Tinggi badan : cm

Berat badan : kg

Indeks Massa Tubuh :

Tekanan darah : mmHg

Nadi : kali/menit

Frekuensi napas : kali/menit

PEMERIKSAAN FISIK PARU

1. Bentuk rongga dada
Normal / Tidak normal (*barrel chest*, *pectus excavatus*, *skoliosis*, *kifosis*)
2. Pemeriksaan paru
 - **Inspeksi**
simetris / asimetris pada keadaan statis dan dinamis
 - **Palpasi**
Fremitus kanankiri
 - **Perkusi**
sonor / hipersonor / pekak / redup
 - **Auskultasi**
vesikuler / bronkovesikuler / bronkial / vesikuler dengan ekspirasi memanjang / mengi / ronki basah / ronki kering

PEMERIKSAAN SPIROMETRI

1. Nilai KVP :
2. Nilai VEP₁ :
3. Nilai VEP₁/KVP :
4. Gangguan fungsi paru
 1. Tidak ada
 2. Ada : a. Obstruksi b. Restriksi c. Campuran

JADUAL PENELITIAN

No	Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	TAHAP PERSIAPAN <ul style="list-style-type: none"> • Penyusunan proposal • Seminar proposal • Perbaikan proposal • Menghubungi Lab. Hiperkes • Menghubungi petugas spirometri • Penetapan populasi sesuai kriteria inklusi dan eksklusi • <i>Sampling</i> • Admnistrasi /izin • Konsultasi pembimbing 						
2	TAHAP PELAKSANAAN <ul style="list-style-type: none"> • Pengumpulan data • Supervisi lapangan • Pengolahan data • Analisis data • Konsultasi pembimbing 						
3	TAHAP AKHIR <ul style="list-style-type: none"> • Interpretasi hasil • Penyusunan laporan akhir • Perbaikan laporan hasil • Ujian akhir • Konsultasi pembimbing 						

Biaya penelitian

1. Pemeriksaan spirometri :	
200 x Rp 25.0000	Rp 5.000.000,-
2. Pengukuran SO ₂ dan NO ₂ <i>ambien</i>	
Rp 150.000 x 3 titik	Rp 450.000,-
3. Foto Toraks	
Rp 30.000 x 50	Rp 1.500.000,-
4. Honorarium petugas Lab Hiperkes	Rp 500.000,-
5. Transportasi	Rp 2.000.000,-
6. Komunikasi	Rp 1.500.000,-
7. Biaya penggandaan	Rp. 2.000.000,-
8. Lain-lain	Rp. 2.250.000,-
JUMLAH	Rp 15.000.000,-

Nomor	Nama	Fungsi paru	NO2	SO2	Usia	IMT	Kerja	Olahraga	Rokok	Keluhan
1	WAWAN	1	2	1	1	1	1	1	1	1
2	RUSWANDI	3	2	1	1	3	1	1	2	1
3	ERRY JOKO .P	1	2	1	2	1	2	2	2	1
4	AYIM YUSUF	1	2	1	1	1	1	2	2	1
5	SUMADI	1	1	1	1	1	2	1	1	1
6	SAMSURI	1	2	1	1	2	2	1	2	2
7	WASITO	1	2	1	1	3	1	1	1	1
8	BEJO SISWADI	1	2	1	1	3	1	1	2	1
9	ROKIP	1	2	1	1	4	2	1	1	3
10	DAHLAN	1	2	1	1	4	1	1	1	1
11	ARI IRAWAN	3	2	1	1	2	1	2	2	3
12	ROSIKHIN	3	2	1	1	3	1	2	2	3
13	FIRDAUS	3	1	1	1	1	1	1	2	5
14	BUDIYANTO	1	1	1	1	1	1	1	2	1
15	SUGIYONO	1	1	1	1	3	1	1	2	5
16	BUDI SETONO	1	1	1	1	1	1	1	2	3
17	JAMIYANTO	3	2	1	1	4	1	1	1	1
18	M.RIZAL HUTAGALJUNG	3	2	1	1	4	2	2	2	2
19	DAMUN	1	2	1	1	4	2	2	1	1
20	KURNIAWAN	1	2	1	1	1	1	1	2	3
21	SUPARMO	1	2	1	1	4	2	1	2	1
22	YULIANTO	1	1	1	1	1	1	2	2	3
23	SUPRIYADI	1	1	1	1	4	2	1	2	2
24	SUPRIYADI	1	2	1	1	4	2	2	1	1

25	SUNANDAR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	SUSILO	3	2	1	1	1	1	4	1	1	2	2	1	1	1	1
27	SUTAJI	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	5	1
28	HENKI SAWIRAN	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1
29	JAJAT S	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1
30	SUYADI	1	2	1	1	1	4	1	1	1	1	2	1	2	1	1
31	ASEP ASWANDI	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1
32	R.RISSAL	1	2	1	1	1	4	1	1	1	1	3	1	3	1	1
33	SLAMET RIYADI	1	2	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34	SUWANDI	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3	1	3	1	1
35	EDI RIYATNO	1	1	1	1	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
36	YUZAKI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1
37	AGUS SUYANTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1
38	IRWAN	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	3	3
39	DWI HARI SATRIO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1
40	TRI DWI WAHYOGO	3	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
41	NURALI	3	2	1	2	1	4	2	1	1	1	2	1	2	1	1
42	SUPRIYADI	1	2	1	1	1	4	1	1	1	1	2	1	2	3	3
43	YUSUF SUGIARTO	1	2	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44	RAHMAT JAELANI	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
45	DONI CHAERUDIN	1	2	1	1	1	4	1	1	1	1	2	1	2	1	1
46	ARIFIN	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
47	AJI SANTOSO	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
48	RUDI HERYANTO	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1
49	AKHMAD	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

50	DODI ALPAKA	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
51	SANDI N	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
52	KODARUDIN	3	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
53	SURYONO	3	1	1	1	4	2	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1
54	SARYANTO	1	1	2	1	4	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	5
55	ANDRA MUSLIM	3	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
56	SLAMET SUWONO	1	1	1	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
57	IMAM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
58	HADI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
59	SADIMAN	3	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
60	RUSINTO	1	1	1	1	4	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
61	MULYANTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
62	SLAMET RIYADI	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
63	RUDI HARTONO	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
64	SYAHRIL	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
65	HERMAN FEILANI	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
66	DARYONO	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
67	H.SAISMAN	3	1	2	2	4	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
68	PULUNG	1	1	2	1	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	5
69	AGUS PRIYANTO	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
70	SRIPARWANTO	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1
71	EKO DARMANTO	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
72	SUNARYO	1	1	2	2	3	2	2	1	1	1	3	1	1	3	1	1
73	HARTANTO	1	1	2	1	4	2	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1
74	YADI SUSILO	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1

75	ROKIM	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	3
76	RUDIMAN MANIK	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1
77	ABDUL AZIZ	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5
78	ARIYANTO	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5
79	JOKO WIYANA	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
80	ROKHANI	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1
81	JUARI	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1
82	HERU PURWANTO	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
83	MAS'ANI	1	1	2	1	4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
84	SODIKIN	1	1	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
85	WAHYU	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
86	SURONO	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1
87	MUNAKIN	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
88	BUDIYANTO	3	1	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	1
89	JODIR	1	1	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1
90	SULAIMAN	1	1	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
91	JULI HARTONO	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	5	1
92	DEDE PUJONO	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1
93	MUSTOLIH	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1
94	EDI RATNO . S	1	1	2	1	4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
95	ASEP KAMARULLOH	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
96	AGUNG	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
97	DEDE PUJONO	3	1	2	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
98	ASEP KAMARULLOH	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
99	AGUNG	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1

100	FIRMAN . S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	1
101	RUDIATMAN	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
102	JUNIANSYAH	1	1	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
103	WIDODO	3	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1
104	AGUS RIDWAN	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
105	ALBANI	1	1	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
106	TB.SULAEAN	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
107	SUWARNO	1	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	3	3
108	BAMBANG HERMANTO	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
109	ADRIANSYAH	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
110	ARI KRISMAN	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1
111	SAYUTI	1	2	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	5
112	SURYADI	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2
113	AHMAD FADLI	1	1	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
114	MULYANTO	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
115	AMRUDIN HARAHAP	1	1	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
116	SUSILO	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
117	PRAWITO	1	1	2	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
118	H.DURJA	3	1	2	2	2	4	2	2	2	1	1	1	1	2	2	5	5
119	HANDONO	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
120	ANOM WIDIYANTO	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1
121	FATONI	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1
122	UCI PASCA	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
123	DWI SANTOSO	1	1	1	1	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
124	KURDI	1	2	1	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1

125	WAGYO	1	1	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1
126	INDRAWAN	3	1	1	2	4	2	2	1	2	2	1	1
127	BAMBANG . P	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
128	SUPRIYANTO	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	1	1
129	FIDLAN HARYADI	1	1	1	1	4	1	1	1	2	2	2	2
130	J.PRAYITNO	1	1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1
131	RONI WIJAYA	1	1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1
132	KUNCORO	3	1	1	2	4	2	1	1	2	2	3	3
133	KARSO	3	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1
134	SUKARYA	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1
135	RADI	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	1
136	ASEP K	1	1	1	1	4	1	1	1	2	2	3	3
137	A.ROJULI	3	1	1	1	4	1	1	1	2	2	1	1
138	LASWANTO	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1
139	SUTIMAN	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
140	SANTOSO	1	1	1	1	3	1	1	1	2	2	3	3
141	SUHADA	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1
142	BAYU	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	1	1
143	AGUS P	1	1	1	1	3	2	1	1	2	2	1	1
144	TRI SINO	1	1	1	1	4	1	1	2	2	2	2	2
145	KAPRAWI	3	1	1	2	3	2	2	2	1	1	1	1
146	HENDRO	1	1	1	2	4	2	2	2	3	3	1	1
147	RIYANTO	3	1	1	1	3	1	1	1	2	2	2	2
148	DEDE	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	1	1
149	KOESWANTO	3	1	1	2	3	2	2	2	3	3	1	1

150	ASWANDI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
151	DODO S	3	1	1	1	3	1	2	2	2	1	1	1	2	1
152	ASOM	1	1	1	1	3	1	1	2	2	1	1	1	2	1
153	WAHYU P	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1
154	RAHMAN Y	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
155	BASRI	3	1	1	2	4	1	2	1	1	1	1	2	1	1
156	ALFANI	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1
157	TABRONI	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1
158	TRIE S.	3	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1
159	SURANTO	3	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1
160	SUPRIYADI	3	1	1	1	4	1	2	1	1	2	1	2	1	1
161	AGUS S	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1
162	SUWARDI	1	1	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1
163	SUBARDI	3	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1
164	SURYADI	1	1	1	1	4	2	1	1	2	1	1	1	2	1
165	MURIA	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	2	5
166	EKO H	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1
167	MASHADI	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	2	1
168	AHMAD S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
169	ARIF	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	1	1	2	1
170	PANCA S	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1
171	TEDDY TOMPUL	3	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	2	2
172	SLAMET	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	1	2	1	2
173	ADRI A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
174	EKO JOKO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1

175	ENDRO	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1
176	MARKUM	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1
177	IRMA IRAWAN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
178	TRI KURNIAWAN	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1
179	SUYONO	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1
180	HELMY	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1
181	SURYADI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
182	A.PRIATNA	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1
183	H.PELUPESSY	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	1
184	FAISOL	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	1
185	SUBANDIMAN	3	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	2	2	2
186	FADILLAH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1
187	RATMIN	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
188	AGUNG	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
189	SUGIANTO	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
190	JOKO T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1
191	SARIMAN	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
192	LASTO	1	1	1	1	1	1	1	4	2	2	2	1	1	1	1	1	1
193	A.IRWAN	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1
194	ABDUL B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
195	ILMI A	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1
196	WAHYUD	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	1

KETERANGAN

Fungsi paru	1 = Tidak ada 2 = Gangguan fungsi paru obstruksi 3 = Gangguan fungsi paru restriksi 4 = Campuran
NO₂	1 = NO ₂ < 1 mg/m ³ 2 = NO ₂ ≥ 1 mg/m ³
SO₂	1 = SO ₂ < 0,1 mg/m ³ 2 = SO ₂ ≥ 0,1 mg/m ³
Usia	1 = 20 - 40 tahun 2 = 41 - 60 tahun
IMT	1 = Normal (18,5 - 22,9) 2 = Kurang (< 18,5) 3 = Lebih (23 - 24,9) 4 = Obes (≥ 25)
Kerja	1 = 2 - 12 tahun 2 = ≥ 12 tahun
Olahraga	1 = Olahraga 2 = Tidak olahraga

Daftar SPBU di bawah naungan PT Magendra Shatra Pratama

No	Nama SPBU	Alamat
1	SPBU 34-12803	Jl. Lap Roos Raya RT 04/RW06 Bukit Duri Tebet Jakarta Selatan
2	SPBU 34-10201	Jl. Penjernihan RT 001/RW08 Bendungan Hilir Jakarta Pusat
3	SPBU 34-11703	Jl. Kamal Raya RT 008/RW002 Jakarta Utara
4	SPBU 34-11601	Jl. Meruya Ilir RT 004/RW 08 Srengseng Jakarta Barat
5	SPBU 34-14403	Jl. Pluit Raya Selatan RT 02/RW 09 Penjaringan Jakarta Utara
6	SPBU 34-11707	Jl. Outer ring road RT 08/RW08 Cengkareng Barat Jakarta Barat
7	SPBU 34-14401	Jl. Pluit Raya Selatan RT 07/RW 01 Penjaringan Jakarta Utara
8	SPBU 34-15805	Jl. Borobudur Raya No. 45 RT 011/RW 04 Bencongan Curug Karawaci Tangerang Banten
9	SPBU 34-10603	Jl. Gunung Sahari No. 2 RT 016/RW 03 Sawah Besar Jakarta Pusat
10	SPBU 34-12303	Jl. Bintaro Permai No. 12 RT 008/RW 01 Pesanggrahan Jakarta Selatan
11	SPBU 34-13501	Jl. Condet Raya No. 321 RT 002/03 Balekambang Jakarta Timur
12	SPBU 34-14408	Jl. Budi Mulya RT 11/RW 13 Pademangan Barat Jakarta Barat
13	SPBU 34-13208	Jl. Rawamangun Muka No.1 RT 11/RW 14 Pulogadung Jakarta Timur
14	SPBU 34-12805	Jl. Casablanca RT01/RW011 Menteng Dalam Jakarta Selatan
15	SPBU 34-11710	Jl. Lingkar luar Cengkareng Barat RT 11/RW 13 Jakarta Barat
16	SPBU 34-13307	Jl. Raya Jatinegara No.83 Jakarta Timur
17	SPBU 34-10506	Jl. Jend. Suprpto No.1 Galur Johor Baru Jakarta Pusat
18	PT RMT	Jl. Cempaka Putih Tengah 30 Jakarta Pusat



UNIVERSITAS INDONESIA FAKULTAS KEDOKTERAN

Jalan Salemba Raya No. 6, Jakarta Pusat

Pos Box 1358 Jakarta 10430

Kampus Salemba Telp. 31930371, 31930373, 3922977, 3927360, 3912477, 3153236, Fax. : 31930372, 3157288, e-mail : office@fk.ui.ac.id

NOMOR : 286 IPT02.FK/ETIK/2010

KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK

ETHICAL --- CLEARANCE

Panitia Tetap Penilai Etik Penelitian, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia dalam upaya melindungi hak asasi dan kesejahteraan subyek penelitian kedokteran, telah mengkaji dengan teliti protokol berjudul:
The Committee of The Medical research Ethics of the Faculty of Medicine, University of Indonesia, with regards of the Protection of human rights and welfare in medical research, has carefully reviewed the proposal entitled:

"Prevalensi Gangguan Fungsi Paru Oabstruksi dan Gejala Pada Pegawai SPBU Dengan Pajanan SO2 dan NO2 (Tinjauan dari satu grup SPBU wilayah Jakarta Utara)".

Peneliti Utama : dr. Anugerah
Name of the Principal Investigator.

Nama Institusi : Ilmu Kedokteran Komunitas FKUI

dan telah menyetujui protocol tersebut di atas.
and approved the above mentioned proposal.

Jakarta, 5 Juli 2010



Chairman
Ketua

Prof. Dr. dr. Agus Firmansyah, SpA(K)

-Peneliti wajib menjaga kerahasiaan identitas subyek penelitian.