

**PENGARUH PAPARAN GAS KARBON MONOKSIDA
(CO) TERHADAP KELELAHAN KERJA PADA
PEDAGANG ASONGAN DI TERMINAL
TIRTONADI SURAKARTA**

SKRIPSI

Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Terapan



Wahyu Laila Isnaini

R. 0208086

**PROGRAM DIPLOMA IV KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

Surakarta

2012

commit to user

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi dengan Judul: Pengaruh Paparan Gas Karbon Monoksida (CO) terhadap Kelelahan Kerja pada Pedagang Asongan di Terminal Tirtonadi Surakarta

Wahyu Laila Isnaini, NIM: R.0208086, Tahun: 2012

Telah diuji dan disahkan dihadapan
Dewan Penguji Skripsi

Program Studi Diploma IV Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta

Pada Hari: Senin, Tanggal 28 Mei 2012

Pembimbing I

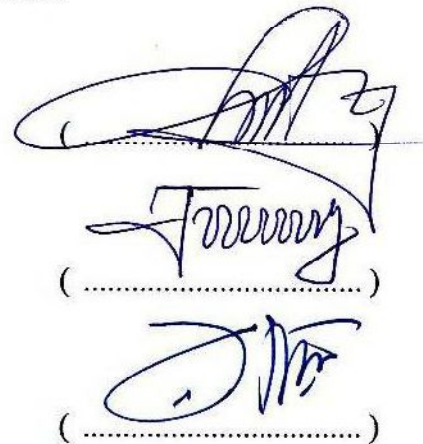
Arsita Eka Prasetyawati, dr., M.Kes
NIP. 19830621 200912 003

Pembimbing II

Tutug Bolet Atmojo, SKM
NIP. -

Penguji

Ipop Sjarifah, Dra., M.Si
NIP. 19560328 198503 2 001



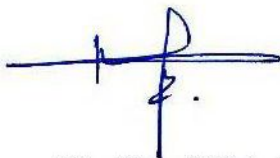
(.....)

(.....)

(.....)

Surakarta, Mei 2012

Tim Skripsi



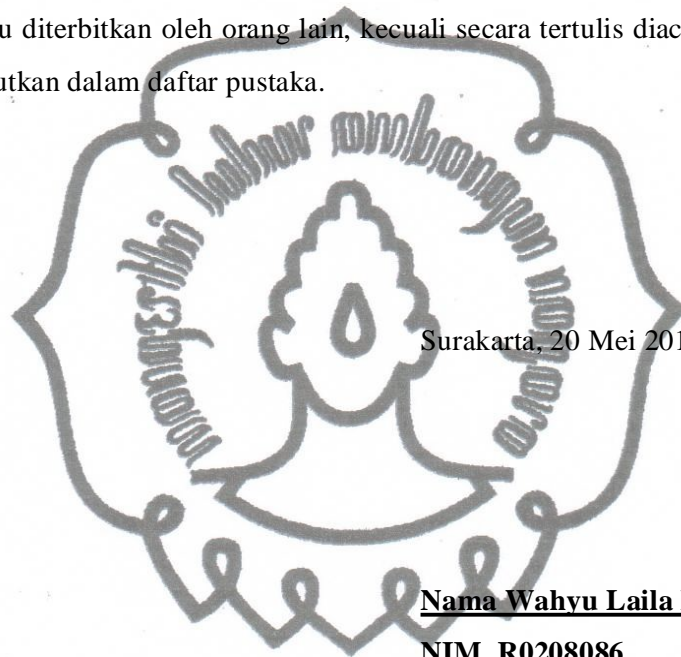
Khotijah, SKM., M.Kes
NIP. 19821005 201012 2 002

Kesja Program Studi
Diploma IV Keselamatan dan Kesehatan Kerja
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
FAKULTAS KEDOKTERAN
PROGRAM STUDI KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
NIP. 19560328 198503 2 001



PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Surakarta, 20 Mei 2012

Nama Wahyu Laila Isnaini

NIM. R0208086

ABSTRAK

Wahyu Laila Isnaini, R0208086, 2012. Pengaruh Paparan Gas Karbon Monoksida terhadap Kelelahan Kerja pada Pedagang Asongan di Terminal Tirtonadi Surakarta. Skripsi. Fakultas Kedokteran, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Latar Belakang : Paparan gas karbon monoksida (CO) berpengaruh terhadap terjadinya kelelahan kerja, karena afinitas hemoglobin terhadap gas karbon monoksida (CO) 210 kali lebih besar dibandingkan afinitasnya terhadap O₂. Hal tersebut menyebabkan kapasitas darah sebagai pengangkut oksigen menurun. Sedangkan, kelelahan kerja terjadi karena adanya kekurangan oksigen dan adanya penimbunan hasil-hasil metabolit otot (yang berupa asam laktat dan CO₂) yang masuk ke dalam aliran darah.

Metode : Penelitian ini bersifat *observational analytic* dengan pendekatan *cross sectional*. Populasi dalam penelitian ini adalah pedagang asongan shift 1 di Terminal Tirtonadi Surakarta dengan jumlah 150 orang. Tehnik sampling menggunakan *purposive sampling* didapatkan sampel sebesar 31 orang, dengan rincian 9 sampel bekerja di area istirahat timur, 11 sampel bekerja di area pemberangkatan barat, dan 11 sampel bekerja di area pemberangkatan timur. Dilakukan pengukuran kadar gas CO di masing-masing area penelitian menggunakan alat ukur CO-Meter. Kelelahan kerja sampel diukur sebelum kerja untuk memastikan sampel dalam keadaan tidak mengalami kelelahan kerja sebelum bekerja dan diukur kembali pada pukul 12.00 WIB. Pengukuran kelelahan kerja dilakukan dengan alat ukur Reaction Timer. Data dianalisis dengan uji korelasi Regresi Linier.

Hasil : Hasil uji korelasi Regresi Linier menunjukkan ada pengaruh paparan gas karbon monoksida (CO) terhadap kelelahan kerja pada pedagang asongan di terminal tirtonadi Surakarta dengan hasil p value 0.000 ($p < 0.01$).

Simpulan : Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh antara paparan gas karbon monoksida dengan kelelahan kerja pada pedagang asongan di Terminal Tirtonadi Surakarta ($p < 0.01$).

Kata Kunci : Paparan Gas CO, Gas CO, Kelelahan Kerja

ABSTRACT

Wahyu Laila Isnaini, R0208086, 2012. The influence of exposure to carbon monoxide on the peddlers' work fatigue at Tirtonadi bus station Surakarta. Thesis. Faculty of Medicine, Sebelas Maret University, Surakarta.

Background : The exposure to carbon monoxide (CO) influences the work fatigue since the hemoglobin affinity of carbon monoxide (CO) is 210 times bigger than the hemoglobin affinity of oxygen (O₂). This makes the capacity of blood, as oxygen carrier, decrease. Meanwhile, the work fatigue is caused by the lack of oxygen and the accumulation of muscle metabolites, which are in the form of lactic acid and CO₂, in the bloodstream.

Method : This is an observational analytic that research using cross sectional approach. The population in this research is 150 peddlers working at the first shift at Tirtonadi bus station Surakarta. The sampling technique employs purposive sampling with 31 samples consisting 9 samples working in the east rest area, 11 samples working in the west departure area, and 11 samples working in the east departure area. The degree of carbon monoxide at each area is measured using CO-Meter tool. Meanwhile, the measurement of the samples' work fatigue is done before they work (to ensure that they are not fatigue) and at the midday using Reaction Timer tool. The data are analyzed with Linear Regression correlation test.

Result : The result of Linear Regression correlation test shows that there is an influence of exposure to carbon monoxide on the peddlers' work fatigue at Tirtonadi bus station Surakarta with the result of p value 0.000 ($p < 0.01$).

Conclusion : Based on this research, it can be concluded that there is an influence between the exposure to carbon monoxide (CO) and the peddlers' work fatigue at Tirtonadi bus station Surakarta ($p < 0.01$).

Keywords : Exposure to carbon monoxide (CO), carbon monoxide (CO), and work fatigue.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan Ke hadirat Allah SWT atas Rahmat dan Bimbingan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi degan judul “Pengaruh Paparan Gas Karbon Monoksida terhadap Kelelahan Kerja pada Pedagang Asongan di Terminal Tirtonadi Surakarta”.

Skripsi ini bisa selesai karena bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof.Dr.Zainal Arifin Adnan, dr.Sp.Pd-KR-FINASIM selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Ipop Sjarifah, Dra., M.Si., selaku Ketua Program Diploma IV Keselamatan dan Kesehatan Kerja Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Arsita Eka Prasetyawati, dr., M.Kes., selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan selama penyusunan skripsi ini.
4. Tutug Bolet Atmojo, S.K.M., selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan selama penyusunan skripsi ini.
5. Ipop Sjarifah, Dra., M.Si., selaku penguji yang telah memberikan masukan dalam skripsi ini.
6. Eko Agus Susanto, S.E., M.Si, selaku Kepala UPTD Terminal Tirtonadi Surakarta yang telah memberikan banyak bantuan selama proses penelitian.
7. Kedua orang tua dan saudara-saudara yang telah memberikan kasih sayang, do'a, dan dukungan kepada penulis.
8. Sahabat dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Skripsi ini jauh dari sempurna. Penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca sekalian. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi banyak pihak terutama bagi Program Diploma IV Keselamatan dan Kesehatan Kerja Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta, untuk menambah wawasan ilmu di bidang keselamatan dan kesehatan kerja.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Surakarta, Mei 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
BAB II. LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	6
B. Kerangka Pemikiran	31
C. Hipotesis	32
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Jenis Penelitian	33
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	33
C. Populasi Penelitian	33
D. Teknik Sampling	33
E. Sampel Penelitian	34
F. Desain Penelitian	35
G. Identifikasi Variabel Penelitian	35

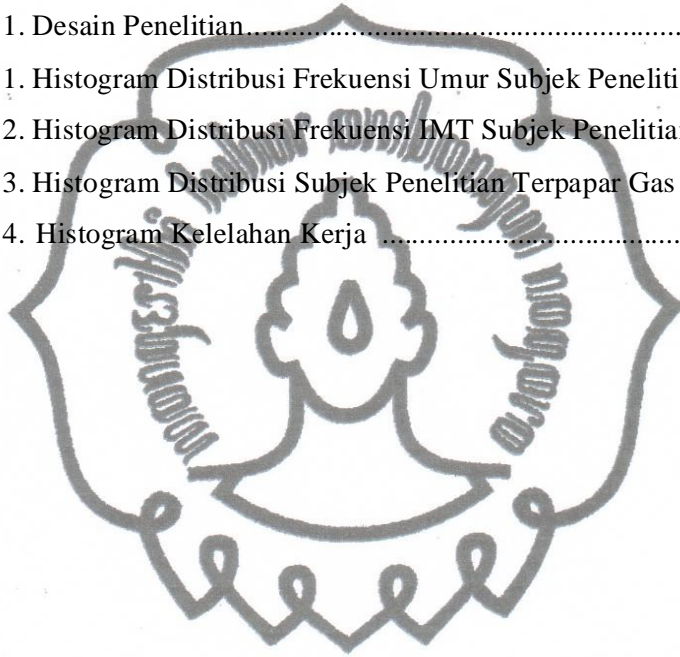
H. Definisi Operasional Variabel Penelitian.....	HaHalama
I. Alat dan Bahan Penelitian.....	37
J. Cara Kerja Penelitian	39
K. Teknik Analisis Data.....	40
BAB IV.HASIL	
A. Gambaran Umum	42
B. Karakteristik Subjek Penelitian.....	45
C. Hasil Pengukuran Kadar Gas Karbon monoksida.....	48
D. Hasil Pengukuran Kelelahan Kerja.....	50
E. Uji Pengaruh Paparan Gas Karbon Monoksida (CO) Terhadap Kelelahan Kerja.....	51
BAB V. PEMBAHASAN	
A. Gambaran Umum.....	52
B. Karakteristik Subjek Penelitian.....	54
C. Analisis Data dengan Uji Statistik Pengaruh Paparan Gas Karbon Monoksida (CO) Terhadap Kelelahan Kerja	57
BAB VI.SIMPULAN DAN SARAN	
A. Simpulan	60
B. Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Kriteria Udara Bersih dan Udara Tercemar	7
Tabel 2.2. Kategori Beban Kerja Berdasarkan Metabolisme, Respirasi, Suhu Tubuh dan Denyut Jantung	17
Tabel 2.3. Batas ambang IMT untuk Indonesia	21
Tabel 2.4. Prosentase Kemampuan Berdasarkan Usia	25
Tabel 2.5. Data ekuilibrium antara COHb di dalam darah dengan CO di udara	29
Tabel 2.6. Pengaruh konsentrasi COHb di dalam darah terhadap kesehatan manusia	29
Tabel 3.1. Kekuatan Hubungan Dua Variabel Secara Kualitatif	41
Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Iklim Kerja	43
Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Kadar Debu	44
Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Kebisingan	44
Tabel 4.4. Distribusi Frekuensi Subjek Penelitian Berdasarkan Umur	45
Tabel 4.5. Distribusi Frekuensi Status Gizi Subjek Penelitian Berdasarkan IMT	47
Tabel 4.6. Hasil Pengukuran Kadar Gas Karbon Monoksida (CO)	48
Tabel 4.7. Daftar Distribusi Subjek Penelitian Terpapar Gas CO	49
Tabel 4.8. Hasil Pengukuran Kelelahan Kerja dengan Reaction Timer	50
Tabel 4.9. Hasil Uji Statistik Kadar Gas CO dengan Kelelahan Kerja	51
Tabel 5.1. Uji Statistik Korelasi Regresi Linier terhadap Karakteristik Subjek Penelitian	54
Tabel 5.2. Uji Statistik Koefisien Korelasi Regresi Linier Paparan Gas CO dan Kelelahan Kerja	57
Tabel 5.3. Uji Statistik Korelasi Regresi Linier Paparan Gas CO dan Kelelahan Kerja	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Kerangka Pemikiran tentang Pengaruh Paparan Gas CO terhadap Kelelahan Kerja	31
Gambar 3.1. Desain Penelitian.....	35
Gambar 4.1. Histogram Distribusi Frekuensi Umur Subjek Penelitian	46
Gambar 4.2. Histogram Distribusi Frekuensi IMT Subjek Penelitian.....	47
Gambar 4.3. Histogram Distribusi Subjek Penelitian Terpapar Gas CO.....	49
Gambar 4.4. Histogram Kelelahan Kerja	50



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian
- Lampiran 2. Surat Persetujuan Menjadi Responden Penelitian
- Lampiran 3. Kuesioner Karakteristik Sampel
- Lampiran 4. Daftar Subjek Penelitian di Terminal Tirtonadi Surakarta
- Lampiran 5. Hasil Pengukuran Denyut Jantung Subjek Penelitian di Terminal Tirtonadi Surakarta
- Lampiran 6. Hasil Pengukuran Kelelahan Kerja Subjek Penelitian Pagi Hari (Hari Ke-1)
- Lampiran 7. Hasil Pengukuran Kelelahan Kerja Subjek Penelitian Pagi Hari (Hari Ke-2)
- Lampiran 8. Hasil Pengukuran Kelelahan Kerja Subjek Penelitian Pagi Hari (Hari Ke-3)
- Lampiran 9. Hasil Rata-rata Pengukuran Kelelahan Kerja (Pagi) Selama 3 Hari
- Lampiran 10. Hasil Pengukuran Kelelahan Kerja Hari Ke-1 (Siang)
- Lampiran 11. Hasil Pengukuran Kelelahan Kerja Hari Ke-2 (Siang)
- Lampiran 12. Hasil Pengukuran Kelelahan Kerja Hari Ke-3 (Siang)
- Lampiran 13. Rata-rata Hasil Pengukuran Kelelahan Kerja (Siang)
- Lampiran 14. Hasil Pengukuran Iklim Kerja Selama 3 Hari di Terminal Tirtonadi
- Lampiran 15. Hasil Pengukuran Intensitas Kebisingan Selama 3 Hari di Terminal Tirtonadi
- Lampiran 16. Hasil Pengukuran Kadar Gas Karbon Monoksida Selama 3 Hari di Terminal Tirtonadi
- Lampiran 17. Hasil Pengukuran Kadar Debu Selama 3 Hari di Terminal Tirtonadi
- Lampiran 18. Hasil Uji Normalitas Data Tinggi Badan, Berat Badan, Umur, IMT, dan Gas CO
- Lampiran 19. Uji Statistik Regresi Linier Umur dan Kelelahan Kerja
- Lampiran 20. Uji Statistik Regresi Linier IMT dan Kelelahan Kerja
- Lampiran 21. Uji Statistik Regresi Linier Kadar Gas CO dan Kelelahan Kerja
- Lampiran 22. Dokumentasi Penelitian

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kesehatan tenaga kerja dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah lingkungan tempat kerja. Menurut Undang-undang No. 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, tempat kerja adalah tiap ruangan atau lapangan tertutup, terbuka, bergerak ataupun tetap dimana tenaga kerja bekerja, atau yang sering dimasuki tenaga kerja untuk keperluan suatu usaha serta terdapat sumber-sumber bahaya. Lingkungan kerja merupakan tempat terdapatnya sumber bahaya, salah satunya adalah pencemaran atau pengotoran udara yang pada umumnya disebut sebagai polusi udara. Masalah pengotoran udara sudah lama menjadi masalah kesehatan pada masyarakat, terutama di Negara-negara industri yang banyak memiliki pabrik dan kendaraan bermotor termasuk Indonesia (Chandra, 2007). Diketahui bahwa udara merupakan zat yang paling penting setelah air dalam memberikan kehidupan di permukaan bumi ini. Sumber polusi udara yang utama selama ini berasal dari transportasi dimana hampir 60% dari polutan yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida (CO) dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon (HC). Polutan yang utama adalah karbon monoksida yang mencapai hampir setengahnya dari seluruh polutan udara yang ada (Fardiaz, 2008).

Telah lama diketahui bahwa kontak antara manusia dengan CO pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kematian (Fardiaz, 2008). Dilaporkan

banyak terjadi keracunan CO setiap tahunnya berupa kasus kematian, baik keracunan karena kecelakaan atau bahkan dijadikan salah satu metode bunuh diri dan pembunuhan, di dalam rumah atau garasi mobil maupun pencemaran udara oleh gas buang industri. Di dunia diperkirakan 1500 orang mati setiap tahunnya karena CO. Berkaitan dengan karakteristik CO yang afinitasnya terhadap hemoglobin 250 – 300 kali lebih kuat daripada afinitas oksigen, CO akan membentuk ikatan karboksihemoglobin, sehingga menghambat distribusi oksigen ke jaringan tubuh (Anggraeni, 2009). Tetapi, ternyata kontak dengan CO pada konsentrasi relatif rendah (100 ppm atau kurang) juga dapat mengganggu kesehatan (Fardiaz, 2008). Penyediaan oksigen berpengaruh terhadap kecepatan pemulihan fungsi otot. Kekurangan oksigen dan adanya penimbunan hasil-hasil metabolit dapat menyebabkan terjadinya kelelahan otot (Maurits, 2011). Menurut Suma'mur P.K (2009), kelelahan otot merupakan salah satu jenis dari kelelahan kerja. Sedangkan kelelahan kerja terbukti memberikan kontribusi lebih dari 50% dalam kecelakaan kerja di tempat kerja (Maurits, 2011).

Terminal Tirtanadi Surakarta adalah tempat bus-bus (dalam maupun luar kota) menurunkan dan menaikkan penumpang sehingga di tempat tersebut banyak terdapat para pedagang asongan yang keluar masuk bus untuk bekerja saat bus masih dalam keadaan mesin menyala. Berdasarkan hasil dari survei awal penulis, didapatkan kadar karbon monoksida di sekitar bus-bus tempat para pedagang asongan berlalulalang adalah sebesar 21 ppm di area pemberangkatan barat dan 5 ppm di area istirahat timur. Menurut Mukono

(2008), udara yang mengandung karbon monoksida sebesar 5-200 ppm merupakan udara tercemar. Sehingga terlihat bahwa udara di sekitar bus sudah tercemar, karena kadar karbon monoksidanya melebihi 5 ppm. Pada survei awal, penulis melakukan pengukuran kadar gas karbon monoksida (CO) serta mengukur kelelahan menggunakan Reaction Timer dari enam pedagang asongan dengan jenis kelamin laki-laki, dan berumur 23-35 tahun yang bekerja pada suhu 29⁰C yang bekerja di area pemberangkatan barat dan di area istirahat timur. Didapatkan hasil pengukuran dari tiga pedagang asongan yang bekerja di area istirahat timur tersebut rata-rata waktu reaksinya adalah 369,8 milidetik. Sedangkan hasil pengukuran dari tiga pedagang asongan yang bekerja di area pemberangkatan barat tersebut rata-rata waktu reaksinya adalah 421 milidetik. Menurut Maurits (2011), waktu reaksi 240-410,0 milidetik dikategorikan mengalami kelelahan kerja ringan dan waktu reaksi antara 410,0-580,0 milidetik dikategorikan mengalami kelelahan kerja sedang. Sehingga, terlihat bahwa terdapat perbedaan tingkat kelelahan kerja antara pedagang asongan yang bekerja di area dengan kadar gas karbon monoksida 5 ppm dan 21 ppm.

Berdasarkan uraian di atas serta selama ini masih sedikit sekali dilakukan penelitian tentang pengaruh paparan gas karbon monoksida (CO) terhadap kelelahan kerja, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul Pengaruh Paparan Gas Karbon Monoksida (CO) terhadap Kelelahan Kerja pada Pedagang Asongan di Terminal Tirtonadi Surakarta.

B. Rumusan Masalah

Apakah ada pengaruh paparan gas karbon monoksida (CO) terhadap kelelahan kerja pada pedagang asongan di terminal Tirtonadi Surakarta?

C. Tujuan Penelitian

1. Umum

Untuk mengetahui pengaruh paparan gas karbon monoksida terhadap kelelahan kerja pada pedagang asongan di terminal Tirtonadi Surakarta.

2. Khusus

- a. Untuk mengukur dan menganalisa kadar gas karbon monoksida (CO) di terminal Tirtonadi Surakarta.
- b. Untuk mengukur dan menganalisa kelelahan kerja pada pedagang asongan di terminal Tirtonadi Surakarta.
- c. Untuk menganalisa dan mengkaji pengaruh paparan gas karbon monoksida (CO) terhadap kelelahan kerja pada pedagang asongan di terminal Tirtonadi Surakarta.

D. Manfaat Penelitian

1. Teoritis

Diharapkan sebagai pembuktian teori bahwa gas karbon monoksida (CO) dapat mempengaruhi kelelahan kerja pada pekerja yang terpapar.

2. Aplikatif

a. Bagi Ilmu Pengetahuan

Merupakan suatu informasi yang dapat dipergunakan sebagai data pembandingan atau dasar pertimbangan bagi peneliti lain.

b. Bagi Peneliti

Merupakan sarana untuk melatih diri cara dan proses berfikir ilmiah serta praktis sebagai penerapan ilmu pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh selama pendidikan.

c. Bagi Subjek Penelitian

Dapat meningkatkan pengetahuan bagi pedagang asongan tentang pengaruh gas karbon monoksida dan akibatnya, terutama terhadap kelelahan kerja sehingga dapat dilaksanakan tindakan pencegahannya.

d. Bagi Terminal Tirtonadi Surakarta

Memberikan masukan bagi terminal Tirtonadi Surakarta untuk melakukan upaya pengendalian terhadap pengotoran lingkungan kerja oleh gas karbon monoksida, sehingga tercipta lingkungan kerja yang sehat, nyaman, dan selamat.

e. Bagi Program Studi

Menambah referensi dan informasi di perpustakaan program studi Diploma IV Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Paparan Gas Karbon Monoksida (CO)

a. Pengertian Pencemaran Lingkungan dan Udara

Definisi pencemaran lingkungan menurut Undang-undang Republik Indonesia No. 4 tahun 1982 pasal 1 angka 7 adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan dan atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Menurut Mukono (2008), yang dimaksud pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia ke dalam lingkungan udara normal yang mencapai sejumlah tertentu, sehingga dapat dideteksi oleh manusia (atau yang dapat dihitung dan diukur) serta dapat memberikan efek pada manusia, binatang, vegetasi, dan mineral. Sedangkan menurut Sastrawijaya T. (2009), pencemaran udara adalah jika udara di atmosfer dicampuri dengan zat atau radiasi yang berpengaruh jelek terhadap organisme hidup. Setiap substansi yang bukan merupakan bagian dari komposisi udara normal disebut sebagai polutan (Chandra, 2007).

Tabel 2.1. Kriteria Udara Bersih dan Udara Tercemar

Parameter	Udara Bersih	Udara Tercemar
Bahan partikel	0,01-0,02 mg/m ³	0,07-0,7 mg/m ³
SO ₂	0,003-0,02 ppm	0,02-2 ppm
CO	<1 ppm	5-200 ppm
NO ₂	0,003-0,02 ppm	0,02-0,1 ppm
CO ₂	310-330 ppm	350-700 ppm
Hidrokarbon	<1 ppm	1-20 ppm

(Mukono, 2008)

b. Polutan Udara Primer

Menurut Fardiaz (2008), polutan udara primer yaitu polutan yang mencakup 90% dari jumlah polutan udara seluruhnya, dapat dibedakan menjadi lima kelompok sebagai berikut :

- 1) Karbon monoksida (CO)
- 2) Nitrogen oksida (NO_x)
- 3) Hidrokarbon (HC)
- 4) Sulfur dioksida (SO_x)
- 5) Partikel

c. Gas Karbon Monoksida (CO)

Sumber polusi yang utama berasal dari transportasi, dimana hampir 60% dari polutan yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon. Polutan yang utama adalah karbon monoksida yang mencapai hampir setengahnya dari seluruh polutan udara yang ada (Fardiaz, 2008).

1) Definisi Karbon monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) adalah suatu komponen tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu di atas -192°C (Fardiaz, 2008). Karbon monoksida (CO) adalah hasil pembakaran tidak sempurna bahan karbon atau bahan-bahan yang mengandung karbon (Suma'mur P.K, 2009).

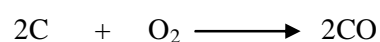
2) Sumber Karbon Monoksida (CO)

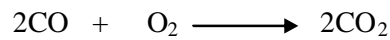
Karbon monoksida yang terdapat di alam terbentuk dari salah satu proses sebagai berikut :

- a) Pembakaran tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon

Oksidasi tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon terjadi jika jumlah oksigen yang tersedia kurang dari jumlah yang dibutuhkan untuk pembakaran sempurna dimana dihasilkan karbon dioksida. Pembentukan karbon monoksida hanya terjadi jika reaktan yang ada terdiri dari karbon dan oksigen murni. Jika yang terjadi adalah pembakaran komponen yang mengandung karbon di udara, prosesnya lebih kompleks dan terdiri dari beberapa tahap reaksi.

Secara sederhana pembakaran karbon dalam minyak bakar terjadi melalui beberapa tahap sebagai berikut :

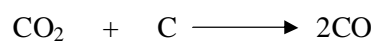




Reaksi pertama berlangsung sepuluh kali lebih cepat daripada reaksi kedua, oleh karena itu CO merupakan intermediet pada reaksi pembakaran tersebut dan dapat merupakan produk akhir jika jumlah O_2 tidak cukup untuk melangsungkan reaksi kedua. CO juga dapat merupakan produk akhir meskipun jumlah oksigen di dalam campuran pembakaran cukup, tetapi antara minyak bakar dan udara tidak tercampur rata. Pencampuran yang tidak rata antara minyak bakar dengan udara menghasilkan beberapa tempat atau area yang kekurangan oksigen. Semakin rendah perbandingan antara udara dengan minyak bakar, semakin tinggi jumlah karbon monoksida yang dihasilkan.

- b) Reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi

Reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi dapat menghasilkan karbon monoksida dengan reaksi sebagai berikut :



Reaksi ini sering terjadi pada suhu tinggi yang umum terdapat pada industri-industri, misalnya pada pembakaran di dalam furnace. CO yang diproduksi dengan cara ini mempunyai keuntungan dan diperlukan pada beberapa proses, misalnya pada

furnish cepat, dimana CO bertindak sebagai komponen pereduksi dalam produksi besi dari besi oksida.

- c) Pada suhu tinggi, karbon dioksida terurai menjadi karbon monoksida dan O

Suhu tinggi merangsang pembentukan CO dan O. Sebagai contoh, pada suhu 2960°C terjadi disosiasi CO_2 sebanyak 1 persen menjadi CO dan O, sedangkan pada suhu 2495°C sebanyak 5 persen CO_2 yang terdisosiasi menjadi CO dan O. Jika campuran ekuilibrium pada suhu tinggi tiba-tiba didinginkan, CO akan tetap berada dalam campuran yang telah didinginkan tersebut karena dibutuhkan waktu yang lama untuk mencapai ekuilibrium yang baru pada suhu rendah.

Berbagai proses geofisika dan biologis diketahui dapat memproduksi CO. Proses-proses tersebut misalnya aktivitas vulkanik, emisi gas alami, pancaran listrik dari kilat, germinasi dan pertumbuhan benih, dan sumber lainnya. Tetapi kontribusi ke atmosfer yang disebabkan proses-proses tersebut relatif kecil. Pembebasan CO ke atmosfer sebagai akibat aktivitas manusia lebih nyata, misalnya transportasi, pembakaran minyak, gas, arang atau kayu, proses-proses industri seperti industri besi, petroleum, kertas dan kayu, pembuangan limbah padat, dan sumber-sumber lain termasuk kebakaran hutan. Transportasi menghasilkan CO paling banyak di antara sumber-sumber CO

lainnya, terutama dari kendaraan-kendaraan yang menggunakan bensin sebagai bahan bakar.

(Fardiaz, 2008).

3) Penyebaran Gas Karbon Monoksida (CO) di Udara

Mekanisme alami dimana karbon monoksida hilang dari udara telah banyak diteliti, dan pembersihan CO dari udara kemungkinan terjadi karena beberapa proses sebagai berikut :

a) Reaksi atmosfer yang berjalan sangat lambat sehingga jumlah CO yang hilang sangat sedikit

Kecepatan reaksi yang mengubah CO menjadi CO₂ ($2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$) yang terjadi pada atmosfer bawah hanya dapat menghilangkan sekitar 0,1 persen dari CO yang ada per jam dengan adanya matahari. Berdasarkan kecepatan ini, CO di atmosfer diperkirakan mempunyai umur rata-rata 3,5 bulan.

b) Aktivitas mikroorganisme yang terdapat di dalam tanah dapat menghilangkan CO dengan kecepatan relatif tinggi dari udara

Meskipun tanah dengan mikroorganisme di dalamnya dapat berfungsi dalam pembersihan CO di atmosfer, tetapi kenaikan konsentrasi CO di udara masih terjadi. Hal ini disebabkan tanah yang tersedia tidak tersebar rata, bahkan di daerah-daerah dimana produksi CO sangat tinggi kadang-kadang persediaan tanah sangat terbatas.

(Fardiaz, 2008).

4) Toksisitas Gas Karbon Monoksida (CO)

Saat manusia menghirup udara untuk bernafas, maka udara yang mengandung oksigen, nitrogen, dan kemungkinan karbon monoksida serta gas lainnya akan tertarik ke dalam paru dan terus ke alveoli. Alveoli, yang menyerupai kantung kecil, terbentuk dari lapisan sel tipis dan diperkuat oleh jaringan yang amat lembut. Di dalam alveoli inilah gas akan mengalami perubahan angkutan dari melalui udara berubah melalui sistem peredaran darah. Proses tersebut dikendalikan oleh hukum-hukum fisika, yaitu suatu bentuk dari gas akan bergerak dari tempat yang bertekanan tinggi ke tempat yang bertekanan rendah. Dalam keadaan normal tekanan oksigen di dalam alveoli akan lebih besar dari tekanan oksigen di dalam pembuluh darah. Dengan demikian, maka molekul oksigen menembus dinding jaringan dan terikat oleh molekul hemoglobin di dalam sel darah merah. Sebaliknya, beberapa gas mempunyai tekanan lebih tinggi di peredaran darah daripada di alveoli.

Karbon monoksida merupakan produk normal dari proses pemecahan dalam sel tubuh, yang mempunyai umur sekitar 120 hari. Hasil dari proses tersebut dinamakan hemekatabolisme, sedangkan harga normal dari karbon monoksida dalam darah sekitar 0,5 persen. Kadar ini akan meningkat apabila seseorang itu menderita sakit. Gas oksigen dan karbon monoksida akan ditarik oleh zat besi dalam hemoglobin dan hemoglobin ini mempunyai daya ikat yang besar

terhadap karbon monoksida (Mukono, 2008). Karbon monoksida (CO) bersifat toksik atau racun karena dapat bereaksi dengan hemoglobin membentuk karbonmonoksihemoglobin dan COHb tidak dapat mengambil O₂ (Ganong, 2003).

2. Kelelahan Kerja

a. Kelelahan Kerja

Istilah kelelahan mengarah pada kondisi melemahnya tenaga untuk melakukan suatu kegiatan, walaupun ini bukan satu-satunya gejala (Budiono, Jusuf, and Pusparini, 2003). Kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat. Kelelahan diatur secara sentral oleh otak. Istilah kelelahan biasanya menunjukkan kondisi yang berbeda-beda dari setiap individu, tetapi semuanya bermuara kepada kehilangan efisiensi dan penurunan kapasitas kerja serta ketahanan tubuh (Tarwaka, 2004). Kelelahan kerja adalah kondisi pada pekerja yang merasa lelah secara fisik atau psikis; kurang menguntungkan individu pekerja, perusahaan maupun masyarakat mengingat adanya gangguan konsentrasi dan atau gangguan kesiagaan bekerja (Maurits, 2011).

Istilah kelelahan biasanya menunjukkan keadaan berbeda-beda dari setiap individu, tetapi semuanya bermuara kepada kehilangan efisiensi dan penurunan kapasitas kerja serta ketahanan tubuh. Kelelahan diklasifikasikan dalam dua jenis, yaitu kelelahan otot dan kelelahan

umum. Kelelahan otot adalah merupakan tremor pada otot atau perasaan nyeri pada otot. Sedang kelelahan umum biasanya ditandai dengan berkurangnya kemauan bekerja yang disebabkan oleh karena monoton, intensitas dan lama kerja fisik, keadaan lingkungan, sebab-sebab mental, status kesehatan dan keadaan gizi (Tarwaka, 2010).

Sampai saat ini masih berlaku dua teori tentang kelelahan otot yaitu teori kimia dan teori syaraf pusat terjadinya kelelahan. Pada teori kimia secara umum menjelaskan bahwa terjadinya kelelahan adalah akibat berkurangnya cadangan energi dan meningkatkan sisa metabolisme sebagai penyebab hilangnya efisiensi otot, sedangkan perubahan arus listrik pada otot dan syaraf adalah penyebab sekunder. Sedangkan pada teori syaraf pusat menjelaskan bahwa perubahan kimia hanya merupakan penunjang proses. Perubahan kimia yang terjadi mengakibatkan dihantarkannya rangsangan syaraf melalui syaraf sensoris ke otak yang disadari sebagai kelelahan otot. Rangsangan aferen ini menghambat pusat-pusat otak dalam mengendalikan gerakan sehingga frekuensi potensial kegiatan pada sel syaraf menjadi berkurang. Berkurangnya frekuensi tersebut akan menurunkan kekuatan dan kecepatan kontraksi otot dan gerakan atas perintah kemauan menjadi lambat. Dengan demikian, semakin lambat gerakan seseorang akan menunjukkan semakin lelah kondisi otot seseorang (Tarwaka, 2010).

b. Fisiologi Kelelahan Kerja

Secara fisiologis tubuh manusia dapat diumpamakan sebagai suatu mesin yang dalam menjalankan pekerjaannya membutuhkan bahan bakar sebagai sumber energi. Dalam melangsungkan tugas fisik tubuh dipengaruhi oleh beberapa sistem yang bekerja sendiri-sendiri atau bersama-sama. Sistem-sistem tersebut adalah sistem peredaran darah, sistem otot, dan sistem syaraf serta sistem pernafasan. Kelelahan dapat sebagai akibat akumulasi asam laktat di otot-otot di samping zat ini juga berada dalam aliran darah. Akumulasi asam laktat dapat menyebabkan penurunan kerja otot-otot dan kemungkinan faktor syaraf tepi dan sentral berpengaruh terhadap proses terjadinya kelelahan. Pada saat otot berkontraksi, glikogen diubah menjadi asam laktat dan asam ini merupakan produk yang dapat menghambat kontinuitas kerja otot sehingga terjadi kelelahan. Dalam stadium pemulihan terjadi proses yang mengubah sebagian asam laktat kembali menjadi glikogen sehingga memungkinkan otot-otot dapat berfungsi normal kembali (Maurits, 2011).

c. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tingkat Kelelahan Kerja

Faktor-faktor yang mempengaruhi kelelahan :

1) Beban Kerja

Seorang tenaga kerja memiliki kemampuan tersendiri dalam hal kapasitas menanggung beban kerjanya. Mungkin di antara mereka lebih cocok untuk beban fisik, atau mental, atau sosial. Namun

demikian, terdapat kesamaan yang berlaku umum yaitu mereka memiliki keterbatasan hanya mampu untuk memikul beban sampai suatu tingkat tertentu. Selain dari batas maksimal beban, bagi masing-masing tenaga kerja terdapat pembebanan kerja yang paling optimal bagi tenaga kerja yang bersangkutan. Prinsip ini sebenarnya yang mendasari maksud penempatan seorang tenaga kerja yang tepat pada pekerjaan yang tepat pula. Derajat tepat suatu penempatan meliputi kecocokan pengalaman, pengetahuan, keahlian, keterampilan, motivasi, sikap kerja, dan lain-lain sebagainya (Suma'mur, 2009).

Semakin meningkatnya beban kerja, maka konsumsi oksigen akan meningkat secara proporsional sampai didapat kondisi maksimumnya. Beban kerja yang lebih tinggi yang tidak dapat dilaksanakan dalam kondisi aerobik, disebabkan oleh kandungan oksigen yang tidak mencukupi untuk suatu proses aerobik. Akibatnya adalah manifestasi rasa lelah yang ditandai dengan meningkatnya kandungan asam laktat (Nurmianto, 2003).

Salah satu pendekatan untuk mengetahui berat ringannya beban kerja adalah dengan menghitung nadi kerja, konsumsi oksigen, kapasitas vital paru, dan suhu inti tubuh. Kategori berat ringannya beban kerja didasarkan pada metabolisme, respirasi, suhu tubuh, dan denyut jantung.

Tabel 2.2. Kategori Beban Kerja Berdasarkan Metabolisme, Respirasi, Suhu Tubuh, dan Denyut Jantung

Kategori Beban Kerja	Konsumsi Oksigen (l/min)	Ventilasi paru (l/min)	Suhu Rektal (°C)	Denyut Jantung (denyut/min)
1. Ringan	0,5-1,0	11-20	37,5	75-100
2. Sedang	1,0-1,5	20-31	37,5-38,0	100-125
3. Berat	1,5-2,0	31-43	38,0-38,5	125-150
4. Sangat berat	2,0-2,5	43-56	38,5-39,0	150-175
5. Sangat berat sekali	2,5-4,0	60-100	>39	>175

(Tarwaka, 2004)

Pengukuran denyut jantung selama kerja merupakan suatu metode untuk menilai *cardiovascular strain*. Salah satu peralatan yang dapat digunakan untuk menghitung denyut nadi adalah telemetri dengan menggunakan rangsangan *Electro Cardio Graph* (ECG). Apabila peralatan tidak tersedia, maka dapat dicatat secara manual memakai stopwatch dengan metode 10 denyut. Dengan metode tersebut dapat dihitung denyut nadi kerja sebagai berikut :

$$\text{Denyut Nadi (Denyut/Menit)} = \frac{10 \text{ Denyut}}{\text{Waktu Perhitungan}} \times 60$$

Penggunaan nadi kerja untuk menilai berat ringannya beban kerja mempunyai beberapa keuntungan. Selain mudah, cepat, sangkil, dan murah juga tidak diperlukan peralatan yang mahal serta hasilnya cukup reliabel (Tarwaka, 2004).

2) Beban Tambahan

Sebagai tambahan merupakan beban langsung akibat pekerjaan atau beban pekerjaan yang sebenarnya, pekerjaan biasanya dilakukan

dalam suatu lingkungan atau situasi, yang menyebabkan adanya beban tambahan kepada tenaga kerja baik jasmaniah maupun rohaniyah. Beban tambahan yang dapat mempengaruhi kelelahan antara lain :

- a) Faktor fisis yang meliputi keadaan fisik seperti bangunan gedung atau volume udara per kapita atau luas lantai kerja maupun hal-hal yang bersifat fisis seperti penerangan, suhu udara, kelembaban udara, tekanan udara, kecepatan aliran udara, kebisingan, vibrasi mekanis, radiasi gelombang elektromagnetis.
- b) Faktor kimiawi yaitu semua zat kimia anorganis dan organis yang mungkin wujud fisiknya merupakan salah satu atau lebih dari bentuk gas, uap, debu, kabut, *fume* (uap logam), asap, awan, cairan, dan atau zat padat.
- c) Faktor biologis yaitu, semua makhluk hidup baik dari golongan tumbuhan maupun hewan, dari yang paling sederhana bersel tunggal sampai dengan yang paling tinggi tingkatannya.
- d) Faktor fisiologis/ergonomis, yaitu interaksi antara faal kerja manusia dengan pekerjaan dan lingkungan kerjanya seperti kontruksi mesin yang disesuaikan dengan fungsi indera manusia, postur, dan cara kerja yang mempertimbangkan aspek anthropometris dan fisiologis manusia.
- e) Faktor mental dan psikologis, yaitu reaksi mental dan kejiwaan terhadap suasana kerja, hubungan antara pengusaha dan tenaga

kerja, struktur dan prosedur organisasi pelaksanaan kerja dan lain-lain.

(Suma'mur, 2009).

3) Faktor Individu

a) Status Gizi

Kesehatan tenaga kerja dan produktivitas kerja erat bertalian dengan tingkat atau keadaan gizi. Bahwa gizi merupakan suatu segi bagi kesehatan, telah lama diketahui. Dalam hubungan dengan produktivitas kerja, seorang tenaga kerja dengan keadaan gizi yang baik akan memiliki kapasitas kerja dan ketahanan tubuh yang lebih baik. Tenaga kerja memerlukan makanan yang bergizi untuk pemeliharaan tubuh, untuk perbaikan dari sel-sel dan jaringan, untuk pertumbuhan sampai masa-masa tertentu dan untuk melakukan kegiatan-kegiatan termasuk pekerjaan. Makanan dibutuhkan tubuh manusia untuk digunakan sebagai sumber tenaga, sumber protein, serta sumber vitamin dan mineral. Zat-zat tersebut dapat dibakar dalam tubuh sebagai sumber tenaga untuk bekerja (Budiono, Jusuf, Pusparini, 2003).

Laporan FAO/WHO tahun 1985 menyatakan bahwa batasan berat badan normal orang dewasa ditentukan berdasarkan *Body Mass Index* (BMI), di Indonesia diterjemahkan menjadi Indeks Massa Tubuh (IMT). Indeks Massa Tubuh (IMT) atau *Body Mass Index* (BMI) merupakan alat atau cara yang sederhana untuk

memantau status gizi orang dewasa, khususnya yang berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan. Berat badan kurang dapat meningkatkan resiko terhadap penyakit infeksi, sedangkan berat badan lebih akan meningkatkan resiko terhadap penyakit degenerative. Oleh karena itu, mempertahankan berat badan normal memungkinkan seseorang dapat mencapai usia harapan hidup yang lebih panjang.

Dengan IMT akan diketahui apakah berat badan seseorang dinyatakan normal, kurus atau gemuk. Keterbatasan IMT adalah tidak dapat digunakan bagi anak-anak yang dalam masa pertumbuhan (dibawah 18 tahun), wanita hamil, orang yang sangat berotot (olahragawan). Untuk mengetahui nilai IMT ini, dapat dihitung dengan rumus berikut :

Berat Badan (Kg)

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

Batas ambang IMT ditentukan dengan merujuk ketentuan FAO/WHO, yang membedakan batas ambang untuk laki-laki dan perempuan. Disebutkan bahwa batas ambang normal untuk laki-laki adalah 20,1-25,0 dan untuk perempuan adalah 18,7-23,8. Untuk kepentingan pemantauan dan tingkat defisiensi kalori ataupun tingkat kegemukan, lebih lanjut FAO/WHO, menyarankan menggunakan satu batas ambang antara laki-laki

dan perempuan. Ketentuan yang digunakan adalah menggunakan ambang batas laki-laki untuk kategori kurus tingkat berat dan menggunakan ambang batas pada perempuan untuk kategori gemuk tingkat berat. Untuk kepentingan Indonesia, batas ambang dimodifikasi lagi berdasarkan pengalaman klinis dan hasil penelitian di beberapa Negara berkembang.

(Supariasa, 2002)

Menurut Almtsier (2009), klasifikasi Indeks Massa Tubuh di Indonesia dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Batas ambang IMT untuk Indonesia

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

Sumber : Depkes, 13 Pesan Dasar Gizi Seimbang, 1994, lampiran.

b) Status Kesehatan

Status kesehatan dapat mempengaruhi kelelahan kerja yang dapat dilihat dari riwayat penyakit yang diderita. Beberapa penyakit yang mempengaruhi kelelahan kerja antara lain :

(1) Asma

Asma ditandai dengan mengi (*wheezing*), batuk dan rasa sesak di dada berkala atau kronis, sebagai akibat adanya bronkokonstriksi. Serangan asma lebih berat saat larut malam dan dini hari, karena saat itu merupakan periode kontraksi maksimal irama sirkadian tonus. Udara dingin dan latihan fisik, yang keduanya biasanya menyebabkan bronkokonstriksi. (Ganong, 2003)

Asma ditandai dengan kontraksi spastik otot polos bronkiolus, yang menyumbat bronkiolus secara parsial dan menyebabkan kesukaran bernafas yang hebat. Pada asma, diameter bronkiolus lebih banyak berkurang selama ekspirasi daripada inspirasi, karena bronkiolus kolaps selama upaya ekspirasi akibat penekanan pada bagian luar bronkiolus. Karena bronkiolus pada paru asmatik sudah tersumbat sebagian, maka sumbatan selanjutnya adalah akibat dari tekanan eksternal yang menimbulkan obstruksi berat terutama selama ekspirasi. Penderita asma biasanya dapat melakukan inspirasi dengan baik dan adekuat tetapi sukar sekali melakukan ekspirasi. Keadaan ini menyebabkan dispnea, atau kekurangan udara. Pada keadaan seperti ini, orang tersebut harus bernafas dengan kuat (Guyton dan Hall, 2007). Sehingga diperlukan banyak tenaga untuk bernafas.

Hal ini yang dapat menyebabkan terjadinya kelelahan (Pertiwi, 2010).

(2) Penyakit Jantung

Apabila aliran darah di dalam urat nadi koroner terhalang secara total, bagian otot jantung itu mengalami kerusakan. Ini dikenal sebagai serangan jantung akut, umumnya disebabkan oleh penyumbatan arteri koroner secara tiba-tiba, yaitu karena pecahnya plak lemak atherosclerosis pada arteri koroner. Plak tersebut menjadi titik-titik lemah dari arteri itu dan cenderung untuk pecah. Pada penghambatan arteri yang menyeluruh, serta memutuskan aliran darah ke otot jantung. Ini mengakibatkan rasa sakit dada yang hebat pada pusat dada dan menyebar sampai lengan atau leher. Sakit dada tersebut diikuti dengan berkeringat dan nafas pendek (Soeharto, 2004).

(3) Penyakit Tekanan Darah Tinggi

Bila seseorang melakukan aktivitas, excited atau sedang stress, tekanan darahnya akan meningkat. Peningkatan ini penting karena aktivitas dan emosi memerlukan ekstra energi dan oksigen yang disuplai dari darah dengan jalan menaikkan tekanan dan mempercepat sirkulasinya. Kenaikan sementara di atas merupakan kejadian normal, tetapi bila tekanan darah naik dan bertahan pada tekanan tersebut meskipun sudah

rileks, maka yang bersangkutan dikatakan memiliki hipertensi. Hipertensi yang sudah mencapai taraf lanjut, yang berarti telah berlangsung beberapa tahun, akan menyebabkan sakit kepala, pusing, nafas pendek, pandangan mata kabur dan mengganggu tidur (Soeharto, 2004).

(4) Penyakit Tekanan Darah Rendah

Penurunan kapasitas karena serangan jantung mungkin menyebabkan tekanan darah menjadi amat rendah sedemikian rupa, sehingga menyebabkan darah tidak cukup mengalir ke arteri koroner maupun ke bagian tubuh yang lain (Soeharto, 2008). Dengan berkurangnya jumlah suplai darah yang dipompa dari jantung, berakibat berkurang pula jumlah oksigen sehingga terbentuklah asam laktat. Asam laktat merupakan indikasi adanya kelelahan (Nurmianto, 2003).

(5) Penyakit Ginjal

Fungsi pokok ginjal adalah ekskresi (pengeluaran semua hasil akhir metabolisme nitrogen), pengaturan volume dan komposisi cairan tubuh dengan mempertahankan keseimbangan dinamis di antara penyerapan dan pengeluaran air serta elektrolit, pengaturan keseimbangan asam-lindih. Pengaruh bekerja terhadap faal ginjal terutama berkaitan dengan pekerjaan yang memerlukan pengerahan tenaga dan yang dilakukan dalam cuaca kerja panas. Kedua-duanya

mengurangi peredaran darah kepada ginjal dengan akibat timbulnya gangguan penyediaan zat-zat yang diperlukan oleh ginjal (Suma'mur P.K, 2009). Jika terdapat kelainan pada ginjal, maka sistem pengeluaran sisa metabolisme terganggu sehingga tertimbun dalam darah. Penimbunan metabolisme ini menyebabkan kelelahan (Pertiwi, 2010).

c) Usia Pekerja

Faktor usia merupakan hal yang tidak dapat diabaikan, mengingat usia berpengaruh terhadap kekuatan fisik dan mental seseorang serta pada usia tertentu seorang pekerja akan mengalami perubahan prestasi kerja (Maurits, 2011). Menurut Wignosoebroto (2008) kepastian energi yang mampu dihasilkan oleh seseorang juga akan dipengaruhi oleh faktor usia. Disini kapasitas maksimum seorang pekerja adalah pada usia 20-30 tahun yaitu 100%. Dimana dengan meningkatnya usia, kemampuan tersebut juga akan menurun dengan prosentase sebagai berikut :

Table 2.4. Prosentase Kemampuan Berdasarkan Usia

Usia (Tahun)	Prosentase Kemampuan (%)
20-30	100
40	96
50	90
60	80
65	75

Sedangkan menurut Horrington (2005) dalam Pratiwi (2010) menyatakan bahwa pada umur lebih dari 40 tahun kekuatan fisik biasanya telah menurun sehingga kegiatan yang dilakukan juga menurun.

d) Jenis Kelamin

Laki-laki dan perempuan berbeda dalam kemampuan fisiknya, kekuatan kerja ototnya (Suma'mur, 2009).

d. Pengukuran Kelelahan Kerja

Metode pengukuran kelelahan ada beberapa metode yaitu :

1) Kualitas dan Kuantitas Kerja

Pada metode ini, kualitas *output* digambarkan sebagai suatu jumlah proses kerja (waktu yang digunakan dalam setiap item) atau proses operasi yang dilakukan setiap unit waktu. Namun demikian banyak faktor yang harus dipertimbangkan seperti : target produksi, faktor sosial, dan perilaku psikologis dalam kerja. Sedangkan kualitas *output* (kerusakan produk) atau frekuensi kecelakaan dapat menggambarkan terjadinya kelelahan, tetapi faktor tersebut bukanlah merupakan *causal factor*.

2) Uji Psiko-motor (*Psychomotor test*)

Pada metode ini melibatkan fungsi persepsi, interpretasi dan reaksi motor. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan pengukuran waktu reaksi. Waktu reaksi adalah jangka waktu dari pemberian suatu rangsangan sampai kepada suatu saat kesadaran

atau dilaksanakan kegiatan. Dalam uji waktu reaksi dapat digunakan nyala lampu, denting suara, sentuhan kulit atau goyangan badan. Terjadinya pemanjangan waktu reaksi merupakan petunjuk adanya pelambatan pada proses faal syaraf dan otot. Alat ukur waktu reaksi yang telah dikembangkan di Indonesia biasanya menggunakan nyala lampu dan denting suara sebagai stimuli.

3) Uji Hilang Kelipan (*flicker-fusion test*)

Dalam kondisi yang lelah, kemampuan tenaga kerja untuk melihat kelipan akan berkurang. Semakin lelah akan semakin panjang waktu yang diperlukan untuk jarak antara dua kelipan. Uji kelipan disamping untuk mengukur kelelahan juga menunjukkan keadaan kewaspadaan tenaga kerja.

4) Pengukuran Kelelahan Secara Subjektif (*Subjective feelings of fatigue*)

Subjective Self Rating Test dari *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC) Jepang, merupakan salah satu kuesioner yang dapat untuk mengukur tingkat kelelahan subjektif. Kuesioner tersebut berisi 30 daftar pertanyaan yang terdiri dari 10 pertanyaan tentang pelemahan kegiatan (pertanyaan 1 s/d 10), 10 pertanyaan tentang pelemahan motivasi (11 s/d 20), dan 10 pertanyaan tentang gambaran kelelahan fisik (21 s/d 30). Pengukuran kelelahan dengan menggunakan kuesioner kelelahan subjektif dapat digunakan untuk menilai tingkat keparahan kelelahan individu dalam kelompok

kerja yang cukup banyak atau kelompok sampel yang dapat mempresentasikan populasi secara keseluruhan. Jika metode ini dilakukan hanya untuk beberapa orang pekerja di dalam kelompok populasi kerja yang besar, maka hasilnya tidak akan valid dan reliabel.

3. Pengaruh Gas Karbon Monoksida terhadap Kelelahan Kerja

Afinitas hemoglobin untuk oksigen jauh lebih rendah daripada afinitasnya terhadap karbon monoksida, sehingga CO menggantikan O_2 pada hemoglobin dan menurunkan kapasitas darah sebagai pengangkut oksigen (Ganong, 2003). Hemoglobin merupakan pigmen merah yang membawa oksigen dalam sel darah merah (Ganong, 2003). Menurut Standley (2010) nilai hemoglobin yang normal pada wanita dewasa adalah diantara 12g/dL hingga 16g/dL dan pada laki-laki dewasa adalah diantara 14g/dL hingga 18g/dL. Keracunan karbon monoksida sering digolongkan sebagai salah satu bentuk hipoksia anemik, karena didapatkan defisiensi hemoglobin yang dapat mengangkut oksigen, tetapi kandungan hemoglobin total di dalam darah tidak dipengaruhi oleh CO. Afinitas hemoglobin terhadap CO 210 kali lebih besar dibandingkan afinitasnya terhadap O_2 , dan COHb sangat lambat melepaskan CO (Ganong, 2003).

Konsentrasi COHb di dalam darah dipengaruhi langsung oleh konsentrasi CO dari udara yang terhisap. Dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5. Data ekuilibrium antara COHb di dalam darah dengan CO di udara

Konsentrasi CO di udara (ppm)	Konsentrasi ekuilibrium COHb di dalam darah (%)
10	2.1
20	3.7
30	5.3
50	8.5
70	11.7

(Fardiaz, 2008)

Faktor penting yang menentukan pengaruh CO terhadap tubuh manusia adalah konsentrasi COHb yang terdapat di dalam darah, dimana semakin tinggi persentase hemoglobin yang terikat dalam bentuk COHb, semakin parah pengaruhnya terhadap kesehatan, dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6. Pengaruh konsentrasi COHb di dalam darah terhadap kesehatan manusia

Konsentrasi COHb dalam darah (%)	Pengaruhnya terhadap kesehatan
< 1.0	Tidak ada pengaruh
1.0 - 2.0	Penampilan agak tidak normal
2.0 – 5.0	Pengaruhnya terhadap system syaraf sentral, reaksi panca indra tidak normal, benda terlihat agak kabur
> 5.0	Perubahan fungsi jantung dan pulmonary
10.0 – 80.0	Kepala pening, mual, berkunang-kunang, pingsan, kesukaran bernafas, kematian.

(Fardiaz, 2008)

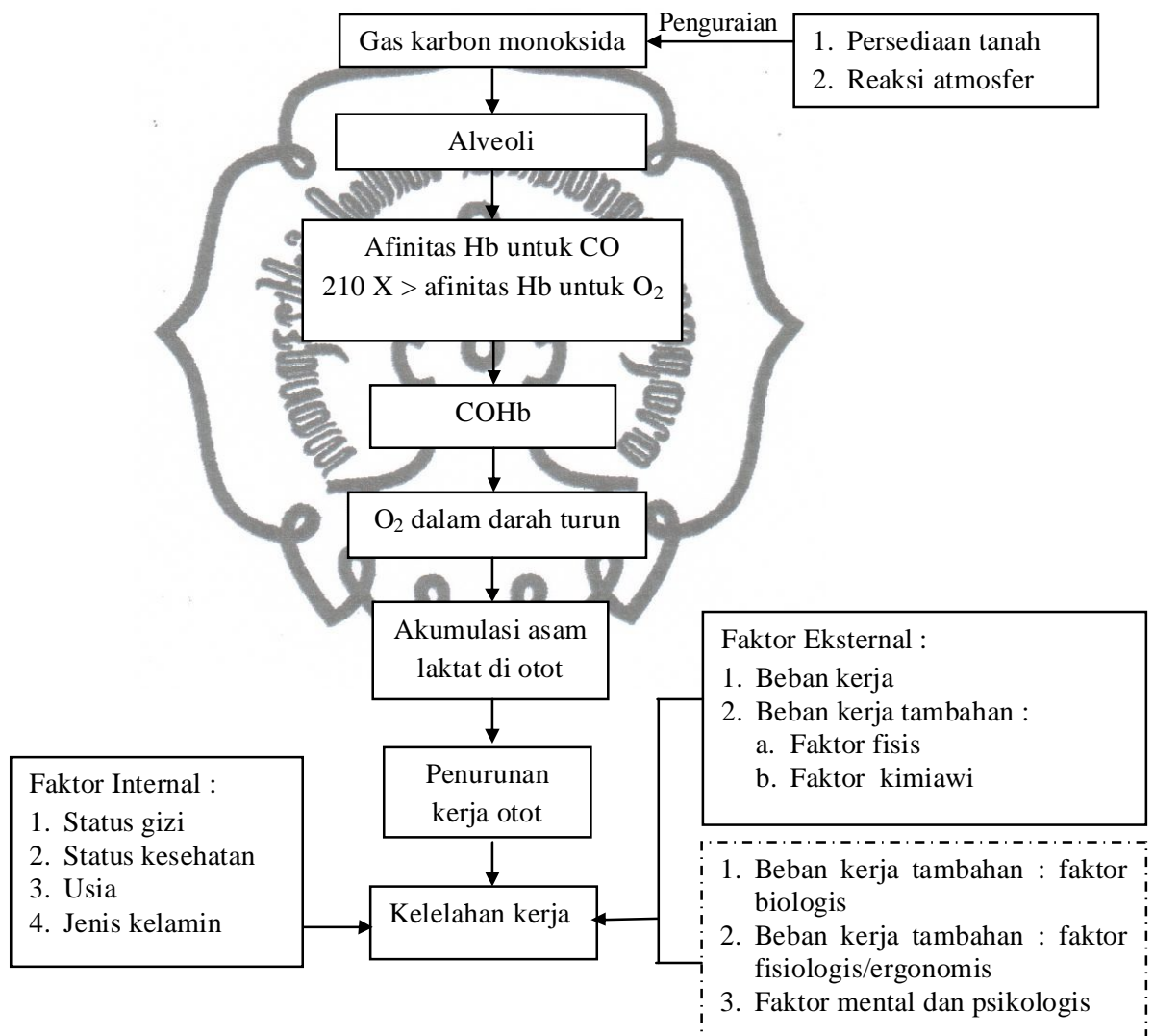
Menurut Murray (2003), jaringan yang berfungsi dalam keadaan hipoksia (kekurangan oksigen) cenderung memproduksi laktat. Laktat merupakan produk akhir glikolisis dalam keadaan anaerob. Glikolisis yang berlangsung di dalam eritrosit sekalipun dalam keadaan aerob, selalu berakhir dengan senyawa laktat karena mitokondria yang mengandung mesin enzimatik untuk oksidasi aerob piruvat tidak ada. Hepar, ginjal, dan jantung biasanya mengambil laktat dan mengoksidasinya, meskipun demikian organ-organ tersebut akan memproduksi laktat dalam keadaan hipoksia.

Penyediaan oksigen berpengaruh terhadap kecepatan pemulihan fungsi otot. Bila beban kerja otot tidak terlampau besar maka otot dapat mempertahankan keseimbangan, asam laktat yang berlebih tidak terakumulasi dan otot tidak mengalami *oxigen debt* sehingga kapasitas kerja otot kembali normal, tidak menurun. Kelelahan kerja terjadi karena adanya kekurangan oksigen dan adanya penimbunan hasil-hasil metabolit otot (yang berupa asam laktat dan CO_2) yang masuk ke dalam aliran darah (Maurits, 2011).

Hambatan aliran darah yang menuju otot yang sedang berkontraksi menyebabkan kelelahan otot hampir sempurna dalam satu atau dua menit karena kehilangan suplai makanan, terutama oksigen. Oksigen (dan zat nutrisi lainnya) diperlukan sebagai zat nutrisi metabolik untuk menimbulkan kontraksi otot vascular. Oleh karena itu, bila oksigen tidak cukup tersedia, cukup beralasan untuk menganggap bahwa pembuluh

darah akan mengalami relaksasi dari arena itu secara alamiah akan berdilatasi (Guyton and Hall, 2007).

B. Kerangka Pemikiran



Keterangan :
 Faktor Eksternal ————— : Faktor terkendali dalam penelitian
 - - - - - : Faktor tak terkendali (diabaikan)

Gambar 2.1 Kerangka Pemikiran tentang Pengaruh Paparan Gas CO terhadap Kelelahan Kerja
commit to user

C. Hipotesis

Ada pengaruh paparan gas karbon monoksida (CO) terhadap kelelahan kerja pada pedagang asongan di terminal Tirtonadi Surakarta.



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *observational analytic* yaitu penelitian yang berupaya mencari hubungan antar variabel yang kemudian dilakukan analisis terhadap data yang telah terkumpul. Berdasarkan pendekatannya, maka penelitian ini menggunakan pendekatan *cross sectional* yaitu peneliti melakukan observasi atau pengukuran variabel subjek hanya diobservasi 1 kali dan pengukuran variabel subjek dilakukan pada saat pemeriksaan tersebut (Sastroasmoro, et al, 2008).

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di terminal Tirtonadi Surakarta, pada bulan Maret-April 2012.

C. Populasi Penelitian

Dalam penelitian ini yang menjadi populasi adalah pedagang asongan pada shift 1 di terminal Tirtonadi Surakarta sejumlah 150 pedagang.

D. Teknik *Sampling*

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah menggunakan *purposive sampling*, yang artinya subjek didasarkan atas ciri-ciri tertentu yang

dipandang mempunyai sangkut paut dengan ciri atau sifat populasi yang sudah diketahui sebelumnya (Arief, 2004).

E. Sampel Penelitian

Sampel dari penelitian ini diambil dari populasi yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi sebagai berikut :

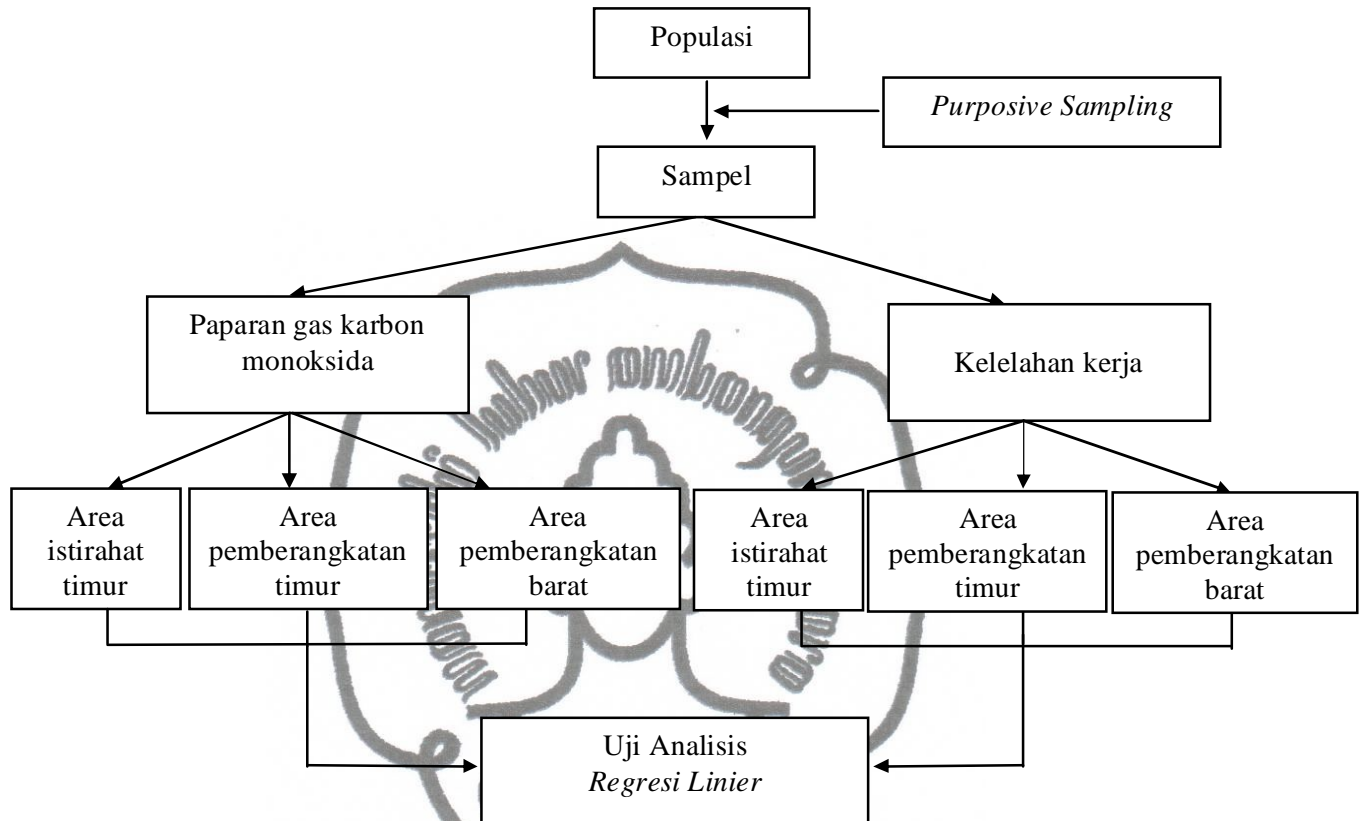
1. Kriteria Inklusi :

- a. Jenis kelamin : Laki-laki
- b. Usia : 20-40 tahun
- c. Beban kerja : Sedang
- d. Indeks Massa tubuh (IMT) : 18,5-25,0
- e. Kondisi kesehatan : Baik atau sehat dan tidak dalam keadaan sakit.
- f. Bersedia menjadi subjek penelitian.

2. Kriteria Eksklusi :

- a. Responden tidak hadir saat dilakukan pengukuran kelelahan kerja.
- b. Responden menolak sebagai sampel.

F. Desain Penelitian



Gambar 3.1 Desain Penelitian

G. Identifikasi Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variabel yang menjadi sebab timbulnya atau berubahnya variabel dependen (terikat) (Handoko R, 2010). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah gas karbon monoksida (CO).

2. Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel independen (bebas) (Handoko R, 2010).

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kelelahan kerja.

3. Variabel Pengganggu

Variabel pengganggu adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan, sehingga tidak akan mempengaruhi variabel utama yang akan diteliti. Variabel pengganggu dalam penelitian ini ada dua, yaitu :

- a. Variabel pengganggu terkendali : status gizi, kondisi kesehatan, usia, jenis kelamin, beban kerja.
- b. Variabel pengganggu tidak terkendali : beban tambahan ; faktor biologis dan fisiologis/ergonomis, faktor mental dan psikologis.

H. Definisi Operasional Variabel Penelitian

1. Gas Karbon Monoksida

Gas karbon monoksida adalah paparan gas karbon monoksida yang diterima oleh pedagang asongan yang diukur di area istirahat timur, area pemberangkatan timur, dan area pemberangkatan barat.

Alat ukur : CO Meter

Satuan : ppm

Skala : Rasio

2. Kelelahan Kerja

Kelelahan kerja adalah pemanjangan waktu reaksi pedagang asongan yang diberi rangsangan berupa cahaya dan suara yang diukur dengan menggunakan Reaction Timer yang diukur pada sampel penelitian di area istirahat timur, area pemberangkatan timur, dan area pemberangkatan barat pada pukul 07.00 WIB dan pukul 12.00 WIB.

Alat ukur : Reaction Timer

Satuan : milidetik

Skala : rasio

I. Alat dan Bahan Penelitian

1. CO Meter

CO Meter yaitu alat untuk mengukur kadar gas karbon monoksida (CO) disuatu lingkungan. CO Meter yang digunakan yaitu CO Meter model : GCO-2008. Adapun cara penggunaannya adalah :

- Nyalakan CO Meter dengan menekan satu kali tombol *power*, tunggu kurang lebih 30 detik untuk menghangatkan alat.
- Display* bagian atas akan menunjukkan kadar gas karbon monoksida dengan satuan ppm.
- Display* bagian bawah akan menunjukkan suhu tempat pengukuran dengan satuan *Celcius*.
- Tekan tombol *hold* sampai muncul simbol *hold* untuk menghentikan angka, sehingga didapatkan nilai pengukuran.

- e. Untuk mengembalikan setelan tekan kembali tombol *hold* sampai simbol tersebut hilang.
 - f. Tekan tombol *Rec Button* sekali, simbol REC akan muncul pada *display*.
 - g. Tekan tombol *Rec Button* sekali, maka *display* akan menunjukkan nilai maksimum yang pernah terukur, ditandai dengan munculnya simbol *Max*.
 - h. Tekan tombol *Rec Button* sekali lagi dan *display* akan menunjukkan nilai minimum yang pernah terukur, ditandai dengan munculnya simbol *Min*.
(*Manual Book CO Meter GCO-2008*).
2. Reaction Timer yaitu alat untuk mengukur tingkat kelelahan seseorang. Reaction Timer yang digunakan yaitu Reaction Timer merk Lakassidaya L-77. Adapun cara penggunaannya adalah :
- a. Periksa baterai dengan memasang adaptor pada stop kontak, lalu alat di “ON” kan.
 - b. Pastikan angka pada *display* menunjukkan 000,0 jika belum tekan tombol *reset*.
 - c. Untuk menilai dengan sensor suara, maka tekan tombol untuk sensor suara.
 - d. Operator siap menekan saklar sensor rangsang suara demikian juga probandus siap mendengarkan suara pada alat.
 - e. Operator menekan saklar sensor suara, probandus secepatnya menekan saklar *OFF* untuk sensor suara apabila mendengar suara pada alat.

- f. Untuk menilai dengan cahaya maka tekan tombol untuk sensor cahaya.
- g. Cara pemeriksaan untuk sensor cahaya adalah sama dengan sensor suara, hanya saja probandus siap untuk melihat cahaya pada alat.
- h. Pemeriksaan dilakukan sebanyak 20 kali, dengan catatan pemeriksaan nomor 1-5 dan nomor 16-20 dihilangkan karena 1-5 adalah dalam taraf penyesuaian alat dan nomor 16-20 dianggap tingkat kejenuhan mulai muncul.
- i. Data yang dianalisa yaitu dengan diambil nilai rata-ratanya dari dua puluh kali pengukuran adalah hasil sepuluh kali pengukuran di tengah atau lima kali pengukuran awal dan akhir dibuang.

(*Manual Book Reaction Timer merk Lakassidaya L-77*).

3. Angket Penjaringan Sampel merupakan sebuah daftar yang berisi pertanyaan untuk diisi oleh subjek penelitian.
4. Stopwatch hand phone untuk mengukur denyut nadi/menit subjek penelitian.
5. Timbangan berat badan untuk mengukur berat badan.
6. Alat ukur tinggi badan untuk mengukur tinggi badan.

J. Cara Kerja Penelitian

Tahapan penelitian meliputi tahap-tahap sebagai berikut :

1. Tahap persiapan
 - a. Mempersiapkan lembar isian data subjek penelitian dan hasil pengukuran.

- b. Mempersiapkan peralatan yang akan digunakan untuk pengukuran.
 - c. Survei pendahuluan ke tempat penelitian untuk melihat kondisi tempat kerja, proses kerja, kondisi pedagang asongan serta melakukan pengukuran kadar gas karbon monoksida, dan kelelahan pedagang asongan.
2. Tahap pelaksanaan
- a. Mengukur berat badan dan tinggi badan untuk menentukan IMT pedagang asongan.
 - b. Mengisi lembar isian data meliputi jenis kelamin, umur, beban kerja (denyut nadi/menit), status kesehatan (riwayat penyakit), tinggi badan, dan berat badan.
 - c. Mengukur kadar gas karbon monoksida dengan CO Meter.
 - d. Mengukur kelelahan pedagang asongan.
3. Tahap Penyelesaian
- a. Mengumpulkan semua data, mengolah, menganalisa, dan menyimpulkan.
 - b. Menyusun laporan hasil penelitian.

K. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan dengan uji Statistik Regresi Linier dengan menggunakan program komputer SPSS versi 17.0, dengan interpretasi hasil sebagai berikut :

1. Jika p value $\leq 0,01$ maka hasil uji dinyatakan sangat signifikan.

2. Jika p value $>0,01$ dan $\leq 0,05$ maka hasil uji dinyatakan signifikan.
 3. Jika p value $>0,05$ maka hasil uji dinyatakan tidak signifikan
- (Hastono, 2001; Riwidikdo, 2010).

Kekuatan hubungan dua variabel secara kualitatif dapat dibagi menjadi empat area yaitu :

Tabel 3.1 Kekuatan Hubungan Dua Variabel secara Kualitatif

Nilai Korelasi	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,25	Tidak Ada Hubungan/Hubungan Lemah
0,26 – 0,50	Hubungan Sedang
0,51 – 0,75	Hubungan Kuat
0,76 – 1,00	Hubungan Sangat Kuat/Sempurna

(Riyanto, 2009).

BAB IV

HASIL PENELITIAN

A. Gambaran Umum

Terminal Tirtonadi Surakarta terletak di Jalan Jendral Ahmad Yani No. 262, Kalurahan Gilingan, Kecamatan Banjarsari, Kota Surakarta. Pembangunan pertama terminal Tirtonadi pada tahun 1975 dengan luas area 3,5 Ha. Area landasan untuk bus dibagi menjadi 4 bagian peruntukan yaitu : area kedatangan bus atau penurunan penumpang, area pemberangkatan timur, area pemberangkatan barat, dan area istirahat timur. Keadaan landasan bus di terminal Tirtonadi Surakarta dilapisi bahan aspal dan tanpa atap.

Jumlah karyawan pengelola terminal adalah 110 pegawai negeri sipil dan 75 tenaga harian lepas. Selain itu terdapat 9 himpunan atau kelompok pencari nafkah yang salah satunya adalah pedagang asongan sebanyak 250 orang yang bekerja dalam 2 shift kerja. Kelompok pedagang asongan shift 1 menjadi fokus dari penelitian ini, karena pedagang asongan shift 1 hampir sepenuhnya dari jam 07.00 WIB sampai jam 17.00 WIB bekerja pada area landasan bus yang di dalamnya terdapat berbagai faktor lingkungan yang dapat menyebabkan terjadinya kelelahan kerja yaitu : iklim kerja, debu, gas karbon monoksida, dan intensitas kebisingan. Peneliti telah melakukan pengukuran terhadap faktor-faktor lingkungan tersebut. Adapun hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :

1. Hasil Pengukuran Iklim Kerja

Hasil pengukuran iklim kerja tersaji dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Iklim Kerja

No.	Waktu (WIB)	ISBB ($^{\circ}\text{C}$)		
		Area istirahat timur	Area pemberangkatan barat	Area pemberangkatan timur
1.	09.00	27.3	27.4	27.4
2.	10.00	27.5	27.4	27.4
3.	11.00	27.6	27.6	27.5
4.	12.00	27.9	27.7	27.9
Rata-rata		27.6	27.5	27.6

Sumber : Data Primer 2012.

Berdasarkan hasil pengukuran yang tersaji pada tabel 4.1 dapat diketahui bahwa rata-rata ISBB (Indeks Suhu Basah dan Bola) pada area istirahat timur adalah 27.6°C , pada area pemberangkatan barat adalah 27.5°C , dan pada area pemberangkatan timur sebesar 27.6°C . Nilai ISBB (Indeks Suhu Basah dan Bola) minimal adalah 27.5°C yaitu pada area pemberangkatan barat dan nilai ISBB (Indeks Suhu Basah dan Bola) maksimal adalah 27.6°C pada area istirahat timur dan pemberangkatan timur. Adapun hasil pengukuran iklim kerja selengkapnya terdapat pada lampiran 14.

2. Hasil Pengukuran Kadar Debu

Hasil pengukuran kadar debu tersaji dalam tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Kadar Debu

No.	Lokasi	Kadar Debu
1.	Area istirahat timur	3.11 mg/m ³
2.	Area pemberangkatan barat	3.55 mg/m ³
3.	Area pemberangkatan timur	2.22 mg/m ³

Sumber : Data Primer 2012

Berdasarkan hasil pengukuran kadar debu yang tersaji pada tabel 4.2, diketahui bahwa kadar debu minimal di Terminal Tirtonadi Surakarta adalah sebesar 2.22 mg/m³ di area pemberangkatan timur dan kadar debu maksimal adalah sebesar 3.55 mg/m³ di area istirahat timur. Hasil pengukuran kadar debu selengkapnya terdapat pada lampiran 17.

3. Hasil Pengukuran Intensitas Kebisingan

Hasil pengukuran intensitas kebisingan di terminal Tirtonadi Surakarta tersaji dalam tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Kebisingan

No.	Waktu (WIB)	Intensitas Kebisingan (dB)		
		Area istirahat timur	Area pemberangkatan barat	Area pemberangkatan timur
1.	09.00	77	76	79
2.	10.00	74	75	78
3.	11.00	76	76	79
4.	12.00	77	77	80
Rata-rata		76	76	79

Sumber : Data Primer 2012.

Berdasarkan hasil pengukuran yang tersaji dalam tabel 4.3 diketahui bahwa intensitas kebisingan minimal di terminal Tirtonadi Surakarta adalah 76 dB di area pemberangkatan barat dan istirahat barat, sedangkan intensitas kebisingan maksimal adalah 79 dB di area pemberangkatan timur. Hasil pengukuran kadar debu selengkapnya terdapat pada lampiran 15.

B. Karakteristik Subjek Penelitian

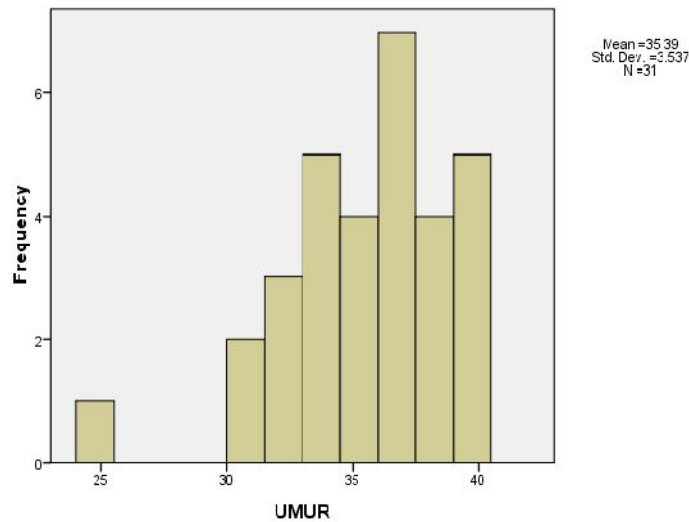
1. Umur

Hasil penelitian terhadap pedagang asongan di terminal Tirtonadi Surakarta diperoleh sebaran umur sebagai berikut :

Tabel 4.4. Distribusi Frekuensi Subjek Penelitian Berdasarkan Umur

Umur (Tahun)	Frekuensi	Persentase (%)	Mean	SD	P
20-25	1	3.23	35.39	3.54	0.584
26-30	1	3.23			
31-35	13	41.94			
36-40	16	51.60			
Jumlah	31	100			

Sumber : Data Primer, 2012



Gambar 4.1. Histogram Distribusi Frekuensi Umur Subjek Penelitian

Dari hasil penelitian yang tersaji pada tabel 4.4, diketahui bahwa frekuensi distribusi umur tertinggi adalah pada *range* umur 36-40 tahun yaitu 51.60% dan frekuensi distribusi umur terendah adalah pada *range* umur 20-25 tahun dan 26-30 tahun yaitu 3.23%. Rerata (*mean*) umur subjek penelitian adalah 35.39 tahun dengan standar deviasi 3.54 dan nilai $p= 0.584$.

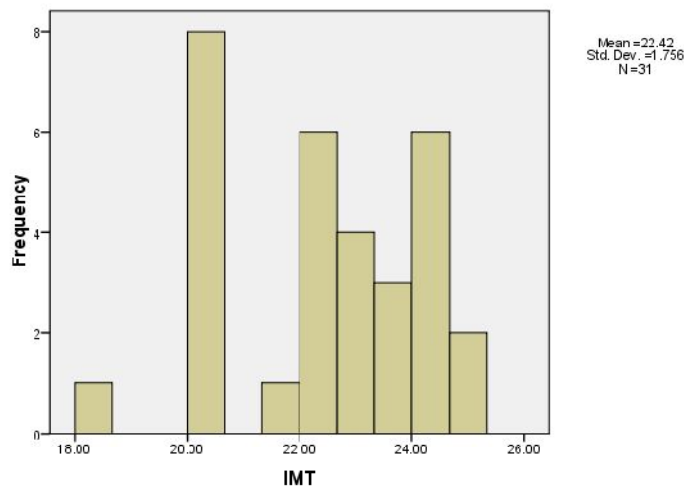
2. Status Gizi/IMT

Hasil perhitungan status gizi menurut IMT pada pedagang asongan di terminal Tirtonadi Surakarta diperoleh sebaran status gizi (IMT) sebagai berikut :

Tabel 4.5. Distribusi Frekuensi Status Gizi Subjek Penelitian Berdasarkan IMT

IMT	Frekuensi	Persentase		Mean	SD	P
			(%)			
18.5-20.0	3		9.68	22.42	1.76	0.888
20.1-21.5	6		19.35			
21.6-23.0	9		29.03			
23.1-24.5	11		35.49			
24.6-26.0	2		6.45			
Jumlah	31		100			

Sumber : Data Primer 2012



Gambar 4.2. Histogram Distribusi Frekuensi IMT Subjek Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang tersaji dalam tabel 4.5, diketahui bahwa frekuensi status gizi menurut IMT terendah subjek penelitian adalah pada *range* IMT 24.6-26.0 yaitu 6.45% dan frekuensi status gizi

commit to user

menurut IMT tertinggi subjek penelitian adalah pada *range* IMT 23.1-24.5 yaitu 35.49%. Didapatkan rerata (*mean*) status gizi menurut IMT adalah 22.42 dengan nilai standar deviasi adalah 1.76 dan nilai $p=0.888$.

C. Hasil Pengukuran Kadar Gas Karbon Monoksida (CO)

Pengukuran kadar gas karbon monoksida dilakukan dengan alat CO-meter. Hasil pengukuran kadar gas karbon monoksida yang dilakukan pada 3 area landasan bus di terminal Tirtonadi, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.6. Hasil Pengukuran Kadar Gas Karbon Monoksida (CO)

No.	Waktu (WIB)	Kadar CO (ppm)		
		Area istirahat timur	Area pemberangkatan barat	Area pemberangkatan timur
1.	09.00	5	11	16
2.	10.00	6	10	20
3.	11.00	6	11	21
4.	12.00	7	12	23
Rata-rata		6	11	20

Sumber : Data Primer 2012.

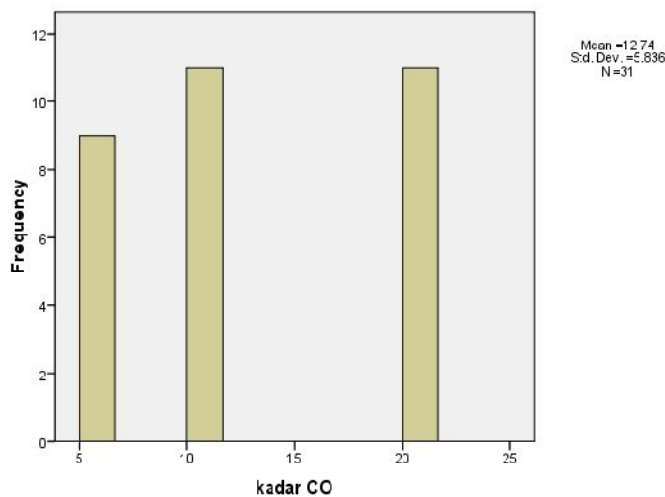
Berdasarkan hasil pengukuran yang tersaji dalam tabel 4.6, dapat diketahui bahwa rata-rata kadar gas karbon monoksida tertinggi adalah 20 ppm pada area pemberangkatan timur dan rata-rata kadar gas karbon monoksida terendah adalah 6 ppm pada area istirahat timur. Kadar gas karbon monoksida tertinggi adalah pada jam 12.00 WIB di area pemberangkatan timur yaitu 23 ppm.

Sedangkan untuk hasil distribusi subjek penelitian terpapar gas CO dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7. Daftar Distribusi Subjek Penelitian Terpapar Gas CO

Kadar CO (ppm)	Frekuensi	Persentase (%)	Mean	SD	p
6	9	29.03	12.74	5.84	0.000
11	11	35.48			
20	11	35.48			
Jumlah	31	100			

Sumber : Data Primer 2012.



Gambar 4.3. Histogram Distribusi Subjek Penelitian Terpapar Gas CO

Berdasarkan hasil pengukuran kadar gas CO yang tersaji dalam tabel 4.7, dapat diketahui bahwa frekuensi subjek penelitian terpapar gas CO terendah adalah pada kadar gas CO 6 ppm yaitu 29.03% dan frekuensi subjek penelitian terpapar gas CO tertinggi adalah pada kadar gas CO 11 ppm dan 20 ppm yaitu sebesar 35.48%. Didapatkan rerata (*mean*) kadar gas CO adalah 12.74 dengan nilai standar deviasi 5.84 dan $p= 0.000$.

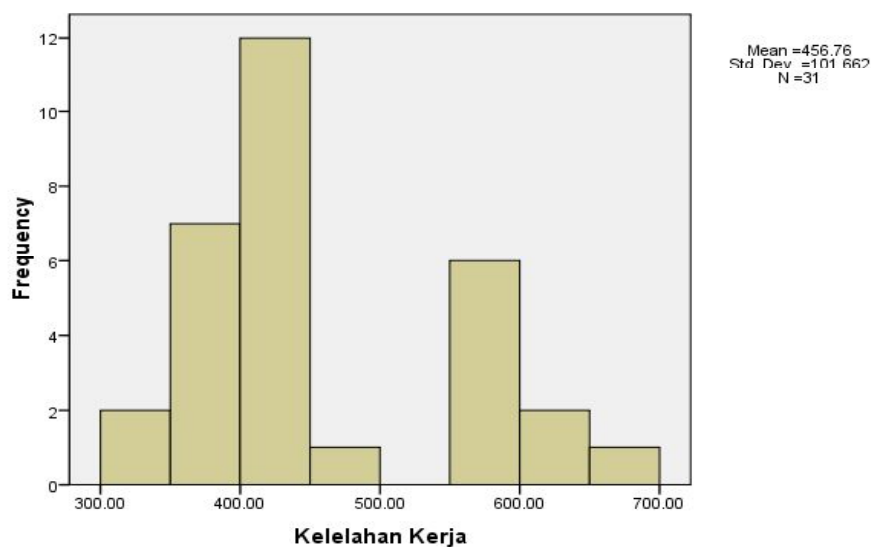
D. Hasil Pengukuran Kelelahan Kerja

Kelelahan kerja yang diukur dengan menggunakan Reaction Timer mendapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.8. Hasil Pengukuran Kelelahan Kerja dengan Reaction Timer

Kelelahan Kerja (waktu reaksi) (milidetik)	Frekuensi	Persentase (%)	Mean	SD	P
300.0-449.0	22	70.97	456.76	101.86	0.001
450.0-<599.0	6	19.35			
600.0-750.0	3	9.68			
Jumlah	31	100			

Sumber : Data Primer 2012.



Gambar 4.4. Histogram Kelelahan Kerja

Berdasarkan hasil pengukuran kelelahan kerja dengan Reaction Timer yang tersaji dalam tabel 4.8, dapat diketahui bahwa frekuensi waktu reaksi subjek penelitian tertinggi adalah pada *range* waktu reaksi 300.0-449.0

commit to user

milidetik yaitu 70.97% dan frekuensi waktu reaksi subjek penelitian terendah adalah pada *range* waktu reaksi 600.0-750.0 milidetik yaitu 9.68%. Didapatkan rerata (*mean*) waktu reaksi adalah 456.76 milidetik dengan nilai standar deviasi sebesar 101.86 dan $p=0.001$.

E. Uji Pengaruh Paparan Gas Karbon Monoksida (CO) terhadap Kelelahan Kerja

Dari hasil uji statistik antara kadar gas karbon monoksida dengan kelelahan kerja yang menggunakan uji Regresi Linier dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 4.9. Hasil Uji Statistik Kadar Gas CO dengan Kelelahan Kerja

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	247603.974	1	247603.974	114.983	.000 ^a
	Residual	62448.511	29	2153.397		
	Total	310052.485	30			

a. Predictors: (Constant), Kadar CO

b. Dependent Variable: Kelelahan Kerja

Berdasarkan hasil uji statistik kadar gas karbon monoksida (CO) dengan kelelahan kerja, diketahui nilai p (signifikasi) besarnya 0.000 dengan demikian $p < 0.05$.

BAB V

PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum

1. Tenaga Kerja

Pedagang asongan shift 1 yang terdapat di terminal Tirtonadi Surakarta berjumlah 150 pedagang yang bekerja setiap hari dari jam 07.00 WIB sampai jam 17.00 WIB. Pada penelitian ini populasi yang memenuhi kriteria dan diambil sebagai sampel adalah 31 orang. Disini pekerja dijelaskan tentang apa dan bagaimana penelitian ini dan mereka mengerti maksud serta tujuan penelitian ini. Dalam penelitian ini, diantara 31 responden tidak ada yang *drop out*.

2. Keadaan Lingkungan

a. Iklim Kerja

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada kondisi cuaca mendung diperoleh rata-rata ISBB (Indeks Suhu Basah Bola) di area istirahat timur sebesar 27.6°C , area pemberangkatan barat sebesar 27.5°C , sedangkan pada area pemberangkatan timur adalah sebesar 27.6°C . Berdasarkan hasil pengukuran denyut nadi pedagang asongan, beban kerja pedagang asongan dikategorikan sebagai beban kerja sedang. Waktu kerja pedagang asongan di terminal Tirtonadi Surakarta adalah 50% kerja dan 50% istirahat. Dalam Permenaker No. PER.13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika

dan Faktor Kimia di Tempat Kerja untuk pengaturan waktu kerja 50% kerja dan 50% istirahat dengan beban kerja sedang nilai ambang batas untuk iklim kerja adalah 29.0°C .

Sehingga, berdasarkan referensi tersebut pengaturan waktu kerja dan iklim kerja bagi pedagang asongan di terminal Tirtonadi Surakarta masih dibawah NAB (Nilai Ambang Batas) yang diperkenankan.

b. Kadar Debu

Berdasarkan hasil pengukuran kadar debu di terminal Tirtonadi Surakarta, didapatkan hasil kadar debu di area istirahat timur adalah 3.11 mg/m^3 , area pemberangkatan barat kadar debunya sebesar 3.55 mg/m^3 , dan pada area pemberangkatan timur kadar debunya adalah sebesar 2.22 mg/m^3 . Menurut Permenaker No. PER.13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja, NAB (Nilai Ambang Batas) untuk kadar debu adalah sebesar 10 mg/m^3 . Sehingga, dikatakan bahwa kadar debu di terminal Tirtonadi Surakarta masih dibawah NAB yang diperkenankan.

c. Intensitas Kebisingan

Berdasarkan hasil pengukuran intensitas kebisingan di terminal Tirtonadi Surakarta diperoleh rata-rata intensitas kebisingan di area istirahat timur adalah sebesar 76 dB, di area pemberangkatan barat rata-rata intensitas kebisingannya sebesar 76 dB, dan di area

pemberangkatan timur rata-rata intensitas kebisingan adalah sebesar 79 dB. Menurut Permenaker No. PER.13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja, NAB (Nilai Ambang Batas) intensitas kebisingan dengan lama paparan 10 jam per hari adalah 82 dB. Sehingga, diketahui bahwa intensitas kebisingan di terminal Tirtonadi Surakarta masih dibawah NAB yang diperkenankan.

B. Karakteristik Subjek Penelitian

Telah dilakukan uji statistik korelasi regresi linier terhadap karakteristik subjek penelitian yang tersaji dalam tabel 5.1.

Tabel 5.1. Uji Statistik Korelasi Regresi Linier terhadap Karakteristik Subjek Penelitian

No.	Karakteristik Subjek Penelitian	Signifikasi (p)
1.	Umur	0,584
2.	IMT (Indeks Masa Tubuh)	0,888

Sumber : Data Primer, 2012

1. Umur

Subjek penelitian atau sampel yang diambil dalam penelitian di terminal Tirtonadi Surakarta ini berusia 20 sampai 40 tahun, rata-rata umur sampel adalah 35.39 tahun. Pembagian distribusi umur pedagang asongan berdasarkan bahwa pada umur lebih dari 40 tahun, kekuatan fisik biasanya telah menurun sehingga kegiatan yang dilakukan juga menurun (Horrington, 2005 dalam Pertiwi, 2010). Berdasarkan hasil uji statistik Regresi Linier, didapatkan nilai $p=0.584$ ($p>0.05$) yang menunjukkan

commit to user

bahwa H_0 diterima yang berarti bahwa tidak ada pengaruh antara umur dan kelelahan kerja. Hasil penelitian tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pertiwi (2010) pada 22 orang tentang Hubungan Asupan Sarapan dengan Kelelahan Kerja pada Pekerja di Industri Pengecoran Logam X ($p=0.453$). Namun, terdapat juga hasil penelitian yang bertolak belakang dengan hasil penelitian diatas yaitu penelitian yang dilakukan oleh Eraliesa (2008) pada 26 orang yang simpulannya adalah ada hubungan antara umur dengan kelelahan kerja pada tenaga kerja bongkar muat di Pelabuhan Tapaktuan Kecamatan Tapaktuan Kabupaten Aceh Selatan ($p=0.01$). Selanjutnya, ada sebuah penelitian tentang Hubungan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kapasitas Kerja terhadap Kelelahan Tenaga Kerja di Bagian Palet PT. X Yogyakarta yang dilakukan oleh Sirait (2001) yang memperoleh hasil besar hubungan antara umur dengan kelelahan adalah 0.622 ($r=0.622$). Sehingga, dengan adanya perbedaan hasil penelitian tersebut masih perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam tentang pengaruh umur terhadap kelelahan kerja.

2. IMT (Indeks Masa Tubuh)

Pedagang asongan yang menjadi subjek penelitian adalah pedagang asongan dengan Indeks Masa Tubuh (IMT) 18.5-25.0. Menurut Almatsier (2009), Indeks Masa Tubuh (IMT) kurang dari 17.0 termasuk dalam kategori kekurangan berat badan tingkat berat, untuk nilai IMT antara 17.0-18.5 termasuk dalam kategori kekurangan berat badan tingkat ringan, untuk nilai IMT 18.5-25.0 termasuk dalam kategori normal, untuk nilai

IMT 25.0-27.0 termasuk dalam kategori kelebihan berat badan tingkat ringan, dan untuk nilai IMT lebih dari 27.0 termasuk dalam kategori kelebihan berat badan tingkat berat. Berdasarkan referensi di atas dapat diketahui bahwa seluruh subjek penelitian masih berada dalam status gizi yang normal karena memiliki IMT antara 18.5-25.0. Berdasarkan hasil uji statistik Regresi Linier antara IMT subjek dan kelelahan kerja, menunjukkan bahwa nilai $p=0.888$ ($p>0.05$). Hal tersebut menunjukkan H_0 diterima yang berarti tidak ada pengaruh antara status gizi dan kelelahan kerja. Hasil penelitian tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pertiwi (2010) pada 22 orang tentang Hubungan Asupan Sarapan dengan Kelelahan Kerja Pada Pekerja di Industri Pengecoran Logam X ($p=0.433$). Namun, terdapat juga hasil penelitian yang bertolak belakang dengan hasil penelitian diatas yaitu penelitian yang dilakukan oleh Eraliesa (2008) pada 26 orang yang simpulannya adalah ada hubungan antara Status Gizi (IMT) dengan kelelahan kerja pada tenaga kerja bongkar muat di Pelabuhan Tapaktuan Kecamatan Tapaktuan kabupaten Aceh Selatan ($p=0.002$). Selanjutnya, ada sebuah penelitian tentang Hubungan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kapasitas Kerja terhadap Kelelahan Tenaga Kerja di Bagian Palet PT. X Yogyakarta yang dilakukan oleh Sirait (2001) yang memperoleh hasil besar hubungan antara IMT dengan kelelahan kerja adalah -0.478 ($r= -0.478$). Sehingga, berdasarkan perbedaan hasil penelitian tersebut masih perlu dilakukan

penelitian yang lebih mendalam tentang pengaruh IMT terhadap kelelahan kerja.

C. Analisis Data dengan Uji Statistik Pengaruh Paparan Gas Karbon Monoksida (CO) Terhadap Kelelahan Kerja

Telah dilakukan uji statistik regresi linier paparan gas CO dan kelelahan kerja yang tersaji dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 5.2. Uji Statistik Koefisien Korelasi Regresi Linier Paparan Gas CO dan Kelelahan Kerja

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.894 ^a	.799	.792	46.40471

a. Predictors: (Constant), Kadar CO

Tabel 5.3. Uji Statistik Korelasi Regresi Linier Paparan Gas CO dan Kelelahan Kerja

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	247603.974	1	247603.974	114.983	.000 ^a
	Residual	62448.511	29	2153.397		
	Total	310052.485	30			

a. Predictors: (Constant), Kadar CO

b. Dependent Variable: Kelelahan Kerja

Berdasarkan hasil analisis data dengan uji statistik korelasi Regresi Linier paparan gas karbon monoksida dan kelelahan kerja diketahui nilai p yaitu 0.000 ($p < 0.05$). Menurut Hastono (2001), hal tersebut menunjukkan bahwa ada pengaruh paparan gas karbon monoksida dengan kelelahan kerja pada pedagang asongan di Terminal Tirtonadi Surakarta. Dari hasil uji statistik,

commit to user

diketahui juga nilai koefisien korelasi (R) hitung sebesar 0.894 (diantara nilai 0.76-1.00) yang artinya ada pengaruh yang sangat kuat antara dua variabel (Riyanto, 2009). Koefisien korelasi memiliki tanda positif yang berarti semakin tinggi paparan kadar gas karbon monoksida, maka semakin tinggi juga kelelahan akibat kerja. Sebaliknya, semakin rendah paparan kadar gas karbon monoksida, maka semakin rendah juga kelelahan akibat kerja.

Penelitian ini sejalan dengan teori yang disampaikan oleh Ganong (2003) bahwa afinitas hemoglobin terhadap CO 210 kali lebih besar dibandingkan afinitasnya terhadap O₂, dan COHb sangat lambat melepaskan CO. Sehingga CO menggantikan O₂ pada hemoglobin dan menurunkan kapasitas darah sebagai pengangkut oksigen. Sedangkan menurut Maurits (2011), penyediaan oksigen berpengaruh terhadap kecepatan pemulihan fungsi otot. Bila beban kerja otot tidak terlalu besar maka otot dapat mempertahankan keseimbangan, asam laktat yang berlebih tidak terakumulasi dan otot tidak mengalami *oxigen debt* sehingga kapasitas kerja otot kembali normal, tidak menurun. Kelelahan kerja terjadi karena adanya kekurangan oksigen dan adanya penimbunan hasil-hasil metabolit otot (yang berupa asam laktat dan CO₂) yang masuk ke dalam aliran darah.

Masih jarang sekali dilakukannya penelitian tentang Pengaruh Paparan Gas Karbon Monoksida terhadap Kelelahan Kerja, sehingga penulis belum bisa mendapatkan hasil penelitian lain yang serupa sebagai data pembandingan. Sehingga, masih perlu dilakukan penelitian lain yang serupa untuk lebih

memperkuat teori bahwa paparan gas karbon monoksida dapat mempengaruhi kelelahan kerja.



BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh antara paparan gas karbon monoksida dengan kelelahan kerja pada pedagang asongan di terminal Tirtonadi Surakarta ($p < 0.01$).

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disarankan sebagai berikut :

1. Pihak pengelola terminal Tirtonadi Surakarta perlu memberikan penjelasan kepada para pedagang asongan tentang dampak yang ditimbulkan dari paparan gas karbon monoksida khususnya terhadap kelelahan kerja.
2. Pihak pengelola terminal Tirtonadi Surakarta perlu melakukan penambahan penanaman tanaman misalnya sansivera dan tanaman berdaun hijau dan rimbun dengan media tanam tanah di sekitar area lalu lalang pedagang asongan. Hal tersebut dikarenakan menurut Fardiaz (2008), aktivitas mikroorganisme yang terdapat di dalam tanah dapat menghilangkan gas CO dengan kecepatan relatif tinggi dari udara. Sedangkan tanaman yang berdaun hijau dan rimbun akan menyeimbangkan jumlah O₂ dan CO₂ di udara sekitar.
3. Pihak pengelola terminal Tirtonadi Surakarta perlu menyediakan APD (Alat Pelindung Diri) berupa masker dan mewajibkan semua pekerja di

terminal Tirtonadi Surakarta memakai masker saat bekerja sebagai upaya untuk mengurangi paparan gas karbon monoksida.

4. Pihak pengelola terminal Tirtonadi Surakarta perlu melakukan pemeriksaan paru-paru kepada semua pekerja sebagai upaya antisipasi terjadinya gangguan paru oleh karena paparan gas karbon monoksida di lingkungan terminal Tirtonadi Surakarta.

