

DISERTASI

STATUS GIZI DAN KELELAHAN KERJA
(Kajian Pada Pengemudi Bus Malam di Sulawesi Selatan dan Barat)

NUTRITIONAL STATUS AND JOB FATIGUE
(A Study of the Night-Shifted Bus Drivers in South and West Sulawesi)

Syamsiar.S.Russeng
P0200304004



PROGRAM STUDI ILMU KEDOKTERAN
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2009

ABSTRAK

SYAMSIAR S. RUSSENG. *Status Gizi Dan Kelelahan Kerja: Kajian Pada Pengemudi Bus Malam Di Sulawesi Selatan Dan Barat* (dibimbing oleh Veni Hadju dan Burhanuddin Bahar).

Penelitian ini bertujuan menilai risiko atas kecelakaan lalu lintas dan faktor yang berhubungan dengan kelelahan kerja pada pengemudi bus malam.

Jenis penelitian adalah observasi analitik dan eksplorasi dengan rancangan *hybrid study design*. Sampel sebanyak 46 pengemudi yang dipilih sesuai dengan kriteria inklusi. Responden yang terpilih diperiksa status kesehatannya (tekanan darah, nadi, waktu reaksi, hemoglobin, hematokrit, feritin, IMT, gula darah sewaktu, kapasitas paru) kemudian diikuti sepanjang perjalanan sampai ketujuan, yang dicatat dalam *logbook*. Data dianalisis dengan univariat, bivariat dengan tabulasi silang dan multivariate dengan regresi logistik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar hemoglobin, hematokrit, serum feritin, IMT, asupan gizi, kapasitas paru tidak ada hubungan secara bermakna dengan waktu reaksi. Secara bersama-sama, ada hubungan yang bermakna antara kadar hemoglobin, hematokrit, IMT dan asupan gizi berkontribusi terjadinya mengantuk. Bersama-sama, hemoglobin atau hematokrit, IMT, asupan gizi maka hemoglobin, hematokrit secara bermakna memberikan kontribusi terjadinya mengantuk pada pengemudi bus malam. Untuk itu disarankan kepada pengemudi agar menjaga pola makan, pola tidur dan kebutuhan cairan untuk menjaga stamina selama mengemudi.

Kata kunci: status gizi, kelelahan kerja, waktu reaksi, mengantuk, pengemudi bus malam.

Abstract

Syamsiar S.Russeng. *Nutritional Status and Working Fatigue. : A Study on the Night-Shifted Bus Drivers in South and West Sulawesi.*
(Supervised by: Veni Hadju and Burhanuddin Bahar).

This research aimed at evaluating the risk of traffic accidents and the factors that related to the working fatigue of the night-shifted bus drivers.

The type of this research was analytic observation and explored the event during the driver' working(driving) with 'hybrid study design', that is the combination between cohort research and cross-sectional.element in The cross sectional element is clustered in such a cohort research whose output is unknown. The samples were 46 drivers who were selected in the line with the inclusive criteria, The selected respondents. were examined on their health conditions (blood pressure, pulse in artery, reaction time, haemoglobin, hematocrite, serum ferritin, BMI, blood-sugar in time, and lung capacity) and are monitored along the way to their destinations, and all the results were recorded in a log book. The data analysis used univariate technicque by describing several characteristics of respondents, bivariate by using cross tabulation and also multivariate by logistics regression.

The results acquired from statistical analysis shows that the haemoglobin, hematocrit, serum ferritin contents, BMI (Body Mass index), nutrition intake, and lung capacity do not have a significant relationships with reaction time. Haemoglobin and hematocrit contents, BMI, and nutrition intake do have a significant relationships with the symptoms of drowsiness. Haemoglobin together with hematocrit, BMI, and nutrition intake give significant contribution to the occurrence of drowsiness on the night- shifted bus drivers. The driver are suggested to have regular eating patterns,sleeping patterns and fulfil sufficient to maintain their stamina during driving.

Key words : Nutritional status, job fatigue, drowsiness, night-shifted bus drivers.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	10
C. Tujuan Penelitian	11
D. Manfaat Penelitian	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	13
A. Tinjauan Umum Tentang Kecelakaan Lalu Lintas	13
1. Definisi Kecelakaan Lalu Lintas	13
2. Faktor Risiko Kecelakaan Lalu Lintas	14
3. Epidemiologi Kecelakaan Lalu Lintas	16
B. Tinjauan Umum Tentang Kelelahan	20
1. Definisi Kelelahan	20

2. Fisiologi Kelelahan Kerja	22
3. Faktor Penyebab Kelelahan Kerja	25
4. Tanda-Tanda Kelelahan Kerja	27
5. Pengukuran Kelelahan Kerja	28
6. Penanggulangan Kelelahan Kerja	32
C. Tinjauan Kelelahan Pada Pengemudi	33
1. Penyebab kelelahan pada pengemudi.....	33
2. Efek kelelahan pada pengemudi.....	41
3. Kelelahan dan kecelakaan lalu lintas	43
4. Cara menghindari kelelahan ketika mengemudi	45
D. Tinjauan Umum tentang Waktu Reaksi.....	47
E. Tinjauan tentang Mengantuk	50
F. Tinjauan Umum tentang Status Gizi.....	52
G. Tinjauan Umum tentang Kadar Hemoglobin	55
H. Tinjauan Umum tentang Hematokrit	65
I. Tinjauan Umum tentang Serum Ferritin	66
J. Tinjauan Umum tentang IMT (Index Massa Tubuh)	67
K. Tinjauan Umum tentang Kapasitas Paru	68
L. Tinjauan Umum tentang Kebiasaan Merokok	71
M. Tinjauan Umum tentang Sumber Energi	72
N. Tinjauan Umum tentang Transportasi Publik Angkutan Darat	74
O. Kerangka teori.....	80
P. Kerangka konsep	81

Q. Hipotesis	82
BAB III . METODE PENELITIAN	83
A. Jenis dan desain penelitian	83
1. Jenis penelitian	83
2. Desain Penelitian.....	83
B. Lokasi Penelitian	83
C. Populasi dan Sampel	84
1. Populasi.....	84
2. Sampel.....	84
D. Variabel	86
E. Skala pengukuran	89
F. Definisi Operasional dan kriteria Obyektif	90
1. Definisi Operasional.....	90
2. Kriteria Obyektif	91
G. Manajemen Data dan Analisis Data	92
1. Data Primer.....	92
2. Alur Kerja Penelitian	93
3. Kontrol kualitas	93
4. Pengolahan data.....	94
5. Analisis data	94
BAB IV HASIL PENELITIAN	96
A. Keadaan data Penelitian	96
1. Analisis Univariat	96

2. Analisis Bivariat	114
3. Analisis Multivariat	115
BAB V PEMBAHASAN	118
A. Karakteristik Responden berdasarkan nilai rata-rata	118
B. Deskripsi Variabel Status Gizi	119
1. Hemoglobin.....	119
2. Hematokrit	120
3. Serum Ferritin	122
4. Indeks Massa Tubuh.....	123
5. Asupan Gizi	124
C. Deskripsi kapasitas Paru.....	125
D. Status Merokok	125
E. Kelelahan Kerja (Waktu reaksi dan mengantuk)	126
F. Hubungan Antara Status Gizi dengan kelelahan (waktu reaksi)	127
G. Hubungan antara kapasitas Paru dengan kelelahan (waktu reaksi)	130
H. Hubungan Antara Status merokok dengan waktu reaksi	131
I. Hubungan kadar Hemoglobn dengan gejala mengantuk	131
J. Hubungan antara hematokrit dengan gejala mengantuk.....	133
K. Hubungan antara Serum Ferritinbdengan gejala mengantuk.....	134
L. Hubungan antara Indeks massa Tubuh(IMT) dengan gejala Mengantuk	135

M. Hubungan antara Kapasitas paru, Status Merokok dengan Gejala Mengantuk	136
N. Waktu Mengantuk	137
O. Hasil Analissis Regressi	138
P. Keterbatasan penelitian.....	139
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	141
A. Kesimpulan	141
B. Saran.....	142

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Bahan Pangan Sumber Pelancar & Penghambat Penyerapan Fe	64
Tabel 2.2	Kategori Ambang Batas IMT untuk Indonesia	68
Tabel 2.3	Sintesis Penelitian	78
Tabel 3.1	Matriks Variabel Pengukuran	91
Tabel 4.1	Data Karakteristik Responden pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009	97
Tabel 4.2	Distribusi Responden Berdasarkan Standar Nilai Normal pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009	98
Tabel 4.3	Distribusi Responden Berdasarkan Status Gizi pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009	99
Tabel 4.4	Distribusi Responden Berdasarkan Lama Tidur Per Hari pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009	100
Tabel 4.5	Distribusi responden berdasarkan perasaan mengantuk yang dialami selama bekerja sebagai Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009	100
Tabel 4.6	Distribusi responden berdasarkan perilaku merokok pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009	101
Tabel 4.7	Distribusi Responden Berdasarkan Pola Tidur pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009	101
Tabel 4.8	Distribusi frekuensi menguap berdasarkan trayek pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009	102

Tabel 4.9	Distribusi rem mendadak yang dilakukan responden berdasarkan trayek pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009	103
Tabel 4.10	Distribusi usap muka/mata yang dilakukan responden berdasarkan trayek pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009	103
Tabel 4.11	Distribusi geleng-geleng kepala (head movement) yang dilakukan responden berdasarkan trayek pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009	104
Tabel 4.12	Distribusi membunyikan klakson yang dilakukan responden berdasarkan trayek pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009	104
Tabel 4.13	Distribusi frekuensi singgah yang dilakukan responden berdasarkan trayek pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009	105
Tabel 4.14	Distribusi frekuensi melambung yang dilakukan reponden berdasarkan trayek pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009	106
Tabel 4.15	Distribusi frekuensi cerita yang dilakukan reponden berdasarkan trayek pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009	106
Tabel 4.16	Perbedaan rata-rata waktu reaksi sebelum dan sesudah bekerja (Menyetir) Setelah Beraktivitas pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009	107
Tabel 4.17	Data waktu kantuk pengemudi angkutan Trayek Makassar-Mamuju Tahun 2009	108
Tabel 4.18	Data Waktu Kantuk pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Palopo Tahun 2009	109

Tabel 4.19	Data Waktu Kantuk pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Tator Tahun 2009	110
Tabel 4.20	Data Waktu Kantuk pada Pengemudi Angkutan Trayek Mamuju-Makassar Tahun 2009	111
Tabel 4.21	Data Waktu Kantuk pada Pengemudi Angkutan Trayek Palopo-Makassar Tahun 2009	112
Tabel 4.22	Data Waktu Kantuk pada Pengemudi Angkutan Trayek Tana Toraja-Makassar Tahun 2009	113
Tabel 4.23	Distribusi Lama Perjalanan Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju-Makassar Tahun 2009	114
Tabel 4.24	Distribusi Lama Perjalanan Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Toraja-Makassar Tahun 2009	114
Tabel 4.25	Distribusi Lama Perjalanan Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Palopo-Makassar Tahun 2009	115
Tabel 4.26	Hubungan antara Kadar Hemoglobin, Hematokrit, Ferritin, IMT, Asupan Gizi, Kapasitas Paru, dan Status Merokok dengan Waktu Reaksi	115
Tabel 4.27	Hubungan antara Kadar Hemoglobin, Hematokrit, Ferritin, IMT, Asupan Gizi, Kapasitas Paru, dan Status Merokok dengan Mengantuk	116
Tabel 4.28	Hubungan antara IMT, Hematokrit, Asupan Gizi, dengan Mengantuk	116
Tabel 4.29	Analisis Regresi Logistik IMT, Hemoglobin, Asupan Gizi dengan Mengantuk	117
Tabel 4.30	Hubungan antara Hemoglobin, Hematokrit, IMT, dan Asupan Gizi dengan Mengantuk	117

DAFTAR SINGKATAN

KLL	: Kecelakaan Lalu Lintas
WR	: Waktu Reaksi
TS	: <i>Transferin Saturation</i>
FEP	: <i>Free Erythrocytes Protophophyrin</i>
Hb	: Hemoglobin
Hm	: Hematokrit
SF	: Serum Ferritin
IMT	: Indeks Massa Tubuh
BMI	: Body Mass Index
FAO	: Food Agryculture Organization
BB	: Berat Badan
GDP	: <i>Gross Domestic Product</i>
WHO	: <i>World health Organization</i>
NTSB	: <i>National Transportation Safety Board</i>
KAUPK2	: Kuesioner Alat Ukur Perasaan Kelelahan Kerja
IFRC	: <i>Industrial fatigue Research Committee</i>
HST	: <i>Harvard Step Test</i>
ALAD	: <i>Amino Leuvilinic Acid Dehidrase)</i>
SDM	: Sel Darah Merah
IRMA	: <i>Immuno Radio Metric Assay</i>
VC	: <i>Vital Capacity</i>
ELISA	: <i>Enzyme-Linked Immuno Assay</i>
FEV 1	: <i>Forced Expiratory Volume menit pertama</i>
FVC	: <i>Forced Vital Capacity</i>
AC	: <i>Air Conditioner</i>
ERSO	: <i>European Road Safety Observatory</i>
NHTSA	: <i>National Highway Traffic Safety Administration</i>
EEG	: <i>Electroencephalography</i>

Hz	: Hertz
UK	: <i>United Kingdom</i>
VO ₂	: Volume Oksigen
DNA	: <i>Dinukleotida Acid</i>
ISPA	: Infeksi Saluran Pernapasan Akut
ALAD	: <i>Amino Leuvilinic Acid Dehidrase</i>
RIA	: <i>Radio Immuno Assay</i>
ATP	: Adenosintrifosfat
ADP	: Adenosindifosfat
USA	: <i>United State of America</i>

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Saat ini masih banyak terjadi kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja (*occupational diseases*), baik pada sektor formal maupun sektor informal (seperti sektor manufaktur, transportasi, konstruksi, pertambangan, pariwisata). Salah satu pekerja sektor informal adalah para pengemudi angkutan yang berpotensi mengalami kecelakaan kerja berupa kecelakaan lalu lintas (*road accident*). Faktor yang berhubungan dengan kecelakaan lalu lintas sangat dipengaruhi oleh pengendali kendaraan (pengemudi). Kondisi pengemudi yang rawan kecelakaan adalah pengemudi yang mengalami gangguan pada status gizinya, kondisi kesehatannya secara umum, kesegaran jasmani dan perilaku pengemudi. Selain itu, faktor kendaraan dan lingkungan dalam hal ini kondisi jalan serta cuaca turut berperan (Bustan, 2007).

Salah satu bentuk gangguan status gizi adalah anemia gizi dan paling umum ditemukan adalah anemia gizi besi. Penyebabnya antara lain kurangnya kandungan zat besi dalam makanan sehari-hari, penyerapan yang sangat rendah dan adanya zat penghambat penyerapan zat besi. Anemia gizi besi berakibat buruk bagi penderitanya, berpengaruh terhadap daya tahan tubuh, penurunan kualitas kerja dan mutu sumber daya manusia. Bagi pekerja, anemia

gizi menyebabkan lesu, cepat lelah, tenaga berkurang sehingga produktivitas kerja menurun (Wirakusumah, 1997). Dilaporkan oleh Azrul Azwar (2005) bahwa gangguan kesehatan dan penyakit akibat kerja pada sektor informal antara lain kejadian anemia (7-86,8%), gizi kurang (1,9-18,2%), gangguan muskuloskeletal (21-74,7%), gangguan refraksi mata (14,9 - 28,6%). Kondisi kesehatan yang telah disebutkan diatas, bila dicermati merupakan faktor risiko terjadinya kecelakaan. Faktor-faktor ini ikut berperan terjadinya kecelakaan secara tidak langsung.

Data tentang kecelakaan lalu lintas yang terjadi dari tahun ke tahun memberikan gambaran yang memprihatinkan. Berdasarkan laporan WHO, saat ini kecelakaan transportasi jalan di dunia telah mencapai 1,5 juta korban meninggal dan 35 juta korban luka-luka/cacat akibat kecelakaan lalu lintas pertahun (2,739 jiwa dan luka-luka 63,013 jiwa per hari). Sebanyak 85% korban meninggal akibat kecelakaan, ini terjadi di negara-negara berkembang. Tingkat kecelakaan transportasi jalan di kawasan Asia Pasifik memberikan kontribusi sebesar 44% dari total kecelakaan di dunia dan Indonesia termasuk di dalamnya. Biaya sosial ekonomi akibat kecelakaan lalu lintas berdasarkan perkiraan WHO mencapai US \$520 milyar atau rata-rata 2% GDP. Berdasarkan studi yang dilakukan UGM dan UI kerugian ekonomi akibat kecelakaan lalu lintas sekurang-kurangnya 2,9% dari GDP Indonesia (Ditjen Perhubungan Darat, 2006).

Kecelakaan lalu lintas merupakan pembunuh nomor 3 di Indonesia setelah penyakit jantung dan stroke. Setiap tahunnya 30.000 nyawa melayang di jalan raya dan setiap tahunnya 9.000 orang tewas akibat kecelakaan lalu lintas. Data dari kepolisian RI tahun 2006 didapatkan angka rata-rata yang sangat mencengangkan ini bahwa tiap 1 jam rata-rata telah terjadi 10 kecelakaan lalu lintas. Tiap 10 menit 1 orang menderita luka ringan akibat kecelakaan. Tiap 15 menit 1 orang yang menderita luka berat akibat kecelakaan dan tiap 30 menit 1 orang meninggal dunia akibat kecelakaan (Ditjen Perhubungan Darat, 2006).

Data dari Kepolisian Negara Republik Indonesia Daerah Sulawesi Selatan Direktorat Lalu Lintas, jumlah kecelakaan lalu lintas 1.127 kasus untuk tahun 2006, 1.493 kasus untuk tahun 2007 dan 1.872 kasus untuk tahun 2008. Dari data tersebut yang meninggal 681 orang pada tahun 2006, 938 orang pada tahun 2007, 958 orang pada tahun 2008. Data tersebut menunjukkan peningkatan (Dirlantas Polda Sulsel, 2009). Jumlah kendaraan angkutan umum di Terminal Regional Daya dan terminal Malengkeri sebanyak 1479 unit (PD Terminal Makassar Metro, 2008).

Data dari Kanit Satlantas Kabupaten Barru didapatkan dalam periode bulan Januari - Februari 2009 ada 10 kasus kecelakaan yang menyebabkan korban 10 orang, 5 diantaranya meninggal dunia (wawancara dengan Tim Kaditlantas Barru, 2009).

Melihat data tersebut diatas yang dilaporkan hanya berupa angka kematian korban dan akibat dari kecelakaan tersebut. Belum ditemukan adanya informasi yang jelas penyebab kecelakaan tersebut terutama yang berkaitan dengan penyebab faktor manusia yang berkaitan dengan kondisi kesehatan pengemudinya, misalnya apakah pengemudi merasa tidak dalam kondisi prima untuk melakukan perjalanan (mengemudi) atau merasa kelelahan sehingga dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas.

Kecelakaan lalu lintas telah menjadi ancaman bagi kelangsungan hidup manusia, dan telah menjadi masalah sosial dan ekonomi yang serius baik di negara berkembang maupun di negara maju. Maka dari itu, kecelakaan dianggap dapat mengganggu roda kehidupan sosial manusia dan hal ini memerlukan upaya penanganan yang cukup serius serta tepat.

Pengertian kecelakaan secara sederhana adalah kejadian yang tak terduga dan tidak diharapkan. Dalam kejadian kecelakaan tersebut tidak terdapat unsur kesengajaan atau terencana. Penyebabnya adalah kondisi yang tidak aman (*unsafe condition*) dan faktor manusianya (Suma'mur, 1989). Demikian halnya dengan kecelakaan lalu lintas, penyebabnya adalah kondisi lingkungan dan juga faktor manusianya dalam hal ini pengguna jalan.

Peristiwa kecelakaan lalu lintas dapat diakibatkan oleh kesalahan teknis dan juga keadaan lingkungan namun sebagian besar

disebabkan oleh karena kesalahan manusia (*human error*). Faktor kesalahan manusia terkait dengan banyak hal antara lain kondisi kesehatan, kelelahan dan perilaku para pengemudi. Kelelahan pada pengemudi juga disebabkan oleh karena panjangnya waktu tugas serta kurang istirahat.

Periode waktu dalam sehari meliputi siang dan malam hari. Secara normal, irama faal manusia adalah serasi untuk bekerja pada siang hari dan bukan sebaliknya. Oleh karena itu kelelahan pada kerja malam hari relatif lebih besar. Hal ini dapat dialami oleh para pengemudi mengingat saat ini sejumlah angkutan umum memulai operasinya (berangkat) pada malam hari dan sampai di tujuan pada pagi hari.

Kelelahan pada pengemudi dapat mengakibatkan menurunnya kesiagaan dan perhatian, penurunan dan hambatan persepsi serta waktu reaksi yang lambat. Selain itu, pengemudi akan mengantuk (*drowsy*) dan kemungkinan akan kehilangan kewaspadaan (*alertness*). Laporan polisi lalu lintas di Amerika bahwa selama periode 1989-1993 diperkirakan ada 56.000 kecelakaan setiap tahun yang disebabkan mengantuk, *drowsiness/fatigue* (Kniling and Wang dalam Peters, 1994). Pada periode yang sama terdapat 1.357 kecelakaan fatal dari 1.544 kecelakaan (3,6% dari seluruh jumlah kecelakaan). Demikian juga hasil penelitian yang dilakukan di Peru bahwa pengemudi yang

kekurangan waktu tidur akan merasa kelelahan dan sangat mengantuk (*eyes fallen shut*) pada saat mengemudi (Castro & Loureiro, 2004).

Terjadinya kecelakaan lalu lintas sangat dipengaruhi oleh perilaku pengemudi seperti lalai memperhatikan rambu lalu lintas, ugal-ugalan, mengkonsumsi alkohol, merokok dan mengkonsumsi minuman yang dipercaya menambah tenaga dan adanya kebiasaan menggunakan obat anti histamine dan analgetik saat merasa tidak sehat (misalnya sakit kepala, pilek) yang efeknya menyebabkan mengantuk. Dilaporkan bahwa kesalahan pengemudi, intoksikasi dan faktor manusia yang lainnya memberikan kontribusi 93% atas kejadian kecelakaan (Survey British and America, 1985).

Kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut. Oleh sebab itu yang bersangkutan perlu beristirahat agar supaya terjadi pemulihan. Kelelahan biasanya dirasakan terjadi pada akhir jam kerja. Apabila rata-rata beban kerja melebihi 30-40% dari tenaga aerobik (Astrand & Rodahl, 1997). Dilaporkan bahwa kebiasaan pengemudi bekerja (mengemudi) lebih 5 jam tanpa istirahat (Castro & Loureiro, 2004).

Faktor terjadinya kelelahan akibat kerja sangat bervariasi, dapat berupa problem fisik, tanggung jawab, kenylerian, kondisi kesehatan dan nutrisi (Grandjean, 2000). Penyebab kelelahan juga sangat kompleks dan saling terkait antar satu dengan yang lainnya. Penyebab terjadinya kelelahan antara lain aktifitas kerja fisik, mental, stasiun

kerja yg tidak ergonomik, sikap kerja, kerja statis, monoton, lingkungan kerja yang ekstrim, kebutuhan kalori kurang dan waktu kerja-istirahat yang tidak tepat. Sedangkan pengaruh beban kerja, konflik peran, ambigu peran, otoritas dan penghargaan yang diterima juga dapat berpengaruh terhadap kelelahan (Moore E, 2000).

Pada pengemudi dengan beban kerja berupa konsentrasi yang tinggi dan mengemudi dalam waktu tertentu, adanya ambigu peran dan juga adanya pengaruh lingkungan fisik (cuaca, kondisi kendaraan, kondisi jalan, dll) serta adanya stress dapat menyebabkan kelelahan. Pengemudi yang mengalami kelelahan ini merupakan faktor risiko terjadinya kecelakaan. *National Transportation Safety Board* (1995) di Australia, memperkirakan antara 5 - 10% seluruh kecelakaan, 20 - 30% disebabkan oleh kecelakaan lalu lintas dan 25-30% ada hubungannya dengan kelelahan (Van Ouwerkerk, 1987).

Berbagai negara melaporkan bahwa kelelahan merupakan suatu masalah untuk keselamatan di jalan raya (Soames J, Dalziel, 2001). Demikian juga di New South Wales yang dilaporkan oleh *Road and Traffic Authority* memperkirakan bahwa faktor kelelahan memberikan kontribusi sebesar 17% terjadinya kecelakaan fatal (RTA, 1995).

Saat ini belum ada cara untuk mengukur kelelahan secara langsung, hanya berupa indikator kelelahan kerja. Pengukuran kelelahan dapat dilakukan dengan cara mengukur kualitas dan

kuantitas kerja yang dilakukan, uji psikomotor, uji hilangnya kelipan, perasaan kelelahan secara subyektif dan uji mental (Grandjean, 2000). Pengukuran kelelahan dengan uji psikomotor melibatkan fungsi persepsi, interpretasi dan reaksi motorik. Salah satu yang dapat digunakan adalah dengan pengukuran waktu reaksi (*Reaction Time*). Waktu reaksi adalah jangka waktu pemberian suatu rangsang sampai kepada suatu saat kesadaran atau dilaksanakan kegiatan. Dalam uji waktu reaksi dapat digunakan nyala lampu atau denting suara yang merupakan petunjuk adanya pelambatan pada proses faal syaraf dan otot. Uji reaksi yang menggunakan stimuli cahaya, lebih signifikan dari pada uji reaksi dengan stimuli suara oleh karena stimuli cahaya lebih cepat diterima oleh reseptor daripada stimuli suara (Setyawati, 1996). Untuk mengukur perasaan kelelahan secara subyektif dapat dipakai *Subjective Self Rating Test* dari *Industrial Fatigue Research Committee (IFRC)* Jepang. Dapat juga dipakai Kuesioner Alat Ukur Perasaan Kelelahan (KAUPK2) (Setyawaty, 2004).

Kelelahan dapat dianggap sebagai masalah kesehatan masyarakat oleh karena: pertama, berbagai laporan kecelakaan di darat, termasuk kecelakaan kereta api, faktor kelelahan memberikan kontribusi terjadinya kecelakaan (Haworth, 1999), kemudian kecelakaan kerja yang terjadi di perusahaan lebih banyak terjadi pada shift pagi, disebabkan pekerja pada malam hari tidak istirahat karena setelah bekerja masih melakukan pekerjaan lain (Laporan Jamsostek,

2008) serta pekerja yang mengunjungi poliklinik perusahaan 65% mengaku kelelahan (Setyawaty, 2008).

Menurut HL. Blum, status kesehatan seseorang di pengaruhi oleh 4 faktor yaitu faktor lingkungan, faktor perilaku, faktor hereditas dan faktor pelayanan kesehatan. Demikian halnya dengan pendekatan epidemiologi bahwa faktor yang mempengaruhi terjadinya kecelakaan kerja adalah faktor *host* yakni pekerja, *agent* (pekerjaan) dan *environmental* (lingkungan kerja). Terkait dengan terjadinya kecelakaan lalu lintas maka dapat dianalogikan bahwa *host* adalah para pengemudi, sebagai *agent* nya adalah pekerjaan mengemudi (jarak, lama kerja, waktu kerja, istirahat) sedangkan sebagai *environmental* adalah lingkungan fisik (cuaca, kondisi jalanan, kondisi kendaraan).

Faktor manusia (pengemudi, penumpang dan pengguna jalan) memberikan kontribusi besar sebagai faktor risiko terjadinya kecelakaan. Seorang pengemudi harus memiliki keterampilan mengemudi yang baik dan kesehatan yang mendukung. Selain itu, status gizi pengemudi juga mempengaruhi kondisi kesehatannya. Status gizi yang kurang diasumsikan dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan antara lain kelelahan. Faktor perilaku pengemudi (tidak disiplin, ngebut, mabuk, dsb), kurang tidur (*slept less*), kecakapan pengemudi, pengalaman kerja (pengemudi lama/baru), begitu juga umur dan waktu istirahat pengemudi ikut berkontribusi

pada kecelakaan lalu lintas. Faktor lingkungan berupa kondisi jalanan, ketersediaan rambu lalu lintas, penerangan jalan, kondisi kendaraan, kecepatan mobil, jarak tujuan dan keadaan cuaca juga memberikan kontribusi sebagai faktor risiko terjadinya kecelakaan.

Kelelahan merupakan mekanisme perlindungan tubuh agar terhindar dari kerusakan yang lebih lanjut. Kelelahan kerja dipengaruhi oleh beberapa faktor yang sangat kompleks antara lain status gizi (kekurangan gizi), kondisi kesehatan, kurang tidur dan lain sebagainya. Faktor ini saling terkait satu dengan yang lainnya.

Proses terjadinya kelelahan pada pengemudi secara sederhana ada tiga tingkatan yakni pada tahap awal adanya kewaspadaan (*alertness*), selanjutnya pengemudi akan mengalami awal penurunan kewaspadaan yang nampak mengantuk (*drowsy*) dan pada tahap ini terjadi penurunan perhatian (kewaspadaan) sehingga mengemudikan kendaraan tidak terkontrol (*gazing vacantly at one unspecified point*) (Hattori, et al, 1987). Oleh sebab itu, untuk mencegah efek kelelahan yang lebih lanjut misalnya terjadi kecelakaan maka sebaiknya diadakan pemulihan dengan istirahat.

B. Rumusan Masalah

Melihat angka-angka kecelakaan yang semakin meningkat dan belum ditemukannya informasi yang jelas penyebab/faktor risiko terjadinya kecelakaan lalu lintas, maka berdasarkan uraian tersebut diatas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Sejauh mana para pengemudi bus malam mengalami kelelahan kerja pada saat mengemudi
2. Sejauh mana peran faktor gizi terhadap timbulnya kelelahan kerja pada pengemudi bus malam

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Untuk menilai risiko atas kecelakaan lalu lintas dan faktor-faktor yang berhubungan dengan kelelahan pada pengemudi angkutan bus.

2. Tujuan khusus

- a. Menilai kelelahan kerja pada pengemudi dengan pengukuran waktu reaksi dan adanya tanda-tanda mengantuk pada pengemudi bus malam
- b. Menilai status gizi dengan mengukur kadar hemoglobin, hematokrit, serum ferritin, IMT dan asupan gizi pada pengemudi bus malam.
- c. Menilai hubungan status gizi dengan waktu reaksi pada pengemudi bus malam.
- d. Menilai hubungan status gizi dengan mengantuk pada pengemudi bus malam.

D. Manfaat Penelitian

1. Apabila indikator status gizi berhubungan dengan kejadian kelelahan kerja maka studi ini dapat menjadi dasar untuk edukasi/penyuluhan kepada para pengemudi agar dapat memperhatikan asupan gizi
2. Meningkatkan status gizi dan kesehatan para pengemudi sehingga dapat meningkatkan kinerja pengemudi untuk mengurangi jumlah kejadian kecelakaan lalu lintas.
3. Dalam bidang keilmuan, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjelaskan pathogenesis terjadinya kelelahan sebagai faktor risiko kejadian kecelakaan lalu lintas.
4. Dalam bidang keilmuan, hasil penelitian ini akan mengungkapkan sejauh mana faktor gizi berhubungan dengan terjadinya kelelahan kerja sebagai faktor risiko kejadian kecelakaan lalu lintas
5. Dalam bidang program, hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan suatu acuan dalam tindakan preventif untuk menurunkan angka kejadian kecelakaan lalu lintas

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum tentang Kecelakaan Lalu Lintas

1. Definisi Kecelakaan Lalu Lintas

Kecelakaan adalah kejadian yang tidak terduga dan tidak diharapkan sebab dibelakang peristiwa itu tidak terdapat unsur kesengajaan, apalagi dalam bentuk perencanaan karena peristiwa kecelakaan disertai pula dengan kerugian material ataupun penderitaan dari yang berat sampai yang ringan (Suma'mur, 1987). Kecelakaan dapat terjadi setiap saat dan dimana saja, namun kecelakaan itu lebih sering terjadi pada manusia yang bergerak atau berlalu lintas. Secara garis besar Kecelakaan Lalu Lintas (KLL) dapat terjadi di darat (KLL darat), di laut (KLL laut) dan di udara (KLL udara). Kecelakaan lalu lintas darat adalah kecelakaan terkait kegiatan manusia bertransportasi atau berkendara yang lalu lalang di jalan raya (Bustan, 2007).

Menurut UU Lintas No. 3 Tahun 1985, kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak disangka-sangka dan tidak disengaja melibatkan kendaraan yang sedang bergerak atau tanpa pengguna jalan lainnya, mengakibatkan korban manusia dan kerugian materi dan juga merupakan kejadian akhir dari suatu

rentetan peristiwa yang tidak disengaja, dapat mengakibatkan kematian, luka-luka atau kerusakan harta.

Kecelakaan lalu lintas dapat terjadi di darat, laut dan udara. Kecelakaan lalu lintas disebabkan oleh berbagai faktor risiko baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Sebagai masalah kesehatan masyarakat ada beberapa masalah penting yang perlu dicermati antara lain bahwa angka kejadian dan kematian yang cukup tinggi, penyebab KLL sekitar 90 % disebabkan oleh faktor manusia (*human factor*). Pengguna jalan semakin meningkat jumlahnya, mobilitas manusia juga semakin meningkat (Bustan, 2007).

2. Faktor Risiko Kecelakaan Lalu Lintas

Berbagai faktor yang terlibat dalam KLL. Secara garis besar ada 5 faktor yang berkaitan dengan peristiwa KLL, yaitu faktor pengemudi, penumpang, pemakai jalan, kendaraan dan fasilitas jalanan (Bustan, 2007).

a. Faktor Manusia

Faktor manusia memberikan kontribusi terbesar sebagai penyebab kecelakaan yakni sebesar 91%. Faktor manusia terdiri dari pengemudi, penumpang dan pengguna jalan yang lain. Faktor pengemudi sendiri memberikan kontribusi sebesar 75 - 80 % terhadap KLL. Seorang pengemudi harus memiliki keterampilan mengemudi yang baik, kesehatan yang prima dan

memiliki Surat Izin Mengemudi (SIM). Pengemudi yang baru belajar mengemudi biasanya berisiko mengalami kecelakaan. Hal ini terkait dengan kecakapan pengemudi.

Faktor perilaku pengemudi (seperti tidak disiplin, ngebut, mengantuk, mabuk, menelepon sambil mengemudi) merupakan faktor risiko terjadinya kecelakaan lalu lintas. Demikian halnya bila pengemudi mengalami kelelahan akan berisiko terjadinya kecelakaan.

b. Faktor Kendaraan

Kontribusi faktor kendaraan untuk menyebabkan kecelakaan adalah sebesar 5%. Faktor kendaraan yang sering terjadi adalah ban pecah, rem tidak berfungsi sebagaimana mestinya, kelelahan logam yang mengakibatkan bagian kendaraan patah, peralatan yang sudah aus dan berbagai penyebab lainnya.

c. Faktor Jalanan

Faktor ini memberikan kontribusi terhadap kecelakaan lalu lintas sebesar 3%. Faktor jalanan terdiri dari keadaan fisik jalanan dan ketersediaan rambu-rambu lalu lintas, kecepatan rencana jalan. Keadaan jalan yang mempengaruhi terjadinya kecelakaan lalu lintas adalah struktur jalanan (datar, mendaki, menurun, lurus, berkelok-kelok), kondisi jalanan (mulus, berlubang-lubang, berbatu-batu), luas jalanan (jalan tol, lorong

sempit), status jalanan (jalan desa/jalan propinsi/negara), ada tidaknya pengaman di daerah pegunungan, ada tidaknya median jalan, jarak pandang serta jarak tujuan. Jalan yang dilengkapi dengan rambu-rambu lalu lintas dapat mengurangi terjadinya kecelakaan lalu lintas karena rambu tersebut bisa menjadi peringatan bagi pengguna jalan. Kemacetan di jalan raya dapat menyebabkan kecelakaan, begitu pula jalanan yang sepi rawan terhadap kecelakaan karena memancing pengguna jalan yang menggunakan kendaraan untuk memacu kendaraannya.

d. Faktor lingkungan

Faktor ini memberikan kontribusi pada kecelakaan lalu lintas sebesar 1%. Faktor tersebut adalah kondisi cuaca dan geografik, adanya kabut, hujan, dan jalan licin dapat menjadi faktor risiko terjadinya kecelakaan lalu lintas. Kondisi hujan mempengaruhi unjuk kerja kendaraan seperti jarak pengereman menjadi lebih jauh, jalan menjadi lebih licin, jarak pandang juga terpengaruh karena penghapus kaca tidak bisa bekerja secara sempurna atau lebatnya hujan mengakibatkan jarak pandang menjadi terbatas.

3. Epidemiologi Kecelakaan Lalu Lintas

Dipandang dari sudut epidemiologi, kecelakaan adalah suatu kejadian sebagai akibat dari interaksi antara 3 komponen yaitu

agent, host serta *environment*. *Agent* pada penyakit menular berbeda dengan *agent* pada kecelakaan, dimana pada penyakit menular penyebabnya dapat berupa bakteri tunggal, sedangkan pada kecelakaan diperlukan beberapa faktor penyebab. Pada kecelakaan lalu lintas, penyebabnya dapat berupa keadaan jalan, keadaan kendaraan dan pengemudi.

Host adalah orang yang mempunyai risiko untuk ditimpa oleh suatu problem penyakit dan yang menjadi *host* dalam kecelakaan lalu lintas adalah pejalan kaki, pengendara dan penumpang kendaraan bermotor. Sedangkan dari faktor *environmental* yaitu lingkungan fisik, biologis, dan sosial. Faktor lingkungan fisik, misalnya : keadaan cuaca, penerangan, kondisi jalan dan desain dari kendaraan. Termasuk lingkungan sosial, peraturan lalu lintas, disiplin masyarakat dan lain-lain.

Kecelakaan lalu lintas di Indonesia lebih banyak terjadi di daerah perkotaan bila dibandingkan dengan daerah pedesaan. Masyarakat kota lebih berisiko mengalami kecelakaan lalu lintas. Penyebabnya antara lain mobilitas yang tinggi, jumlah kendaraan dan faktor kondisi jalan raya. Keberadaan jalan baru di negara berkembang cenderung meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas.

Bagi seorang pengemudi hal-hal yang terkait dengan perilaku (ngebut, tidak disiplin/melanggar rambu-rambu lalu lintas), kondisi kesehatan (kelelahan, mengantuk, mabuk), umur dan

kecakapan pengemudi merupakan faktor-faktor risiko penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas.

Kelelahan mempunyai konsekuensi yang spesifik pada tindakan (perilaku dalam mengemudi) antara lain dalam hal kecepatan bereaksi, cara mengemudi (*steering*), kecepatan mengemudi dan kemampuan pengemudi dalam menjaga kecepatannya (*following behaviour*).

Prevalensi pengemudi yang mengalami kelelahan pada berbagai negara berbeda antara lain di Great Britain (UK) yang dilaporkan Maycock (1997) bahwa 29 % responden merasakan hampir tertidur (*falling asleep*) pada saat mengemudi, kemudian di Norwegia yang dilaporkan oleh Sarbeg (1999) bahwa 10 % pengemudi laki-laki dan 4 % pengemudi wanita mengalami ketiduran (*fallen asleep*) pada saat mengemudi selama 12 bulan terakhir, 4 % daripada kejadian ini berdampak kecelakaan. Dilaporkan oleh Vanlaar (2007) bahwa hampir 60 % pengemudi di Ontario (Kanada) mengakui bahwa mereka kadang mengemudi pada saat mereka kelelahan dan 14.5 % pengemudi di Ontario mengatakan bahwa mereka ketiduran (*fell asleep*) atau kepala terjatuh (*nodded off*) pada saat mengemudi paling sedikit satu kali dalam setahun. Demikian juga yang dilaporkan National Sleep Foundation (2002-2005) di USA bahwa 60 % pengemudi dewasa dan 51 % pengemudi remaja, mengemudi dalam keadaan

mengantuk (*drowsy*) sedikitnya sekali dalam setahun, 14 % dari pengemudi dewasa dan 15 % dari pengemudi remaja mengatakan bahwa, mengemudi dalam keadaan mengantuk (*drowsy*) sedikitnya sekali dalam seminggu, 37 % dari pengemudi dewasa dan 5 % pengemudi remaja mengatakan bahwa kepala terjatuh (*nodded off*) atau tertidur (*fallen asleep*) pada saat sedang mengemudi.

Umumnya pada pengemudi yang lebih muda, mengemudi pada keadaan lelah termasuk biasa karena berhubungan dengan faktor gaya hidup. Remaja membutuhkan lebih banyak tidur dibandingkan dengan orang dewasa, dimana pada umumnya para remaja tidak memperhatikan hal ini, kelelahan lebih berdampak besar pada remaja daripada orang dewasa.

Harrison (2006) mensurvei pengemudi yang berumur antara 18-25 tahun di Victoria bahwa 43 % mengalami kelelahan mental dan mengantuk pada saat mengemudi, 40 % mengalami dengan kelelahan fisik (*tired or worn out*), 10 % mengakui sebelum mengemudi tidak tidur selama 24 jam dalam 2 minggu terakhir dan 3 % mengakui kepala terjatuh (*nodding off*) pada saat mengemudi.

Survey di beberapa negara (Australia, France, Ireland, Netherland, USA) menunjukkan bahwa lebih dari 50 % pengemudi jarak jauh pernah atau sesekali hampir tertidur (*fallen asleep*) pada saat mengemudi. Sementara itu, survei pada pengemudi truk jarak jauh (Dutch, German, Belgian, Danish dan Italian) menunjukkan

bahwa 43 % hampir tertidur (*fall asleep*), tetapi tidak sampai tertidur sebenarnya (*fallen asleep*), 9 % tertidur (*actually have fallen asleep*), tetapi tidak mengalami kecelakaan dan 7 % mengalami kecelakaan pada saat mengantuk sementara mengemudi. Total 60% pengemudi truk di Eropa dilaporkan mengalami hampir tertidur saat mengemudi. Demikian juga yang dilaporkan Van Ouwerkerk menunjukkan hal yang sama untuk USA (64 %), Australia (60 %) dan Irlandia (45 %).

Sebuah survei dari Finlandia mengemukakan bahwa diantara 317 pengemudi truk laki-laki khususnya yang jarak jauh mengalami kelelahan pada saat mengemudi, lebih 40 % tertidur sebentar (*dozing off*) pada 3 bulan terakhir dan 25 % dilaporkan mengalami kejadian yang kedua kalinya pada periode yang sama. Akan tetapi, pada pengemudi truk jarak dekat hanya 15 % yang dilaporkan tertidur sebentar (*dozing off*) pada saat mengemudi.

B. Tinjauan Umum tentang Kelelahan

1. Definisi Kelelahan

Dalam beberapa literatur banyak definisi tentang kelelahan dikemukakan. Konsep tentang "*fatigue*", "*sleepiness*" and "*drowsiness*" sering digunakan bertukaran. *Sleepiness* (rasa kantuk) adalah bagian dari kelelahan (*fatigue*) yang mungkin lebih mudah untuk mendefinisikannya. Rasa kantuk dapat didefinisikan

sebagai proses neurobiologikal yang membutuhkan tidur, mulai secara fisiologis akan terjaga (*physiological wake*) yang kemudian akan tidur (*sleep drives*). Kelelahan mulanya dihubungkan dengan penampilan kerja (tugas) juga merupakan proses fisiologis sebagai kekurangan tenaga (*energy*) untuk berbuat sesuatu, keengganan atau ketidak inginan untuk bekerja. Jadi, rasa kantuk adalah keinginan untuk tidur dan kelelahan dapat dikatakan merupakan mekanisme tubuh untuk mengakhiri aktivitas terus menerus, baik aktivitas fisik atau mental. Jadi, penyebab kelelahan dan rasa kantuk mungkin dapat berbeda akan tetapi efek rasa kantuk sama (ERSO, NHTSA. 2006).

Menurut Grandjean (2000) kelelahan dapat didefinisikan sebagai keadaan kehilangan efisiensi dan penurunan kapasitas kerja, yang berbeda-beda pada setiap individu. Kelelahan dapat dikatakan kehilangan kesiapsiagaan. Lelah bagi setiap orang akan mempunyai arti tersendiri dan sifatnya subyektif. Lelah merupakan suatu perasaan. Kelelahan yang dimaksud disini adalah aneka keadaan yang disertai penurunan efisiensi dan ketahanan dalam bekerja.

Berikut ini akan dijelaskan komponen fisiologis dan psikologis kelelahan. Secara fisiologis kelelahan dihubungkan dengan pergantian aktivitas otak, gerakan mata, gerakan kepala, tonus otot, denyut jantung. Sedangkan komponen psikologis dihubungkan

dengan mood dan motivasi yang merupakan fungsi psikomotor dan kognitif.

2. Fisiologi Kelelahan Kerja

Telah dijelaskan bahwa kelelahan terdiri dari komponen fisiologis dan komponen psikologis. Bila terjadi kelelahan, temperatur tubuh, detak jantung, tekanan darah, pernapasan dan produksi adrenalin akan turun. Ketika kelelahan, seseorang mungkin akan kelihatan tertidur sejenak (*micro-sleeps*). *Micro-sleeps* adalah tidur sebentar (*brief naps*) yang berlangsung 4 - 5 detik. Sedangkan komponen psikologis adalah berhubungan dengan perasaan (mood) dan motivasi yang merupakan fungsi dari psikomotor.

Perasaan lelah adalah reaksi fungsional dari pusat kesadaran yaitu *cortex cerebri*, yang dipengaruhi oleh dua sistem antagonistik, yaitu sistem penghambat (*inhibisi*) dan sistem penggerak (*aktivasi*). Sistem penghambat terdapat di *thalamus* yang mampu menurunkan kemampuan manusia bereaksi dan menyebabkan kecenderungan untuk tidur. Adapun sistem penggerak terdapat dalam *formatio retikularis* yang dapat merangsang pusat-pusat vegetatif untuk konversi ergotropis dari peralatan dalam tubuh untuk bekerja. Maka keadaan seseorang pada suatu saat sangat tergantung kepada hasil kerja diantara dua sistem antagonistik tersebut. Apabila sistem penghambat lebih kuat, seseorang berada

dalam kelelahan. Sebaliknya, manakala sistem aktivasi lebih kuat seseorang dalam keadaan segar untuk bekerja (Suma'mur, 1989).

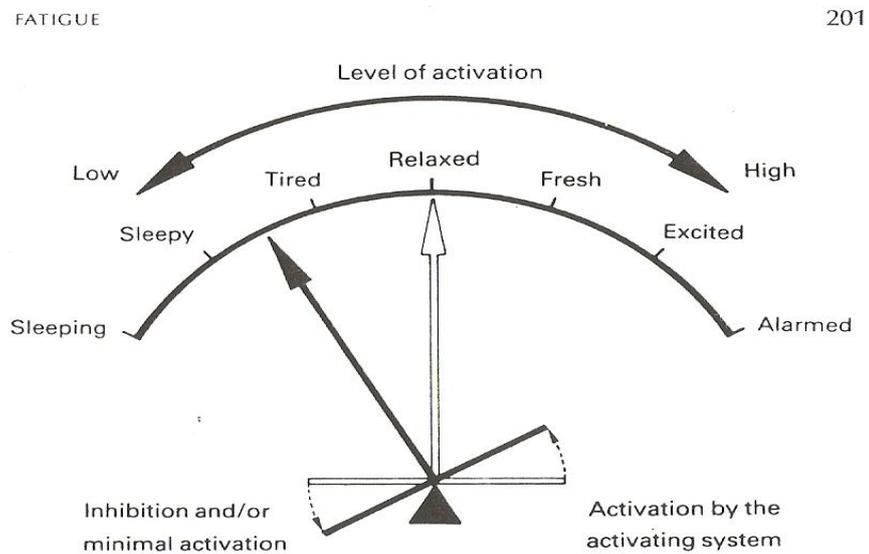
Secara fisiologi dapat dijelaskan bahwa kelelahan merupakan akumulasi asam laktat yang terjadi di otot, saraf tepi dan sentral. Pada saat otot berkontraksi, glikogen diubah menjadi asam laktat. Asam ini merupakan produk yang dapat menghambat kontinuitas kerja otot sehingga terjadi kelelahan. Pada stadium pemulihan terjadi proses yang mengubah asam laktat menjadi glikogen kembali sehingga memungkinkan otot-otot dapat berubah normal.

Penyediaan oksigen yang ada dalam tubuh turut berperan dalam kecepatan pemulihan fungsi otot. Kekurangan oksigen dan adanya penimbunan hasil metabolisme otot yang tidak masuk dalam aliran darah akan menimbulkan kelelahan. Kelelahan juga diatur oleh saraf pusat yang ada di otak. Pada susunan saraf pusat ini terdapat aktivasi (penggerak) dan *inhibisi* (penghambat). Sistem aktivasi bersifat simpatis yang merangsang saraf untuk bekerja. Sedangkan *inhibisi* bersifat parasimpatis yang menghambat kemampuan seseorang untuk bereaksi.

Agar tenaga kerja berada dalam keserasian, maka kedua sistem ini harus memberikan stabilitas kepada tubuh. Menurut Grandjean (2000), jika pengaruh sistem *aktivasi* ini lebih kuat, maka tubuh berada dalam keadaan siaga untuk merespon stimulus.

Namun, apabila sistem *inhibisi* lebih kuat dan sistem *aktivasi* rendah, maka tubuh akan mengalami penurunan kesiagaan untuk bereaksi terhadap suatu rangsang, sehingga terjadi kelelahan.

Berikut ini adalah model teori yang menggambarkan mekanisme neurofisiologi yang mengatur fungsi tubuh. Tingkatan aktivasi ini pada korteks serebral.



Gambar 2.1 Model teoritis mekanisme neurophysiological yang mengatur fungsi tubuh (Kroemer, KHE and Grandjean, 2000)

Menurut Grandjean (2000) kelelahan digolongkan atas :

- a. Kelelahan otot dengan tanda-tanda : berkurangnya kemampuan untuk menjadi pendek ukurannya, bertambahnya waktu kontraksi dan relaksasi dan memanjangnya waktu laten, yaitu waktu di antara perangsangan dan saat mulai kontraksi.
- b. Kelelahan umum; kelelahan dengan turunnya efisiensi dan ketahanan dalam bekerja meliputi segenap kelelahan tanpa

memandang apapun penyebabnya, seperti kelelahan yang sumber utamanya adalah mata, kelelahan fisik umum, kelelahan mental, kelelahan saraf, kelelahan oleh lingkungan yang monoton, kelelahan oleh lingkungan kronis terus-menerus sebagai pengaruh aneka faktor secara menetap dan kelelahan oleh karena *cyrcardian* yakni menunda periode waktu tidur (kekurangan waktu tidur).

3. Faktor Penyebab Kelelahan Kerja

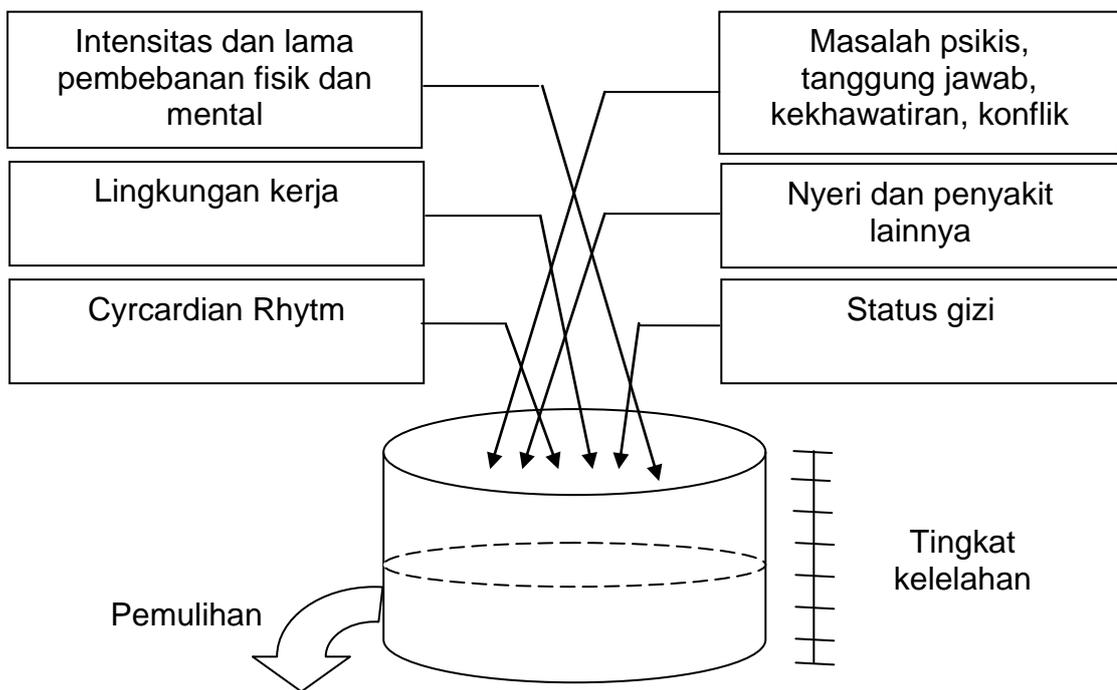
Penyebab kelelahan secara garis besar disebabkan oleh beban kerja baik berupa beban kerja faktor eksternal berupa tugas (*task*) itu sendiri, organisasi (waktu kerja, istirahat, kerja gilir, kerja malam, dll) dan lingkungan kerja (fisik, kimia biologi, ergonomis dan psikologis). Sedangkan beban kerja faktor internal yang berasal dari dalam tubuh itu sendiri berupa faktor somatis (umur, jenis kelamin, ukuran tubuh, kondisi kesehatan, status gizi) dan faktor psikis (motivasi, kepuasan kerja, keinginan, dll).

Menurut Setyawati (1994) kelelahan terbagi menjadi :

- a. Kelelahan fisiologis, yaitu kelelahan yang disebabkan oleh faktor fisik di tempat kerja antara lain oleh suhu dan kebisingan, getaran dan pencahayaan.
- b. Kelelahan psikologis, yaitu kelelahan yang disebabkan antara lain oleh faktor psikologis, monotoni pekerjaan (kebosanan sebagai gejala subjektif yang disebabkan oleh pekerjaan),

bekerja karena terpaksa dan pekerjaan yang bertumpuk-tumpuk.

Grandjean (2000) berpandangan bahwa kelelahan kerja merupakan kombinasi dari berbagai efek yang dapat menimbulkan kelelahan dan pemulihan untuk menyeimbangkannya faktor tersebut adalah :



Gambar 2.2 Bagan teoritis kombinasi berbagai efek yang dapat menimbulkan kelelahan, dan pemulihan untuk menyeimbangkannya (Grandjean, 2000)

Suma'mur dalam Ergonomi untuk Produktivitas Kerja (1989), membedakan penyebab kelelahan menjadi keadaan monoton, beban dan lamanya pekerjaan baik fisik maupun mental, keadaan lingkungan seperti cuaca kerja, penerangan dan kebisingan,

keadaan kejiwaan seperti tanggung jawab, kekhawatiran atau konflik, penyakit, perasaan sakit dan keadaan gizi.

Selain itu, beberapa penyebab yang cukup mempengaruhi kelelahan kerja, seperti yang dilansir dari beberapa sumber, antara lain pekerjaan yang berlebihan, kekurangan sumber daya manusia yang kompeten mengakibatkan menumpuknya pekerjaan yang seharusnya dikerjakan dengan jumlah karyawan yang lebih banyak. Selain itu, batas waktu yang diberikan singkat sehingga kekurangan waktu.

4. Tanda-tanda Kelelahan Kerja

Tanda-tanda kelelahan yang utama adalah hambatan terhadap fungsi-fungsi kesadaran otak dan perubahan-perubahan pada organ-organ di luar kesadaran. Seseorang yang lelah menunjukkan gejala antara lain penurunan perhatian, perlambatan dan hambatan persepsi, lambat dan sukar berpikir, penurunan kemauan atau dorongan untuk bekerja, kurangnya efisiensi kegiatan-kegiatan fisik dan mental.

Keadaan seperti tersebut diatas dapat menjadi sebab terjadinya kecelakaan sebagai akibat menurunnya kewaspadaan. Bagi pengemudi, dalam bekerja seyogyanya harus senantiasa sigap dan berkonsentrasi, perhatian yang fokus dalam mengemudikan kendaraan.

Salah satu penyebab kelelahan pada pengemudi adalah kurangnya waktu tidur yang dapat disebabkan oleh antara lain panjangnya waktu tugas, adanya kegiatan lain selain kerja. Dikatakan kurang tidur selama 7 - 8 jam sebelum perjalanan berisiko untuk mengalami kelelahan dan mengantuk. Oleh karena itu, mengantuk juga dapat dikatakan bagian dari adanya kelelahan akibat panjangnya waktu tugas. Dengan adanya rasa kantuk, selanjutnya akan mengakibatkan penurunan kewaspadaan yang dapat berakibat terjadinya kecelakaan.

5. Pengukuran Kelelahan Kerja

Sampai saat ini belum ada cara untuk mengukur tingkat kelelahan secara langsung. Pengukuran-pengukuran yang dilakukan oleh para peneliti sebelumnya hanya berupa indikator yang menunjukkan terjadinya kelelahan akibat kerja. Grandjean (2000), mengelompokkan metode pengukuran kelelahan dalam beberapa kelompok sebagai berikut :

a. Kualitas dan kuantitas kerja yang dilakukan

Pada metode ini, kualitas *output* digambarkan sebagai jumlah proses kerja (waktu yang digunakan 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, penolakan

produk) atau frekuensi kecelakaan dapat menggambarkan terjadinya kelelahan, tetapi faktor tersebut bukanlah merupakan *causal factor*.

b. Uji psikomotor (*Psychomotor test*)

1) 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 rangsang 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.

2) Sanders dan Mc.Cormick (1987), mengatakan bahwa waktu reaksi adalah waktu untuk membuat suatu respon yang spesifik saat satu stimuli terjadi. Waktu reaksi terpendek biasanya berkisar antara 150 s/d 200 millidetik. Waktu reaksi tergantung dari stimuli yang dibuat, intensitas dan lamanya perangsangan, umur subjek, dan perbedaan-perbedaan individu lainnya.

3) Setyawati (1994), melaporkan bahwa dalam uji waktu reaksi, ternyata stimuli terhadap cahaya lebih signifikan daripada

stimuli suara. Hal tersebut disebabkan karena stimuli suara lebih cepat diterima oleh reseptor daripada stimuli cahaya.

4) Alat ukur waktu reaksi yang telah dikembangkan di Indonesia biasanya menggunakan nyala lampu dan denting suara sebagai stimuli.

c. Uji hilangnya 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.

d. Perasaan kelelahan secara subjektif (*Subjective feelings of fatigue*)

Subjective Self Rating Test dari *Industrial Fatigue Research Committee (IFRC)* Jepang, merupakan salah satu kuesioner yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kelelahan subjektif. Selain itu, dapat pula digunakan kuesioner untuk mengukur tingkat kelelahan subjektif (KAUPK2)

e. Uji mental

Pada metode ini, konsentrasi merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menguji ketelitian dan kecepatan menyelesaikan pekerjaan. *Bourdon Wiersma test*, merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk menguji kecepatan,

ketelitian dan konstansi. Hasil test akan menunjukkan bahwa semakin lelah seseorang maka tingkat kecepatan, ketelitian dan konstansi akan semakin rendah atau sebaliknya. Namun demikian, *Bourdon Wiersma test* lebih tepat untuk mengukur kelelahan akibat aktivitas atau pekerjaan yang lebih bersifat mental.

Salah satu cara untuk mengukur kewaspadaan pengemudi adalah *Electroencephalography* (EEG) yang mengukur gelombang otak dengan berbagai frekuensi. Aktivitas otak adalah sesuai dengan ritme (*ryhtm*). Definisi ritme adalah frekuensi yang terdiri dari delta (0,5-4 Hz), theta (4- 7 Hz), alpha (8-13 hz) dan beta (13-30 Hz). Gelombang delta adalah merupakan transisi dari *drowsiness* ke tidur. Ritme theta menggantikan komponen alpha pada saat tidur. Gelombang beta dihubungkan dengan peningkatan kewaspadaan, membangunkan kegembiraan (Lal & Craig, 2001).

Pengukuran kelelahan pada penelitian ini adalah dengan waktu reaksi dan juga kondisi mengantuk. Beberapa penelitian tentang kelelahan dengan pengukuran waktu reaksi, variabel-variabel yang diteliti terdiri variabel stress kerja, suhu lingkungan kerja, kadar hemoglobin telah dilakukan. Sedangkan kelelahan dengan mengukur variabel mengantuk (tanda-tanda mengantuk) pada pengemudi dengan metode mengikuti

(mendampingi pengemudi) selama dalam perjalanan merupakan hal yang baru dilakukan.

Tanda- tanda mengantuk pada penelitian ini berdasarkan tanda- tanda mengantuk pada penelitian yang dilakukan dengan simulasi (Vural et al, 2006). Tanda-tanda mengantuk yang akan di observasi antara lain menguap, menggerakkan kepala kekiri dan kekanan (head movement), mengusap muka dan sebagainya.

6. Penanggulangan Kelelahan Kerja

Menurut Levy (1990), penanggulangan kelelahan kerja secara umum pada tenaga kerja dapat dilakukan hal-hal sebagai berikut:

- a. Lingkungan kerja bebas dari zat berbahaya, penerangan memadai, sesuai dengan jenis pekerjaan yang dihadapi, maupun pengaturan udara yang adekuat, bebas dari kebisingan, getaran, serta ketidak nyamanan.
- b. Waktu kerja diselingi istirahat pendek dan istirahat untuk makan.
- c. Kesehatan umum dijaga dan dimonitor.
- d. Pemberian gizi kerja yang memadai sesuai dengan jenis pekerjaan dan beban kerja.
- e. Beban kerja berat tidak berlangsung terlalu lama.

- f. Tempat tinggal diusahakan sedekat mungkin dengan tempat kerja, kalau perlu bagi tenaga kerja dengan tempat tinggal jauh diusahakan transportasi dari perusahaan.
- g. Pembinaan mental secara teratur dan berkala dalam rangka stabilitas kerja dan kehidupannya.
- h. Disediakan fasilitas rekreasi, waktu rekreasi dan istirahat dilaksanakan secara baik.
- i. Cuti dan liburan diselenggarakan sebaik-baiknya.
- j. Diberikan perhatian khusus pada kelompok tertentu seperti tenaga kerja beda usia, wanita hamil dan menyusui, tenaga kerja dengan kerja gilir di malam hari, tenaga baru pindahan.
- k. Mengusahakan tenaga kerja bebas alkohol, narkoba dan obat berbahaya.

C. Tinjauan Umum tentang Kelelahan Pada Pengemudi

1. Penyebab kelelahan pada pengemudi

Pekerjaan disatu pihak merupakan hal yang penting bagi seseorang untuk mencapai kehidupan yang produktif, dilain pihak dengan bekerja tubuh akan menerima beban dari luar tubuhnya. Beban tersebut dapat berupa beban fisik dan juga beban mental. Menurut Manuaba (2000) bahwa secara umum hubungan antara beban kerja dan kapasitas kerja dipengaruhi oleh berbagai faktor yang sangat kompleks, baik faktor internal maupun faktor eksternal. Beban kerja oleh karena faktor eksternal berasal dari

luar tubuh pekerja berupa tugas (*task*) itu sendiri, organisasi dan lingkungan kerja. Ketiga hal tadi disebut sebagai *stressor*. Demikian halnya bekerja sebagai pengemudi akan menerima beban kerja baik berupa beban fisik maupun beban mental.

Metode kerja pada pengemudi angkutan umum, bekerja pada periode waktu baik pada siang hari maupun pada malam hari bahkan sampai pagi. Jadwal berangkatnya pada malam hari antara pukul 20.00-22.00 dan tiba pada pagi hari di tujuan. Setelah sampai ditujuan para pengemudi kembali bekerja untuk memeriksa kendaraan, membersihkan kendaraannya. Pada siang hari barulah mereka dapat beristirahat. Para pengemudi datang kurang lebih 1 jam sebelum berangkat.

Melihat metode kerja demikian maka kelelahan biasanya terjadi pada akhir jam kerja yang disebabkan oleh karena berbagai faktor, seperti monoton, kerja otot statis, alat dan sarana kerja yang tidak sesuai dengan antropometri pemakainya, stasiun kerja yang tidak ergonomis, sikap paksa dan pengaturan waktu kerja-istirahat yang tidak tepat. Selain itu faktor psikologis berupa adanya stress, baik yang akut maupun yang kronik. Para pengemudi yang bekerja malam hari akan mengalami beberapa beban kerja antara lain periode waktu, monoton, sikap kerja (duduk) yang lama, stasiun kerja (tempat duduk, tombol-tombol kontrol, pedal gas, pedal rem dan juga persneling), beban berupa

iklim kerja yang dingin, *polutan indoor* dalam ruangan kemudi (dapat berasal dari dalam dan dari luar berupa gas buangan kendaraan). Disamping beban kerja psikis berupa konsentrasi yang terus-menerus dalam jangka lama. Hal-hal tersebut diatas merupakan aspek yang menyebabkan kelelahan kerja pada pengemudi.

Menurut European Road Safety Observatory, penyebab kelelahan pada pengemudi antara lain tidak tidur atau kekurangan waktu tidur, jam tidur biologis, waktu tugas yang panjang, kerja yang monoton, kondisi kesehatan pengemudi. Berikut ini penjelasan dari penyebab pengemudi kelelahan adalah sebagai berikut :

a. Tidak tidur atau kekurangan waktu waktu tidur

Manusia rata-rata membutuhkan tidur selama 8 jam untuk setiap siklus 24 jam. Tidur sebelum kerja adalah faktor utama yang mempengaruhi kondisi terjaga dan tingkat kewaspadaan pengemudi. Kurang tidur kronis adalah hasil dari tidak dicukupinya waktu tidur dalam jangka waktu yang lama. Kurang tidur akut dapat terjadi setelah suatu kualitas tidur yang buruk atau suatu malam yang singkat. Jika terlalu sedikit waktu tidur dalam periode 24 jam, disebut sebagai suatu kurang tidur akut parsial. Kurang tidur akut lengkap jika dalam periode 24 jam sama sekali tidak tidur.

Selain jumlah tidur, kualitas tidur juga sangat penting. Jika tidur terganggu secara teratur, akan berdampak sama dengan tidur yang terlalu sedikit. Kualitas tidur dipengaruhi oleh gangguan tidur seperti *sleep apnoea* (berhenti bernapas sesaat pada waktu tidur) dan *narcolepsy* (kecenderungan untuk tiba-tiba tertidur). Tapi dapat juga sebagai akibat dari penyakit kronis dan/atau pengobatan atau faktor-faktor luar seperti kondisi lingkungan yang ribut atau tidak nyaman.

b. *Cyrcadian rhythm (internal body clock)*

Kelelahan berhubungan dengan *cycardian rhythm* yaitu jam biologis internal yang mengkoordinasikan prioritas psikologi kegiatan sehari-hari seperti tidur, temperatur tubuh, pencernaan, unjuk kerja dan lain sebagainya. Sehingga, hal ini mempengaruhi secara langsung pada tingkat kewaspadaan, mood, motivasi dan unjuk kerja.

Siklus tubuh alami atau *cycardian rhythm* peranannya penting bagi manusia. Otak dan tubuh dibiasakan dengan siklus normal tubuh dimana mereka menentang perubahan-perubahan (misal yang disebabkan oleh jadwal kerja). Tubuh manusia memiliki kebutuhan tidur yang lebih besar pada suatu waktu tertentu dalam siklus 24 jam dibanding waktu yang lain (kira-kira antara tengah malam sampai jam 4 pagi dan waktu tidur yang lebih pendek antara jam 2 sampai 4 sore). Pada

saat seperti ini, ada kecenderungan alamiah untuk tidur dan jika hal ini tidak terlaksana, maka akan muncul rasa kantuk. Pergeseran kerja secara tiba-tiba akan mengganggu pola tidur normal. Istilah *sleepiness* (ketertiduran) kemudian menjadi karakteristik tipikal diantara kebanyakan pekerja-pekerja shift.

c. Lama kerja (*Time-on task*)

Perpanjangan aktivitas yang tidak dapat dielakkan akan menyebabkan kelelahan fisik dan mental. Para peneliti menghubungkan lamanya suatu aktivitas atau disebut juga *time-on-task* dengan simptom kelelahan. Salah satu penyebab kelelahan pada pengemudi adalah *time-on-task*, yaitu lamanya waktu mengemudi. Kelelahan yang disebabkan oleh perpanjangan waktu mengemudi dapat dikurangi dengan sering beristirahat. Untuk pengemudi profesional, *time-on task* relevannya lebih baik dilihat sebagai total waktu kerja (termasuk waktu mengemudi).

Pengemudi profesional sering melakukan banyak tugas selain mengemudi. Untuk pengemudi profesional, jam kerja yang panjang sering dilaksanakan dengan cara bangun lebih awal dan mengurangi tidur.

d. Monoton

Suatu tugas dinyatakan monoton jika stimulansinya tidak berubah atau perubahannya dapat diprediksi atau ada

pengulangan yang sering. Lingkungan jalan-jalan tol dimana jarang terjadi perubahan-perubahan dan sedikit jumlah rambu dan kepadatan arus lalu lintasnya termasuk dalam kategori ini. O'Hanlon dan Kelly menyatakan bahwa mengemudi di jalan yang monoton dapat menurunkan kewaspadaan pengemudi sebagai ekspresi dari kelelahan. Thiffault dan Bergeron menemukan bahwa pada situasi mengemudi yang monoton, pengemudi lebih sering menggerakkan kemudinya, hal ini menunjukkan efek kelelahan dan kewaspadaan yang disebabkan oleh situasi jalan yang monoton adalah relatif besar, juga mengemudi pada jalan panjang dan relatif monoton jelas mempunyai efek negatif pada *valid peripheral* medan visual dari pengemudi.

e. Karakteristik individu/kondisi fisik

Karakteristik individu seperti usia, kondisi fisik, alkoholis dan sebagainya, juga mempengaruhi seberapa cepat pengemudi mengalami kelelahan dan seberapa baik mereka dapat mengatasinya. Contohnya, manula (berumur 70 tahun lebih) dan manusia dengan kondisi kesehatan yang buruk rentan terkena kelelahan.

Perubahan dalam kebiasaan tidur menyertai transisi remaja ke dewasa muda; remaja mungkin mengalami kehilangan waktu tidur kronis yang membuat mereka extra rentan terhadap efek

sesaat dari kelelahan yang disebabkan oleh alkohol, obat-obatan atau kualitas tidur yang buruk. Penggunaan alkohol mempunyai efek mengantuk, tetapi alkohol yang dikonsumsi dalam waktu satu jam pada periode waktu tidur muncul untuk mengganggu pada paruh kedua periode tidur. Beberapa karakteristik individu tertentu mencemaskan gangguan tidur. Ada 2 gangguan tidur yang diketahui berpengaruh kepada pengemudi. *Narcolepsy* adalah gangguan tidur yang jarang, yang menyerang 1 diantara 2000 orang, penderita pada umumnya mengalami serangan tidur dimana mereka tertidur tanpa ada tanda-tanda atau peringatan, ini sering terjadi pada waktu yang tidak diharapkan bahkan pada saat sesudah tidur malam yang baik. *Narcolepsy* menyebabkan potensi bahaya yang nyata kepada pengemudi. Episode tidur *narcolepsy* dapat berlangsung beberapa detik sampai satu jam. Efek samping gangguan yang mungkin terjadi, termasuk halusinasi, kelumpuhan sesaat pada saat terbangun dan *cataplexy* (kehilangan kontrol otot pada situasi emosional). Gangguan ini diturunkan secara genetik dan dapat diobati dengan stimulan dan anti depresan.

Undang-undang terkait *narcolepsy* dan kebugaran dalam mengemudi berbeda diantara negara-negara Uni Eropa, misalnya di UK penderita *narcolepsy* biasanya dilarang untuk

mengemudi sementara di beberapa negara Uni Eropa sangat kurang undang-undang spesifik terkait *narcolepsy*.

Sleep apnoea obstructif dicirikan dengan keterbatasan aliran udara selama tidur, disebabkan oleh tertutupnya saluran napas bagian atas. Seseorang dengan *sleep apnoea* kekurangan oksigen ketika tidur, menyebabkan penderita sering terbangun, tidur terputus dan kurang istirahat. Penderita pada umumnya lelah sepanjang hari dan lebih cenderung mengalami simptom kelelahan, termasuk "*micro sleep*" (episode tidur pada saat yang tidak diharapkan yang berlangsung beberapa detik). Symptoms *sleep apnoea* dapat bertambah buruk bila mengkonsumsi alkohol dan rokok.

Data epidemiologi mengindikasikan bahwa paling sedikit 5 juta pasien menderita *sleep apnoea* di seluruh Eropa, ini merupakan 0.7 % dari populasi Eropa. Tentu saja pasien yang tercatat adalah dibawah estimasi seluruh penderita. Diperkirakan ada 5 % dari populasi yang menderita gangguan ini.

Di Eropa tidak ada aturan yang diterima secara merata terkait ijin mengemudi dan *sleep apnoea*. Beberapa ijin mengemudi nasional Eropa tidak secara spesifik menunjuk *sleep apnoea* atau tidur yang berlebihan.

Faktor yang paling banyak menyebabkan kelelahan adalah kurang tidur, kualitas tidur yang buruk termasuk jam internal tubuh.

Disamping faktor-faktor umum ini, perpanjangan waktu mengemudi (*time-on-task*), terutama jika pengemudi tidak mengambil waktu istirahat yang cukup.

Pada kelompok pengemudi tertentu, misal pengemudi profesional, faktor ini sering memainkan peranan yang penting sehubungan dengan jadwal kerja yang panjang atau tak beraturan.

Pada sebagian kecil populasi umum (beberapa persen) *sleep apnoea* menyumbang ketertiduran diatas rata-rata

2. Efek kelelahan pada pengemudi

Menurut Lyznicki et al (1998) kelelahan pada pengemudi berakibat pada unjuk kerjanya antara lain kewaspadaan menurun (*alertless*), perpanjangan waktu reaksi, masalah memori, keterlambatan koordinasi, kehilangan proses informasi dan juga menyebabkan turunnya motivasi. Motivasi untuk melaksanakan suatu tugas berkurang, komunikasi dan interaksi sekeliling juga menurun. Kelelahan berdampak menurunnya kemampuan dan motivasi kerja, hal ini juga terjadi pada pekerjaan mengemudi. Kelelahan ini mempunyai dampak yang spesifik pada perilaku pengemudi (*driving behavior*).

Perilaku mengemudi yang utama bila mengalami kelelahan adalah pengalihan perhatian dari jalanan yang berdampak pada berkurangnya performa pada saat menyetir (Brown, 1994). Riset yang dilakukan oleh Harrison (2000) telah menemukan bahwa seseorang yang mengemudi setelah 17 jam terbangun (*awake*) kemampuan menyetirnya setara dengan pengemudi yang kadar alkohol darahnya 0.05 g/l. Sedangkan pengemudi yang tidak tidur selama 24 jam (*awake*) maka kemampuan menyetirnya setara dengan 0.1 g/l (*illegal high BAC*). Pada kasus pengemudi, yang mengantuk menjadi fatal bila sampai pada tahap tertidur (*falling asleep*) pada saat mengemudi.

Studi yang dilakukan Dingel (1995) dan Philip (2005) menunjukkan bahwa pengaruh kelelahan dalam perilaku pengemudi secara spesifik adalah perlambatan waktu reaksi dalam hal menanggapi situasi yang darurat, penurunan ketangkasan yakni yang berkenaan dengan tugas mengemudi bila kekurangan waktu tidur (pengemudi yang kelelahan akan lebih lambat menanggapi bahaya, misalnya perbaikan jalan atau penyeberangan kereta api). Selain itu, penurunan kemampuan memproses informasi; kelelahan dapat mengurangi kemampuan proses informasi dan keakuratan memori pendek (pengemudi mungkin tidak ingat kejadian beberapa menit yang lalu).

Selain itu, kelelahan pada pengemudi juga dapat bermanifestasi pada mengantuk dan perhatian yang menurun yang mengakibatkan hilangnya kewaspadaan yang dapat berakibat terjadinya kecelakaan lalu lintas.

3. Kelelahan dan kecelakaan lalu lintas

Dalam mempelajari kelelahan dan kecelakaan lalu lintas, pertama-tama peneliti harus mencari tahu jenis kecelakaan yang berhubungan dengan kelelahan. Untuk melakukan ini, harus mendefinisikan karakteristik kecelakaan yang berhubungan dengan kelelahan. Langkah selanjutnya menerapkan definisi ini pada data dasar dan memperkirakan frekuensi kecelakaan yang berhubungan dengan kelelahan. Penelitian yang memberitahukan kita tentang frekuensi kecelakaan yang berhubungan dengan kelelahan belum menjadi bukti yang ilmiah bahwa kelelahan secara langsung berdampak terhadap risiko kecelakaan. Tujuan utamanya adalah untuk menghitung secara pasti hubungan antara kondisi kelelahan dan risiko kecelakaan. Untuk melakukan ini, riset perlu mengontrol faktor lain yang dapat mempengaruhi hubungan antara kelelahan dengan risiko kecelakaan, misalnya jarak yang telah dilalui. Berikut ini beberapa cara untuk mengenali kecelakaan yang berhubungan dengan kelelahan, frekuensi kecelakaan dan bukti tentang risiko kelelahan. Berbeda dengan kecelakaan yang berhubungan dengan alkohol yang dapat diperiksa dengan darah dan napas, maka pada

kecelakaan yang terjadi dan berhubungan dengan mengantuk hal tersebut tidak dapat diukur. Jadi saat ini asumsi tentang kecelakaan yang berhubungan dengan kelelahan yang biasa terjadi berasal dari perkiraan terhadap bukti-bukti yang ada.

Di United Kingdom hubungan antara kelelahan dengan kejadian kecelakaan lalu lintas diidentifikasi dengan kriteria sebagai berikut : kendaraan yang bertabrakan atau menabrak objek yang lain, ada tanda rem dan pengemudi dapat melihat objek yang ditabrak sebelum terjadi kecelakaan, penyebab yang lain dapat dieliminasi misalnya kerusakan mesin, kecepatan kendaraan, alkohol, cuaca buruk, ada saksi yang menyaksikan kecelakaan (Horne & Reyner, 1999).

Di United States, *Expert on Driver Fatigue and Sleepiness*, karakteristik kecelakaan yang berhubungan dengan kelelahan adalah kejadian kecelakaan pada tengah malam (*late night*) atau dini hari atau sore menjelang malam (*mid-afternoon*), kecelakaan yang terjadi parah, kendaraan (tunggal) meninggalkan badan jalan, kecelakaan yang terjadi pada kecepatan tinggi, pengemudi tidak berusaha menghindari kecelakaan dan pengemudi sendirian di dalam kendaraan. Frekuensi kecelakaan yang dihubungkan dengan kelelahan dapat diestimasi dengan cara catatan polisi, studi dengan kuesioner, studi observasi naturalis, dan investigasi yang lebih dalam.

4. Cara menghindari kelelahan ketika mengemudi

Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya kelelahan pada pengemudi yang telah diuraikan diatas antara lain, kurangnya waktu tidur, *circadian rythm*, monoton, karakteristik pengemudinya dan lamanya perjalanan yang ditempuh. Menurut National Safety Council's, untuk menghindari timbulnya kelelahan pada saat mengemudi dapat dilakukan hal-hal sebagai berikut:

- a. Istirahat yang cukup sebelum memulai perjalanan. Mengemudi jarak jauh adalah kerja keras, untuk itu diperlukan kondisi pengemudi dalam keadaan segar dan waspada.
- b. Hindari mengemudi sendirian oleh karena teman dapat mengambil alih kemudi bila diperlukan dan juga sebagai teman bercakap-cakap sehingga dalam mengemudi tetap terjaga.
- c. Hindari mengemudi jarak jauh pada malam hari. Kilauan cahaya lampu baik dari dashboard maupun dari luar mobil, meningkatkan bahaya hipnosis jalan raya.
- d. Pengaturan kondisi ruangan mobil, sehingga dapat membantu untuk tetap terjaga dan waspada. Nyalakan radio dan seringlah ganti stasiun radio, hindari musik yang lembut dan menyebabkan kantuk.
- e. Jangan gunakan system kemudi otomatis, tetap berusaha agar anggota tubuh terlibat dalam mengemudi.

- f. Perhatikan postur tubuh dalam mengemudi dengan kepala tegak dan bahu kebelakang, punggung dan pinggang disesuaikan dengan kursi. Kaki sebaiknya tidak terlalu lurus kedepan, buatlah sudut kira-kira 45 derajat.
- g. Beristirahat setidaknya tiap 2 jam, misalnya pada stasiun pengisian bahan bakar, restaurant atau tempat-tempat istirahat yang ada. Bila mobil berhenti keluarlah dari mobil, jalan-jalan atau lari-lari kecil (lompat) disekitar mobil (gerak badan) untuk melawan kelelahan.
- h. Dianjurkan untuk tidak sering makan makanan ringan (snack), hindari alkohol.
- i. Tidak membiarkan mata menjadi lelah atau terhipnotis, dengan memakai kacamata hitam untuk menghindari silau (tapi jangan gunakan kacamata hitam pada malam hari).
- j. Hindari kondisi monoton dengan menyalakan radio untuk sesaat kemudian matikan, variasikan tingkat kecepatan. Dapat juga mengunyah permen karet, meregangkan kaki, paha ditepuk, bicara pada diri sendiri, menyanyi dan jaga agar mata tetap bergerak-gerak.
- k. Jika upaya menghindari kelelahan gagal, dan merasa ada tanda-tanda bahaya akibat kelelahan, hanya ada satu solusi, mobil dihentikan ditempat yang aman dan istirahat (tidur) sesaat

walaupun hanya 20 menit, ini akan membuat pengemudi cukup segar untuk melanjutkan perjalanan.

D. Tinjauan Umum tentang Waktu Reaksi

Waktu reaksi adalah jangka waktu dari pemberian suatu rangsang sampai kepada suatu saat kesadaran atau dilaksanakan kegiatan (Tarwaka dkk, 2004). Dalam uji waktu reaksi dapat digunakan nyala lampu, denting suara, sentuhan kulit atau goyangan badan. Terjadi pemanjangan waktu reaksi merupakan petunjuk adanya pelambatan pada proses faal syaraf dan otot.

Setiap rangsang yang datang dari mata atau telinga dapat menaikkan level aktivitas retikularis. Signal yang datang dari luar tubuh akan melewati sistem aktivasi retikularis dan mengaktifkan sistem tersebut dan kemudian menyiagakan *korteks serebri*, sehingga tubuh dalam keadaan siap bereaksi atas rangsang apapun yang terjadi dari luar tubuh. Dalam hal ini sistem aktivasi retikularis berfungsi sebagai distributor dan amplifier signal-signal dari luar dan mengakibatkan tubuh siap siaga menjawab signal-signal tersebut (Grandjean, 2000).

Pada keadaan kelelahan secara neurofisiologis, *korteks serebri* mengalami penurunan aktivitas, terjadi perubahan pengaruh pada sistem *aktivasi* dan sistem *inhibisi*, sehingga tubuh tidak dapat secara cepat menjawab signal-signal dari luar (Grandjean, 2000).

Pemeriksaan waktu reaksi menggunakan rangsang cahaya dan suara, maka berikut ini akan dijelaskan lintasan penglihatan dan lintasan pendengaran sampai ke korteks.

Pada lintasan penglihatan mulai dari retina ke korteks penglihatan. Setelah impuls meninggalkan retina kemudian ke belakang melalui nervus optikus. Pada kiasma optikus semua serabut dari separuh retina bagian nasal menyilang kesisi lain, bersatu dengan serabut-serabut dari retina bagian temporal sisi lain untuk membentuk traktus optikus. Serabut-serabut dari tiap traktus optikus bersinaps pada korpus genikulatum lateral dan dari sini serabut-serabut genikulokarkina berjalan melalui radiasio optika atau traktus genikulokarkarina ke korteks optic pada area karkarina ke lobus oksipitalis. Dari korteks optic dipancarkan impuls, melalui serabut asosiasi, lalu ke korteks premotorik untuk menyiapkan gerakan-gerakan otot agar sesuai tujuan. Dari korteks premotorik terbentuk impuls yang dijalarkan ke korteks motorik daerah otot tangan. Selanjutnya dari sini dipancarkan impuls untuk otot-otot yang terkait dengan penekan tombol pada alat periksa waktu reaksi. Hal seperti itu juga terjadi pada rangsang suara. Selain itu serabut-serabut penglihatan berjalan ke daerah yang lebih rendah dari otak; 1) dari korpus genikulatum lateral ke thalamus lateral melalui sistem aktivasi retikularis lalu ke kolikuli superior, nuclei pretektal, 2) dari traktus optikus langsung ke kolikuli superior dan 3) dari traktus optikus

langsung ke nuclei pretektal batang otak. Serabut dari sistem aktivasi reticularis kemudian ke korteks optic untuk merangsang meningkatkan kesiagaan dan terjadi respons terhadap rangsang cahaya tersebut (Ganong dalam Setiawaty, 1994).

Pada lintasan pendengaran dimulai dari penghantaran suara dari membrana timpani ke koklea. Membrana timpani dan sistem osikuler menghantarkan suara melalui telinga tengah ke telinga dalam, koklea. Selanjutnya signal dari koklea, disamping yang menuju ke korteks pendengaran, ada yang masuk formasio retikularis, merangsang sistem aktivasi retikularis. Seterusnya signal dari sistem aktivasi retikularis merangsang korteks serebri untuk meningkatkan kesiagaan serta terjadi respons terhadap rangsang suara tersebut (Ganong, 2003; Guyton, 1996).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kelelahan (waktu reaksi) antara lain umur, kesegaran jasmani, konsumsi oksigen maksimal dalam tubuh (VO_2 Max). Sedangkan VO_2 max dipengaruhi oleh curah jantung, denyut jantung, isi sekuncup dan selisih oksigen pada arteri-vena.

Umur dapat berpengaruh terhadap kemampuan fisik seseorang termasuk penglihatan, pendengaran dan percepatan reaksi (Bustan, 2007). Dilain pihak, umur yang lebih tua diimbangi dengan pengalaman dan kematangan mental. Demikian pula dengan bertambahnya umur akan terjadi berbagai perubahan biologis pada

organ-organ tubuh termasuk paru-paru berupa penurunan fungsinya atau kapasitas parunya (Setiawan, 2004).

Kesegaran jasmani berpengaruh terhadap terjadinya kelelahan berkaitan dengan kapasitas paru dan konsumsi oksigen maksimal dalam tubuh. Oleh karena itu, salah satu cara untuk menilai kesegaran jasmani dilakukan dengan pemeriksaan fungsi paru atau kapasitas paru.

Kapasitas paru maximal adalah jumlah oksigen yang dapat dihirup masuk ke dalam tubuh atau paru-paru seseorang secara maksimal. Jumlah oksigen yang dapat dimasukkan ke dalam paru-paru ditentukan oleh kemampuan paru untuk mengembang dan mengempis. Kapasitas paru yang baik akan menentukan volume paru yang diperoleh yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap kesegaran jasmani seseorang. Volume udara pernapasan dapat diukur dengan spirometer. Terdapat beberapa ukuran kekuatan tiupan sebagai gambaran volume paru yaitu FEV1 (*Forced Expiratory Volume-1*) dan VC (*Vital Capacity*).

E. Tinjauan Umum tentang Mengantuk

Mengantuk merupakan salah satu aspek dari kelelahan, sehingga mengantuk dapat didefinisikan sebagai salah satu akibat dari keadaan kelelahan yang secara neurobiological adalah keinginan untuk tidur (ERS0, 2006). Oleh karena itu, dengan adanya mengantuk ini merupakan signal adanya kelelahan pada tubuh.

Mengantuk (*drowsy*) dicirikan dengan sekumpulan komponen berupa tanda-tanda misalnya menguap (*yawning*), mata/kelopak mata terjatuh (*eye fall/closure*), berkedip (*blink*) sebagai gerakan-gerakan pada muka (*facial action*) dan juga adanya gerakan-gerakan dari kepala (*head movement*) (Vural, et al, 2006).

Mengapa manusia menguap, masih mengundang beragam jawaban. Artinya, belum ada kesepakatan di antara para ahli. Ada yang mengatakan bahwa menguap itu disebabkan oleh kekurangan zat asam dan kelebihan zat asam arang di dalam darah. Ada juga yang mengatakan bahwa menguap merupakan tindakan spontan dari sistem tubuh untuk menghilangkan perbedaan tekanan udara pada kedua sisi gendang telinga.

Menurut Hendrawan Nadesul, menguap merupakan reflex fisiologis oleh karena kepala (otak) membutuhkan lebih banyak oksigen. Hal ini dapat diakibatkan dari dalam dan luar tubuh yang bersangkutan. Dari dalam tubuh dapat berarti jaringan otak kekurangan oksigen dan dari luar tubuh dapat diakibatkan karena udara sekeliling kekurangan oksigen. Menguap ini berarti bagi kesehatan agar supaya meningkatkan asupan oksigen ke otak melalui paru-paru.

Menurut Robert Provine dari Universitas Maryland (USA) bahwa menguap merupakan cetusan rasa ngantuk dan pusat menguap berada di otak dan semua perintah untuk mengendalikannya diatur

dari sana. Penelitian ini juga membuktikan bahwa menguap yang tertekan (dengan gigi terkatup) tidak memberi kelegaan. Ini terjadi oleh karena selama menguap ada kebutuhan untuk menarik otot rahang dan tidak terjadi bila rahang terkatup. Namun demikian, ilmuwan percaya menguap dapat membantu seseorang menjadi waspada untuk segera memasukkan oksigen ke otak. Karena menguap adalah salah satu tanda tubuh kekurangan oksigen di dalam otak yang sedang menurun yang membuat seseorang sulit untuk berkonsentrasi.

F. Tinjauan Umum tentang Status Gizi

Status gizi adalah ekspresi dari keadaan keseimbangan dalam bentuk variabel tertentu atau perwujudan dari *nutritute* dalam bentuk variabel tertentu (Supariasa, 2001).

Penilaian status gizi dapat dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Penilaian status gizi secara langsung dapat dibagi menjadi empat penilaian yaitu: antropometri, klinis, biokimia dan biofisik. Sedangkan penilaian status gizi secara tidak langsung dapat dibagi tiga yaitu survei konsumsi makanan, statistik vital dan faktor ekologi.

1. Penilaian status gizi secara langsung

Penilaian status gizi secara langsung dapat dibagi menjadi empat penilaian yaitu: antropometri, klinis, biokimia dan biofisik.

- a. Antropometri: secara umum antropometri adalah ukuran tubuh manusia. Ditinjau dari sudut pandang gizi maka, antropometri gizi berhubungan dengan berbagai macam pengukuran dimensi

tubuh dan komposisi tubuh dari berbagai tingkat umur dan tingkat gizi. Antropometri digunakan untuk melihat ketidakseimbangan asupan protein dan energi. Ketidakseimbangan ini terlihat pada pola pertumbuhan fisik dan proporsi jaringan tubuh seperti lemak, otot, dan jumlah air dalam tubuh. Penentuan status gizi dapat dilakukan secara antropometri yaitu dengan menggunakan metode Indeks Massa Tubuh (IMT) atau *Body Mass Index (BMI)*. IMT atau BMI merupakan cara sederhana untuk memantau orang dewasa atau remaja.

- b. Klinis: pemeriksaan klinis adalah metode yang sangat penting untuk menilai status gizi seseorang. Metode ini didasarkan atas perubahan-perubahan yang terjadi yang dihubungkan dengan ketidakcukupan gizi. Hal ini dapat dilihat pada jaringan epitel seperti kulit, mata, rambut dan mukosa oral atau pada organ-organ yang dekat dengan permukaan tubuh seperti kelenjar tiroid. Penggunaan metode ini umumnya untuk survei klinis secara cepat. Survei ini dirancang untuk mendeteksi secara cepat tanda-tanda klinis umum dari kekurangan salah satu atau lebih dari zat gizi. Disamping itu digunakan untuk mengetahui tingkat status gizi seseorang dengan melakukan pemeriksaan fisik yaitu tanda (*sign*) dan gejala (*symptom*) atau riwayat penyakit.

- c. Biokimia: penilaian status gizi dengan biokimia adalah pemeriksaan spesimen yang diuji secara *laboratories* yang dilakukan pada berbagai macam jaringan tubuh yang digunakan antara lain: darah, urine, tinja dan juga beberapa jaringan tubuh seperti hati dan otot. Cara penilaian status gizi langsung secara biokimia dapat didekati dengan mengukur kadar hemoglobin (Hb), hematokrit (Hm), serum besi, serum ferritin (SF), *transferin saturation* (TS), *free erythrocytes protophophyrin* (FEP), dan *Unsaturated iron-binding capacity serum*.
- d. Biofisik: penentuan status gizi secara biofisik adalah metode penentuan status gizi dengan melihat kemampuan fungsi (khususnya jaringan) dan melihat perubahan struktur dari jaringan.

2. Penilaian status gizi secara tidak langsung

Penilaian status gizi secara tidak langsung dapat dibagi tiga yaitu survei konsumsi makanan, statistik vital dan faktor ekologi.

a. Survei konsumsi makanan

Survei konsumsi makanan adalah metode penentuan status gizi secara tidak langsung dengan melihat jumlah dan jenis zat gizi yang dikonsumsi. Pengumpulan data konsumsi makanan dapat memberikan gambaran tentang konsumsi berbagai zat gizi pada masyarakat, keluarga dan individu. Survei ini dapat mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan zat gizi.

b. Statistik vital

Pengukuran status gizi dengan statistik vital adalah dengan menganalisis data beberapa statistik kesehatan seperti angka kematian berdasarkan umur, angka kesakitan dan kematian akibat penyebab tertentu dan data lainnya yang berhubungan dengan gizi.

c. Faktor ekologi

Bengoa mengungkapkan bahwa malnutrisi merupakan masalah ekologi sebagai hasil interaksi beberapa faktor fisik, biologis dan lingkungan budaya. Jumlah makanan yang tersedia sangat tergantung dari keadaan ekologi seperti iklim, tanah, irigasi dan lain-lain.

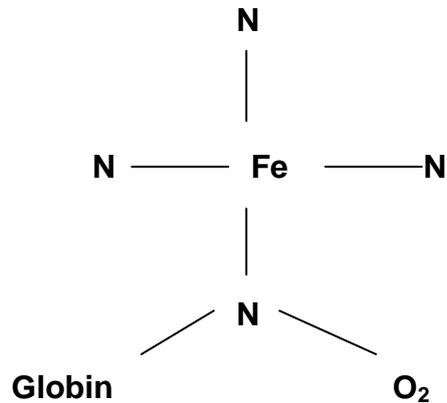
G. Tinjauan Umum tentang Kadar Hemoglobin

Hemoglobin adalah parameter yang di gunakan secara luas untuk menetapkan prevalensi anemia. Penentuan status anemia yang hanya menggunakan kadar hemoglobin (Hb) ternyata kurang lengkap sehingga perlu ditambah dengan pemeriksaan yang lain (Supriasa dalam Garby, 2002). Metode yang lebih dulu dikenal adalah metode *Sahli* dan yang lebih canggih adalah metode *cyanmethemoglobin*.

Nilai normal yang direkomendasikan WHO adalah 13-16 gm/100ml untuk pria dan 12-16 gm/100ml untuk wanita, beberapa literatur menunjukkan lebih rendah terutama pada wanita, sehingga mungkin pasien tidak dianggap menderita anemia sampai Hb kurang

13 gm/100ml untuk pria dan 11 gm/100ml untuk wanita (Supriasa, 2002).

Hemoglobin merupakan senyawa pembawa oksigen pada sel darah yang dapat diukur secara kimia dalam jumlah Hb gm/100ml darah. Ukuran ini dapat digunakan sebagai indeks kapasitas pembawa oksigen dalam darah. Hemoglobin merupakan zat warna merah darah yaitu kompleks molekul protein, dibentuk oleh empat gugus heme yang bergabung dengan polipeptida. Heme adalah suatu derivat dari porfirin yang mengandung Fe. Sedang polipeptida berbentuk globin sehingga hemoglobin terdiri dari empat gugus heme berkaitan dengan satu molekul globin (Guyton dan Hall, 1997). Fungsi hemoglobin adalah mengangkut CO₂ dari jaringan ke paru-paru untuk diekskresikan ke dalam udara pernafasan dan membawa O₂ dari paru-paru ke sel-sel jaringan. Oksigen yang diangkut oleh hemoglobin dari paru-paru ke jaringan sekitar 97% yaitu kira-kira 19,4 mililiter tiap 100 ml darah. Waktu melewati kapiler jaringan jumlah ini berkurang 14,4 ml (PO₂, 40 mgHg, hemoglobin tersaturasi, 75%). Dengan demikian pada keadaan normal, kira-kira 5 mililiter oksigen di transport ke jaringan oleh setiap 100 ml darah (Guyton & Hall, 1997).



Gambar 2.3 Skema struktur hemoglobin

Pada kerja berat, sel-sel otot memakai oksigen dengan sangat cepat, yang pada keadaan ekstrem dapat menyebabkan PO_2 cairan intersisial turun 15 mmHg. Pada tekanan ini hanya 4,4 ml oksigen yang berikatan dengan hemoglobin pada setiap 100 ml darah. Dengan demikian $19,4 - 4,4 = 15$ ml merupakan jumlah total oksigen yang di transport oleh setiap 100 ml darah. Sehingga jumlah oksigen yang ditranspor dalam setiap volume darah yang mengalir melalui jaringan menjadi 3 kali jumlah normal.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Basta *et al* (1979), menunjukkan bahwa ada hubungan antara kadar hemoglobin dan *Harvard Step Test* (HST) pada pekerja pengumpul getah karet dan pencabut rumput di Indonesia sebanyak 302 orang. Anemia kurang besi berdampak pada kapasitas fisik seseorang dengan mengurangi kadar oksigen dalam jaringan tubuh, dimana akan memberikan dampak berlanjut pada kemampuan jantung itu sendiri. Penelitian yang dilakukan oleh Nils dan Henifah (1995), juga menunjukkan hubungan

antara kadar hemoglobin dengan produktivitas kerja buruh borongan pembungkus teh sebanyak 40 orang menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar Hb maka semakin tinggi pula produktivitas kerjanya.

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap rendahnya kadar Hb adalah tidak cukupnya zat besi dalam makanan, absorpsi zat gizi yang rendah, bertambahnya kebutuhan dan kehilangan darah. Sosial ekonomi rendah menyebabkan tidak cukupnya zat besi dalam makanan, adanya penghambat absorpsi zat besi seperti teh, susu, dan kopi yang dapat menurunkan zat besi yang diserap oleh tubuh (Depkes RI, 1998).

Kurangnya Hemoglobin (Hb) menyebabkan kekurangan oksigen yang dialirkan ke sel tubuh maupun otak, sehingga menimbulkan gejala letih, lesu dan cepat lelah yang berakibat pada pekerja berupa penurunan produktivitas kerja. Kekurangan zat besi pada umumnya menyebabkan pucat, rasa lemah, letih, pusing, kurang nafsu makan, menurunnya kemampuan kerja, menurunnya kekebalan tubuh dan gangguan penyembuhan luka. Disamping itu, kemampuan mengatur suhu tubuh menurun (Almatsier *cit* Untari, 2003).

Anemia adalah suatu keadaan dengan kadar hemoglobin yang lebih rendah dari nilai normal. Anemia bisa juga berarti suatu kondisi ketika terdapat defisiensi ukuran/jumlah eritrosit atau kandungan hemoglobin. Anemia biasanya selalu menjadi akibat sampingan dari keadaan patologis atau suatu penyakit tertentu.

1. Klasifikasi Anemia

Secara morfologis, anemia dapat diklasifikasikan menurut ukuran sel dan hemoglobin yang dikandung seperti berikut:

- a. Makrositik: ukuran sel darah merah bertambah besar dan jumlah hemoglobin tiap sel juga bertambah. Ada dua jenis anemia makrositik, yaitu anemia megaloblastik dan anemia non-megaloblastik. Kekurangan vitamin B₁₂, asam folat atau gangguan sintesis DNA merupakan penyebab anemia megaloblastik. Sedangkan anemia non-megaloblastik disebabkan oleh *eritropoesis* yang dipercepat dan peningkatan luas permukaan membran.
- b. Mikrositik: mengecilnya sel darah merah. Penyebabnya adalah defisiensi besi, gangguan sintesis globin, porfirin, dan heme, serta gangguan metabolisme besi lainnya.
- c. Normositik: ukuran sel darah merah tidak berubah. Penyebab anemia jenis ini adalah kehilangan darah yang parah, meningkatnya volume plasma secara berlebihan, penyakit hemolitik, gangguan endokrin, ginjal dan hati (Wirakusumah,1999).

2. Penyebab Umum Anemia Gizi

Zat gizi yang merupakan penyebab anemia gizi adalah defisiensi besi, asam folat, vitamin B₁₂. Penyebab utama anemia

gizi adalah defisiensi zat besi. Oleh karena itu, anemia gizi sering diidentikkan dengan anemia gizi besi.

Secara umum faktor utama yang menyebabkan anemia gizi adalah banyak kehilangan darah, rusaknya sel darah merah dan kurangnya produksi sel darah merah. Terganggunya produksi sel darah merah bisa disebabkan makanan yang dikonsumsi kurang mengandung zat gizi (Besi, Asam Folat, Vitamin B₁₂, Protein, Vitamin C, dan zat gizi penting lainnya).

Anemia gizi besi adalah anemia yang terjadi akibat kekurangan zat besi dalam darah, yang berarti konsentrasi hemoglobin dalam darah berkurang karena terganggunya pembentukan sel-sel darah merah akibat kurangnya kadar zat besi dalam darah. Simpanan zat besi yang sangat rendah lambat laun tidak cukup untuk membentuk sel-sel darah merah di dalam sumsum tulang. Akibatnya, kadar hemoglobin terus menurun dibawah normal. Cara menentukan anemia gizi besi dapat dilakukan dengan melihat kadar hemoglobin. Namun, kadar hemoglobin tidak cukup akurat, masih diperlukan dalam menekan status gizi besi seseorang. Uji laboratorium yang dapat dipadukan adalah *Transferin Saturation (TS)*, *Free Eritrocyte Protoporphyrin (FEP)* dan serum ferritin.

Faktor utama yang menjadi penyebab terjadinya anemia gizi besi adalah kurangnya konsumsi zat besi yang berasal dari

makanan. Pola makan yang kurang beragam turut menunjang kurangnya asupan zat besi bagi tubuh. Terdapat dua jenis zat besi yang berbeda yaitu zat besi heme dan nonheme. Zat besi heme dapat diperoleh pada daging, ikan, unggas, dan hasil olahan darah sedangkan zat besi nonheme dijumpai terutama dalam pangan nabati (De Maeyer, 1995).

Zat besi heme pada daging merupakan sumber yang paling penting dalam zat besi makanan, tidak hanya bioavailabilitasnya yang tinggi tetapi juga karena fungsinya sebagai "*meat factor*" yang dapat melancarkan bioavailabilitas zat besi nonheme yang ada dalam makanan (Stipanuk, 2000). Bioavailabilitas dari kedua jenis zat besi tersebut berbeda. Zat besi heme dapat diserap oleh tubuh hingga 25% sedangkan zat besi nonheme diserap hanya 5% (Almatsier, 2003). Faktor makanan turut menentukan penyerapan zat besi. Makanan dapat mengandung zat pelancar, namun dapat pula mengandung zat penghambat penyerapan zat besi (Hadju, 2000).

Penyerapan zat besi nonheme sangat rendah oleh sebab itu dibutuhkan faktor pelancar berupa vitamin C dan protein hewani. Dengan adanya kedua jenis zat tersebut dalam makanan maka bioavailabilitas zat besi nonheme dapat ditingkatkan.

Metabolisme zat besi dapat diterangkan dengan dua siklus, yaitu pertama siklus internal dengan pemanfaatan kembali zat besi

secara terus menerus dari katabolisme sel dalam tubuh. Kedua, siklus yang digambarkan oleh hilangnya zat besi dari tubuh dan penyerapan makanan.

Komponen utama zat besi internal adalah pemanfaatan kembali zat besi dari katabolisme sel-sel darah merah. Zat besi yang disebabkan dari hemoglobin dalam sistem retikuloendotelis kemudian diambil oleh transferin dan diangkut ke sumsum tulang untuk pembentukan hemoglobin dalam sel darah merah. Sebagian zat besi digunakan dalam pembentukan sel-sel lainnya, tetapi bagian utama metabolisme zat besi internal adalah suatu daur ulang zat besi dalam sel-sel darah merah.

Ketika besi penting bagi diabsorpsi dari usus halus, besi tersebut segera bergabung dalam plasma dengan beta globulin yakni apotransferin untuk membentuk transferin yang selanjutnya diangkut dalam plasma. Besi ini berikatan secara longgar dengan molekul globulin dan akibatnya dapat dilepaskan ke setiap jaringan pada setiap tempat dalam tubuh.

Kelebihan besi dalam darah disimpan dalam seluruh sel tubuh, tapi terutama di hepatosit hati dan sedikit di sel retikuloendotelial sumsum tulang. Dalam sitoplasma sel, besi ini terutama bergabung dengan suatu protein yakni apoferritin untuk membentuk ferritin. Besi yang disimpan sebagai ferritin ini disebut sebagai besi cadangan. Banyaknya zat besi yang disimpan di

dalam hati digambarkan oleh banyaknya ferritin yang dikeluarkan ke dalam darah secara proporsional.

Sel-sel darah merah berumur 120 hari dan sesudah itu akan mati dan diganti dengan sel-sel darah merah yang baru. Proses penggantian sel-sel darah merah lama dengan sel-sel darah merah yang baru disebut *turn over*. Setiap *turn over* zat besi berjumlah 35 mg, sejumlah zat besi tersebut tidak semuanya diambil dari makanan, sebagian besar yaitu 34 mg diperoleh dari penghancuran sel-sel darah merah yang baru, hanya 1 mg zat besi dari penghancuran tersebut dibuang melalui kulit, saluran pencernaan dan air kencing (jumlah zat besi yang hilang melalui jalur ini disebut kehilangan basal).

Berdasarkan zat yang dikandungnya, Mahmud (1990) mengklasifikasikan bahan pangan menjadi zat penghambat penyerapan zat besi sebagai berikut:

Tabel 2.1
Bahan Pangan Sumber Pelancar & Penghambat Penyerapan Fe

Sumber Pelancar	Sumber Penghambat
<ul style="list-style-type: none"> • Hati • Daging/Ayam • Kerang • Ikan • Telur • Susu Sapi • Kedelai • Daun Kelor • Kangkung • Bayam • Sawi/Kol • Pepaya • Jeruk • Tomat Masak 	<ul style="list-style-type: none"> • Beras ketan • Jagung • Singkong • Daun Katuk • Daun Singkong • Daun Pakis • Buncis • Pisang • Jambu Bol/Air • The • Kopi

Sumber: Mahmud dalam Rajja (2002)

Pentingnya konsumsi zat besi diperkuat oleh penelitian-penelitian yang dilakukan mengenai pentingnya zat besi dalam tubuh. Di Srilangka, pemberian suplemen besi (Fe) pada anak kasus ISPA dan gastrointestinal di Rumah Sakit Anak Kolombo, ternyata dapat memperbaiki status gizi dan menurunkan angka kesakitan (Silva, et.al. 2003).

Tahap terjadinya anemia gizi besi mula-mula berkurangnya cadangan zat besi yang berbentuk *ferritin dan hemosiderin* dan akan terjadi absorpsi besi yang meningkat. Daya ikat besi (*Iron Binding Capacity*) meningkat seiring dengan menurunnya simpanan besi dalam sumsum tulang dan hati. Ini menandakan berkurangnya zat besi dalam plasma. Selanjutnya zat besi yang tersedia untuk

pembentukan sel darah merah (*System Eritropoiesis*) di dalam sumsum tulang berkurang yang akan berdampak terjadinya penurunan jumlah sel darah merah dalam jaringan (Wirakusumah, 1996).

H. Tinjauan Umum tentang Hematokrit

Hematokrit adalah volume eritrosit yang dipisahkan dari plasma dengan cara memutarnya di dalam tabung khusus yang nilainya dinyatakan dalam persen (%). Setelah sentrifugasi, tinggi kolom sel darah merah diukur dan dibandingkan dengan tinggi darah penuh yang asli. Persentase massa sel merah pada volume darah yang asli merupakan hematokrit. Darah penuh antikoagulan disentrifugasi dalam tabung khusus. Karena darah penuh dibentuk pada intinya oleh sel darah merah dan plasma, setelah sentrifugasi persentase sel-sel merah memberikan estimasi tidak langsung jumlah sel darah merah (SDM)/100ml dari darah penuh (dengan demikian pada gilirannya merupakan estimasi tidak langsung jumlah hemoglobin) (Supariasa, et al, 2002). Sel-sel darah merah merupakan suatu bentuk kompleks helat yang dibentuk oleh logam besi (Fe) dengan gugus *haema* dan *globin*. Sintesa dari kompleks tersebut melibatkan 2 macam enzim yaitu enzim ALAD (*Amino Leuvilinic Acid Dehidrase*) atau *asam amino levulinat dehidrase* dan enzim jenis sitoplasma. Enzim ini akan bereaksi secara aktif pada tahap awal sintesis dan selama sirkulasi sel

darah merah berlangsung (Palar, 2004). Dengan demikian hematokrit ini bergantung sebagian besar pada jumlah sel darah merah.

Nilai hematokrit merupakan cara yang paling sering digunakan untuk menentukan jumlah sel darah merah dalam satu mililiter darah atau dengan perbandingan antara sel darah merah dengan komponen darah yang lain. Oleh karena hematokrit ini adalah merupakan prosentase sel darah merah maka hal ini juga menunjukkan kepekatan darah. Nilai normal adalah 40% - 54% untuk pria dan 37% - 47% untuk wanita (Supriasa, 2002).

Bila terjadi anemia maka kapasitas darah untuk mengangkut O₂ turun, demikian halnya bila hematokrit rendah (Sherwood, 2003).

I. Tinjauan Umum tentang Serum Ferritin

Untuk menilai status besi dalam hati perlu mengukur kadar ferritin. Banyaknya ferritin yang dikeluarkan ke sdalam darah secara proporsional menggambarkan simpanan zat besi di dalam hati (Supriasa dalam Cook, 2002). Untuk menentukan kadar ferritin dalam darah dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain *Immuno Radio Metric Assay (IRMA)* atau dengan cara *Radio Immuno Assay (RIA)* atau dengan cara *Enzyme-Linked Immuno Assay (ELISA)*. Dalam keadaan normal rata-rata Serum Ferritin (SF) untuk laki-laki dewasa adalah 90 µg/l dan untuk wanita dewasa adalah 30 µg/l. Apabila didapatkan serum ferritin sebesar 30 mg/dl RBC berarti dalam hati terdapat $30 \times 10 \text{ mg} = 300 \text{ mg}$ ferritin.

Apabila seseorang mempunyai kadar SF kurang dari 12 µg/l, maka dapat dikatakan sebagai kurang besi atau seseorang menderita anemia gizi besi. Saat ini pengukuran serum ferritin masih merupakan indikator yang sensitif dalam menentukan prevalensi anemia gizi besi.

J. Tinjauan Umum tentang IMT (Indeks Massa Tubuh)

Pengukuran status gizi secara langsung dengan metode antropometri antara lain dengan Indeks Massa Tubuh (IMT). Indeks ini dipakai untuk menilai berat badan ideal atau normal. Masalah kekurangan dan kelebihan gizi pada orang dewasa (usia 18 tahun keatas) merupakan masalah penting karena selain mempunyai risiko penyakit-penyakit tertentu, juga dapat mempengaruhi produktivitas kerja.

Menurut FAO/WHO/UNU tahun 1985 menyatakan bahwa batasan berat badan normal orang dewasa ditentukan berdasarkan nilai Body Mass Index (BMI). Di Indonesia istilah Body Mass Index diterjemahkan menjadi Indeks Massa Tubuh (IMT). IMT merupakan alat yang sederhana untuk memantau status gizi orang dewasa khususnya yang berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan, maka mempertahankan berat badan normal memungkinkan seseorang dapat mencapai usia harapan hidup lebih panjang.

Penggunaan IMT hanya berlaku untuk orang dewasa berumur diatas 18 tahun. IMT tidak dapat diterapkan pada bayi, anak, remaja, ibu hamil dan olahragawan. Disamping itu pula, IMT tidak bisa

diterapkan pada keadaan khusus (penyakit) lainnya seperti adanya edema, asites dan hepatomegali.

Rumus perhitungan IMT adalah sebagai berikut:

$$\text{IMT} = \frac{\text{Berat Badan (Kg)}}{\text{Tinggi badan (m) x Tinggi badan (m) \text{ Atau}}}$$

Berat badan (dalam kilogram) dibagi kuadrat tinggi badan (dalam meter²).

Di Indonesia, batas ambang dimodifikasi lagi berdasarkan pengalaman klinis dan hasil penelitian di beberapa negara berkembang. Akhirnya diambil kesimpulan ambang batas IMT untuk Indonesia adalah seperti Tabel 2.

Tabel 2.2
Kategori Ambang Batas IMT untuk Indonesia

Kategori	IMT
Kekurangan berat badan	< 18.50
Normal	18.50-22.99
BB berlebih	≥23.00
• Praobes/berisiko	23.00-24.99
• Obes 1	25.00- 29.99
• Obes 2	≥ 30.00

(Sumber: Standar Asia Pasific dalam Gibson, 2005)

K. Tinjauan Umum tentang Kapasitas Paru

Kapasitas paru adalah jumlah oksigen yang dapat dihirup masuk ke dalam tubuh atau paru-paru seseorang secara maksimal. Jumlah oksigen yang dapat dimasukkan ke dalam paru-paru ditentukan oleh kemampuan kembang kempisnya sistem pernapasan. Semakin baik kerja pernapasan berarti volume oksigen

yang diperoleh semakin banyak dan akhirnya akan memberikan kesegaran jasmani yang lebih terjamin.

Dalam mengukur kapasitas paru-paru seseorang, terdapat beberapa ukuran kekuatan tiupan sebagai gambaran volume paru-paru dan saluran-saluran pernafasan, yaitu:

a. FEV (*Forced Expiratory Volume*).

Yaitu besarnya volume udara yang dikeluarkan selama satu menit pertama. Lama ekspirasi pada orang normal berkisar antara 4-5 detik. Pada detik pertama, orang normal dapat mengeluarkan hawa pernafasan sebesar 80% dari *vital capacity*-nya. Fase detik pertama ini dikatakan lebih penting dari sisanya. Penilaian adanya obstruksi pernafasan didasarkan atas besarnya volume pada detik pertama tersebut. Interpretasi tidak berdasarkan atas nilai absolutnya tetapi perbandingan dengan VC-nya. Apabila FEV/FVC kurang dari 75% berarti abnormal.

b. VC (*Vital Capacity*)

Merupakan volume gas maksimum yang dapat dihembuskan keluar setelah dihirup secara maksimum. Ada dua macam kapasitas vital berdasarkan cara pengukurannya :

- 1) *Vital capacity (VC)*, dimana responden tidak perlu melakukan aktivitas pernafasan dengan kekuatan penuh.
- 2) *Forced Vital Capacity (FVC)*, pemeriksaan dilakukan dengan kekuatan maksimal. Pada orang normal tidak ada perbedaan

antara VC dan FVC, sedangkan pada keadaan ada kelainan obstruksi terdapat perbedaan antara VC dan FVC.

Ada dua macam VC berdasarkan fase yang diukur, yaitu:

- a. VC Inspirasi, yang diukur adalah besarnya VC hanya pada fase inspirasi.
- b. VC ekspirasi, yang diukur adalah besarnya VC hanya pada fase ekspirasi.

VC merupakan refleksi dari kemampuan elastisitas jaringan paru atau kekuatan pergerakan dinding toraks. VC yang menurun dapat diartikan adanya kekuatan jaringan paru atau dinding toraks. Pada kelainan obstruksi yang ringan, VC hanya mengalami penurunan sedikit atau mungkin normal (Wahyu, 2003).

Bernapas merupakan proses pengambilan oksigen dan pengeluaran karbondioksida yang mempengaruhi proses metabolisme di dalam tubuh. Agar dapat bernapas dengan baik, maka perlu paru-paru yang sehat dan saluran napas yang baik. Olah raga merupakan cara yang terbaik agar kesehatan sel-sel tubuh dapat terjaga. Kebiasaan berolah raga adalah gerak badan/latihan fisik yang dilakukan oleh tenaga kerja secara rutin, dengan waktu yang cukup.

Latihan fisik sangat berpengaruh terhadap sistem pernapasan. Dengan latihan fisik secara teratur dapat meningkatkan pemasukan

oksigen ke dalam paru-paru dan juga pengeluaran karbondioksida. Jenis gerak badan yang dianggap menyehatkan adalah olah raga atau gerak badan yang bermanfaat bagi pernapasan, yang meningkatkan kemampuan kerja dari sistem kardiovaskuler (jantung), dalam memompa oksigen ke seluruh sel-sel tubuh. Jenis olah raga tersebut adalah jalan cepat, berenang, bersepeda, lari santai, mendayung, melompat.

L. Tinjauan Umum tentang Status Merokok

Status merokok adalah kebiasaan merokok dari aspek cara mengisapnya, lamanya merokok, jenis rokok yang diisap dan jumlah (batang) yang dihisap.

Merokok dapat menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran napas dan jaringan paru-paru. Pada saluran pernapasan atas, sel mukosa mengalami hipertrofi dan kelenjar mucus bertambah banyak (*hiperplasia*). Pada saluran pernapasan bawah terjadi radang ringan hingga penyempitan akibat bertambahnya sel dan penumpukan lendir. Pada jaringan paru-paru terjadi peningkatan jumlah sel radang dan kerusakan alveoli. Akibat perubahan anatomi saluran napas, pada perokok akan timbul perubahan pada fungsi paru-paru dengan segala macam gejala klinisnya. Hal ini menjadi dasar utama terjadinya penyakit obstruksi paru menahun.

Menurut Djoko Maryono (RS Pertamina Pusat, Jakarta), ada sekitar 4.000 macam racun yang terkandung dalam rokok selain

nikotin dan karbon monoksida (CO), yaitu antara lain penghapus cat (*acetone*), bahan bakar roket (methanol), kapur barus (*naphthalene*), bahan plastik (*vinyl chloride*), *hydrogen cyanide*, pembersih lantai (*ammonia*), racun semut (*arsenic*), bahan accu mobil (*cadmium*), dan bahan bakar korek api (*butane*) yang merupakan zat-zat racun yang disebut tar.

Nikotin dapat memicu pengeluaran zat-zat adrenalin yang dapat meningkatkan denyut jantung dan tekanan darah. Nikotin juga bersifat menyempitkan pembuluh darah dan mendorong percepatan pembekuan darah. Sementara itu, tar merupakan zat lengket yang bersifat karsinogen (merangsang tumbuhnya sel-sel kanker), sehingga bisa menyebabkan kanker dan penyakit pernapasan lain.

Kebiasaan merokok adalah perilaku merokok yang diukur dengan berupa batang yang dihisap setiap hari. Jenis perokok dapat dikelompokkan atas berisiko dan tidak berisiko atau perokok ringan dan perokok berat. Cara menghisap rokok ada dua, yaitu dengan cara menghisap yaitu menghisap sampai di mulut saja dan dengan cara menghisap dalam, yaitu menghisap sampai ke paru-paru. Jenis rokok yaitu kretek dan filter (Bustan, 2000).

M. Tinjauan Umum tentang Sumber Energi

Sumber energi yang dipakai untuk bekerja berasal dari zat-zat makanan berupa karbohidrat, protein, lemak, sedangkan vitamin dan mineral sebagai pengatur tubuh dengan jalan melancarkan proses

oksidasi, memelihara fungsi normal otot dan saraf. Untuk terjadinya proses tersebut diperlukan pula air dan oksigen.

Energi dapat diartikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja. Otot bekerja dengan jalan mengkerut (kontraksi) tenaga kerutan merupakan jumlah tenaga keseluruhan dari kerutan setiap serat yang menyusun otot. Kekuatan ini dapat mencapai 4 kg gaya per 1 cm otot. Adapun kontraksi serat-serat disebabkan oleh rangsangan saraf-saraf motorik.

Tenaga mekanik yang timbul pada kontraksi otot adalah hasil proses kimiawi dari cadangan tenaga dalam otot. Hasil kerja suatu otot bertalian dengan perubahan tenaga kimiawi menjadi tenaga mekanik. Tenaga yang dibebaskan dari reaksi kimia yang mengubah sifat-sifat molekul protein serat-serat otot. Sumber tenaga yang cepat adalah persenyawaan-persenyawaan fosfat yang dengan proses kimiawi diubah dari keadaan berenergi tinggi kepada keadaan energi rendah, yaitu dari adenosintrifosfat (ATP) menjadi adenosindifosfat (ADP) dan fosfokreatin menjadi asam fosfat dan keratin. Persenyawaan-persenyawaan berenergi tinggi segera dibuat kembali dari produk-produk berenergi rendah dengan mempergunakan tenaga dari pemecahan tenaga dari pemecahan secara oksidasi dari glukose.

Melalui proses tersebut, sekalipun hanya secara tidak langsung, glukose merupakan sumber energi paling penting bagi kerja fisik. Proses kimiawi yang menimbulkan tenaga ini mengubah glukose

menjadi asam laktat melalui beberapa tahap peristiwa. Selanjutnya, kira-kira 80% dari asam laktat dijadikan glukose lagi dan selebihnya dioksidasi menjadi air dan karbon dioksida. Jelaslah, bahwa oksigen diperlukan bagi pembentukan glukose kembali dan pembentukan persenyawaan-persenyawaan fosfat berenergi tinggi dan merupakan bahan penting kedua sebagai sumber tenaga (Suma'mur, 1989).

Peredaran darah sangat penting peranannya dalam hal pengangkutan glukosa dan oksigen ke otot. Selama bekerja kebutuhan akan peredaran dapat meningkat sepuluh sampai dua puluh kali lipat. Pengangkutan oksigen ke jaringan dipengaruhi juga oleh kadar hemoglobin, hematokrit.

N. Tinjauan Umum tentang Transportasi Publik Angkutan Darat

1. Pengertian Transportasi Publik

Transportasi atau pengangkutan adalah perpindahan dari suatu tempat ke tempat lain dengan menggunakan alat pengangkutan, baik yang digerakkan oleh tenaga manusia, hewan (kuda, sapi, kerbau), atau mesin. Transportasi publik adalah seluruh alat transportasi dimana penumpang tidak bepergian menggunakan kendaraannya sendiri.

2. Fungsi Transportasi

Transportasi perlu untuk mengatasi kesenjangan jarak dan komunikasi antara tempat asal dan tempat tujuan. Untuk itu dikembangkan sistem transportasi dan komunikasi, dalam wujud

sarana (kendaraan) dan prasarana (jalan). Dari sini timbul jasa angkutan untuk memenuhi kebutuhan perangkutan (transportasi) dari satu tempat ke tempat lain.

3. Jenis-jenis Transportasi Publik Angkutan Darat

Berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan No.KM 35/ 2003 Tentang Penyelenggaraan Angkutan Orang di Jalan, maka Angkutan Jalan diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Angkutan Lintas Batas Negara adalah angkutan dari satu kota ke kota lain yang melewati lintas batas negara dengan menggunakan mobil bus umum yang terikat dalam trayek;
- b. Angkutan Antar Kota Antar Propinsi adalah angkutan dari satu kota ke kota lain yang melalui antar daerah kabupaten/kota yang melalui lebih dari satu daerah propinsi dengan menggunakan mobil bus umum yang terikat dalam trayek;
- c. Angkutan Antar Kota Dalam Propinsi adalah angkutan dari satu kota ke kota lain yang melalui antar daerah kabupaten/kota dalam satu daerah propinsi dengan menggunakan mobil bus umum yang terikat dalam trayek;
- d. Angkutan Kota adalah angkutan dari satu tempat ke tempat lain dalam satu daerah kota atau wilayah ibukota kabupaten atau dalam Daerah Khusus Ibukota Jakarta dengan menggunakan mobil bus umum atau mobil penumpang umum yang terikat dalam trayek;

- e. Angkutan Pedesaan adalah angkutan dari satu tempat ke tempat lain dalam satu daerah kabupaten yang tidak termasuk dalam trayek kota yang berada pada wilayah ibukota kabupaten dengan mempergunakan mobil bus umum atau mobil penumpang umum yang terikat dalam trayek;
- f. Angkutan Perbatasan adalah angkutan kota atau angkutan pedesaan yang memasuki wilayah kecamatan yang berbatasan langsung pada kabupaten atau kota lainnya baik yang melalui satu propinsi maupun lebih dari satu propinsi;
- g. Angkutan Khusus adalah angkutan yang mempunyai asal dan/atau tujuan tetap, yang melayani antar jemput penumpang umum, antar jemput karyawan, permukiman, dan simpul yang berbeda;
- h. Angkutan Taksi adalah angkutan dengan menggunakan mobil penumpang umum yang diberi tanda khusus dan dilengkapi dengan argometer yang melayani angkutan dari pintu ke pintu dalam wilayah operasi terbatas;
- i. Angkutan Sewa adalah angkutan dengan menggunakan mobil penumpang umum yang melayani angkutan dari pintu ke pintu, dengan atau tanpa pengemudi, dalam wilayah operasi yang tidak terbatas;
- j. Angkutan Pariwisata adalah angkutan dengan menggunakan mobil bus umum yang dilengkapi dengan tanda-tanda khusus

untuk keperluan pariwisata atau keperluan lain diluar pelayanan angkutan dalam trayek, seperti untuk keperluan keluarga dan sosial lainnya;

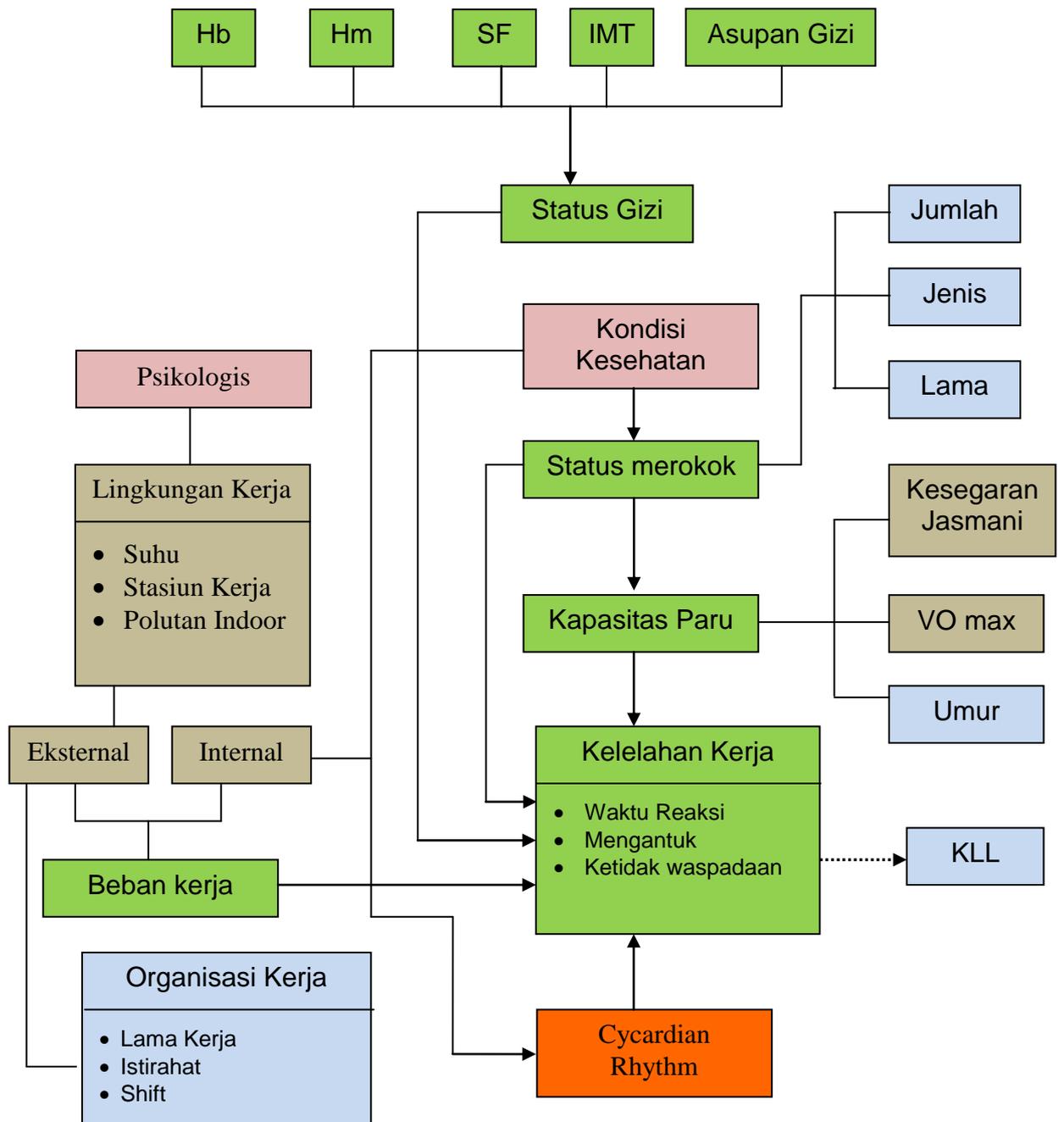
- k. Angkutan Lingkungan adalah angkutan dengan menggunakan mobil penumpang umum yang dioperasikan dalam wilayah operasi terbatas pada kawasan tertentu;
- l. Bus Besar, adalah kendaraan bermotor dengan kapasitas lebih dari 28 dengan ukuran dan jarak antar tempat duduk normal tidak termasuk tempat duduk pengemudi dengan panjang kendaraan lebih dari 9 meter;
- m. Bus Sedang, adalah kendaraan bermotor dengan kapasitas 16 s/d 28 dengan ukuran dan jarak antar tempat duduk normal tidak termasuk tempat duduk pengemudi dengan panjang kendaraan lebih dari 6,5 sampai dengan 9 meter;
- n. Bus Kecil, adalah kendaraan bermotor dengan kapasitas 9 s/d 16 penumpang dengan ukuran dan jarak antar tempat duduk normal tidak termasuk tempat duduk pengemudi dengan panjang kendaraan 4 - 6,5 meter;
- o. Mobil Penumpang, adalah setiap kendaraan bermotor yang dilengkapi sebanyak-banyaknya 8 (delapan) tempat duduk tidak termasuk tempat duduk pengemudi, baik dengan maupun tanpa perlengkapan pengangkutan bagasi.

Tabel 2.3
Sintesis Penelitian

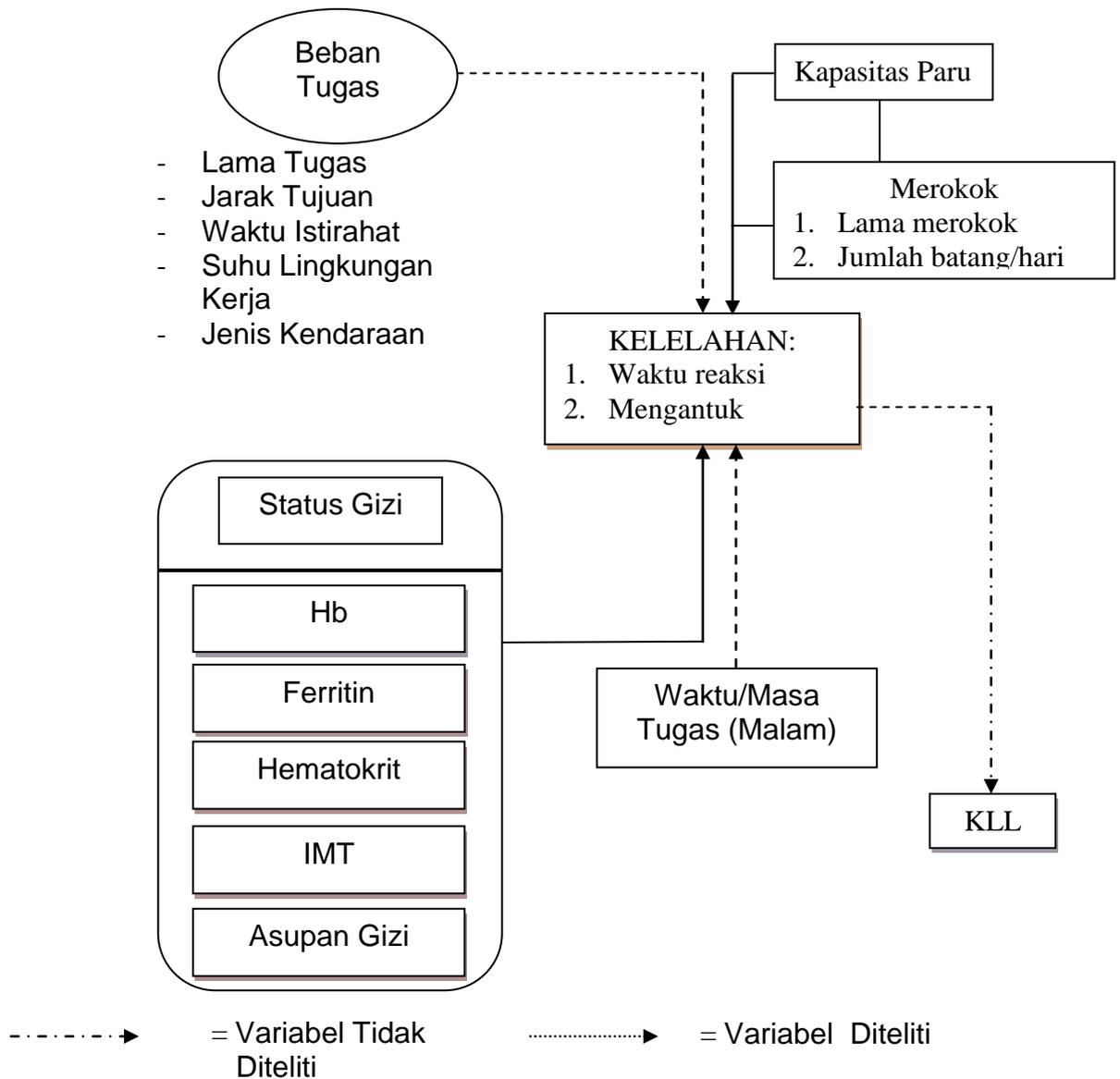
No	Peneliti (tahun)	Variabel	Subjek	instrumen	desain	Hasil penelitian
1	Luh Putu Ruliati (2006)	Stress, Hb, suhu ruang kelelahan kerja	31	Reaction Timer, KAUP K2	Cross sectional	Hb, suhu, tidak berhubungan WR
2.	Anita (2008)	Stress, kelelahan kerja, getaran		Raction Timer, kuesioner	Cross sectional	Stress berhubungan WR
3.	Hening (2009)	Umur, lama kerja, masa kerja, status gizi, beban kerja, kelelahan kerja		Reaction timer. Kuesioner.	Cross sectional	Umur, lama kerja berhubungan WR, masa kerja, beban kerja, status gizi tidak berhubungan
4.	Wahyuni (2009)	Suhu ruang, stress, hb, kelelahan kerja	35	Reaction Timer, kuesioner	Cross sectional	Hb tidak berhubungan dengan WR
5	FENLIU, GAI et al (2003)	Driver sleepiness and Risk of car Crashes	406 kasus, 432 kontrol	Epworth sleepiness scale	Population base-Case control study	OR =2.07 low =1,30 – high 3,29, chronic sleepiness car driver significant increase the risk of crash.
6.	Connor, J et al (2002)	Driver sleepiness and risk of serious injury to car occupant	571 car drivers involved in crashes 588 car drivers recruited while driving on public roads (controls)	Stanford sleepiness scale	population base control study	There was a strong association between measures of acute sleepiness and the risk of an injury crash
7	Castro, JR and Loureiro, (2004).	Tiredness and Sleepiness in Bus drivers and road accident		Epworth sleepiness scale	quantitative study,	
8	Connor J,	The role of		Epworth sleepiness	Asystem	Studies were limited

	(2001)	drivers sleepiness in car crash		s scale Eighteen cross-sectional studies and one case-control study	atic review epidemiological study	in their ability to establish a causal relationship by their design, by biases, and in many cases, by small sample sizes
9	Saroj K. L (2001)	Driver fatigue: Electroencephalography and psychological assessment	35		This study examined the psychophysiological changes that occurred during a driver simulator task in	showed that significant electroencephalographic changes occur during fatigue.
10	Ruth. N, et al (2004)	The Role of Sleep-Disordered Breathing, Daytime Sleepiness, and Impaired Performance in Motor Vehicle Crashes—A			Case Control Study	
11	Smith. S, et al (2005)	Subjective and predicted sleepiness while driving in young adults	47 young		This prospective study	young drivers frequently drive while at risk of crashing, at times of predicted sleepiness (>7% of episodes they felt themselves to be sleepy (>23% of episodes). A significant relationship was found between perceived and predicted estimates of sleepiness.

O. Kerangka Teori



P. Kerangka Konsep



Q. Hipotesis

- a. Ada hubungan antara status gizi yang dinilai dengan kadar hemoglobin, hematokrit, serum ferritin, IMT, dan asupan gizi dengan kelelahan kerja dengan pengukuran waktu reaksi dan tanda-tanda mengantuk pada pengemudi bus malam.
- b. Ada hubungan antara kapasitas paru dengan kelelahan kerja dengan pengukuran waktu reaksi dan tanda-tanda mengantuk pada pengemudi bus malam.
- c. Ada hubungan antara status merokok dengan kelelahan kerja dengan pengukuran waktu reaksi dan tanda-tanda mengantuk pada pengemudi bus malam.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Desain Penelitian

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian observasional dengan rancangan *Hybrid Study Design* (Noor, 2008). Studi ini adalah suatu jenis penelitian epidemiologi yang mengkombinasikan lebih dari satu bentuk penelitian yang outputnya (hasil pemeriksaan) belum diketahui menunggu sampai kohort selesai pada waktu tertentu. Variabel pada penelitian ini adalah status gizi (kadar Hb, IMT, ferritin, hematokrit, asupan gizi) dan kelelahan (waktu reaksi, mengantuk/*drowsy*).

2. Desain Penelitian

Desain penelitian adalah rencana dan struktur penelitian yang disusun sedemikian rupa untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian. Rancangan penelitian adalah *Hybrid Study Design* yakni kombinasi antara elemen penelitian cohort dengan elemen cross sectional. Dimana bentuk cross sectional dicantolkan (bersarang) dalam suatu penelitian cohort.

B. Lokasi Penelitian

Terminal keberangkatan bus angkutan, sepanjang jalan Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tana Toraja.

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi adalah seluruh pengemudi angkutan umum (bus) yang beroperasi di Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat.

2. Sampel

a. Kriteria Inklusi

- 1) Pengemudi angkutan umum (bus) yang beroperasi Makassar-Mamuju, Makassar- Palopo, Makassar-Tana Toraja.
- 2) Bersedia menjadi responden,
- 3) Dapat bekerja (mengemudi),
- 4) Tidak dalam pengaruh obat flu.

b. Kriteria Eksklusi

- 1) Cuti
- 2) Dalam pengaruh obat

c. Penentuan besar sampel dengan cara sebagai berikut

Dengan memilih waktu berangkat pada malam hari, bus berpengatur udara (Air Condition) dengan jenis kendaraan yang

sama, dan trayek yang sama sehingga diperoleh sampel sebanyak 37 responden.

d. Prosedur Pemilihan sampel

- 1) Pemilihan 3 (tiga) perusahaan jasa angkutan berdasarkan pertimbangan bahwa perusahaan ini mempunyai trayek yang diteliti (Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tana Toraja).
- 2) Dari ketiga perusahaan tersebut, didata jumlah pengemudi dan armada busnya, seterusnya diambil sampel dengan kriteria: jarak yang hampir sama (± 400 km) yaitu trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tana Toraja. Selanjutnya dipilih yang berangkat malam hari dan bus yang ber AC. Dari kriteria tersebut maka terkumpul 46 pengemudi yang menjadi sampel dalam penelitian ini.
- 3) Untuk mengikuti para pengemudi tersebut, ditugaskan 2 (dua) peneliti untuk ikut di dalam bus sebagaimana halnya penumpang dengan memesan tiket di kursi terdepan agar dapat melihat dan memperhatikan kejadian atau apa yang dialami pengemudi.
- 4) Pengukuran variabel dilakukan sebelum pengemudi berangkat (sampel darah, tekanan darah, berat badan, tinggi badan, nadi, dan waktu reaksi). Selanjutnya pemeriksaan

nadi, tekanan darah dan waktu reaksi dilakukan setelah akhir tugas atau sampai tujuan.

- 5) Dengan berbagai keterbatasan maka hanya 37 sampel yang dapat dilengkapi hasil pemeriksaan darahnya (kadar hemoglobin, hematokrit, serum ferritin).

D. Variabel Penelitian

Hasil kajian pustaka tentang faktor yang menyebabkan kecelakaan lalu lintas mengungkapkan bahwa ada 3 faktor utama penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas yakni manusia sebagai pengemudi, faktor teknis kendaraan, dan kondisi jalan raya.

Secara singkat intisari yang dianggap penting terlibat dalam model penelitian sebagai variabel independent adalah status gizi yang pengukurannya dengan kadar hemoglobin, kadar hematokrit, serum ferritin, Indeks Massa Tubuh (IMT) dan asupan gizi sedangkan variabel dependent adalah kelelahan kerja yang pengukurannya dilakukan dengan mengukur waktu reaksi dan tanda-tanda mengantuk. Sehingga, secara keseluruhan variabel yang diteliti adalah sebagai berikut:

- | | | |
|--------------------|---|--------------|
| b. Kelelahan kerja | : | Waktu reaksi |
| | | Mengantuk |
| c. Status Gizi | : | Hemoglobin |
| | | Ferritin |

Hematokrit

IMT

Asupan gizi

Kapasitas paru

Status merokok

Alasan memasukkan variabel tersebut ke dalam model hubungan variabel adalah sebagai berikut:

- a. Variabel yang dimasukkan di dalam model hubungan antar variabel sebagai variabel bebas diasumsikan berhubungan secara positif dengan kelelahan kerja
- b. Secara teknis variabel-variabel tersebut layak diteliti dengan alasan cara pengumpulan datanya dapat dilaksanakan, dapat dilakukan kontrol kualitas, geografis dan lokasi penelitian yang relatif mudah dijangkau, kualitas dan kuantitas tenaga peneliti dianggap memadai.

Dengan demikian hubungan antar variabel dependent dengan variabel independent dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Variabel Dependent:

- a. Waktu reaksi

Kelelahan adalah keadaan yang ditandai dengan menurunnya kapasitas kerja, ketahanan tubuh dan aktifitas serta kesiagaan. Pengukurannya dilakukan dengan uji psikomotor yang melibatkan fungsi persepsi, interpretasi dan

reaksi motorik. Salah satu cara yang digunakan adalah dengan pengukuran waktu reaksi. Waktu reaksi adalah jangka waktu dari pemberian suatu rangsang sampai kepada suatu saat kesadaran atau dilaksanakan kegiatan. Diasumsikan bahwa adanya perlambatan reaksi akan mempengaruhi kejadian kecelakaan.

b. Mengantuk (*drowsy*)

Mengantuk (*drowsy*) adalah keadaan yang terjadi akibat kelelahan bekerja, ditandai dengan menguap, mengedip-kedipkan mata sampai kepala kelihatan terjatuh, hal ini dapat dianggap sebagai faktor risiko kecelakaan.

2. Variabel Independent

Status gizi (kadar hemoglobin, serum ferritin, hematokrit, IMT, asupan gizi) didefinisikan sebagai berikut:

- a) Kadar hemoglobin adalah salah satu indikator yang menunjukkan seseorang anemia, kadar hemoglobin yang rendah akan mengganggu oksigenasi ke jaringan sehingga jaringan akan kekurangan oksigen dan mengakibatkan menurunnya kemampuan bekerja dan beraktifitas, akibatnya terjadinya kelelahan. Kadar hemoglobin diukur dengan alat *Cyanmethemoglobin*,
- b) Serum Ferritin (SF) adalah jumlah ferritin dalam darah yang menggambarkan status besi di dalam hati,

- c) Hematokrit adalah prosentase sel darah merah dalam darah,
- d) IMT (Index Massa Tubuh) adalah merupakan alat yang sederhana untuk memantau status gizi orang dewasa khususnya yang berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan.
- e) Asupan gizi adalah jumlah konsumsi makanan ditentukan oleh kuantitas makanan (energi dan zat besi) yang dinilai dengan menggunakan *Food Recall* selama 1 hari, kemudian dibandingkan dengan kebutuhan energi berdasarkan berat badan dan tinggi badan. Pola konsumsi makanan ditentukan berdasarkan kualitas dalam hal ini sumber penghambat dan pelancar absorpsi zat besi dengan menggunakan *Food Frequency*.
- f) Kapasitas paru adalah jumlah oksigen yang dapat dihirup masuk ke dalam paru-paru secara maksimal. Jumlah oksigen yang dapat dimasukkan ke dalam paru ditentukan oleh kemampuan mengembang paru-paru.
 - a. Status merokok, dengan merokok menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran napas dan jaringan paru-paru yang dapat mempengaruhi kapasitas paru dan selanjutnya dapat mempengaruhi kesegaran jasmani.

E. Skala Pengukuran

1. Waktu reaksi: skala rasio

2. Mengantuk: skala nominal
3. Kadar hemoglobin: skala ratio
4. Hematokrit: skala rasio
5. Serum ferritin: skala rasio
6. IMT: skala ordinal
7. Asupan gizi: skala ordinal
8. Kapasitas paru : skala nominal
9. Status merokok: skala nominal

F. Definisi Operasional dan Kriteria Obyektif

1. Definisi Operasional

- a. Kelelahan pada penelitian ini adalah perpanjangan waktu reaksi, ditemukannya tanda-tanda mengantuk berupa menguap yang disertai dengan gejala yang mengikutinya seperti menggoyangkan kepala, mengusap mata, rem mendadak dan lain-lain. Pengukuran waktu reaksi dengan reaction timer. Sedangkan tanda-tanda mengantuk dicatat dalam log book selama dalam perjalanan mulai dari berangkat sampai akhir tugas.
- b. Status gizi pada penelitian ini adalah keadaan gizi pada pengemudi menyangkut kadar hemoglobin, serum ferritin, hematokrit, Indeks Massa Tubuh (IMT) dan asupan gizi. Hemoglobin, hematokrit dan serum ferritin diukur melalui pemeriksaan darah vena cubitis yang dilakukan oleh petugas

laboratorium prodia. IMT dinilai dengan berat dan tinggi badan, sedangkan asupan konsumsi dinilai dengan food recall 24 jam.

- c. Status merokok dalam penelitian ini adalah lama merokok dan jumlah batang rokok yang diisap tiap hari yang dinilai dengan hasil wawancara.
- d. Kapasitas paru adalah jumlah oksigen yang dapat dihirup masuk ke dalam paru-paru secara maksimal kemudian dihembuskan yang diukur dengan spirometer.

2. Kriteria Objektif

Tabel 3.1
Matriks Variabel Pengukuran

No	Variabel	Kriteria Objektif
1	Kelelahan kerja: <ul style="list-style-type: none"> Waktu reaksi Mengantuk 	<ul style="list-style-type: none"> Normal 150-240,0 millidetik Menunjukkan tanda manguap, dan kejadian yang mengikuti setelah manguap.
2	Status Gizi <ul style="list-style-type: none"> Hemoglobin Hematokrit Serum Ferritin IMT Asupan gizi 	<ul style="list-style-type: none"> Normal: jika kadar Hb 13,2-17,3 g/dl Normal: laki-laki dewasa : 40-52% Normal: 28-365 mg/dl Normal: jika hasil IMT 18,5-22,9 kg/m² Tdk normal: jika hasil IMT <18,5 kg/m² dan >22,9 kg/m² Normal : jika ≥ 80%
3	Kapasitas paru	Normal: jika nilai FEV1/FVC > 75% dan FVC > 80% Tidak normal jika nilai FEV1/FVC < 75% dan FVC > 80% (restriktif) serta jika nilai FEV1/FVC < 75% dan FVC < 80% (combination)
4	Merokok <ul style="list-style-type: none"> Lama merokok Jumlah batang yang dihisap perhari 	1= berisiko jika lama merokok ≥ 10 tahun 2= tidak berisiko jika lama merokok < 10 tahun 1=berisiko jika jumlah batang rokok yang dihisap per hari ≥ 10 batang 2=tidak berisiko jika jumlah batang rokok yang dihisap per hari < 10 batang

G. Manajemen Data dan Analisis Data

1. Data Primer

a. Cara Pengukuran Waktu Reaksi

Alat yang digunakan adalah Reaction Timer L77 type EP 354-L77, Lakassidaya. Waktu reaksi dengan menggunakan rangsang cahaya atau suara. Alat bersifat portable berukuran 23,5 x 13,5 x 6 cm dan terdiri dari 3 unit.

Pemeriksaan dilakukan sebelum berangkat dan setelah tiba di tujuan (berhenti mengemudi).

b. Mengantuk

Mengantuk diukur dengan observasi beberapa indikator mengantuk (antara lain menguap, usap mata, dll) selama perjalanan berupa *logbook*.

c. Pengukuran Status Gizi

Asupan gizi makanan diukur dengan Food Recalls dan Food Frekuensi. Kadar hemoglobin, serum ferritin, hematokrit diperiksa di laboratorium. Indek Massa Tubuh (IMT) diukur dengan menimbang berat badan (alat timbangan berat badan) dan tinggi badan (*microtoise*). Asupan gizi diukur dengan food recall dan food frequency. Data Penunjang yang lain gula darah sewaktu sebagai indikator glukosa dalam darah diukur di laboratorium. Tekanan darah dan nadi diperiksa sebelum dan sesudah bekerja (mengemudi).

- d. Pengukuran Kapasitas Paru
Pengukuran kapasitas paru dengan alat spirometer (Spirolab)
- e. Data karakteristik responden dan variabel merokok diukur dengan kuesioner.

2. Alur Kerja Penelitian

- a. Pelatihan pembantu peneliti
- b. Permintaan izin penelitian
- c. *Informed consent* (pernyataan kesediaan menjadi responden)
- d. Prosedur pengambilan data
 - 1) Biospesimen (darah) dilakukan oleh petugas laboratorium Prodia di tempat pemberangkatan,
 - 2) Pengukuran waktu reaksi dilakukan sebelum keberangkatan, diikuti dengan pemeriksaan tekanan darah, pemeriksaan nadi (dengan metode 10 denyut) dan juga dilakukan pada akhir tugas sample.
 - 3) Selanjutnya deteksi variabel yang lain dilakukan sepanjang perjalanan dengan menggunakan “*logbook*” sampai akhir tugas sampel dalam setiap perjalanan.

3. Kontrol validitas;

- a. Dilakukan pelatihan “*field surveyor*” dengan post test yang ketat (90%) dengan cara simulasi dilakukan peneliti dengan petugas lapangan (*field surveyor*).

- b. Petugas lapangan (*field surveyor*) dalam melakukan observasi ada 2 orang untuk mendampingi (menempel) pada subyek terpilih (sampel) sejak dari pemberangkatan sampai ke tujuan, selanjutnya pasangan tadi akan ditukarkan.

4. Pengolahan data

Data Food Recall dan 24 jam dan Food Frekuensi diolah dengan program W food, sedangkan data variabel yang lain diolah dengan SPSS.

5. Analisis data

Data dianalisis dengan univariat berupa distribusi frekuensi, bivariat dengan analisis korelasi dan multivariat dengan regresi.

- a. Analisis univariat

Analisis univariat dilakukan terhadap tiap variabel berupa distribusi frekuensi.

- b. Analisis bivariat

Analisis bivariat dilakukan dengan cross tabulasi antara variabel dependent dan variabel independent.

- c. Analisis regresi

Analisis regresi berguna untuk menelaah hubungan dua variabel atau lebih dan terutama untuk menelusuri pola hubungan yang modelnya belum diketahui dengan

sempurna, sehingga dalam penerapannya lebih bersifat eksploratif.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

A. Keadaan data Penelitian

Dalam Penelitian pada perusahaan pengangkutan yang ada di Makassar yang dilakukan dari bulan Juli 2009 sampai dengan September 2009 terkumpul 46 pengemudi yang dijadikan responden untuk trayek Makassar Mamuju (pp)., Makassar Palopo (pp), Makassar- Tator (pp). Para pengemudi tersebut diikuti dalam perjalanan dan diambil sampel darahnya. Selanjutnya hasil penelitian yang diperoleh diuji

Data penelitian yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis univariat, bivariat, dan regresi logistik, sebagai berikut:

1. Analisis Univariat

Analisis univariat bertujuan membuat distribusi frekuensi dari setiap variabel dalam penelitian. Dari 46 pengemudi bus angkutan umum yang diteliti, hasil pengolahan data yang dilakukan maka disajikan sebagai berikut:

Tabel 4.1
Data Karakteristik Responden pada Pengemudi Angkutan
Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo,
Makassar-Tator Tahun 2009

Karakteristik	Mean	Std. Deviation
Umur	36.72	8.2
Berat badan	66.87	10.69
Tinggi badan	164.06	6.29
IMT	24.87	3.50
Sistolik 1	120.00	12.82
Diastolik 1	82.71	6.92
Sistolik 2	114.78	13.66
Diastolik 2	81.85	9.62
Denyut nadi 1	75.70	8.84
Denyut nadi 2	75.13	8.80
Hemoglobin	15.99	1.22
Hematokrit	46.43	3.06
Serum ferritin	298.46	
Asupan gizi	74.23	16.27
GDS	117.11	62.32
Waktu reaksi 1	381.00	148.14
Waktu reaksi 2	396.45	144.33

(Sumber: Data Primer, 2009)

Berdasarkan tabel diatas maka dapat dilihat bahwa dari 46 reponden, umur rata-rata adalah 36.72 tahun dengan $\sigma \pm 8.2$ berat badan responden 66.87 kg ($\sigma \pm 10.69$), tinggi badan rata-rata 164.06 cm ($\sigma \pm 6.29$), Index Massa Tubuh rata-rata 24.87 ($\sigma \pm 3.50$), tekanan sistolik sebelum bekerja rata-rata 120.00 mm/Hg ($\sigma \pm 12.82$), tekanan diastolik sebelum bekerja rata-rata 82.71 mm/Hg ($\sigma \pm 8.14$), tekanan sistolik setelah mengemudi rata-rata 114,78 mm/Hg ($\sigma \pm 13.66$) tekanan diastolik setelah mengemudi 81.85 mm/Hg ($\sigma \pm 9.62$), denyut nadi sebelum mengemudi rata-rata 76.63 ($\sigma \pm 9.33$), denyut nadi setelah mengemudi 75.26 ($\sigma \pm 8.1$), kadar hemoglobin rata-rata 15.99 ($\sigma \pm 1.22$), kadar hematokrit rata-rata

46.43 ($\sigma \pm 3.06$), ferritin rata-rata 298.46, gula darah sementara rata-rata 116.23 ($\sigma \pm 61.71$), waktu reaksi sebelum mengemudi 381.00 ($\sigma \pm 148.14$), dan waktu reaksi setelah mengemudi rata-rata 396.45 ($\sigma \pm 144.33$).

Tabel 4.2
Distribusi Responden berdasarkan Standar Nilai Normal pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009

No	Variabel	Normal		Tidak Normal		Jumlah
		N	%	n	%	
1	Hemoglobin (Hb)	34	91,9	3	8.1	37
2.	Hematokrit (Hm)	37	100	0	0	37
3.	Serum Ferritin	24	64,9	13	35,1	37
4.	IMT	34	73.9	12	26 .1	46
5	Asupan gizi (energi)	17	36.9	29	63.1	46
6	Kapasitas paru	3	7.9	35	92.1	38
7	Waktu reaksi (WR1)	10	21.7	36	78.3	46
8	Waktu reaksi (WR2)	7	15.2	39	84.8	46
9	Gula darah sewaktu (GDS)	33	89,2	4	10,8	37

(Sumber: Data Primer, 2009)

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa terdapat 35 dari 37 responden (94.5%) yang diperiksa darahnya mempunyai kadar hemoglobin normal, hematokritnya 37 reponden (100%) normal. Untuk kadar serum ferritin ada 3 reponden yang serum ferritinnya sangat ekstrim (diatas 1000), dan ada 9 reponden diatas nilai normal dan 1 reponden dibawah nilai normal (19 mg/dl).

Berikut ini adalah tabel distribusi status gizi pengemudi berdasarkan trayek:

Tabel 4.3
Distribusi Responden Berdasarkan Status Gizi pada Pengemudi Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009

Status Gizi (IMT)	Trayek							
	Mamuju		Palopo		Tator		Total	
	<i>n</i>	%	<i>N</i>	%	<i>n</i>	%	<i>N</i>	%
Normal	9	50.00	1	6.25	2	16.67	12	26.07
BB lebih								
Praobes	4	22.22	7	43.75	2	16.67	13	28.26
Obes 1	4	22.22	5	31.25	8	66.66	17	36.96
Obes 2	1	5.56	3	18.75	0	0	4	8.69
Total	18	100	16	100	12	100	46	100

(Sumber: Data Primer 2009)

Penentuan status gizi berdasarkan IMT (sesuai standar Asia Pasifik), dapat dikategorikan dalam 5 kategori yakni kekurangan berat badan, normal, Berat Badan (BB) berlebih (praobes, obes I dan Obes II).

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa pengemudi memiliki status BB berlebih sebanyak 44 responden yang terdiri praobes 13 responden (28.26%) dengan kategori praobes, 17 responden (36.96%) dengan kategori obes I dan 4 responden dengan kategori obes II.

Berikut ini adalah beberapa tabel distribusi responden berdasarkan kuesioner (hasil wawancara).

Tabel 4.4
Distribusi Responden Berdasarkan Lama Tidur/hari pada Pengemudi
Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator
Tahun 2009

Lama tidur	Mamuju		Palopo		Tator		Total	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
≤ 2 jam	1	5,5	1	6,25	1	8,3	3	6.52
3 - 4 jam	12	66,7	12	75	8	66,7	32	69.57
5 - 6 jam	4	22,2	3	18,75	2	16,7	9	19.57
>6 jam	1	5,5	0	0	1	8,3	2	4.34
Total	18	100	16	100	12	100	46	100

(Sumber: Data Primer 2009)

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa pengemudi pada umumnya hanya memiliki waktu tidur selama 3-4 jam/hari dengan persentasi (69.56%)

Tabel 4.5
Distribusi responden berdasarkan perasaan mengantuk yang dialami selama bekerja sebagai pengemudi Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009

Perasaan	Trayek							
	Mamuju		Palopo		Tator		Total	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Sangat (<i>eyefall</i>)	4	22,2	6	37,5	2	16,7	12	26,09
Mengantuk	10	55,6	9	56,25	10	83,3	29	63,04
Tidak	4	22,2	1	6,25	0	0	5	10,87
Total	18	100	16	100	12	100	46	100

(Sumber: Data Primer 2009)

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa semua pengemudi pernah mengalami perasaan mengantuk pada semua trayek, Mamuju (55.6%), Palopo (56.25%) dan Tator (83.3%). Sedangkan

pengemudi yang pernah mengalami sangat mengantuk sampai kepala terjatuh (eyefall) sebanyak 12 pengemudi (26.09%).

Tabel 4.6
Distribusi Responden Berdasarkan Perilaku Merokok pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009

Merokok	Mamuju		Palopo		Tator		Total	
	<i>n</i>	%	<i>N</i>	%	<i>n</i>	%	<i>N</i>	%
Ya	13	72,22	12	75	9	75	34	73,91
Tidak	5	27,78	4	25	3	25	12	26,09
Total	18	100	16	100	12	100	46	100

(Sumber: Data Primer, 2009)

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa sebagian besar pengemudi merokok, dengan persentasi pada trayek Mamuju (72.22%), Palopo (75%), Tator (75,0%).

Tabel 4.7
Distribusi Responden Berdasarkan Pola Tidur pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009

Pola Tidur	Mamuju		Palopo		Tator		Total	
	<i>n</i>	%	<i>N</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Pagi -tengah hari	2	11,11	4	25	2	16,7	8	17,39
Tengah hari-magrib	16	88,89	12	75	10	83,3	38	82,61
Magrib-tengah malam	0	0	0	0	0	0	0	0
Tengah malam-pagi hari	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	18	100	16	100	12	100	46	100

(Sumber : Data Primer, 2009)

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa pola tidur sebagian besar pengemudi yaitu sebanyak 38 dari 46 pengemudi yang menjadi sampel (82.61%) berada pada waktu tengah hari-magrib.

Berikut ini distribusi frekuensi tanda-tanda mengantuk berdasarkan hasil pengamatan dan tercatat dalam *log book*

Tabel 4.8
Distribusi Frekuensi Menguap Berdasarkan Trayek pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009

Menguap (kali)	Mamuju		Palopo		Tator		Total	
	N	%	n	%	N	%	n	%
Sangat Sering(≥ 6)	0	0	1	6,25	0	0	1	2,17
Sering(4-5)	1	5,56	2	12,5	2	16,67	5	10,87
Sedang(2-3)	4	22,22	3	18,75	2	16,67	9	19,57
Jarang(1)	3	16,66	4	25	6	50	13	28,26
Tidak(0)	10	55,56	6	37,5	2	16,66	18	39,13
Jumlah	18	100	16	100	12	100	46	100

(Sumber: Data Primer 2009)

Data diatas menunjukkan bahwa kejadian menguap dialami oleh 8 reponden (44.44%) pada trayek Mamuju, 10 responden (62.5%) pada trayek Palopo dan 10 responden (83.33%) pada trayek Tator.

Tabel 4.9
Distribusi Rem Mendadak yang Dilakukan Responden Berdasarkan Trayek pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009

Rem Dadak (kali)	Mamuju		Palopo		Tator		Total	
	n	%	N	%	n	%	n	%
Sangat sering(≥ 6)	0	0	2	12,5	0	0	2	4,34
Sering(4-5)	1	5,56	1	6,25	2	16,67	4	8,7
Sedang(2-3)	5	27,78	2	12,5	6	50	13	28,26
Jarang(1)	9	50	7	43,75	2	16,67	18	39,13
Tidak pernah(0)	3	16,66	4	25	2	16,66	9	19,57
Total	18	100	16	100	12	100	46	100

(Sumber: Data Primer, 2009)

Dari tabel 4.9 tersebut diatas tercatat 2 pengemudi jalur Palopo yang melakukan rem mendadak sangat sering dengan berbagai sebab antara lain tiba-tiba ada motor yang melintas, hampir menabrak motor atau menghindari jalan berlubang.

Sedangkan tindakan menginjak rem secara mendadak pada kategori sering, sedang dan jarang dilakukan oleh 15 responden (83.33%) pada trayek Mamuju dan 10 responden (62.50%) pada trayek Palopo serta 10 responden (83.33%) pada trayek Tator.

Tabel 4.10
Distribusi Usap Muka/Mata yang Dilakukan Responden Berdasarkan Trayek pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009

Usap muka (kali)	Mamuju		Palopo		Tator		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Sangat sering(≥ 6)	0	0	1	6,25	1	8,33	2	4,34
Sering(4-5)	1	5,55	0	0	0	0	1	2,17
Sedang(2-3)	1	5,55	4	25	0	0	5	10,8
Jarang(1)	3	16,67	5	31,25	4	33,33	12	26,08
Tidak pernah(0)	13	72,22	6	37,5	7	58,33	26	56,52
Total	18	100	16	100	12	100	46	100

(Sumber: Data Primer, 2009)

Data tabel 4.10 diatas menunjukkan bahwa responden yang melakukan usap muka/mata dengan frekuensi sering tercatat sebanyak 5 responden pada trayek Mamuju (27,78%) dan 10 responden (62.50%) pada trayek Palopo, sedangkan pada trayek Tator sebanyak 5 responden (41.67%).

Tabel 4.11
Distribusi Geleng-geleng Kepala yang Dilakukan Responden Berdasarkan Trayek pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009

Geleng Kepala (head movement)(kali)	Mamuju		Palopo		Tator		Total	
	n	%	n	%	N	%	n	%
Sangat sering (≥ 6)	0	0	0	0	1	8,33	1	2,17
Sering (4-5)	0	0	1	6,25	0	0	1	2,17
Sedang (2-3)	5	27,78	0	0	2	16,67	7	15,22
Jarang (1)	4	22,22	8	50	3	25	15	32,61
Tidak pernah (0)	9	50	7	43,75	6	50	22	47,83
Total	18	100	16	100	12	100	46	100

(Sumber: Data Primer, 2009)

Dari tabel 4.11 tersebut diatas 9 responden (50%) pada trayek Mamuju yang melakukan geleng kepala (head movement), sedangkan pada jalur Palopo sebanyak 9 responden (56.25%), dan 6 responden (50%) pada jalur Tator.

Tabel 4.12
Distribusi Membunyikan Klakson yang Dilakukan Responden Berdasarkan Trayek pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009

Klakson(kali)	Mamuju		Palopo		Tator		Total	
	n	%	n	n	%	%	n	100
Sangat sering (≥ 6)	1	5,56	3	18,75	0	0	4	8,7
Sering (4-5)	2	11,11	0	0	0	0	2	4,35
Sedang (2-3)	6	33,33	3	18,75	4	33,33	13	28,26
Jarang (1)	6	33,33	4	25	6	50	16	34,78
Tidak pernah(0)	3	16,67	6	37,5	2	16,67	11	23,91
Jumlah	18	100	16	100	12	100	46	100

(Sumber: Data Primer, 2009)

Dari tabel 4.12 terlihat 15 responden (83.33%) pada trayek Mamuju membunyikan klakson, sedangkan pada trayek Palopo sebanyak 10 responden (62.50%) dan pada trayek Toraja sebanyak 10 responden (83.33%). Membunyikan klakson bila ada motor yang melintas, atau kendaraan lain didepan.

Tabel 4.13
Distribusi Frekuensi Singgah yang Dilakukan Responden Berdasarkan Trayek pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009

Singgah(kali)	Mamuju		Palopo		Tator		Total	
	n	%	n	n	100	%	n	%
Sangat sering (≥ 6)	2	11,11	1	6,25	1	8,33	4	8,7
Sering (4-5)	3	16,67	3	18,75	6	50	12	26,09
Sedang (2-3)	10	55,55	11	68,75	2	16,67	23	50
Jarang (1)	3	16,67	1	6,25	2	16,67	6	13,04
Tidak pernah(0)	0	0	0	0	1	8,33	1	2,17
Jumlah	18	100	16	100	12	100	46	100

(Sumber: Data Primer, 2009)

Dari tabel 4.13 tersebut diatas semua responden pada jalur Mamuju dan Palopo singgah pada tempat tertentu, 1 responden tidak pernah singgah pada jalur Toraja. Tempat singgah ada yang sudah ditentukan, ada yang singgah karena lasan tertentu misalnya menurunkan penumpang di jalan(bukan pada perwakilan).

Tabel 4.14
Distribusi Frekuensi Melambung yang Dilakukan Reponden Berdasarkan Trayek pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009

Melambung (kali)	Mamuju		Palopo		Tator		Total	
	n	%	N	%	n	%	n	%
Sangat sering(≥ 6)	0	0	0	0	0	0	0	0
Sering(4-5)	0	0	1	6,25	0	0	1	2,17
Sedang(2-3)	3	16,67	1	6,25	1	8,33	5	10,87
Jarang(1)	4	22,22	7	43,75	7	58,33	18	39,13
Tidak (0)	11	61,11	7	43,75	4	33,33	22	47,83
Jumlah	18	100	16	100	12	100	46	100

(Sumber: Data Primer, 2009)

Dari tabel 4.13, diatas 7 responden (38.89%) pada jalur Mamuju, 9 responden (56.25%) pada jalur Palopo dan 8 responden (66.67%) pada jalur Toraja melambung.

Tabel 4.15
Distribusi Frekuensi Cerita yang Dilakukan Reponden Berdasarkan Trayek pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009

Cerita(kali)	Mamuju		Palopo		Tator		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Sangat sering(≥ 6)	1	5,56	1	6,25	3	25	5	10,87
Sering(4-5)	5	27,77	1	6,25	1	8,33	7	15,22
Sedang(2-3)	5	27,77	7	43,75	5	41,67	17	36,96
Jarang(1)	4	22,22	4	25	3	25	11	23,91
Tidak pernah (0)	3	16,67	3	18,75	0	0	6	13,04
Total	18	100	16	100	12	100	46	100

(Sumber: Data Primer, 2009)

Dari tabel 4.15 tersebut diatas 15 responden (83.33%) pada trayek Mamuju dan 13 reponden (81.25%) pada trayek Palopo

serta 12 responden pada trayek Toraja bercerita untuk mengatasi rasa kantuk.

Data dari logbook sebanyak 10 responden yang nyaris kecelakaan terdiri dari 6 responden pada trayek Mamuju, 3 responden pada trayek Palopo dan 1 responden pada trayek Toraja. Selain itu sebanyak 9 responden keluar marka jalan ataupun turun dari aspal. Pengonsumsi minuman (selain air minum) hanya 3 responden. Pengemudi yang menelepon sambil menyetir sebanyak 3 responden. Pengemudi yang menyetel musik sebanyak 30 responden, yang menyetel televisi 2 responden.

Tabel 4.16
Perbedaan Rata-rata Waktu Reaksi Sebelum Bekerja (Menyetir) Setelah Beraktivitas pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju, Makassar-Palopo, Makassar-Tator Tahun 2009

Reaksi	Rata-rata	Sd	Sig
Reaksi 1	381.00	148.14	0.000
Reaksi 2	396.45	144.33	

(Sumber: Data Primer, 2009)

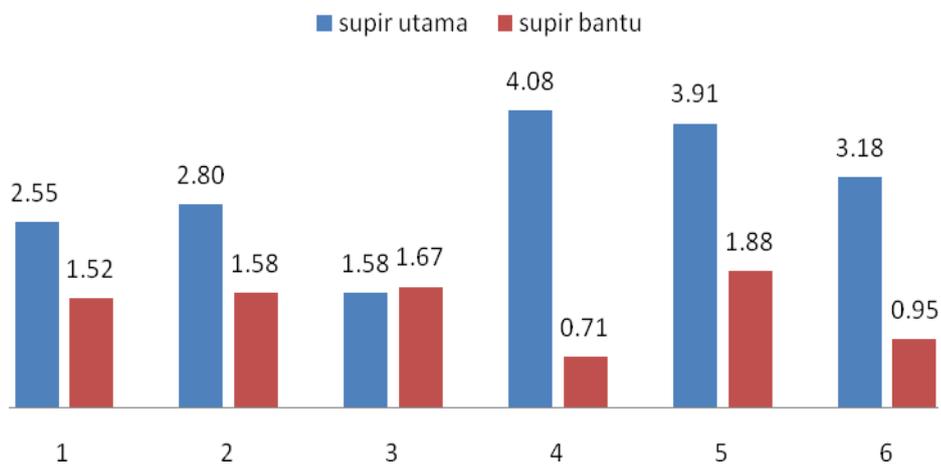
Dari tabel 4.16 tersebut diatas rata-rata waktu reaksi sebelum bekerja (mengemudi) dan sesudah mengemudi dalam kategori kelelahan sedang. Berikut ini tabel waktu mulai mengantuk para pengemudi.

Tabel 4.17
Data Waktu Kantuk pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Mamuju Tahun 2009

No	Nama	Mulai menyetir	Tanda mulai mengantuk	Lama menyetir (jam)	Keterangan
1	Uta1 (Jcb)	21.00	23.33	2.55	
2	Uta2(And)	21.00	23.48	2.80	
3	Uta3 (ms)	21.30	23.05	1.58	
4	Uta4 (bob)	19.30	23.35	4.08	
5	Uta5(Thn)	20.03	23.58	3.91	
6	Uta6 (Aba)	20.34	23.45	3.18	
Rata-rata Supir Utama				3.02	
7	Cad1(Gha)	3.15	4.46	1.52	
8	Cad2(Dar)	4.30	6.05	1.58	
9	Cad3(Erw)	2.31	4.11	1.67	
10	Cad4(Ras)	3.30	4.13	0.71	
11	Cad5(Anw)	3.53	5.46	1.88	
12	Cad6(Mus)	2.15	3.12	0.95	
Rata-rata Supir Bantu				1.39	

(Sumber: Data Primer, 2009)

Waktu kantuk supir Mks-Mamuju

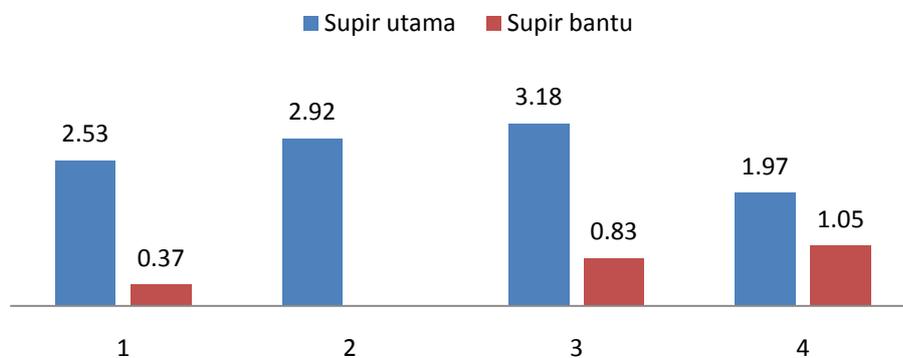


Tabel 4.18
Data Waktu Kantuk pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-
Palopo

No	Nama	Mulai menyetir	Tanda mulai mengantuk	Lama menyetir (jam)	Keterangan
1	Uta1 (Hrn)	22,30	1,02	2,53	
2	Uta2 (Bln)	22,00	0,55	2,92	
3	Uta3 (Juf)	21,30	0,41	3,18	
4	Uta4 (Men)	20,52	22,50	1,97	
rata-rata supir utama				2,65	
5	Cad1(Emg)	5,25	5,47	0,37	
6	Cad2				
7	Cad3(Nar)	3,25	4,15	0,83	
8	Cad4(Jun)	3,25	4,28	1,05	
rata-rata supir bantu				0,75	

(Sumber: Data Primer, 2009)

Waktu kantuk supir Mks-Plp

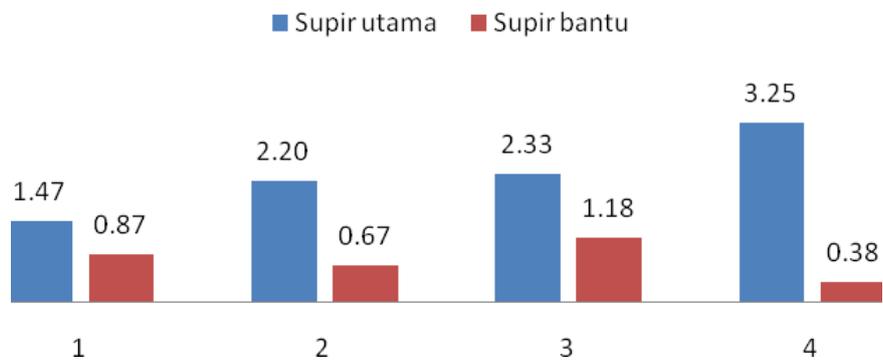


Tabel 4.19
Data Waktu Kantuk pada Pengemudi Angkutan Trayek Makassar-Tator Tahun 2009

No	Nama	Mulai menyetir	Tanda mulai mengantuk	Lama menyetir (jam)	Keterangan
1	Uta1 (sul)	22,00	23,28	1,47	
2	Uta2 (Tan)	22,00	0,12	2,20	
3	Uta 3 (Amr)	21,26	23,46	2,33	
4	Uta4 (Sap)	22,00	1,15	3,25	
rata-rata supir utama				2,31	
5	Cad1(Yul)	4,36	5,28	0,87	
6	Cad2(Fer)	3,40	4,20	0,67	
7	Cad3(Tiu)	3,57	5,08	1,18	
8	Cad4(Can)	4,14	4,37	0,38	
rata-rata supir bantu				0,78	

(Sumber: Data Primer, 2009)

Waktu kantuk supir Mks-Tator

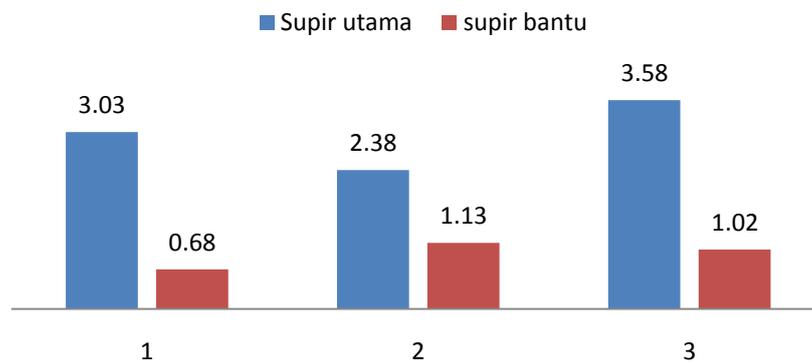


Tabel 4.20
Data Waktu Kantuk pada Pengemudi Angkutan Trayek Mamuju-Makassar Tahun 2009

No	Nama	Mulai menyetir	Tanda mulai mengantuk	Lama menyetir (jam)	Keterangan
1	Uta1 (Rhm)	20,13	23,15	3,03	
2	Uta2 (Zai)	20,25	22,58	2,38	
3	Uta3 (Cam)	19,20	22,55	3,58	
Rata-rata supir utama				3,00	
4	Cad1(Ron)	2,31	3,12	0,68	
5	Cad2(Spa)	3,15	4,23	1,13	
6	Cad3(Abb)	3,36	4,48	1,02	
Rata-rata supir bantu				0,94	

(Sumber: Data Primer, 2009)

Waktu kantuk supir Mamuju -Mks

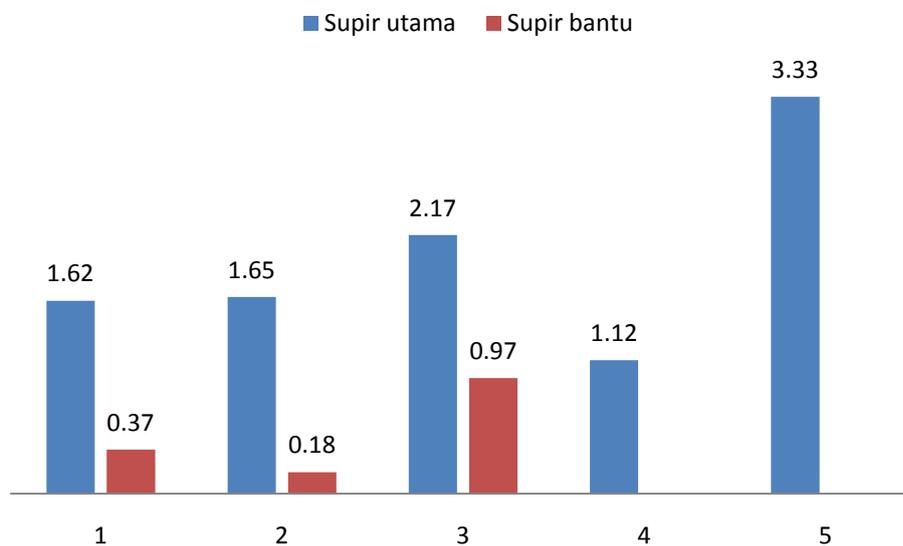


Tabel 4.21
Data waktu kantung pada Pengemudi Angkutan Trayek Palopo-Makassar
Tahun 2009

No	Nama	Mulai menyetir	Tanda mulai mengantuk	Lama menyetir (jam)	Keterangan
1	Uta1 (Mar)	22,00	0,37	1,62	
2	Uta2 (Mhm)	21,19	22,58	1,65	
3	Uta3 (Bab)	21,27	23,37	2,17	
4	Uta 4 (Bek)	22,00	23,07	1,12	
5	Uta5 (Aan)	21,30	0,50	3,33	
Rata-rata supir utama				1,98	
6	Cad1(Isk)	2,05	2,27	0,37	
7	Cad2(Mar)	3,24	3,35	0,18	
8	Cad3(Edi)	3,30	4,28	0,97	
Rata-rata supir bantu				0,51	

(Sumber : Data Primer, 2009)

Waktu kantung supir Plp-Mks

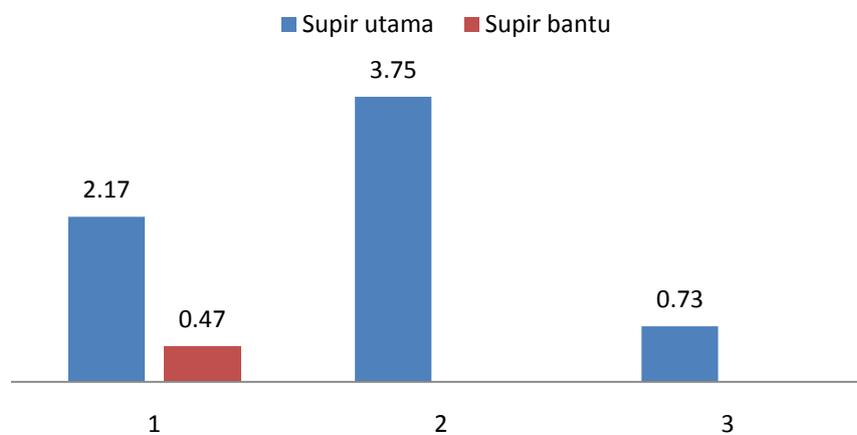


Tabel 4.22
Data waktu kantung pada Pengemudi Angkutan Trayek
Tator-Makassar Tahun 2009

No	Nama	Mulai menyetir	Tanda mulai mengantuk	Lama menyetir (jam)	Keterangan
1	Uta1 (Son)	22,00	0,10	2,17	
2	Uta2 (Taf)	22,12	1,57	3,75	
3	Uta3 (Ags)	21,39	22,23	0,73	
Rata-rata supir utama				2,22	
4	Cad1(And)	3,00	3,28	0,47	
Rata-rata supir bantu				0,47	

(Sumber: Data Primer, 2009)

Waktu kantung supir Tator-Mks



Tabel 4.23
Distribusi Lama Perjalanan pada Pengemudi Angkutan Trayek
Makassar-Mamuju-Makassar Tahun 2009

NO	NAMA	JAM BERANGKAT	JAM TIBA	LAMANYA
1	Jcb - Gha	21.00	08.23	11,38
2	And - Dar	21.00	07.37	10,61
3	Bob - Ras	19.30	06.37	11,11
4	Mis - Erw	21.30	07.46	10,26
5	Rhm - Ron	20.13	07.05	11.13
6	Hth - Anw	20.03	07.58	11,91
7	Zae - Spa	20.15	07.10	11,08
8	Aba - Mus	20.34	07.05	11,48
9	Cam - Abb	19.20	07.05	11,75
Jumlah				100,71
Rata-Rata Lama Perjalanan				11,19

(Sumber: Data Primer, 2009)

Tabel 4.24
Distribusi Lama Perjalanan pada Pengemudi Angkutan Trayek
Makassar-Toraja-Makassar Tahun 2009

NO	NAMA	JAM BERANGKAT	JAM TIBA	LAMANYA
1	Sul – Yul	22.00	07.30	9,5
2	San – Adr	22.00	06.47	8,78
3	Tan – Fer	22.00	06.30	8,5
4	Tau	22.12	05.51	7,65
5	Amr –Tiu	21.26	06.30	9,06
6	Agu	21.39	05.25	7,76
7	Sap – Cam	22.30	06.23	7,88
Jumlah				59,13
Rata-Rata Lama Perjalanan				8,45

(Sumber: Data Primer, 2009)

Tabel 4.25
Distribusi Lama Perjalanan pada Pengemudi Angkutan Trayek
Makassar-Palopo-Makassar Tahun 2009

NO	NAMA	JAM BERANGKAT	JAM TIBA	LAMANYA
1	Hrn – Emg	22.30	07.14	8,27
2	Bln	22.00	03.55	8,17
3	Mar	22.00	06.30	8,50
4	Muh – Ish	21.19	06.04	8,75
5	Men – Jun	20.52	06.20	9,2
6	Bab – Isk	21.27	06.05	8,63
7	Bek – Mar	20.15	07.10	11,08
8	Juf – Nar	21.30	06.10	8,67
9	Aan – Edi	21.30	06.49	9,31
Jumlah				70,08
Rata-Rata Lama Perjalanan				7,79

(Sumber: Data Primer, 2009)

2. Analisis Bivariat

Tabel 4.26
Hubungan antara kadar hemoglobin, hematokrit dan ferritin, IMT, asupan gizi, kapasitas paru, status merokok dengan waktu reaksi

Variabel	Φ	Cramers's V	P
Hb	0,036	0,036	0,58
Hm	0,085	0,036	0,468
Ferritin	0,065	0,065	0,532
IMT	0,162	0,162	0,563
Asupan gizi	-0,24	0,24	0,601
Kapasitas paru	-0,217	0,217	0,390
Status Merokok	0,162	0,162	0,255
Jumlah btg	-1,86	0,186	0,378
Gds	-0,217	0,217	0,236

Tabel 4.27
 Hubungan antara kadar hemoglobin, hemtokrit, ferritin, IMT, asupan
 gizi, kapasitas paru, status merokok
 dengan mengantuk

Variabel	P value	Cramer's V	P
Hb	0,367	0,367	0,028
Hm	0,387	0,387	0,020
Ferritin	0,054	0,054	0,505
IMT	0,186	0,186	0,028
Asupan gizi	-0,288	0,288	0,049
Kapasitas paru	0,140	0,140	0,311
Merokok	0,031	0,031	0,548
	0,048	0,048	0,552
Gds	-0,141	0,141	0,346

3. Analisis regresi logistik

Tabel 4.28.
 Hubungan antara IMT, Hematokrit, Asupan gizi dengan mengantuk

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% C.I. for EXP(B)	
							Lower	Upper
Step 1 ^a hmmean	-2.058	.900	5.228	1	.022	.128	.022	.745
IMT1	1.372	.962	2.034	1	.154	3.943	.598	25.974
kebute	-.413	.796	.268	1	.604	.662	.139	3.152
Constant	1.360	1.851	.539	1	.463	3.895		

Tabel.4.29
 Analisis regresi logistik IMT, Hemoglobin,Asupan gizi
 dengan mengantuk.

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% C.I.for EXP(B)	
							Lower	Upper
Step 1 ^a								
IMT1	2.095	1.201	3.044	1	.081	8.126	.772	85.489
hbmean	-2.686	1.133	5.617	1	.018	.068	.007	.628
kebute	-.804	.834	.929	1	.335	.447	.087	2.296
Constant	1.961	1.985	.976	1	.323	7.107		

Tabel . 4.30
 Hubungan antara hemoglobin, hematokrit, IMT, asupan gizi
 dengan mengantuk.

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% C.I.for EXP(B)	
							Lower	Upper
Step 1 ^a								
hmmean	-1.193	1.002	1.419	1	.234	.303	.043	2.159
IMT1	2.224	1.258	3.127	1	.077	9.242	.786	108.688
hbmean	-2.126	1.217	3.052	1	.081	.119	.011	1.296
kebute	-.624	.867	.518	1	.472	.536	.098	2.930
Constant	2.386	2.062	1.339	1	.247	10.871		

BAB V

PEMBAHASAN

A. Karakteristik Responden berdasarkan Nilai Rata-rata

Berdasarkan tabel 4.1, maka dapat dilihat bahwa dari 46 responden rata-rata umur adalah 36,72 tahun dengan berat badan responden 66,87 kg, dan tinggi badan rata-rata 164,06 cm. Kemudian Index Massa Tubuh rata-rata 24,87, tekanan darah sebelum dan setelah masih dalam batas normal. Kemudian denyut nadi sebelum mengemudi rata-rata 75,70/menit, denyut nadi setelah mengemudi 75,13/menit. Dari segi status gizi dalam hal ini kadar hemoglobin rata-rata 15,997 mg/dl, kadar hematokrit rata-rata 46,43 %, nilai ferritin rata-rata 298,46.mg/dl. Bila dibandingkan dengan nilai yang direkomendasikan oleh WHO (< 90 mg/dl) maka rata-rata serum ferritin berada diatas normal. Nilai gula darah sewaktu rata-rata 117,1 dan waktu reaksi sebelum mengemudi rata-rata 381,00 millidetik (hal ini menunjukkan bahwa pengemudi sebelum bekerja dalam kondisi lelah ringan) dan setelah mengemudi rata-rata waktu reaksi makin panjang menjadi 396,45 millidetik yang berarti tingkat kelelahan pengemudi meningkat. Indeks Massa Tubuh rata-rata adalah 24,87.

Data tersebut diatas menunjukkan bahwa status gizi pengemudi dalam hal ini kadar hemoglobin masih berada dalam batas normal bila, mengacu pada standar Laboratorium (Prodia), akan tetapi bila mengacu pada standar WHO (16 mg/dl) maka sebanyak 54 % diatas

nilai normal , sedangkan untuk Indeks Massa tubuh sesuai standar Asia Pasific (2000) dikategorikan Berat Badan berlebih dengan praobes/berisiko. Kapasitas paru dari 37 responden, 32 responden berada pada kategori tidak normal (obstruksi dan restriktif) dan 5 responden yang normal. Sedangkan untuk status merokok sebanyak 34 responden merokok dan 12 orang tidak merokok.

B. Deskripsi Variabel Status Gizi

1. Hemoglobin

Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium, terdapat 34 responden yang kadar hemoglobinnya termasuk kategori normal dan 3 responden yang diatas nilai normal (berdasarkan rekomendasi dari Laboratorium Prodia yaitu 13.2-17.3 mg/dl). Sedangkan bila dibandingkan dengan kriteria WHO yaitu 13-16 mg/dl, maka ada 20 orang dengan kadar hemoglobin diatas normal. Dari hasil tersebut diatas dapat dikatakan bahwa kadar hemoglobin responden 54% diatas kadar rata-rata (15,997 mg/dl). Ini dapat diasumsikan bahwa kadar hemoglobin para pengemudi cukup tinggi.

Dikatakan bahwa salah satu penyebab kadar hemoglobin yang cenderung lebih diatas normal adalah kebiasaan merokok dan dehidrasi. Para pengemudi adalah perokok berat yang lama merokoknya lebih dari 10 tahun (26 orang). Salah satu penyebab

dehidrasi adalah kurang minum dan juga disebabkan karena bus yang memakai AC.

Dikatakan pula bahwa bila tubuh mengalami dehidrasi konsekuensinya adalah meningkatnya viskositas darah yang merupakan faktor risiko dari kerusakan otak dan jantung.(Nippon, dalam Sudoyo,AW, 2010). Bila melihat pola kerja para pengemudi yang cenderung kurang minum dapat mempengaruhi terjadinya dehidrasi. Hal ini dikarenakan para pengemudi merasa bahwa bila banyak minum akan sering buang air kecil (wawancara dengan N dan J pada tanggal 21 November 2009 jam 16.30 serta A dan T pada 25 November 2009).

2. Hematokrit

Hematokrit adalah volume eritrosit yang dipisahkan dari plasma yang dinyatakan dalam persen (%). Hematokrit merupakan estimasi tidak langsung jumlah hemoglobin. Dengan demikian hematokrit bergantung kepada sel darah merah. Pada penelitian ini nilai rata-rata hematokrit adalah sebesar 46.43%. Bila dibandingkan dengan nilai normal yg direkomendasikan Laboratorium Prodia (40-52%) maka hematokrit masih dalam batas normal. Bila dibandingkan dengan nilai rata-rata hematokrit sampel (46,43%) maka ada 22 responden yang diatas rata-rata. Artinya sebanyak 59,46% hematokritnya relatif tinggi. Hal ini sejalan dengan kadar hemoglobin para pengemudi yang berada diatas normal. Dikatakan

bahwa kadar hematokrit yang relatif lebih tinggi, menandakan bahwa darah menjadi lebih kental (pekat) yang menyebabkan oksigenasi terganggu. Penyebab darah menjadi lebih pekat antara lain dehidrasi, kebiasaan merokok dan adanya *polisethemia*. Pada penelitian ini, pengemudi kemungkinan mengalami dehidrasi yang disebabkan karena kurang minum dan juga berada di lingkungan kerja yang relatif dingin.

Air merupakan bagian dari sistem darah dalam melarutkan mineral sehingga bisa didistribusikan ke seluruh tubuh. Tubuh terdiri dari 25% materi padat dan 75 % air. Jaringan otak terdiri dari 85 % dan darah mengandung 90 % air. Minum air dalam jumlah banyak setiap hari adalah penting, sama pentingnya dengan olah raga, diet dan tidak merokok, dalam mencegah penyakit jantung koroner. Mereka yang minum air 5 gelas setiap hari memiliki risiko 41 % (untuk wanita) lebih rendah atas penyakit jantung dan 54 % (untuk pria), jika dibandingkan dengan yang minum air 2 gelas perhari. Beberapa cairan seperti jus buah dapat meningkatkan viscositas darah, sebaliknya air putih dapat menurunkan viscositas darah meski bersifat sementara. Dikatakan minum minimal 5 gelas air perhari menurunkan risiko stroke akibat menurunnya viscositas darah.

Sebagai bahan kajian, dari hasil wawancara dengan pimpinan salah satu perusahaan tempat penelitian ini diketahui

bahwa salah satu pengemudi meninggal dalam perjalanan dengan stroke saat selesai menyetir (kejadiannya Juni 2009).

3. Serum Ferritin

Serum ferritin diukur untuk menilai status besi dalam hati. Banyaknya ferritin yang dikeluarkan ke dalam darah secara proposional menggambarkan banyaknya simpanan zat besi di dalam hati. Pada penelitian ini, kadar rata-rata serum ferritin sebesar 298.46 $\mu\text{g/L}$. Bila dibandingkan untuk keadaan normal pada laki-laki dewasa adalah 90 $\mu\text{g/L}$ (Supariasa et al, 2002), maka kadar serum ferritin para pengemudi adalah diatas normal.

Bila melihat kadar rata-rata serum ferritin yang diatas normal, maka menjadi bahan kajian untuk mencari penyebab kadar serum ferritin berada diatas batas normal. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Mainous et al (2008) dengan menggunakan data hasil *National Health and Nutrition Examination Survey* (1999-2002) yang melihat asosiasi kelebihan zat besi dengan kelelahan dan serum ferritin dibawah normal dengan menurunnya *Cardiovaskuler Fitness* (CVF) pada laki-laki dewasa, maka didapatkan Odds Ratio (OR) =0,57 untuk kadar serum ferritin normal sampai >300 $\mu\text{g/L}$ dengan CVF yang tinggi. Sedangkan serum ferritin pada $100 < \text{SF} < 150 \mu\text{g/L}$, OR=0,84, $150 < \text{SF} < 200 \mu\text{g/L}$ OR=0,55, sedangkan pada $200 < \text{SF} < 300 \mu\text{g/L}$ OR=0,49. Pada penelitian ini ada 27 responden dengan kategori lelah ringan

($240 < WR < 410$ millidetik) mempunyai kadar serum ferritin antara $100 < SF < 300$ $\mu\text{g/L}$.

4. Indeks Massa Tubuh

Penggunaan Indeks Massa Tubuh (IMT) hanya berlaku untuk orang dewasa berumur diatas 18 tahun. Masalah kekurangan dan kelebihan gizi pada orang dewasa merupakan masalah penting karena dapat mempengaruhi produktivitas kerja. Oleh karena itu, pemantauan keadaan tersebut perlu dilakukan secara berkesinambungan. Salah satu caranya adalah dengan mempertahankan berat badan yang ideal atau normal. Pada penelitian ini didapatkan nilai rata-rata IMT adalah 24.87. Bila dirujuk berdasarkan standar untuk Asia Pasifik maka para pengemudi dikategorikan memiliki berat badan lebih dengan kategori praobes/berisiko. Dikatakan bahwa dengan status gizi praobes/berisiko akan mempengaruhi oksigenasi ke jaringan tubuh, termasuk jaringan otak. Disebabkan karena banyaknya lemak yang berada di *peritonium* akan mempengaruhi gerakan diafragma yang selanjutnya akan mempengaruhi sistem pernapasan, khususnya kemampuan atau kapasitas paru untuk memasukkan udara kedalam paru secara maksimal yang selanjutnya akan mempengaruhi VO_{max} (kemampuan penggunaan oksigen oleh tubuh).

5. Asupan gizi

Dari tabel (lampiran) hasil analisa food recall 24 jam dan food frekuensi 1 bulan didapatkan asupan energi rata-rata adalah 1661 k.kal. Bila dibandingkan dengan kebutuhan yang dianjurkan (Kepmenkes no 322/Menkes/SK/IV/1994 dalam penuntun Dasar Gizi) 1997, yang dianjurkan untuk kerja ringan adalah 2800, kkal, kerja sedang 3000 k.kal, sedangkan kerja berat 3600 kkal per hari. Sedangkan menurut Suma'mur pekerjaan mengemudi dikategorikan kerja berat, yang artinya kebutuhan energinya adalah sebesar 3600 kkal. Dilihat dari asupan energi hanya sebesar ± 1661 kkal maka para pengemudi ini asupan energinya masih dibawah normal.

Hasil analisis food recall 24 jam didapatkan asupan zat besi (Fe) rata-rata 5,18 mg. Hal ini bila dibandingkan kebutuhan Fe yang dianjurkan per orang perhari yakni untuk umur 20-60 tahun sebesar 13 mg, maka para pengemudi ini tingkat kecukupan zat besinya masih dibawah normal.

Bila seseorang bekerja maka tubuh memerlukan energi baik secara kuantitatif maupun kualitatif dan apabila kekurangan akan menyebabkan kapasitas kerja terganggu. Menurut Suma'mur (1989) dan Granjean (2000) bahwa selain jumlah kalori yang tepat, penyebaran persediaan kalori selama bekerja adalah sangat penting. Misalnya pemberian snack atau makanan ringan minuman

manis setiap 1,5 - 2 jam setelah kerja terbukti dapat meningkatkan produktivitas kerja dibandingkan dengan hanya diberikan sekali makan siang pada saat jam istirahat. Pengemudi bus pada saat mengemudi tidak dianjurkan untuk makan ketika mengemudi. Selain itu pengemudi mengurangi porsi atau malah tidak makan karena mereka beranggapan bahwa setelah makan akan menyebabkan mengantuk disaat mengemudi.

C. Deskripsi Kapasitas Paru

Pengukuran kapasitas paru ditujukan untuk mengetahui jumlah oksigen yang dapat dihirup masuk kedalam paru-paru seseorang secara maksimal. Jumlah oksigen yang dapat dimasukkan ke dalam paru-paru dipengaruhi oleh kemampuan kembang kempisnya sistem pernapasan. Hal ini juga berhubungan dengan tingkat kesegaran jasmani. Pada penelitian hasil pengukuran kapasitas paru menunjukkan bahwa dari 37 responden, hanya 5 yang normal, selebihnya tidak normal dengan 3 macam kategori yakni restriction, obstruction dan kombinasinya.

D. Status Merokok

Status merokok pada penelitian ini yang dinilai adalah merokok atau tidak, bila merokok sudah berapa lama, jumlah batang yang dihisap per hari dan jenis rokoknya. Hasil pengisian kuesioner para pengemudi, dari 46 responden terbagi atas 12 responden tidak merokok, 34 responden merokok. Dari 34 responden yang merokok

sebanyak 26 responden diantaranya telah merokok lebih dari 10 tahun, 8 orang kurang dari 10 tahun. Dari 34 responden yang merokok, ada 27 responden yang mengisap lebih dari 10 batang/perhari semuanya menyatakan 1 bungkus (16 batang) dan semua rokok yang dihisap adalah jenis filter.

E. Kelelahan Kerja (waktu reaksi dan mengantuk)

Indikator kelelahan kerja yang dipakai adalah waktu reaksi dan adanya tanda-tanda mengantuk berupa menguap dan adanya kejadian yang mengikutinya. Hasil pemeriksaan waktu reaksi pengemudi sebelum berangkat adalah rata-rata 381.00 milidetik sedangkan setelah bekerja (mengemudi) adalah rata-rata 396.45 milidetik. Ada perbedaan sebelum dengan setelah bekerja. Bila merujuk nilai normal waktu reaksi para pengemudi maka dikategorikan lelah ringan (normal 150- 240 millidetik) (Setyawati, 1994). Jadi sebelum mengemudi para responden dalam kondisi lelah ringan. Hal ini dapat dijelaskan bahwa pola kerja sehari-hari para pengemudi yang akan berangkat pada malam hari (berangkat pukul 20.00–22.00) adalah pada pagi hari (setelah tiba ditujuan) tidak langsung istirahat karena masih akan memeriksa dan membersihkan kendaraannya serta menyelesaikan urusan administrasi. Para supir utama ke kantor untuk menyettor dan para supir cadangan membersihkan kendaraannya sampai pukul 13.00-14.00. Setelah itu mereka beristirahat dan malam menjelang

berangkat para pengemudi datang ke perwakilan dimana bus siap diberangkatkan.

Adapun tanda-tanda mengantuk dicatat di logbook oleh peneliti lapangan yang mendampingi pengemudi mulai saat berangkat sampai ke tujuan (akhir tugas). Mengantuk dinilai dengan adanya tanda mengantuk berupa menguap dan kejadian yang mengikuti setelah menguap misalnya pengemudi melakukan rem mendadak atau mengusap muka, menggoyangkan kepala (geleng kepala), membuka jendela, merokok, bercerita dan lain sebagainya. Tanda mengantuk berupa menguap, mengusap muka, menggoyangkan kepala (head movement) sesuai yang direkomendasikan AAA Foundation for Traffic Safety.

Hasil penelitian ini dicatat di logbook, dari 46 pengemudi (25 pengemudi utama dan 21 cadangan) tanda menguap terjadi pada 19 pengemudi utama dan 7 pengemudi cadangan. Sedangkan yang tidak ada tanda menguap sebanyak 6 orang. Dalam logbook juga tercatat ada tanda-tanda mengantuk seperti mengusap muka/mata, menggaruk kepala, merokok, membuka jendela yang dapat dianggap sebagai tindakan untuk mengatasi rasa kantuk yang timbul.

F. Hubungan Antara Status Gizi dengan Kelelahan (waktu reaksi)

Pada penelitian ini hipotesis yang didasarkan pada asumsi bahwa terdapat hubungan antara status gizi yang diukur dengan kadar hemoglobin, hematokrit, serum ferritin dan Indeks massa Tubuh

dengan kelelahan kerja yang diukur dengan waktu reaksi dan tanda-tanda mengantuk. Dengan uji korelasi Pearson hasil yang didapatkan bahwa secara statistik tidak signifikan dengan nilai $p > 0.05$ tidak terdapat hubungan yang bermakna antara kadar hemoglobin, hematokrit, serum ferritin dan IMT dengan waktu reaksi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni (2009) dan juga Ni Luh (2006) bahwa hubungan antara kadar hemoglobin dengan waktu reaksi tidak bermakna. Dengan mengkategorikan variabel (berdasarkan nilai rata-rata) maka diuji dengan chi-square (Fisher's Exact test) menunjukkan bahwa secara statistik tidak terdapat hubungan yang signifikan antara status gizi (hemoglobin, hematokrit, serum ferritin dan IMT) dengan waktu reaksi (setelah bekerja), hal ini terlihat dari nilai $P > 0,05$. Hasil yang sama juga diperoleh setelah masing-masing variabel (hemoglobin, hematokrit, serum ferritin dan IMT) bila nilai rata-rata (mean) dikurangi dengan 1 kali dan 2 kali standar deviasi. Demikian pula jika ditambah 1 kali dan 2 kali standar deviasi.

Menurut Suma'mur waktu reaksi adalah waktu yang timbul antara pemberian rangsang tunggal sampai timbulnya respons terhadap respons tersebut. Waktu reaksi merupakan reaksi sederhana atas rangsang tunggal atau reaksi-reaksi yang memerlukan koordinasi. Waktu reaksi ini merupakan komponen emosi fisik yang merupakan reaksi sesaat. Tidak adanya hubungan antara kadar hemoglobin,

hematokrit, serum ferritin dengan waktu reaksi sangat mungkin dipengaruhi oleh reaksi tiap individu, motivasi, jenis rangsang yang diberikan, umur, jenis kelamin (Philip dan Hornak ,1979 dalam Setiawaty,1994). Demikian halnya menurut menurut Granjean (2000) pada susunan saraf pusat terdapat aktivasi (penggerak) dan *inhibisi* (penghambat). Sistem aktivasi bersifat simpatis yang merangsang saraf untuk bekerja. Sedangkan *inhibisi* bersifat parasimpatis yang menghambat kemampuan seseorang untuk bereaksi. Jika pengaruh sistem *aktivasi* ini lebih kuat, maka tubuh berada dalam keadaan siaga untuk merespon stimulus. Namun, apabila sistem *inhibisi* lebih kuat dan sistem aktivasi rendah, maka tubuh akan mengalami penurunan kesiagaan untuk bereaksi terhadap suatu rangsang. Jadi dapat dikatakan bahwa waktu reaksi ini lebih banyak dipengaruhi oleh keadaan sistem saraf . Pada penelitian ini pemeriksaan waktu reaksi mempergunakan rangsang cahaya. Setiap rangsang yang datang dari mata akan menaikkan level aktivasi retikularis dan diteruskan ke korteks optik untuk merangsang meningkatkan kesiagaan dan terjadi respons terhadap rangsang cahaya.

Hasil analisis antara asupan gizi dengan waktu reaksi tidak ada hubungan secara bermakna. Hal ini sangat mungkin disebabkan hal yang mempengaruhi dalam pengukuran waktu reaksi dan juga asupan gizi. Asupan gizi yang diukur dengan food recall 24 jam sangat mungkin dipengaruhi hal-hal yang berkaitan ingatan dan persepsi

seseorang terutama tentang takaran/ukurannya makanan yang dimakan sebelumnya. Sedangkan waktu reaksi seperti telah dijelaskan bahwa waktu reaksi ini adalah reaksi sesaat yang dipengaruhi oleh emosi fisik dan psikis.

G. Hubungan Antara Kapasitas Paru dengan Kelelahan (waktu reaksi)

Hasil analisis dengan uji chi-square antara kapasitas paru dengan kelelahan (waktu reaksi) menunjukkan tidak terdapat hubungan yang signifikan ($P > 0.05$).

Jumlah oksigen yang dapat dihirup masuk ke dalam paru-paru seseorang secara maksimal dapat diketahui dengan pengukuran kapasitas paru. kapasitas paru tidak berpengaruh secara langsung terhadap waktu reaksi oleh karena jumlah oksigen yang dapat dihirup masuk ke dalam paru-paru tidak semuanya dipakai untuk metabolisme, karena masih dipengaruhi oleh VO_{max} (kemampuan penggunaan Oksigen oleh tubuh) yang juga masih dipengaruhi denyut jantung dan cardiac output.

Waktu reaksi adalah keadaan sesaat, yang diperiksa pada saat selesai bekerja. Tidak adanya hubungan yang bermakna antara kapasitas paru dengan waktu reaksi sangat mungkin dipengaruhi oleh hal-hal yang mempengaruhi pengukuran kapasitas paru dan juga pengukuran waktu reaksi. Kapasitas paru dipengaruhi oleh keadaan anatomis dan fisiologis dari paru-paru. Selain itu juga dipengaruhi

kemampuan seseorang untuk menarik napas dan mengeluarkan napas, persepsi dari seseorang yang akan diperiksa.

H. Hubungan Antara status merokok dengan waktu reaksi

Hasil analisis dengan uji chi-square antara status merokok dengan waktu reaksi tidak signifikan secara statistik ($p > 0.05$), berarti status merokok tidak berhubungan dengan waktu reaksi.

Menurut Hans (2008) merokok dapat menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran pernapasan dan jaringan paru-paru. Saluran pernapasan bagian atas akan mengalami hipertropi dan kelenjar mukus bertambah banyak (hiperplasia). Pada saluran pernapasan bagian bawah akan menyebabkan inflamasi dan akan menyebabkan menyempitnya dan penumpukan lendir. Dengan terganggunya sistem pernapasan akan berpengaruh terhadap kemampuan paru atau kapasitas paru seseorang.

Hasil pengukuran waktu reaksi adalah waktu yang terjadi antara pemberian rangsang sampai terjadinya respons terhadap rangsang tersebut. Telah dijelaskan bahwa waktu reaksi ini adalah reaksi emosi fisik yang terjadi dengan cepat.

I. Hubungan antara kadar hemoglobin dengan gejala mengantuk

Dengan mengkategorikan kadar hemoglobin diatas nilai rata-rata (15.997) menjadi berisiko (untuk diatas nilai rata-rata) dan tidak berisiko (bila dibawah nilai rata-rata), Sedangkan dikatakan mengantuk bila ditemukannya menguap yang akan diikuti salah satu dari tindakan

yang dilakukan oleh pengemudi (mengusap kepala, head movement, dll), maka hasil uji Fisher 's exact test didapatkan nilai $p < 0,05$ yang berarti ada hubungan secara bermakna antara kadar hemoglobin berhubungan dengan gejala mengantuk.

Mengantuk (*drowsy*) dicirikan dengan sekumpulan komponen berupa tanda-tanda, misalnya menguap (*yawning*), mata/kelopak mata terjatuh (*eye fall/closure*), berkedip (*blink*) sebagai gerakan-gerakan pada muka (*facial action*) dan juga adanya gerakan-gerakan dari kepala (*head movement*) (Vural, et all, 2006,). Menurut Hendrawan Nadesul bahwa menguap adalah reflex fisiologis oleh karena kepala (otak) membutuhkan lebih banyak oksigen. Demikian juga menurut Robert Provine dari Universitas Maryland (USA) menguap merupakan cetusan rasa kantuk. Ada hubungan yang bermakna antara kadar hemoglobin dengan mengantuk dapat dijelaskan bahwa hemoglobin merupakan senyawa pembawa oksigen pada sel darah yang dapat diukur secara kimia dalam jumlah Hb/100 ml darah. Ukuran ini dapat digunakan sebagai indeks kapasitas pembawa oksigen dalam darah. Fungsi hemoglobin adalah mentransport CO₂ dari jaringan ke paru-paru untuk diekskresikan ke dalam udara pernapasan dan membawa O₂ dari paru-paru ke sel- sel jaringan. Oksigen yang diangkut dari paru-paru ke jaringan oleh hemoglobin sekitar 97 % (kira 19,4 milliliter tiap 100ml darah). Waktu melewati kapiler jaringan jumlah ini berkurang menjadi 14,4ml (PO₂,40 mmHg, hemoglobin tersaturasi,

75%). Dengan demikian pada keadaan normal kira-kira 5 milliliter oksigen di transport ke jaringan oleh setiap 100 ml darah.(Guyton dan Hall,1996).

J. Hubungan antara hematokrit dengan gejala mengantuk

Hasil analisis dengan uji Fisher Exact test ada hubungan secara bermakna antara hematokrit dengan gejala mengantuk ($p < 0,05$) dengan demikian ada hubungan secara bermakna antara hematokrit diatas nilai rata- rata (46,43%) terhadap gejala mengantuk,.

Hematokrit adalah volume eritrosit yang dipisahkan dari plasma dengan cara memutarnya di dalam tabung khusus yang nilainya dinyatakan dalam presentase (%). Setelah sentrifugasi, tinggi kolom sel merah diukur dan dibandingkan dengan tinggi darah penuh yang asli. Presentase massa sel merah pada volume darah yang asli merupakan hematokrit. Karena darah penuh dibentuk pada intinya oleh sel darah merah dan plasma, setelah sentrifugasi persentase sel-sel darah merah memberikan estimasi tidak langsung jumlah sel darah merah per 100 ml dari darah penuh (dengan demikian pada gilirannya merupakan estimasi tidak langsung dari hemoglobin). Dengan demikian hematokrit bergantung sebagian dengan jumlah sel darah merah (Supriasa et al, 2002).

Nilai hematokrit merupakan cara yang paling sering digunakan untuk menentukan jumlah sel darah merah dalam satu mililiter darah atau dengan perbandingan antara sel darah merah dengan komponen

darah yang lain. Oleh karena hematokrit ini adalah merupakan persentase sel darah merah maka hal ini juga menunjukkan kepekatan darah. Hasil analisis kadar hemoglobin berhubungan secara bermakna dengan mengantuk, maka demikian halnya dengan hematokrit ada hubungan yang signifikan dengan mengantuk. Hal ini dapat dijelaskan bahwa hematokrit adalah ekpresi dari jumlah sel –sel darah merah. Hemoglobin merupakan senyawa pembawa oksigen pada sel darah yang dapat diukur secara kimia dalam jumlah Hb/100 ml darah. Ukuran ini dapat digunakan sebagai indeks kapasitas pembawa oksigen dalam darah. Bila jumlah sel darah merah atau hemoglobin rendah maka kapasitas darah untuk mengangkut O₂ akan turun, demikian halnya dengan hematokrit yang rendah.

K. Hubungan antara serum ferritin dengan gejala mengantuk

Hasil analisis dengan uji Fisher's exact Test tidak ada hubungan secara bermakna antara serum ferritin dengan gejala mengantuk.

Banyaknya ferritin yang dikeluarkan ke dalam darah secara proporsional menggambarkan banyaknya simpanan besi dalam hati (Supriasa, et al, dalam Cook, 2002). Jadi pengukuran serum ferritin ini secara tidak langsung menilai zat besi dalam darah. Sel darah merah merupakan suatu bentuk kompleks helat yang dibentuk oleh logam besi (Fe) dengan gugus hem dan globin. Sintesa dari kompleks tersebut melibatkan 2 macam enzim yaitu ALAD (amino leuvilinic Acid

Dehidrase) dan enzim sitoplasma. Enzim ini akan secara aktif pada tahap awal sintesis dan selama sirkulasi sel darah merah berlangsung. Jadi zat besi ini penting untuk pembentukan sel darah merah. Bila kekurangan zat besi dapat menyebabkan turunnya produksi sel-sel darah merah. Tidak adanya hubungan antara serum ferritin dengan mengantuk sangat mungkin disebabkan oleh hal-hal yang mempengaruhi jumlah serum ferritin yakni konsumsi makanan yang mengandung zat besi, adanya penyakit hati,

L. Hubungan antara Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan gejala mengantuk

Hasil analisis dengan uji chi square ada hubungan secara bermakna antara IMT dengan gejala mengantuk ($p < 0,05$). Kategori untuk IMT adalah normal bila $IMT < 22,99$ dan tidak normal bila $\geq 22,99$. Rasio berat badan per tinggi badan mengindikasikan hubungan berat badan dengan tinggi badan yang digunakan untuk menilai overweight dan obesitas pada orang dewasa. IMT ini juga diistilahkan dengan indeks Quetelet, dihitung sebagai berat badan (kg/tinggi badan (m²)) (Gibson, 2005), IMT ini berkorelasi dengan kegemukan. Tetapi tidak mencerminkan distribusi timbunan lemak di dalam tubuh. Obesitas (kegemukan) menyebabkan bertambahnya ukuran dan jumlah sel adipose dan selanjutnya dapat menyebabkan gangguan metabolisme. Selain sebagai tempat penyimpanan lemak, sel adipose akan memproduksi molekul biologi aktif (adipokin) seperti

sitokin proinflamasi, hormon antiinflamasi dan substansi biologi lainnya. Obesitas juga menyebabkan ekspresi sitokin proinflamasi meningkat di dalam sirkulasi sehingga mengakibatkan inflamasi dinding vaskular (Grundy, 2005, Sonnenberg, 2004, Reily, 2003). Dengan terjadinya inflamasi dinding vaskular sangat mungkin menyebabkan gangguan oksigenasi ke jaringan termasuk ke jaringan otak.

M. Hubungan antara kapasitas paru, status merokok dengan gejala mengantuk

Kapasitas paru dikategorikan normal dan tidak normal : bila ada obstruksi dan retriksi. Hasil uji Fisher's exact test menunjukkan tidak ada hubungan yang bermakna antara kapasitas paru ($p > 0,005$). Pengukuran kapasitas paru untuk mengetahui volume udara pernapasan yakni perbandingan antara FEV1 (forced expiratory volume -1) dengan FVC (forced vital capacity), dikatakan normal bila nilai $FEV1/FVC > 75 \%$. Besarnya volume udara pernapasan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain ukuran sistem pernapasan, kemampuan dan kebiasaan expirasi dan inspirasi, serta kondisi kesehatan seseorang, pergerakan dinding thorax (Atjo, 2003). Selain itu kapasitas paru seseorang juga dipengaruhi oleh karakteristik fisik, umur, tinggi badan, berat badan (Guyton & Hall, 1996). Tidak adanya hubungan antara kapasitas paru dengan gejala mengantuk sangat mungkin dipengaruhi oleh hal-hal yang mempengaruhi

pengukuran kapasitas paru antara lain kondisi individunya, kemampuan inspirasi dan ekspirasi seseorang.

Status merokok dalam hal ini adalah kebiasaan merokok seseorang yang dikategorikan merokok atau tidak, dan bila merokok banyaknya batang/hari, jangka waktu (lama merokok yang dinyatakan dalam tahun. Merokok dapat menyebabkan perubahan struktur dan fungsi paru.

Fungsi utama paru-paru yaitu untuk pertukaran gas antara darah dan atmosfer (West, 1974). Pertukaran gas tersebut bertujuan untuk menyediakan oksigen bagi jaringan dan mengeluarkan karbon dioksida. Kebutuhan oksigen dan karbon dioksida terus berubah sesuai dengan tingkat aktivitas dan metabolisme seseorang, pernapasan tetap dapat memelihara kandungan oksigen dan karbon dioksida tersebut (Guyton & Hall, 1996)

Tidak ada hubungan antar status merokok dengan mengantuk sangat mungkin dipengaruhi oleh hal yang mempengaruhi pengukuran status merokok antar lain tidak melihat jumlah batang yang dihisap, cara dan jenis rokok yang dihisap. (Wardoyo, 1999).

N. Waktu Mengantuk

Dari tabel dapat terlihat bahwa pengemudi utama pada berbagai jurusan mulai mengantuk dalam rentang waktu rata-rata antara 2 sampai dengan 3 jam sejak awal mengemudi, sedangkan pengemudi bantu mulai mengantuk pada rentang waktu rata-rata antara 0,5

sampai 1,5 jam setelah menggantikan pengemudi utama. Fakta di Inggris, bus angkutan umum jarak jauh antara kota Dundee di Scotland ke London yang berjarak 600 mil, ditempuh dalam jangka waktu 11 jam dan bus berhenti tiap 2 jam untuk berganti pengemudi, dimana pengemudi pengganti naik ke bus dari tempat pemberhentian bus. Penggantian pengemudi dilakukan sebanyak 5 kali.

Kejadian Kecelakaan setelah penelitian ini:

1. Pada salah satu perusahaan (BP) terjadi kecelakaan dengan pengemudi termasuk sampel pada penelitian ini. Kejadiannya di daerah Belopa terjadi sekitar pukul 03 dini hari dengan kondisi kendaraan rusak berat dan korban jiwa 2 orang. Saat ini pengemudi yang bersangkutan tidak berada di Makassar sehingga pemeriksaan kapasitas paru tidak dapat dilakukan.
2. Pada salah satu perusahaan (LC) terjadi 3 kasus kecelakaan dengan pengemudi termasuk sampel pada penelitian ini di daerah Majene, Belopa dan Pangkep sehingga pengemudi tersebut untuk sementara diistirahatkan.
3. Pada salah satu perusahaan (PZ) terjadi 1 kecelakaan dengan pengemudi termasuk sampel penelitian ini. Kejadiannya sebelum masuk kota Makassar.

O. Hasil Analisis Regresi

Dari tabel 4.12 didapatkan bahwa secara bersama hematokrit, IMT, asupan gizi, hanya hematokrit yang secara

bermakna($p < 0,05$) dapat menaksir kejadian mengantuk. Hal ini disebabkan adanya saling interaksi antar variabel sehingga adanya efek saling mempengaruhi.. Hal ini dapat dilihat pada persamaan $y(\text{kantuk}) = 1.360 - 2.058(\text{Hm}) + 1.372(\text{IMT}) - 0.413(\text{AG})$

Demikian halnya pada tabel 4.13. Bersama dengan hemoglobin,IMT, asupan gizi, maka hemoglobin secara bermakna ($p < 0.05$), dengan persamaan $y(\text{kantuk}) = 1.961 - 2.686(\text{Hb}) + 2.095(\text{IMT}) - 0.804(\text{AG})$

Pada tabel 4.15.,bila keempat variabel (hemoglobin, hematokrit,IMT, Asupan gizi) dimasukkan maka hemoglobin dan hematokrit menjadi saling mempengaruhi(tarik menarik) sehingga keduanya menjadi tidak signifikan(bermakna)

P. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan pada penelitian ini adalah sampel yang ada terbatas dikarenakan beberapa hal antara lain

1. Dari 46 sampel yang diikuti mulai saat berangkat sampai ke tujuan, hanya 37 sampel yang lengkap hasil pemeriksaan darahnya. Hal ini di sebabkan karena dua sampel darah tidak dapat diperiksa di laboratorium dan 7 pengemudi tidak dapat diambil sampel darahnya oleh karena berbagai alasan (merasa takut dan atau sudah akan segera berangkat dan tidak bersedia lagi diambil sampel darahnya).

2. Keterbatasan jam kerja dari laboratorium (laboratorium tutup jam 22.00).
3. Ada beberapa pengemudi tiba di terminal pemberangkatan pada saat bus akan berangkat (jadwal berangkat antara jam 21.00 - 22.00)
4. Jumlah sampel sebanyak 46 adalah berasal dari 3 perusahaan yang sudah diambil keseluruhan pengemudinya dengan kriteria berangkat pada malam hari dan tiba pada pagi hari, jenis kendaraan (bus) sejenis, dilengkapi mesin pengatur udara (AC) dan jarak tempuh yang hampir sama (Mamuju, Palopo dan Toraja).

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hasil penelitian terhadap pengemudi bus malam jurusan Makassar-Toraja pulang pergi (pp), Makassar-Palopo pp dan Makassar-Mamuju pp di 3 perusahaan pengangkutan di Makassar sejak Juli 2009 sampai September 2009 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sebanyak 84,78% pengemudi bus malam mengalami kelelahan dan sebanyak 60,86 % mengalami kantuk.
2. Hasil analisis didapatkan tidak ada hubungan secara bermakna antara kadar hemoglobin, hematokrit, ferritin, IMT, kapasitas paru, status merokok dengan waktu reaksi.
3. Kadar hemoglobin berhubungan secara bermakna dengan kejadian mengantuk pada para pengemudi bus malam.
4. Hematokrit berhubungan secara bermakna dengan kejadian mengantuk pada para pengemudi bus malam.
5. Indeks Massa Tubuh (IMT) berhubungan secara bermakna dengan kejadian mengantuk pada pengemudi bus malam.
6. Asupan gizi mempunyai hubungan yang bermakna dengan kejadian mengantuk.

7. Secara bersama-sama dengan hematokrit, IMT, asupan gizi, maka hematokrit secara bermakna dapat memprediksi kejadian mengantuk.
8. Secara bersama-sama dengan hemoglobin, asupan gizi, IMT, maka hemoglobin secara bermakna dapat memprediksi kejadian mengantuk.

B. Saran

1. Disarankan kepada pengemudi tetap menjaga kesehatan, terutama dalam menjaga pola makan dan pola tidur, agar supaya dalam keadaan mengemudi tetap dalam kondisi yang prima dan bila sudah dirasakan mulai mengantuk sebaiknya tidak memaksakan diri untuk tetap melanjutkan perjalanan.
2. Disarankan kepada pengemudi selama dalam perjalanan tetap menjaga kebutuhan cairan dengan lebih banyak minum, sebaiknya air putih.
3. Diharapkan kepada para pengusaha angkutan dapat memperhatikan kesehatan para pengemudi dengan mengadakan pemeriksaan kesehatan awal dan pemeriksaan berkala pada pengemudi.
4. Diharapkan ada penelitian lebih lanjut tentang penyebab kecelakaan lalu lintas dengan sampel yang lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Allafa. 2008. *Public Transportasi Angkutan Darat*.
- Ayoob, E.M, Grace, R Steinfeld, A. 2003 : Journal: *A User-Centered Drowsy-Driver Detection and Warning System*, ACM.
- Ayoob, E.M, Grace, R Steinfeld, A. 2003 : Journal: *Identification Of An "Appropriate" Drowsy Driver Detection Interface For Commercial Vehicle Operations*, Proceedings Of The Human Factors And Ergonomics Society 47th Annual Meeting.
- Arisman. 2004. *Gizi dalam Daur Kehidupan*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Almatsier. 2003. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Astrand & Rodahl. 2003. *Textbook of Work Physiology*. New York: Mc Graw-Hill Book Co.
- Badan Litbang PU, Depatemen Pekerjaan Umum. 2003. *Perhitungan Besaran Biaya Kecelakaan Lalu Lintas*.
- Bustan.N . 2007: *Epidemiologi Penyakit Tidak Menular* . Jakarta: Rineka Cipta.
- Basacik, B & Stevens, A. 2008. *Road Safety Research Report no. 95, Scoping Study of Driver Distraction*. Transport Research Laboratory. London.
- Bridger, R. S. 1995. *Introduction to Ergonomics*. Singapore: Mc Graw-Hill p 186-202.
- Cannor, J, et al. 2001. *The Role Of Driver Sleepiness In Car Crashes: A Systematic Review Of Epidemiological Studies, Accident Analysis And Prevention*, 33, pp 31-41.
- Castro,J.R, & Loureiro,J.G. 2004. *Tiredness And Sleepiness In Bus Drivers And Road Accident In Peru : Quantitative Study*, Pan America Health Organization (PHO) ,WHO,vol.16, no.1.
- Cannor, J, et al. 2001. *Prevalence of Driver Sleepiness in a Random Population –Based Sample of Car Driving Sleep*, 24, p.688-694.

- Damayanti, DS. 2008. *Analisis Hubungan Status Gizi dan Kadar Zat Besi dengan VO2 max pada Siswa di Makassar School*, tesis (tidak dipublikasikan), Program Pasca Sarjana Unhas.
- De Maeyer, EM. 1995. *Pencegahan dan Pengawasan Anemia Defisiensi Besi*. Jenewa: WHO.
- Departement of Industrial Relations. 2005. *Fatigue Management Guide, Workplace Health and Safety Queensland, Think Safe-Work Smart*.
- Departemen Perhubungan. 2006. Ditjen Perhubungan Darat, Direktorat Keselamatan Transportasi Darat: Satuan Kerja Peningkatan Keselamatan Transportasi Darat.
- Dinges, D. 1995. *an Overview of Sleepiness and Accident*. Journal of Sleep Research, 4 (20), p. 4-14.
- _____. *Drowsy Driving Prevention Week*, www.DrowsyDriving.org, National Sleep Foundation, 2007.
- _____. *Drowsy Driving*, Sleep Disorders Australia, 2006. *European Road Safety Observatory. 2006. Fatigue, Project co-financed by the European Commission, directorate-General transport and Energy*.
- Ganong,W.F. 2003. *Buku Ajar, Fisiologi Kedokteran (Review of Medical Physiology)*, EGC, Mc Graw Hill.
- Gibson, RS. 2005. *Principle of Nutritional Assessment, second edition*. New York. Oxford University Press.
- Guyton & Hall. 1996. *Fisiologi Kedokteran*. Editor Edisi bahasa Indonesia Setiawan, Edisi 9, EGC, Jakarta.
- Grundy, SM et al. 2004 : Obesity,Methabolic Syndrome and Disease. *The Journal of Clinical Endocrinology & metabolism* Vol.89, N.6 : 2595-2600.
- Haworts, N. 2004: *Fatigue and fatigue research: The Australian Experience*.
- Hadju,V. 1997 : *Anemia dan Kualitas Makanan Anak sekolah Dasar*, Buletin penelitian Unhas, Makassar, Lembaga Penelitian Unhas.
- _____. 2005. *Diktat Ilmu Gizi Dasar*, Jurusan Gizi FKM Unhas, Makassar.

- Hui Chang, S et al. 2008: *Driving Performance Assessment: Effect of Traffic Accident and Alarm Content, Accident Analysis and Prevention*, vol. 40. Issue 5, Sept 2008, Elsevier Ltd, p. 1637-1643.
- Johns, M. 2005: *Recognizing The Drowsy Driver*, www.nationalroadsafety.org,
- Juvale, Hrishikesh B., Anant S. Mahajan, Ashwin A Bhagwat, Vishal T Badiger, Journal : *Drowsy Detection and Alarming System (DroDeASys)*, Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science, 2007.
- Kroemer and Grandjean. 2000: *Fatigue,; Fitting the Task to The Human, A Textbook of Occupational Ergonomics, 5 th ed*, Cornwall p 191-203.
- Kozak, K, et al. 2006 : *Evaluation of Lane Departure Warnings for Drowsy Drivers*, Proceedings Of The Human Factors And Ergonomics Society 50th Annual Meeting.
- Levy, BS, Wegman, DH. 2000: *Occupational Health, Recognizing and Preventing Work-related Disease and Injury (4th edit)*, Lippincott Williams, Philadelphia.
- Mainous, AG, Diaz, V. 2009: Relation of Serum Ferritin Level to CVF among Young Men, *The American Journal of Cardiology*, vol. 103. issue, p. 115-118.
- Maršálek K., et al. 2006 : *Subjective Sleepiness and Microsleep in Driving Simulation*, Institute of Computer Sciences, University of Applied Sciences, Schmalkalden, Germany.
- Marsalek, K., Thoren C. 2004, *The DLR Alertness Management Program for Companies – Fit-for-Driving Tests*, DLR, Institute of Aerospace Medicine, Germany.
- Moore, E. 2000 : *One road To Turnover : An Examination of Work Exhaustion in Teknology Profession*.
- Noor, NN, 2008: *Epidemiologi, edisi revisi*, penerbit Rineka Cipta.
- Peters, RD and Kloeppel, E, et al. 1999: *Effect of Partial and Total sleep Deprivation on Driving Performance*: Human Center, Federal Highway administration Turner-Fairbank Higway Research Center).

- Patterson, AJ, et al. 2000: *Iron Deficiency and Morbidity in Australian women: Effect on General Health and Fatigue Proceeding of the Nutrition Society of Australia.*
- Palar, H. 2004: *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat* . PT. Rineka Cipta Jakarta.
- Parmar, N. 2002 : *Drowsy Driver Detection System*, Department of Electrical and Computer Engineering, Ryerson University.
- Rajam, K, Rampal, KG. 2003: *Safety Promotion and Injury Prevention*, University of Malaya press.
- Reily MP,Rader DJ. 2003, *The Metabolic Syndrome, More than the Sum of its part Circulation* , 2003; 108 : 1546-1551.
- Richter, S.et.all. 2004 : *Karolinska Sleepiness Scores Predict Microsleep Events in An Overnight Driving Simulation Task*, Institute of Computer Sciences, University of Applied Sciences, Schmalkalden, Germany.
- RN.Jeremiah, Melissa, *Drowsy Drivers' Are Dangerous*, www.DrowsyDriving.org
- Satriono. 1985 : *Penilaian gizi Kesehatan Masyarakat*. FKM Unhas, Makassar.
- Setiawaty (1994), *Kelelahan kerja kronis : Kajian terhadap perasaan kelelahan kerja, Penyusunan Alat Ukur serta Hubungannya dengan waktu reaksi dan produktivitas kerja* . Disertasi , Program Pascasarjana UGM, Yogyakarta.
- Sherwood,L, 2003, *Fisiologi Manusia dari Sel ke System (Human Physiology : From Cell to Systems)*. Edit ; Beatricia, S, EGC, Jakarta.
- Suma'mur, 1987: *Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan Cetakan Keempat*, Jakarta: Haji Masagung, Bandung.
- Sugiono, 2005, *Statistika untuk Penelitian*, CV Alfabeta.
- Suma'mur, PK, 1989: *Ergonomi Untuk Produktivitas Kerja*, CV Haji Masagung, Jakarta.

- Silva et al, 2003 : *Iron Supplementation improves iron status and reduces morbidity in children with or without upper respiratory tract infections: a randomized controlled study in Colombo srilanka*, AMJ Clin Nutrition, Printed USA
- Soames J, RF et al, 2001: *Defining Fatigue as a Condition of the Organism and Distinguishing It from Habituation, Adaption and Boredom: Stress, Workload and Fatigue*, Publisher: Lawrence Erlbaun Associates, pp. 466.
- Sugiono, 2004: *Metode Penelitian Administrasi*, Alfabeta Bandung.
- Supariasa, IN, dkk, 2002: *Penilaian Status Gizi*. Penerbit Buku Kedokteran, EGC.
- Tarwaka, dkk. 2004: *Kelelahan, Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: Uniba Press p 105-113.
- Wirakusumah, ES, 1999. *Anemia Gizi Besi*. Trubus Agriwidya.
- Winarno, FG, 2004. *Kimia Pangan Dan Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Vural, E et al, 2006. Journal : *Drowsy Driver Detection Through Facial Movement Analysis*.