

**PREVALENSI NYERI PUNGGUNG BAWAH SEDERHANA
DAN FAKTOR YANG BERPENGARUH PADA PEKERJA
ANGKAT ANGKUT MANUAL**

**(Penilaian faktor risiko berdasarkan *The Revised National Institute for
Occupational Safety and Health 1994*)**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Kedokteran Kerja dalam Program Studi Kedokteran Kerja pada
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia**

Shierly Halim
0606150933



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS KEDOKTERAN
PROGRAM STUDI MAGISTER KEDOKTERAN KERJA
JAKARTA
JUNI 2009**

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : SHIERLY HALIM

NPM : 0606150933

Tanda tangan :

Tanggal : Juni 2009



HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : dr Shierly Halim
 NPM : 0606150933
 Program studi : Magister Kedokteran Kerja
 Judul Tesis : Prevalensi Nyeri Punggung Bawah Sederhana dan faktor yang berpengaruh pada pekerja angkat angkut manual.
 (Penilaian faktor risiko berdasarkan *The Revised National Institute for Occupational Safety and Health 1994*)

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Fikri Efendy, MOH, SpOk

Pembimbing II : Dr Manfaluthy Hakim, SpS(K)

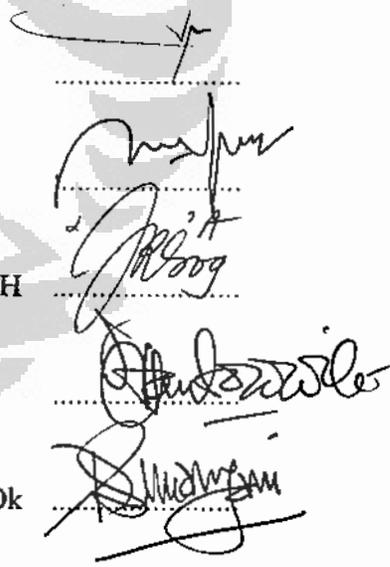
Penguji I : Ambar W Roestam, SKM, MOH

Penguji II : Prof. Dr. Bob Santoso SpS(K)

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

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 15 Juni 2009



Handwritten signatures of the exam board members, including Dr. Fikri Efendy, Dr. Manfaluthy Hakim, Ambar W Roestam, Prof. Dr. Bob Santoso, and Dr. Dewi S. Soemarmo.

KATA PENGANTAR

Persaingan industri dewasa ini semakin ketat sehingga pekerja dibebani oleh target penjualan yang cukup besar. Dalam aktivitas pekerjaan sehari-hari pekerja sangat dipengaruhi oleh faktor ergonomi lingkungan kerja. Secara tidak kita sadari lingkungan ergonomi yang tidak baik akan mempengaruhi sikap kerja yang mana pada akhirnya akan dapat menimbulkan berbagai keluhan muskuloskeletal pada pekerja.

Nyeri punggung bawah merupakan salah satu akibat dari faktor sikap kerja dan ergonomi yang kurang baik. Kejadian nyeri punggung bawah ini banyak kita jumpai pada pekerja yang jenis pekerjaannya angkat dan angkut. Faktor gerakan repetitive, berat beban yang diangkat, sikap saat mengangkat dan mengangkut beban saling berinteraksi menimbulkan keluhan nyeri punggung bawah.

Puji Syukur atas rahmat Tuhan Yang Maha Esa sehingga tesis dapat diselesaikan pada waktunya. Penulis sadar masih banyak kekurangan pada tesis ini, oleh karena itu masukan saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan tesis ini sangat saya harapkan.

Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih pada para guru dan pembimbing (dr. Fikri Efendy, MOH, SpOk, dr. Manfaluthy Hakim, SpS(K)) yang membantu saya dalam penyelesaian tesis ini.

Jakarta , 15 Juni 2009

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Ketua Program Studi Magister Kedokteran Kerja dr Dewi S. Soemarmo, MS, SpOk, beserta seluruh staf pengajar, karena selalu memberi dorongan semangat dan membantu saya menyelesaikan tesis.

Kepada ketua sidang, Dr dr Astrid Suliastomo, MPH, SpOK , saya sampaikan terima kasih atas masukan mengenai *lifting index* yang amat berguna dalam penyelesaian tesis.

Kepada para penguji, Ibu Ambar Roestam, SKM, MOH dan Prof Dr. Bob Santoso SpS(K) yang telah memberikan banyak masukan yang amat berguna dalam penyelesaian tesis.

Penghargaan dan terima kasih saya sampaikan kepada dr Fikri Efendy MOH, SpOk selaku pembimbing I dan dr Manfaluthy Hakim SpS(K), selaku pembimbing II , yang berkenan meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, nasihat, dan dukungan semangat.

Kepada Ibu Anin dan seluruh staf yang telah memberi dukungan semangat dari awal tesis hingga selesai.

Kepada tim yang telah membantu dalam pengumpulan data, seluruh rekan kerja PT Aqua Danone Group, yang tanpa pamrih dan semangat tinggi bekerja dan membantu hingga pengumpulan data dapat terlaksana. Serta semua yang bersedia menjadi responden.

Kepada orang tua saya dan suami, yang tanpa lelah menemani, mendukung dan mendoakan saya dalam penyelesaian tesis. Semoga selalu diberikan rahmat oleh Tuhan yang Maha Esa.

Jakarta, Juni 2009

Shierly Halim

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

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

Nama : Shierly Halim
NPM : 0606150933
Program Studi : Ilmu Kedokteran Kerja
Departemen : Ilmu Kedokteran Komunitas
Fakultas : Kedokteran
Jenis Karya : Tesis

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

Prevalensi Nyeri Punggung Bawah Sederhana dan faktor yang berpengaruh pada pekerja angkat angkut manual (Penilaian faktor risiko berdasarkan *The Revised National Institute for Occupational Safety and Health 1994*)

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif kepada Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data base), merawat dan mempublikasikan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikianlah pernyataan saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 26 Juni 2009

Yang menyatakan,

(Shierly Halim)

ABSTRAK

Nama : Shierly Halim
Program Studi : Magister Kedokteran Kerja, Fakultas Kedokteran. Universitas Indonesia
Judul : Prevalensi Nyeri Punggung Bawah Sederhana dan faktor yang berpengaruh pada pekerja angkat angkut manual
 (Penilaian faktor risiko berdasarkan *The Revised National Institute for Occupational Safety and Health 1994*)

Latar belakang:

Sekitar 50% pekerja mengalami nyeri punggung bawah sederhana per tahun. Sikap tubuh janggal saat bekerja dengan beban angkat yang melebihi beban yang dianjurkan oleh NIOSH merupakan faktor risiko potensial terjadinya cedera pada punggung bawah. Oleh karena itu, penelitian bertujuan untuk menentukan prevalensi nyeri punggung bawah sederhana dan faktor yang berpengaruh pada pekerja angkat angkut. **Metode :**

Penelitian menggunakan desain potong lintang dengan seluruh total populasi. Pengumpulan data dilakukan di PT A (Jakarta Timur) pada bulan Januari dan Februari 2009. Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara, pemeriksaan fisik, pemeriksaan neurologis, dan pengamatan sikap tubuh saat bekerja. Variabel yang diteliti adalah karakteristik pekerja, faktor agen, lingkungan kerja dan komponen *lifting index*.

Hasil :

Dari 128 responden didapatkan 90 responden (70.3%) mengalami nyeri punggung bawah. Faktor sikap tubuh fleksi lebih dari 45° (odds ratio (OR) sesuaian=29.18), *composite lifting index* lebih dari 3.0 (OR sesuaian =26.02) memiliki hubungan bermakna dengan nyeri punggung bawah sederhana. Faktor komponen *lifting index* yang bermakna terhadap nyeri punggung bawah sederhana adalah vertikal *multiplier* < 0.89 (OR sesuaian=38.60), faktor asimetri *multiplier* < 0.90 (OR sesuaian= 24.61) dan horisontal *multiplier* < 0.63 (OR sesuaian =8.23)

Kesimpulan dan saran:

Faktor risiko yang paling dominan terhadap timbulnya nyeri punggung bawah sederhana pada pekerja angkat angkut adalah sudut fleksi lebih dari 45°. Faktor komponen *lifting index* yang paling dominan adalah vertikal *multiplier* < 0.89. Perlu dilakukan pelatihan pada pekerja mengenai cara angkat angkut yang ergonomi dan pengaturan kembali mengenai ketinggian asal benda.

Kata kunci:

Nyeri punggung bawah sederhana, odds ratio sesuaian, sudut fleksi

ABSTRACT

Name : Shierly Halim
Study Programme : Postgraduate Programme Occupational Medicine, Faculty of Medicine, Indonesia University
Title : The Prevalence of Simple Low Back Pain and Affected Factors among Manual handling Workers
 (Lifting index based on The Revised National Institute for Occupational Safety and Health 1994)

Background

Around 50% labours have simple low back pain per year. The awkward position during lifting with over limit has been suggested by NIOSH, could be a potential risk of back injury. This study aims to identify prevalence of simple low back pain (LBP) and affected factors of manual handling labours .

Methods

The study conducted cross sectional design with total population. Data collected between January and February 2009 at company A (East Jakarta). The data was gathered by interview, physical examination, neurological examination and working posture analysis. The variable studied were host factors, agent factors, environment and component of lifting index.

Results

Out of 128 respondents, 90 respondents (70.3%) suffered simple LBP. The angle flexion factor greater than 45° (adjusted odds ratio (OR) =29.18), composite lifting index NIOSH more than 3.0 (adjusted OR =26.02) had a significant relation with simple LBP. The Components of lifting index that had a significant association with simple low back pain were vertical multiplier < 0.89 (adjusted OR =38.60), asymmetry multiplier < 0.90 (adjusted OR = 24.61) and horizontal multiplier < 0.63 (adjusted OR =8.23), have significant relation with simple LBP

Conclusion and Suggestion

The predominant factor causing simple LBP was angle flexion greater than 45°. The predominant component lifting index causing simple LBP was vertical multiplier < 0.89. It is important to concern training ergonomic manual handling and need to set reposition vertical origin of the object.

Keywords

Simple low back pain, adjusted odds ratio, flexion .

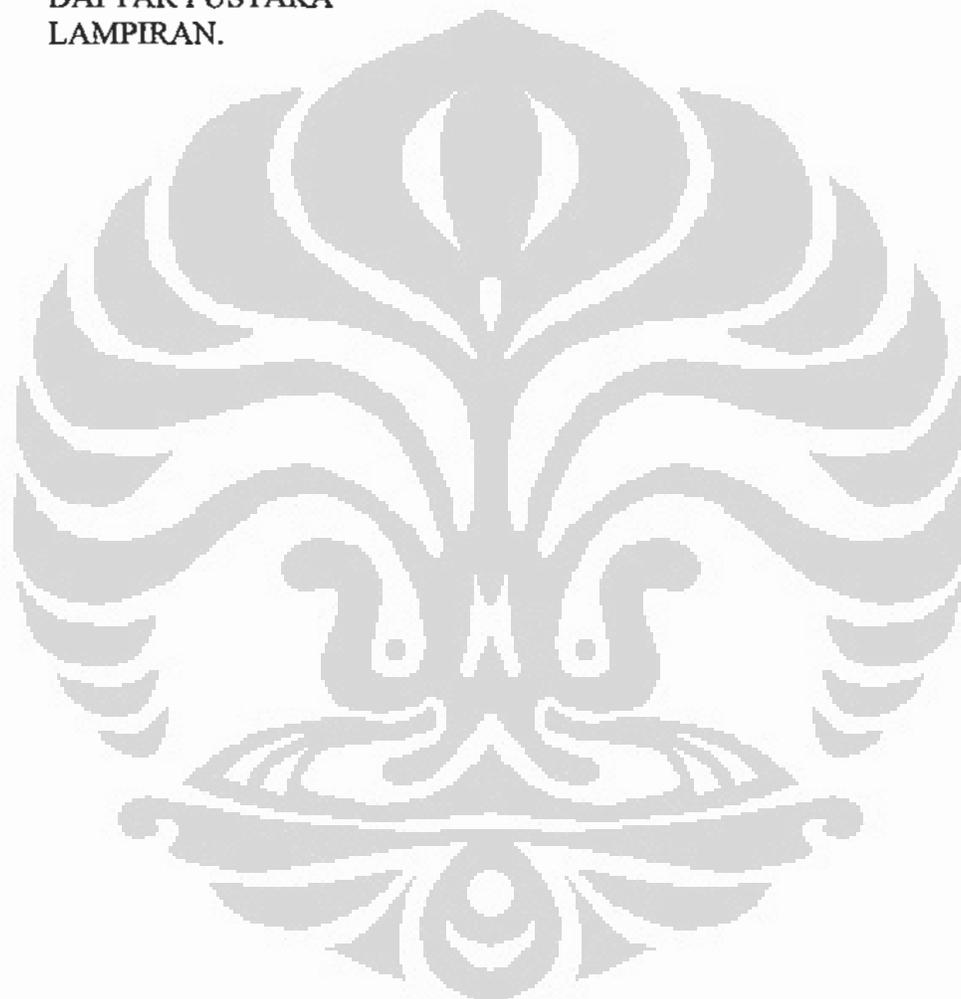
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Definisi punggung bawah.....	5
2.2 Sindroma nyeri.....	5
2.3 Epidemiologi.....	6
2.4 Anatomi tulang belakang.....	6
2.5 Jaringan peka nyeri.....	14
2.6 Kalsifikasi nyeri punggung bawah.....	15
2.7 Fisiologi nyeri.....	15
2.8 Macam-macam nyeri.....	17
2.9 Patofisiologi nyeri punggung bawah sederhana.....	19
2.10 Etiologi nyeri punggung bawah.....	23
2.11 Pekerjaan yang berisiko terjadi nyeri punggung bawah.....	24
2.12 Faktor risiko nyeri punggung bawah.....	25
2.13 Diagnosis nyeri punggung bawah.....	29
2.14 Diagnosis banding nyeri punggung bawah.....	32
2.15 Lifting Index.....	33
2.16 Composite Lifting Index.....	37
2.17 Prognosis.....	38
2.18 Terapi.....	38
2.19 Pencegahan nyeri punggung bawah.....	42
2.20 Gambaran Depo penjualan.....	45
Kerangka teori.....	50
Kerangka konsep.....	51
3 METODE PENELITIAN.....	52
3.1 Desain penelitian.....	52
3.2 Tempat dan Waktu penelitian.....	52
3.3 Populasi dan besar sample.....	52
3.4 Variabel Penelitian.....	53
3.5 Subyek Penelitian.....	53

3.6	Tahapan penelitian.....	54
3.7	Batasan operasional.....	55
3.8	ETIKA PENELITIAN.....	61
3.9	Alur penelitian.....	62
4	HASIL PENELITIAN.....	63
4.1	Perolehan Data.....	63
4.2	Sebaran usia dan tinggi badan.....	63
4.3	Sebaran gizi,kebiasaan merokok dan kebiasaan olah raga.....	64
4.4	Sebaran masa kerja dan istirahat kecil.....	65
4.5	Sebaran nilai <i>lifting index</i> dan <i>composite lifting index</i>	65
4.6	Sikap kerja fleksi.....	66
4.7	Komponen <i>lifting index</i>	67
4.8	Variabel penelitian dan risiko terhadap nyeri punggung bawah sederhana.....	68
4.8.1	Usia dan tinggi badan terhadap nyeri punggung bawah sederhana.....	68
4.8.2	Status gizi, kebiasaan merokok dan kebiasaan olah raga terhadap nyeri punggung bawah sederhana.....	69
4.8.3	Masa kerja dan Istirahat kecil terhadap nyeri punggung bawah sederhana.....	70
4.8.4	Nilai <i>lifting index</i> dan <i>composite lifting index</i> terhadap nyeri punggung bawah sederhana.....	71
4.8.5	Sikap kerja fleksi terhadap nyeri punggung bawah sederhana.....	72
4.8.6	Komponen <i>lifting index</i> terhadap nyeri punggung bawah sederhana.....	72
4.9	Faktor risiko dominan terhadap nyeri punggung bawah sederhana	74
4.10	Faktor komponen <i>lifting index</i> dominan terhadap nyeri punggung bawah sederhana.....	74
5	PEMBAHASAN.....	76
5.1	Keterbatasan penelitian.....	76
5.2	Prevalensi nyeri punggung bawah sederhana.....	76
5.3	Karakteristik pekerja.....	77
5.3.1	Faktor usia.....	77
5.3.2	Faktor tinggi badan.....	78
5.3.3	Faktor status gizi.....	79
5.3.4	Faktor kebiasaan merokok.....	80
5.3.5	Faktor kebiasaan olah raga.....	80
5.4	Faktor pekerjaan dan lingkungan kerja.....	81
5.4.1	Faktor masa kerja.....	81
5.4.2	Faktor istirahat kecil.....	83
5.5	Sikap tubuh saat bekerja.....	84
5.6	Penilaian beban kerja dengan <i>lifting index</i> NIOSH.....	85
5.7	Komponen <i>lifting index</i> NIOSH.....	87
5.7.1	Komponen jarak horisontal.....	87
5.7.2	Komponen jarak vertikal.....	88
5.7.3	Komponen perbedaan jarak vertikal.....	89
5.7.4	Komponen asimetri.....	90

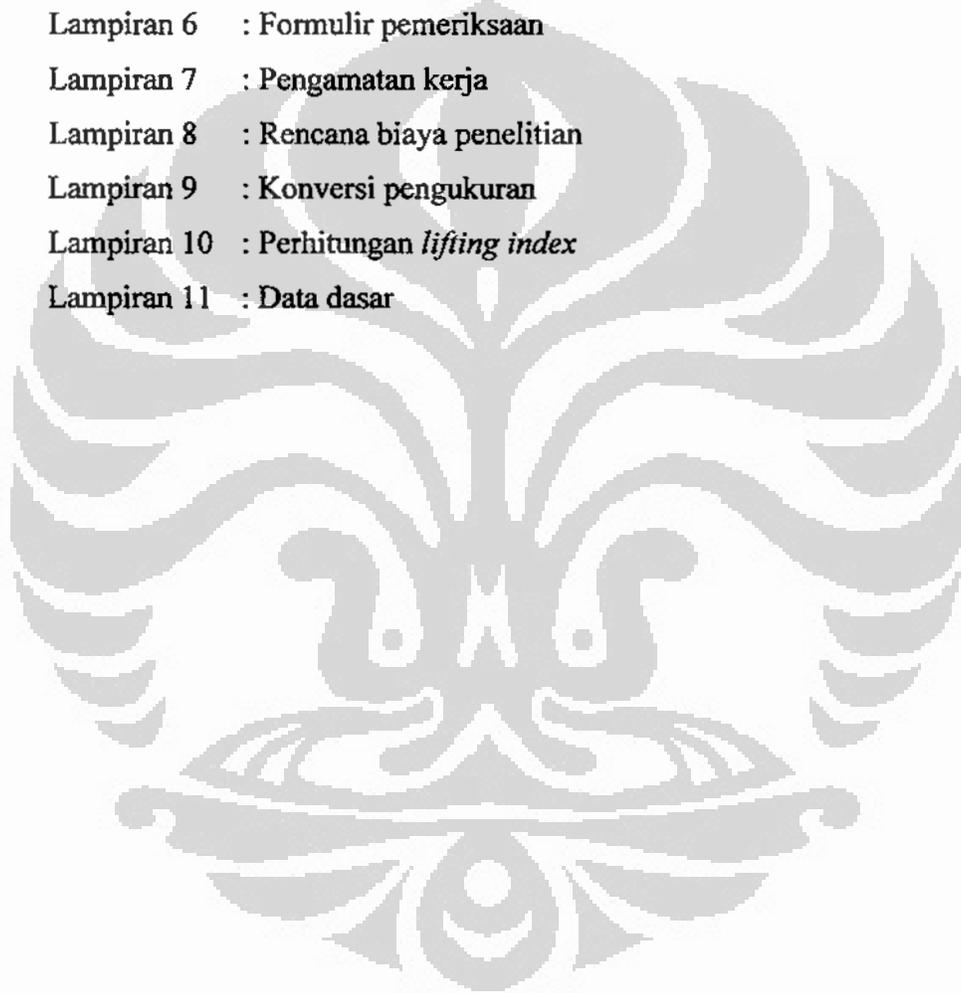
5.7.5	Komponen coupling.....	91
5.7.6	Komponen frekuensi mengangkat.....	92
5.8	Penilaian faktor yang bermakna.....	92
5.8.1	Penilaian faktor yang paling bermakna diantara faktor pekerja, agen, lingkungan kerja.....	92
5.8.2	Penilaian faktor risiko yang paling bermakna di antara komponen lifting index.....	93
5.9	Aplikasi bagi perusahaan.....	93
6	KESIMPULAN DAN SARAN.....	95

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN.



DAFTAR LAMPIRAN

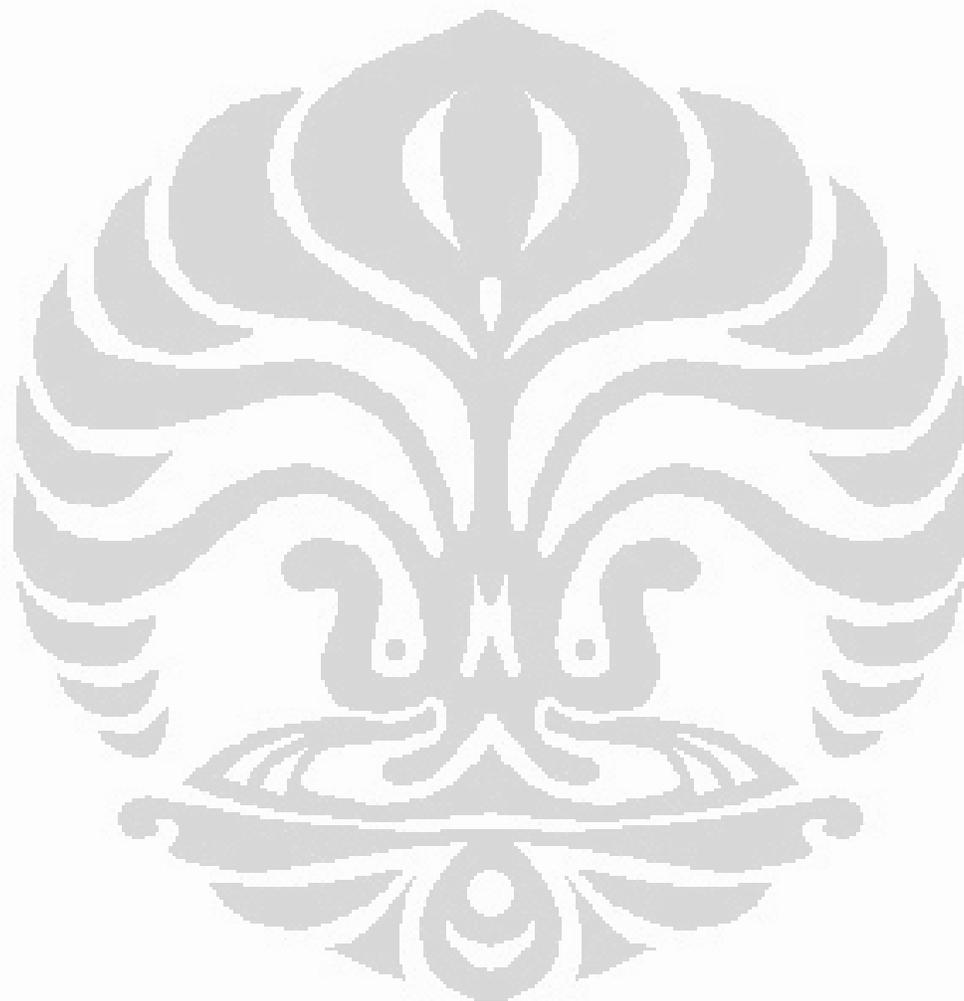
- Lampiran 1 : Keterangan lolos kaji etik
- Lampiran 2 : Penjelasan penelitian
- Lampiran 3 : Surat Pernyataan persetujuan ikut penelitian
- Lampiran 4 : Kuesioner penyaringan
- Lampiran 5 : Formulir Kuesioner
- Lampiran 6 : Formulir pemeriksaan
- Lampiran 7 : Pengamatan kerja
- Lampiran 8 : Rencana biaya penelitian
- Lampiran 9 : Konversi pengukuran
- Lampiran 10 : Perhitungan *lifting index*
- Lampiran 11 : Data dasar

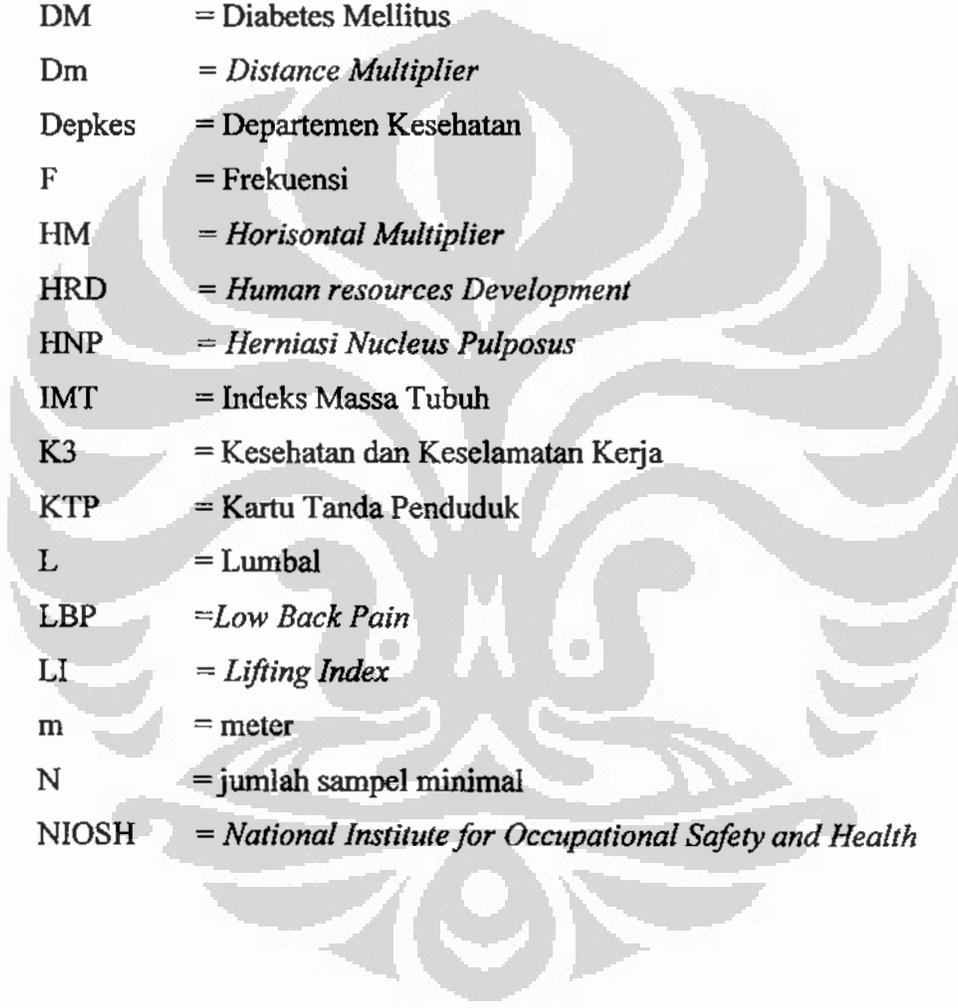


DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai hubungan representatif gerakan vertebra lumbal.....	22
Tabel 2.2	Hubungan faktor risiko pekerjaan dengan nyeri punggung bawah	24
Tabel 2.3.	Faktor risiko individu terhadap nyeri punggung bawah sederhana.	28
Tabel 2.4.	Diagnosis banding.....	33
Tabel 2.5.	Terapi nyeri punggung bawah sederhana.....	40
Tabel 2.6.	Pencegahan nyeri punggung bawah sederhana.....	45
Tabel 2.7	Gambaran sekilas pekerjaan dan aktifitasnya.....	47
Tabel 2.8	Jenis, berat dan ukuran produk.....	48
Tabel 4.1	Sebaran nyeri punggung bawah sederhana.....	63
Tabel 4.2	Sebaran usia dan tinggi badan.....	64
Tabel 4.3	Sebaran status gizi, kebiasaan merokok dan kebiasaan olah raga...	64
Tabel 4.4	Sebaran masa kerja dan istirahat kecil.....	65
Tabel 4.5	Sebaran beban kerja yang dihitung dengan lifting index.....	66
Tabel 4.6	Sebaran sikap kerja fleksi.....	67
Tabel 4.7	Komponen lifting index.....	67
Tabel 4.8	Sebaran komponen lifting index NIOSH.....	68
Tabel 4.9	Usia dan tinggi badan terhadap nyeri punggung bawah sederhana	69
Tabel 4.10	Status gizi, kebiasaan merokok dan kebiasaan olah raga terhadap nyeri punggung bawah sederhana.....	70
Tabel 4.11	Masa kerja dan istirahat kecil terhadap nyeri punggung bawah sederhana.....	71
Tabel 4.12	Nilai lifting index NIOSH terhadap nyeri punggung bawah sederhana.....	72
Tabel 4.13	Sikap kerja fleksi terhadap nyeri punggung bawah sederhana.....	72
Tabel 4.14	Komponen lifting index terhadap nyeri punggung bawah sederhana.....	73
Tabel 4.15	Saling keterkaitan antara sikap tubuh fleksi, nilai <i>composite</i> <i>lifting index</i> NIOSH, dengan risiko terhadap nyeri punggung bawah.....	74

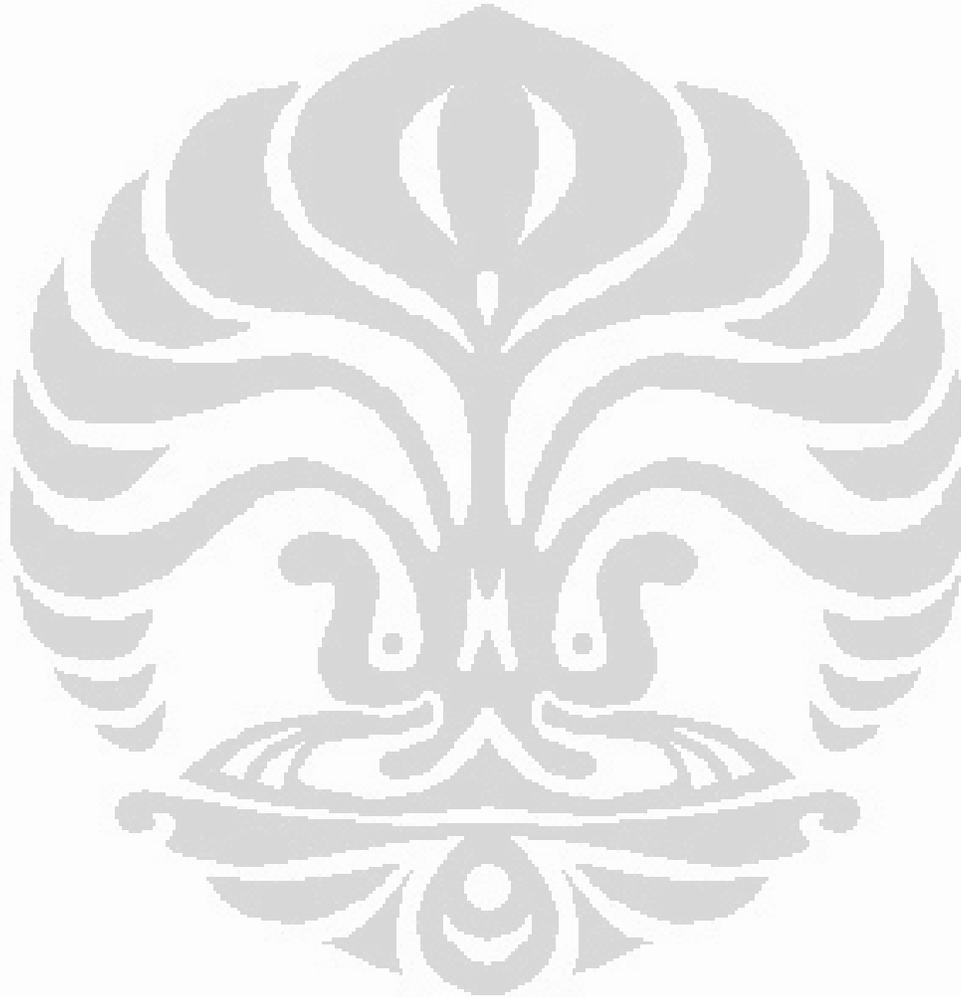
Tabel 4.16 Saling keterkaitan antara *vertikal multiplier*, sudut putar dan 75 *horisontal multiplier*, dengan risiko terhadap nyeri punggung bawah.....



DAFTAR SINGKATAN

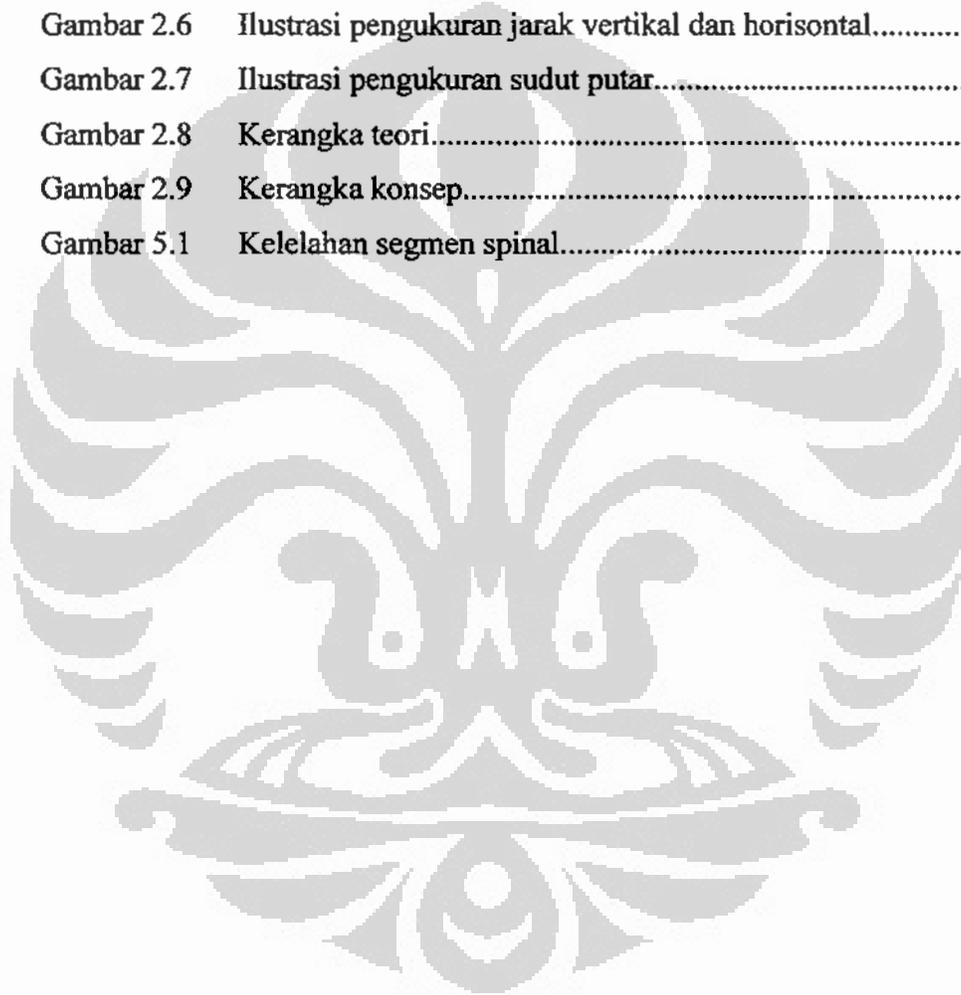
APD	= Alat Pelindung Diri
CI	= Confidence Interval
CLI	= <i>Composite Lifting Index</i>
CM	= <i>Coupling Multiplier</i>
Cm	= centi meter
CD	= Colt Diesel
DM	= Diabetes Mellitus
Dm	= <i>Distance Multiplier</i>
Depkes	= Departemen Kesehatan
F	= Frekuensi
HM	= <i>Horisontal Multiplier</i>
HRD	= <i>Human resources Development</i>
HNP	= <i>Herniasi Nucleus Pulposus</i>
IMT	= Indeks Massa Tubuh
K3	= Kesehatan dan Keselamatan Kerja
KTP	= Kartu Tanda Penduduk
L	= Lumbal
LBP	= <i>Low Back Pain</i>
LI	= <i>Lifting Index</i>
m	= meter
N	= jumlah sampel minimal
NIOSH	= <i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>

S	= Sakral
SD	= Standard Deviasi
SMP	= Sekolah Menengah Pertama
SMA	= Sekolah Menengah Atas
SOP	= Standar Operasional Prosedur
V	= Vertikal
VM	= <i>Vertical Multiplier</i>



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Anatomi tulang belakang.....	7
Gambar 2.2	Anatomi kolumna vertebralis.....	8
Gambar 2.3	Anatomi sendi faset tulang belakang.....	10
Gambar 2.4	Anatomi ligamentum tulang belakang.....	12
Gambar 2.5	Deskripsi gaya dan posisi gerakan tubuh.....	22
Gambar 2.6	Ilustrasi pengukuran jarak vertikal dan horisontal.....	36
Gambar 2.7	Ilustrasi pengukuran sudut putar.....	37
Gambar 2.8	Kerangka teori.....	50
Gambar 2.9	Kerangka konsep.....	51
Gambar 5.1	Kelelahan segmen spinal.....	82



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara berkembang dalam kegiatan industrinya, penggunaan teknologi dengan pengerjaan secara *manual* masih sama banyaknya. Kondisi ekonomi negara yang tidak stabil menyebabkan biaya produksi semakin lama semakin tinggi, sehingga setiap industri akan meningkatkan target penjualan untuk menutupi biaya produksi. Meningkatnya target penjualan akan diikuti dengan meningkatnya beban kerja. Peningkatan beban kerja, berpengaruh terhadap kesehatan pekerja *manual*, salah satu masalah kesehatan yang terjadi akibat peningkatan beban kerja adalah nyeri punggung bawah.

Nyeri punggung bawah sederhana merupakan salah satu keluhan terbanyak pada pekerja dengan jenis pekerjaan angkat angkut. Sekitar 80% penduduk di Amerika, pernah mengalami keluhan nyeri punggung bawah sederhana. Nyeri punggung bawah sederhana menempati urutan kedua terbanyak setelah influenza yang menyebabkan hilangnya waktu kerja.¹

Di Inggris, masalah nyeri punggung bawah banyak menimbulkan disabilitas dan masalah tidak masuk kerja. Pada tahun 1994-1995, diperkirakan kehilangan hari kerja sebesar 116 juta hari kerja terjadi di Inggris akibat masalah nyeri punggung bawah.² Di Amerika Serikat, sepertiga biaya kecacatan akibat nyeri punggung bawah, dan pada tahun 1991 biaya langsung untuk diagnostik dan pengobatan nyeri punggung bawah mencapai 25 milyar dolar Amerika.³

Nyeri punggung bawah sederhana merupakan penyebab tersering yang mengakibatkan keterbatasan aktivitas pada dewasa muda (usia kurang dari 45 tahun). Sekitar 50 % pekerja dewasa mengalami nyeri punggung bawah sederhana per tahunnya.⁴

Tulang belakang lumbal merupakan unit struktural berbagai macam sikap dan gerakan tubuh yang dapat ditinjau dari sudut mekanika. Beban pada tulang

belakang dapat dipelajari dari beban yang ditanggung dengan pusat tumpuan di L5-S1 atau L4-L5.

Dari kepustakaan, dikatakan sekitar 30% - 40% tekanan pada interdiskus dapat diturunkan dengan mengencangkan otot torakal dan abdominal pada berbagai posisi kerja. Kontraksi otot torakal dan abdominal yang tepat dan sesuai dapat meringankan beban pada tulang belakang sehingga tenaga otot yang adekuat dapat melindungi tulang belakang.⁴

Dari hasil penelitian Plowman 1992, ditemukan kejadian nyeri punggung bawah paling banyak dialami oleh orang dewasa usia 25 sampai 60 tahun dengan puncaknya pada usia 40 tahun sedangkan penelitian Cailliet 1988, mengemukakan sekitar 60% - 80 % penduduk pernah mengalami nyeri punggung bawah dan kejadian nyeri punggung bawah yang pernah terjadi sekitar 30%-70 % akan mengalami nyeri punggung bawah yang berulang⁵

Di Indonesia, penelitian dr Siswari (2003) pada pekerja pelat logam di Bogor menemukan prevalensi nyeri punggung bawah sebesar 76.9%.⁶ Penelitian dr Ernawati (2001) pada pekerja pabrik x di Purwakarta, menemukan prevalensi nyeri punggung bawah sebesar 92.2%.⁷ Penelitian J Darmawan, mendapatkan prevalensi nyeri punggung bawah sekitar 18.2% pada laki-laki dan 13.6% pada wanita. Sedangkan penelitian Lieke Waluyo (Jakarta,1996) pada pekerja assembling mobil ditemukan gangguan muskuloskeletal yang berhubungan dengan beban kerja dan lingkungan kerja, yang hasilnya gangguan bahu (45%), nyeri punggung atas (34%), nyeri punggung bawah (38%), nyeri lutut (34%).

Tingginya prevalensi nyeri punggung bawah pada pekerja dapat ditimbulkan dari berbagai macam faktor salah satunya adalah beban kerja seperti frekuensi mengangkat barang, posisi kerja yang tidak baik dan faktor getaran di seluruh tubuh⁸

Berdasarkan penelitian yang telah ada, kejadian nyeri punggung bawah sederhana dapat berulang dan biaya pengobatan nyeri punggung bawah yang cukup tinggi maka penting untuk diadakan penelitian mengenai faktor risiko yang dapat

menimbulkan nyeri punggung bawah sederhana agar dapat dilakukan intervensi untuk mengurangi angka kejadian nyeri punggung bawah sederhana pada pekerja.

1.2 PERMASALAHAN

Sekitar 60% pekerja dengan tugas angkat dan angkut, mengeluhkan nyeri punggung bawah dan nyeri otot (data diambil dari survai pendahuluan dan laporan poliklinik setempat). Akibat dari keluhan nyeri punggung bawah dan nyeri otot, perusahaan harus mengeluarkan biaya kesehatan yang cukup tinggi per bulannya.

Pada pengamatan di bagian angkat angkut pengiriman barang, para pekerja harus bekerja dengan beban cukup berat (beban maksimum 20 kg) saat memasukkan barang ke dalam mobil dan situasi lingkungan kerja yang sempit. Akibat dari lingkungan kerja yang sempit maka para pekerja melakukan gerakan membungkuk serta berputar tanpa diikuti oleh sumbu putarnya pada saat memindahkan barang ke dalam mobil. Gabungan kondisi beban yang berat dan lingkungan kerja yang sempit dapat berpotensi untuk timbulnya nyeri punggung bawah sederhana.

Berdasarkan laporan penyakit di depo penjualan PT A, nyeri punggung bawah menempati urutan pertama terbanyak, setelah itu kelelahan kronis dan ISPA. Beberapa faktor yang turut berperan serta timbulnya nyeri punggung bawah sederhana antara lain berat beban yang diangkat, banyaknya beban yang harus diangkat (frekuensi mengangkat beban), sikap kerja yang janggal pada waktu mengangkat beban (berputar tanpa diikuti oleh sumbu putar dan membungkuk).

1.3 TUJUAN PENELITIAN

1.3.1 Tujuan Umum

Diketuainya prevalensi nyeri punggung bawah sederhana pada pekerja angkat angkut pada pekerja di PT A

1.3.2 Tujuan khusus

1. Diketuainya hubungan faktor karakteristik pekerja (umur, tingkat pendidikan, status gizi, masa kerja, lama kerja, kebiasaan merokok, kebiasaan berolah raga, waktu istirahat kecil aktual), faktor agen (*lifting*

indeks, composite lifting index), faktor lingkungan kerja (riwayat pekerjaan, standar prosedur kerja, lingkungan kerja) dengan nyeri punggung bawah sederhana pada pekerja di PT A

2. Diketuainya hubungan antara faktor sikap tubuh sudut fleksi pada pekerja angkat dan angkut dengan timbulnya nyeri punggung bawah sederhana pada pekerja di PT A
3. Diketuainya hubungan antara faktor komponen *lifting index* pada pekerja angkat dan angkut dengan timbulnya nyeri punggung bawah sederhana pada pekerja di PT A
4. Diketuainya faktor yang paling berpengaruh terhadap nyeri punggung bawah sederhana dan faktor yang paling berpengaruh terhadap peningkatan *lifting index* pekerja angkat angkut di PT A

1.4 MANFAAT PENELITIAN

1.4.1 Bagi pekerja

Dengan diketuainya berbagai faktor risiko yang berhubungan terhadap timbulnya nyeri punggung bagian bawah sederhana, pekerja mendapatkan informasi mengenai sikap kerja yang ergonomi.

1.4.2 Bagi perusahaan

Dapat menjadi masukan untuk meningkatkan program kesehatan dan keselamatan kerja di bidang ergonomi pekerja angkat angkut, sehingga produktivitas pekerja dapat meningkat.

1.4.3 Bagi Ilmu pengetahuan

Diharapkan hasil penelitian dapat dimanfaatkan untuk menambah informasi mengenai faktor ergonomi pada pekerjaan dengan *manual handling*, serta menjadi masukan untuk penelitian lebih lanjut.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 DEFINISI NYERI PUNGGUNG BAWAH SEDERHANA

Nyeri punggung bawah, adalah nyeri yang dirasakan daerah punggung bawah, dapat merupakan nyeri lokal maupun nyeri radikuler atau keduanya. Nyeri terasa diantara sudut iga terbawah sampai lipat bokong bawah, yaitu di daerah lumbal atau lumbo-sakral dan sering disertai dengan penjaran nyeri ke arah tungkai dan kaki. Tempat tersering yang menimbulkan keluhan NPB adalah segmen lumbal empat dan lima.

Nyeri punggung bawah sederhana adalah nyeri di daerah punggung bawah tanpa ada dasar penyakit atau kelainan di sekitar punggung bawah. Nyeri punggung bawah sederhana dapat dirasakan menjalar ke daerah bokong dan paha. Nyeri punggung bawah sederhana biasanya disebabkan oleh *sprain* (regangan pada ligamen yang berlebihan) atau *strain* (regangan pada otot yang berlebihan). Rasa nyeri dirasa berkurang bila pekerja berbaring dan bertambah berat bila pekerja menggerakkan punggungnya⁹

2.2 SINDROMA NYERI

Nyeri adalah pengalaman sensorik dan emosional yang tidak menyenangkan akibat kerusakan jaringan, baik aktual maupun potensial, atau yang digambarkan dalam kerusakan tersebut. Fenomena nyeri terbagi menjadi tiga yaitu :

- Nyeri nosiseptif : Nyeri timbul akibat serangkaian peristiwa yang terjadi nosiseptor Contohnya : *sprain* dan *strain*
- Nyeri neuropatik : nyeri timbul akibat rangsangan langsung pada serabut saraf perifer maupun sentral.
Contohnya: Herpes Zooster , diabetik neuropati
- Nyeri gabungan (nosiseptif dan neuropatik) : pertama kali terjadi nyeri nosiseptif yang kemudian dirasakan sebagai nyeri neuropatik.
Contohnya: Herniasi nukleus pulposus (HNP), Spondylolisthesis.¹⁰

2.3 EPIDEMIOLOGI

Kasus nyeri punggung bawah sederhana sering dijumpai dalam praktek sehari-hari, terutama di negara-negara industri. Diperkirakan 70-85% dari seluruh populasi pernah mengalami episode nyeri punggung bawah selama hidupnya. Prevalensi tahunannya bervariasi dari 15-45%. Di Amerika, prevalensi nyeri punggung bawah sederhana sekitar 5-20% dan di Eropa prevalensinya sekitar 25 – 45%. Perhitungan ganti rugi akibat nyeri punggung bawah dari seluruh pekerja di Amerika sekitar 19%. Pekerjaan yang paling banyak menimbulkan keluhan pada punggung bawah adalah pekerjaan angkat angkut secara manual. Pada pekerjaan angkat angkut manual, ditemukan kasus nyeri punggung bawah sederhana lebih dari 50% pekerja.^{1,11}

2.4 ANATOMI TULANG BELAKANG

Tulang belakang pada tubuh manusia berfungsi untuk menopang tubuh agar dapat berdiri tegak, menyokong berat badan dan melindungi medulla spinalis.¹²

Anatomi tulang belakang terdiri dari :

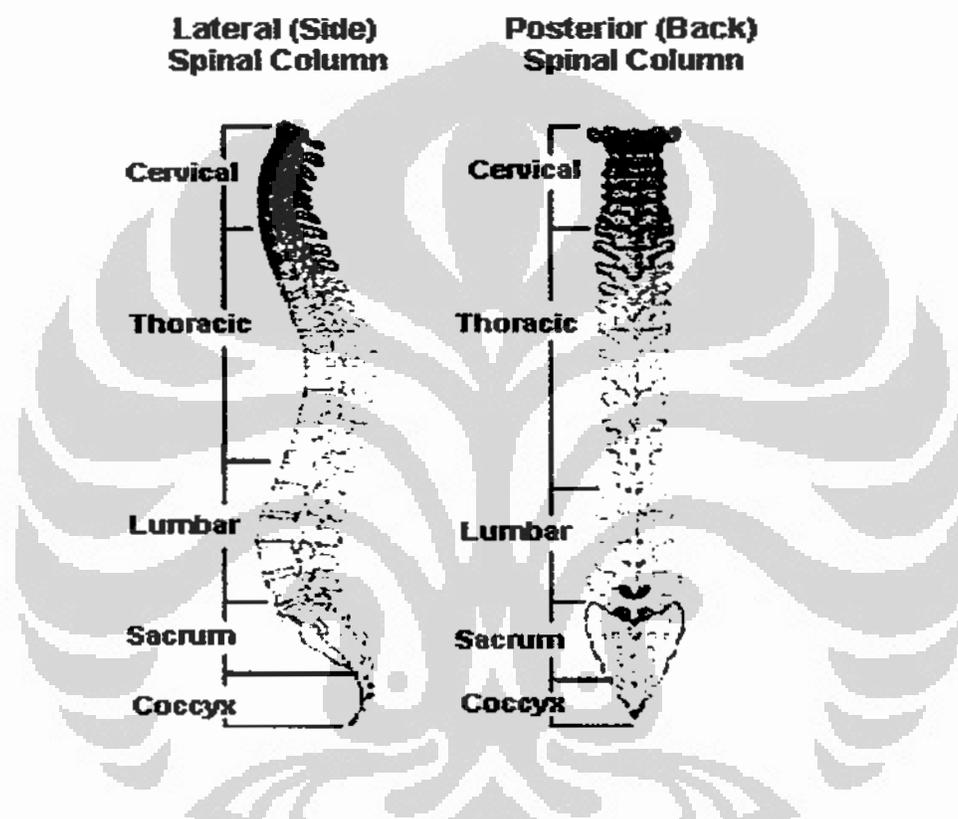
- **Vertebra**

Tulang belakang (kolumna vertebralis), terdiri dari 32 – 33 ruas yaitu : tujuh ruas tulang leher (vertebrae servikalis), 12 ruas tulang punggung (vertebrae torakalis), lima ruas tulang pinggang (vertebrae lumbalis), lima ruas tulang kelangkang (vertebrae sakralis), serta tiga atau empat ruas tulang tungging (vertebra koksigialis). Ke 33 ruas tulang belakang secara garis besar terbagi menjadi dua kelompok yaitu *true vertebrae* (vertebra servikalis sampai vertebra lumbalis) dan *pseudo vertebrae* (vertebra sakralis dan vertebra koksigialis). Tulang vertebra torakal relatif stabil sedangkan vertebra lumbal lebih fleksibel dan memungkinkan untuk melakukan gerakan. Vertebra lumbal merupakan pusat dari tulang belakang untuk menyokong berat badan dan melakukan gerakan.¹²

Tulang belakang manusia bila dilihat dalam potongan sagital akan tampak lengkungan ke depan (lordosis) dan lekungan ke belakang (kiposis). Lordosis terdapat pada daerah servikal dan lumbal, sedangkan kiposis terdapat pada daerah torakal dan sakral. Lordosis dan kiposis pada tubuh kita berfungsi sebagai peredam

beban saat kita melakukan gerakan dan membuat tulang belakang kita menjadi elastis.¹²

Tulang belakang manusia, dilihat dari frontal terlihat lurus (bentuk I), bila ada gangguan pada tulang belakang dan sistem otot maka kita dapat lihat tulang belakang akan melengkung ke samping (skoliosis)¹².



Gambar 2.1 Anatomi tulang belakang

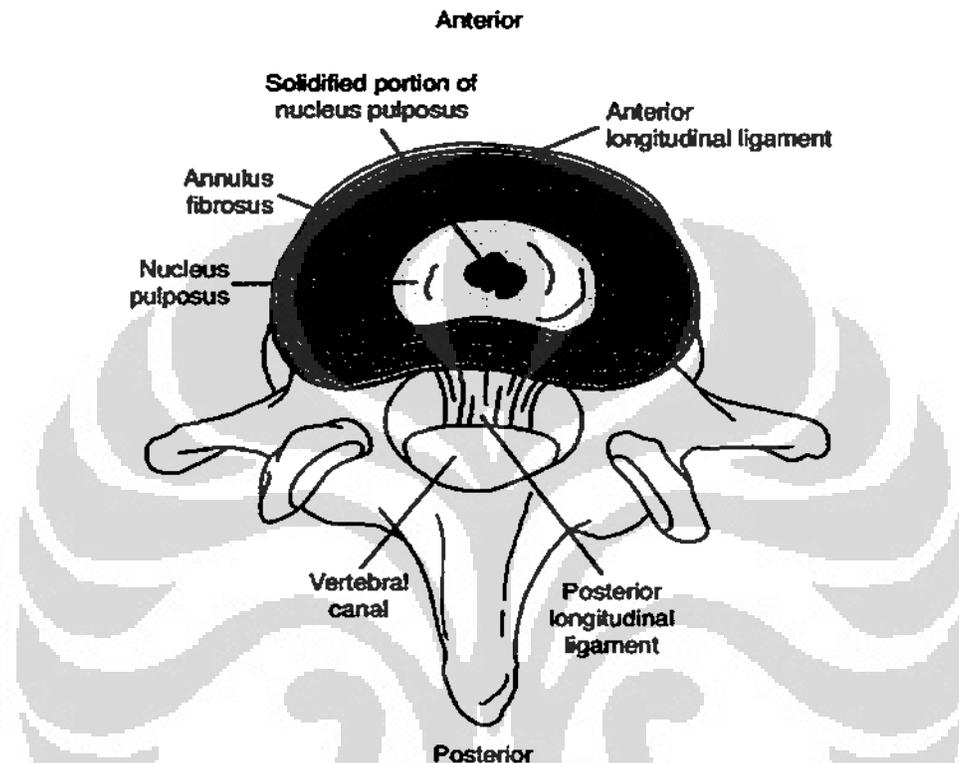
Sumber: Stewart G.E, MD. *Lumbar Spine. Spine Universe. 2008*

- **Diskus intervertebralis**

Di antara ruas tulang belakang, dapat kita jumpai bantalan penghubung yang disebut diskus intervertebralis. Diskus intervertebralis berfungsi untuk menahan tekanan yang terjadi pada vertebra saat berdiri, berlari dan melompat.^{12,13}

Diskus intervertebralis terdiri dari dua bagian, yaitu annulus fibrosus (di bagian luar) dan nukleus pulposus (di bagian dalam). Annulus fibrosus terdiri dari serabut fibroelastik sehingga tulang belakang dapat mengikuti gerakan tubuh.

Serabut kolan pada annulus fibrosus tersusun seperti anyaman dengan arah 30° . Sedangkan bagian nukleus pulposus terdiri dari cairan mukopolisakarida (glycosaminoglycan) yang mengandung banyak air.^{13,14}



Gambar 2.2 Anatomi kolumna vertebralis

Sumber: Jill PG Urban, Sally Roberts. *Degeneration of the intervertebral disc. Arthritis Res Ther.* 2003; 5(3): 120-130

Diskus intervertebralis bersifat viskoelastis terhadap beban, maksudnya pada saat mengangkat beban maka akan terjadi tekanan kompresi pada diskus sedangkan saat beban dihilangkan tekanan juga hilang dan diskus akan kembali pada posisi semula.¹⁴

Pada sikap tubuh normal (tidak ada fleksi) tekanan diterima oleh nucleus pulposus secara simetris, kemudian akan diteruskan oleh tekanan hidrostatik secara merata pada annulus fibrosus.

Apabila tekanan yang terjadi tidak merata (pada posisi fleksi), maka tekanan pada nucleus pulposus juga mengikuti arah fleksi (bekerja gaya satu sisi saja) dan

tekanan hidrostatik yang timbul pada annulus fibrosis akan lebih besar pada arah yang berlawanan dengan arah fleksi.^{13,14}

Mulai usia 20 tahun, annulus fibrosus dan nukleus pulposus mengalami perubahan yaitu:

- Pada bagian annulus fibrosus, serabut fibroelastik mulai putus yang mana pengantiannya tidak sempurna karena sebagian dapat diganti dengan jaringan dan sebagian lagi rusak. Sehingga akan terbentuk rongga dalam annulus di bagian yang tidak terganti jaringan, akan tetapi terisi oleh bahan dari nukleus pulposus.
- Pada bagian nukleus pulposus, kadar air akan mulai berkurang sehingga terjadi penyusutan nukleus dan penambahan ruangan dalam annulus yang akan berakibat terhadap penurunan tekanan intradiskus.^{9,13,15}

Akibat dari proses degenerasi dan tekanan yang besar pada diskus intervertebralis, akan terjadi beberapa kondisi antara lain :

- Terbentuknya osteofit .
- Berkurangnya massa diskus intervertebralis, menyebabkan jarak antar vertebra memendek sehingga ligamentum longitidine baik posterior maupun anterior dapat terlepas dari vertebra. Terlepasnya sebagian ligamentum, akan dilekatkan kembali pada vertebra dengan terbentuknya jaringan fibrosis, bila terjadi proses fibrosis (pengapuran) maka terbentuklah osteofit. Osteofit yang berada dibagian posterior dapat mengakibatkan penyempitan kanalis spinalis sehingga terjadi rangsangan pada radiks.
- Mendekatnya kapsul sendi posterior
- Bila kapsul sendi posterior lebih dekat pada medulla spinalis maka dapat terjadi rangsangan sinovial.
- Herniasi nukleus pulposus

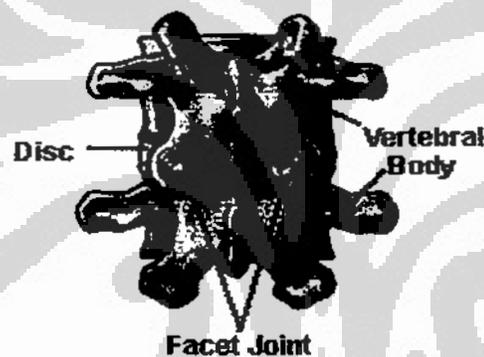
Dengan bertambahnya umur akan terjadi proses degenerasi. Pada proses degenerasi, kadar air pada annulus fibrosus akan berkurang sehingga annulus fibrosus semakin menipis dan materi nukleus pulposus akan masuk ke dalam annulus fibrosus yang akhirnya akan mendekati lapisan luar dari annulus. Bila terjadi peningkatan mendadak tekanan intradiskus seperti gerakan mengangkat

beban berat dengan hentakan maka isi nukleus dapat menonjol keluar. Herniasi akan menyebabkan penekanan pada radiks dan menimbulkan rangsangan nyeri pada saraf.^{9,15}

- **Sendi faset**

Tulang belakang juga mempunyai sendi seperti sendi di tulang lainnya sendi pada tulang belakang disebut sendi faset. Sendi faset pada tulang belakang terletak dibagian posterior vertebra (antara prosesus atrikularis superior dan prosesus artikularis inferior), sendi faset berguna untuk pergerakan tulang belakang menjadi fleksibel dan stabil, sehingga memungkinkan gerakan untuk berputar dan fleksi.¹⁶

Posterior Spinal Segment



Gambar 2.3 Anatomi sendi faset tulang belakang

Sumber: Stewart G.E, MD. *Lumbar Spine. Spine Universe*. 2008

- **Ligamentum**

Untuk dapat menyangga tubuh dalam posisi tegak maka tulang punggung diperkuat oleh ligamentum dan otot. Ligamentum berfungsi menjaga agar vertebra lebih stabil pada saat melakukan gerakan. Adapun ligamentum yang terdapat disekitar tulang punggung yaitu:

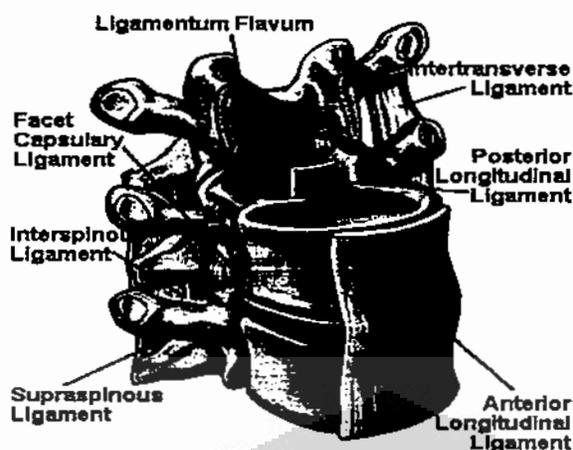
- Ligamentum interspinosum
- Ligamentum intertransversum
- Ligamentum longitudinal anterior
Ligamentum longitudinal anterior berada di depan korpus vertebra
- Ligamentum longitudinal posterior

Ligamentum berjalan lurus dari kranial sampai kaudal di bagian belakang korpus vertebra. Di daerah lumbal ligamentum mulai menyempit dan pada daerah sakral ligamentum besarnya menjadi setengahnya dari besar awal.

- Ligamentum flavum
Ligamentum flavum merupakan ligamen yang kuat yang menghubungkan lamina vertebra, dan berguna untuk menjaga medulla spinalis
- Ligamentum supraspinosum
- Ligamentum kapsularis faset^{16,17}

Gerakan repetitif dan trauma kumulatif pada daerah lumbal akan menimbulkan pada ketegangan pada ligamen. Gangguan pada ligamen disebut *sprain*. *Sprain* menimbulkan reaksi nyeri akibat jaringan ligamen yang robek. Berdasarkan tingkat kerusakan yang terjadi maka *sprain* terbagi menjadi tiga derajat:

- Derajat pertama: Robekan pada ligamen sangat ringan. Pada *sprain* derajat satu terasa nyeri dan timbul bengkak ringan, akan tetapi pergerakan sendi masih baik.
- Derajat dua : Terjadi robekan ligamen cukup besar akan tetapi belum sampai terputus. Pada *sprain* derajat dua dirasakan nyeri yang berat, timbul pembengkakan, sendi menjadi tidak stabil dan gangguan lingkup gerak sendi (*range of motion*)
- Derajat tiga : Terjadi robekan ligamen total sampai terputus. Pada *sprain* derajat tiga nyeri yang sangat hebat dirasakan pertama kali saat ligamen terputus dan setelahnya nyeri dirasakan berkurang, akan tetapi terjadi pembengkakan hebat akibat kerusakan jaringan disekitarnya dan sendi menjadi sangat tidak stabil.¹⁸



Gambar 2.4 Anatomi ligamentum pada tulang belakang

Sumber: Stewart G.E, MD. *Lumbar Spine. Spine Universe. 2008*

- **Otot**

Otot penegak batang tubuh terdiri dari fleksor dan ekstensor yang berfungsi pada gerakan rotasi, fleksi dan ekstensi.

Otot Fleksor yang berperan pada gerakan rotasi:

- **M external oblique**

Otot perut mulai dari tulang iga (5-12) sampai krista iliaka . Fungsinya rotasi thoraks ke sisi berlawanan

- **M internal oblique**

Otot dinding perut mulai dari linea intermedia sampai sisi kaudal ketiga iga sebelah kaudal

Otot Ekstensor yang berperan pada gerakan rotasi:

- **M.multifidi**

Otot mulai dari tulang sakrum ke prosesus spinosus vertebra lumbalis dan torakalis.

- **M. semispinalis**

Otot berada diantara prosesus spinosus ruas vertebra

- **M.intertransversarii**

Otot terletak diantara prosesus spinosus ruas vertebra.

- **M.rotator lumborum**

Otot berada diantara prosesus transversus vertebra lumbal

Otot Ekstensor yang berperan pada gerakan fleksi:

- M. psoas major

Otot dimulai dari lateral korpus vertebra lumbal 1-4 sampai trochanter minor

- M psoas minor

Otot dimulai dari lateral korpus vertebra torakal 12 dan lumbal 1 sampai dengan trochanter minor

Otot Ekstensor yang berperan pada gerakan rotasi dan fleksi:

- M. Iliokostalis (mulai dari panggul sampai tulang iga)

Otot mulai dari tulang panggul sampai tulang iga.

- M. longissimus

Otot berada diantara prosesus spinosus ke prosesus trasversus dan tulang iga.¹⁷

Otot di daerah lumbal bukanlah otot besar, sehingga beban yang berlebih di daerah lumbal akan menyebabkan trauma pada otot. Kerusakan pada serabut otot akibat regangan yang berlebihan kita kenal sebagai *strain*, yang terbagi menjadi tiga tingkat yaitu:

- Derajat satu : Terjadi robekan serabut otot yang ringan. Pada *strain* derajat satu timbul nyeri tekan yang ringan dan rasa nyeri pada saat melakukan lingkup gerak maksimal.
- Derajat dua : Terputusnya serabut otot yang lebih berat atau terjadi robekan pada tendon. Pada *strain* derajat dua menimbulkan nyeri yang lebih hebat dengan keterbatasan gerak serta timbul pembengkakan.
- Derajat tiga : Terjadi robekan unit otot secara lengkap (serabut otot terputus total). Pada *strain* derajat tiga lingkup gerak mnejadi sangat terbatas atau tidak bisa sama sekali, nyeri hebat dirasakan pada saat pertama kali serabut otot terputus total kemudian nyeri akan berkurang.¹⁸

- **Saraf**

Sistem persarafan menggambarkan nyeri yang timbul dengan stuktur anatomi yang terlibat didalamnya. Seluruh persarafan berasal dari medula spinalis akan terbagi menjadi dua jalur yaitu radiks ventralis dan radiks dorsalis yang menyatu menjadi N spinalis pada foramen intervertebralis¹⁹

Pada orang dewasa ujung medula spinalis terletak pada L1-L2 karena ketidakserasian pertumbuhan antara kolumna vertebralis dan medula spinalis.¹⁹

Radiks ventralis N spinalis mempersarafi:

- M.psoas, m.kuadratus, m.intertrensarii
- Ligamentum longitudinale anterior, ligamentum longitudinale posterior, annulus fibrosus

Radiks posterior N spinalis mempersarafi:

- M. iliokostalis, M longissimus, m.multifidi, M. interspinalis, M.interspinosus
- Sendi faset
- Ligamentum flavum, fasia dan kulit.^{17,19}

- **Vaskularisasi**

Daerah tulang belakang (lumbal) menerima darah dari sepasang arteri lumbalis, 4 cabang teratas berasal dari aorta descendens, cabang kelima berasal dari arteri sakralis media.²⁰

Sedangkan diskus intervertebralis hanya sedikit dipasok darah. Diskus intervertebralis mendapat asupan nutrisi dari pembuluh darah sekitarnya, karena diskus intervertebralis tidak mempunyai vaskularisasi sendiri. Penyerapan nutrisi diskus intervertebralis terjadi secara difusi dari kapiler di sekitarnya²⁰.

2.5 JARINGAN PEKA NYERI

Jaringan peka nyeri di daerah lumbosakral, yaitu:

- Kulit, jaringan subkutan
- Kapsul sendi faset
- Sendi sakroiliaka
- Ligamentum longitudinal anterior dan posterior, ligamentum interspinosum
- Periosteum vertebra, fasia, aponeurosis korpus vertebra
- Diskus intervertebralis, lapisan luar annulus fibrosus
- Duramater bagian anterior, jaringan epidural
- Pembuluh darah (vena) paravertebra, otot paravertebra²¹

2.6 KLASIFIKASI NYERI PUNGGUNG BAWAH

Penggolongan nyeri punggung bawah dapat dilakukan dengan berbagai macam cara.

Nyeri punggung bawah berdasarkan waktu timbulnya keluhan :

- Nyeri punggung bawah akut :Nyeri punggung bawah dengan keluhan tiga sampai enam minggu.
- Nyeri punggung sub akut :Nyeri punggung dirasakan lebih dari enam minggu dan kurang dari 12 minggu.
- Nyeri punggung bawah kronis :Nyeri punggung bawah dengan keluhan lebih dari 12 minggu²²

Nyeri punggung bawah berdasarkan sifat nyeri (Adams & Victor)

- Nyeri lokal
- Nyeri acuan / *reffered pain*
- Nyeri radikuler
- Nyeri spasme otot²³

2.7 FISILOGI NYERI

Nyeri nosiseptif secara umum terdiri dari dua komponen, yaitu :

- Nyeri cepat, terasa setempat dibawa oleh serat-serat A delta bermielin yang menjawab stimulasi mekanis.
- Nyeri lebih lambat, tidak jelas lokasinya dan dibawa oleh serat-serat C tidak bermielin, disertai reaksi otonom dan psikis.

Nyeri cepat yang diikuti nyeri lambat dan disertai reaksi refleks somatis, seperti gerakan menarik bagian tubuh yang nyeri, rintihan dan teriakan. Juga dapat disertai reaksi otonom, seperti takikardi, hiperpne dan rekasi psikis (gelisah, agresi dan frustrasi).

Nosiseptor adalah saraf aferen primer di dalam saraf perifer yang mempunyai respon spesifik terhadap rangsangan membahayakan dan menimbulkan sensasi nyeri. Komponen pertama rasa nyeri, sensasi setempat dan tajam dimulai oleh

nosiseptor mekanotermal, dihantarkan ke sumsum tulang belakang melalui serat-serat A delta bermielin dan diteruskan oleh traktus neospinotalamikus ke talamus dan korteks.

Rasa nyeri cepat didapatkan melalui sensitivitas nosiseptor yang akan bertambah terus terhadap pengulangan rangsangan yang membahayakan. Penambahan aktifitas nosiseptor yang terus menerus dapat juga disebabkan oleh berbagai zat yang mudah menyebar dan dilepaskan oleh sel yang rusak maupun oleh sintesa lokal. Aktifitas di dalam nosiseptor akan melepaskan neuropeptida termasuk zat P, yang akan menyebabkan terjadinya vasodilatasi, edema dan pelepasan histamin dari sel-sel mast. Sedangkan rasa nyeri yang memanjang, rasa terbakar dimulai oleh nosiseptor polimodal C dan dikirim ke sumsum tulang belakang melalui serat-serat C tidak bermielin kemudian dibawa oleh traktus paleospinotalamikus ke sistem retikuler, limbus dan subkorteks. Melalui proyeksi ke sistem limbus dan retikuler, komponen kedua rasa nyeri tersebut dikelompokkan dengan sensasi dan emosional rasa nyeri.

Jalur persarafan yang mengirim dan mengatur timbulnya nyeri, merupakan suatu rangkaian kejadian yang bersifat listrik dan kimia dan terdiri dari empat proses, yaitu transduksi, transmisi, modulasi dan persepsi. Kapasitas jaringan untuk mendapatkan nyeri bila diberi rangsangan membahayakan tergantung dari suplai persarafan oleh nosiseptor.

Proses transduksi dan transmisi dilakukan oleh nosiseptor aferen primer. Transduksi adalah perubahan rangsangan nosiseptif menjadi kegiatan listrik di dalam ujung-ujung saraf yang sesuai. Dalam proses transduksi atau pengaktifan reseptor, suatu bentuk energi (kimia, mekanis atau termal) diubah ke bentuk lain, yaitu impuls saraf elektrokimiawi sehingga informasi mengenai rangsangan telah diubah ke bentuk yang dapat diterima di otak. Informasi telah diberi kode oleh frekuensi impuls-impuls di dalam lingkungan aferen-eferen primer yang telah diaktifkan oleh rangsangan.

Transmisi adalah proses penyampaian informasi yang telah diberi kode, kemudian dipancarkan ke struktur-struktur susunan saraf pusat (SSP) dan menimbulkan

sensasi nyeri. Tahap awal penghantaran adalah konduksi impuls-impuls aferen primer ke sumsum tulang belakang. Pada sumsum tulang belakang, kegiatan aferen primer akan mengaktifkan saraf-saraf spinal yang memancarkan pesan nyeri ke otak. Pesan mendapat berbagai respons seperti *withdrawl reflects* sampai kejadian persepsi subyektif.

Walaupun impuls-impuls dalam saraf perifer telah mengenal rangsangan yang membahayakan, namun perasaan yang akan dihasilkan ditentukan oleh saraf-saraf dari sistem penghantar nyeri. Terdapat tiga komponen saraf utama dari sistem penghantar nyeri, yaitu :

- Saraf-saraf sensoris perifer yang berfungsi menghantarkan impuls-impuls dari tempat transduksi ke terminalnya dalam sumsum tulang belakang.
- Jaringan saraf-saraf pemancar yang naik dari sumsum tulang belakang ke batang otak dan talamus.
- Hubungan timbal balik antara talamus dan korteks.

Modulasi (proses pengaturan) adalah aktifitas persarafan untuk mengontrol saraf-saraf penghantar nyeri, secara selektif menghambat sel-sel penghantar nyeri pada tingkat sumsum tulang. Jalur modulasi dapat diaktifkan oleh stress atau obat-obat analgesik tertentu (morfin).

Aktivitas persarafan dari saraf-saraf penghantar nyeri menghasilkan suatu korelasi subjektif. Belum jelas proses terjadinya dan juga belum jelas pada struktur-struktur otak mana terjadi aktivitas yang menghasilkan persepsi nyeri.^{11,24}

2.8 MACAM-MACAM NYERI

Nyeri yang timbul pada nyeri punggung bawah, dapat dibagi menurut topografinya menjadi beberapa macam nyeri antara lain :

- Nyeri diskogenik

Nyeri yang ditimbulkan akibat kelainan atau gangguan pada diskus intervertebralis, biasanya karena proses degenerasi. Pada proses degenerasi celah diskus menyempit dan terbentuk osteofit sehingga kanalis spinalis menjadi sempit dan terjadi iritasi serta penekanan pada radiks (spondilosis). Selain itu, pada proses

degenerasi juga annulus fibrosus dapat robek sehingga nukleus pulposus dapat keluar dan menekan saraf di kanalis spinalis (*Herniasi nucleus pulposus* atau HNP). Penekanan pada radiks dapat mengakibatkan terjadinya radang dan iskemia pada sel saraf

- Nyeri radikular

Merupakan nyeri yang menyebar dengan intensitas penyebaran yang berbeda. Nyeri semakin terasa di daerah paling distal. Mekanisme nyeri disebabkan oleh peregangan, iritasi, dan tekanan pada daerah proksimal saraf. Rasa nyeri, dapat digambarkan dengan *shooting, lancinating, burning*, yang dirasakan dari punggung bawah menuju ke distal daerah ekstermitas bawah. Nyeri berkurang dengan beristirahat.

- Nyeri sendi Facet

Nyeri timbul bila sendi faset teregang berlebihan pada posisi berputar

- Nyeri sendi sakroiliaca

Nyeri timbul bila ada beban yang berlebih pada sendi sakroiliaca

- Nyeri otot (muskuloskeletal)

Ketegangan otot dapat terjadi bila sikap tegang konstan atau berulang pada posisi yang sama sehingga otot akan memendek dan timbul perasaan nyeri. Rasa nyeri timbul akibat iskemia ringan pada jaringan otot, regangan berlebihan pada perlekatan miofasial terhadap tulang, dan regangan kapsula. Spasme otot (kejang otot) juga dapat timbul bila gerakan tiba-tiba dilakukan pada otot yang kaku atau kurang pemanasan.²⁵

Nyeri punggung bawah sederhana pada disiplin ilmu okupasi, lebih dipusatkan pada gangguan sikap kerja yang salah atau beban kerja yang berlebih. Sehingga berdasarkan tipe nyeri yang ada nyeri punggung bawah sederhana pada pekerja termasuk tipe nyeri otot.²⁵

2.9 PATOFISIOLOGI NYERI PUNGGUNG BAWAH SEDERHANA

Nyeri adalah pengalaman sensorik dan emosional yang tidak menyenangkan yang dialami oleh seseorang akibat adanya kerusakan jaringan atau potensi terjadinya kerusakan jaringan. Nyeri dapat dijelaskan secara subyektif dan dapat diukur secara obyektif berdasarkan lamanya nyeri timbul, lokasi nyeri, dan kecepatan sensasi

Reseptor nyeri terdapat diseluruh tubuh, bila reseptor teraktifasi oleh rangasangan baik dari dalam maupun luar tubuh maka kita akan merasakan nyeri. Reseptor nyeri pada tubuh kita adalah reseptor nosiseptor. Nosiseptor mempunyai ujung saraf bebas yang akan berespon terhadap rangsangan baik mekanis, bahan kimia, suhu, dan deformasi. Beberapa bahan inflamasi akan dikeluarkan oleh tubuh kita pada proses peradangan, cedera, hipoksia jaringan atau kematian sel. Nyeri yang ditimbulkan oleh rangsangan pada nosiseptor disebut sebagai nyeri nosiseptif.

Nyeri juga dapat timbul akibat rangsangan langsung pada serabut saraf, yang dikenal sebagai nyeri neuropatik.

Berbagai keadaan dapat menimbulkan nyeri punggung bawah yaitu: proses peradangan sekitar vertebra, proses degenerasi, keganasan, gangguan metabolik, dan proses lainnya

Sebagian besar nyeri punggung bawah yang terjadi pada lingkungan kerja diakibatkan oleh trauma kumulatif pada waktu pekerja melakukan gerakan yang janggal seperti mengambil barang dengan gerakan berputar pada pinggang, gerakan membungkuk dengan membawa benda yang berat dan lain sebagainya. Gerakan janggal dan berulang, mengakibatkan relaksasi otot menjadi tidak baik sehingga oksigenisasi ke jaringan otot akan menurun, juga memperbesar risiko terjadinya cedera pada tulang punggung bawah.

Patofisiologi terjadinya nyeri punggung bawah bersifat kompleks karena banyak struktur anatomi di sekitar tulang punggung bawah yang turut berperan dalam terjadinya nyeri Jaringan di sekitar tulang punggung bawah mempunyai inervasi

sensorik, pada saat terjadi kerusakan jaringan maka akan menimbulkan rangsangan pada reseptor nosiseptor.^{1,25}

Dari hasil penelitian selama 20 tahun ditemukan bahwa penyebab kimiawi dapat berperan terhadap timbulnya nyeri punggung bawah. Bahan biokimia yang dapat menimbulkan reaksi nyeri antara lain sitokin, *nitrit oxide*, *histamine*, phospholipase A2, substansi P, *vasoaktive intestinal peptide* (VIP), *calcitonin generate peptide* (CGRP), somatostatin. Neuropeptida dapat kita jumpai pada ganglion radiks dorsalis. Bila terjadi rangsangan pada radiks dorsalis maka bahan biokimia akan dilepaskan dan menjadi neuromodulator pada radiks dorsalis serta mengaktifkan sel inflamasi (sel mast) untuk mengeluarkan *histamine* dan *leukotriene* sehingga terjadi sensitisasi pada reseptor nosiseptor.²⁵

Komponen dari nukleus pulposus terdiri dari enzim phospholipase (PLA2). Enzim phospholipase dapat bereaksi langsung dengan jaringan saraf atau membentuk respon inflamasi yang akhirnya menyebabkan nyeri punggung bawah.

Selain itu glutamate merupakan penghantar saraf eksitatorius, yang pada saat terjadinya degenerasi diskus maka proteoglycan berdifusi ke radiks dorsalis (DRG) dan mempengaruhi reseptor glutamate. Substansi P (pain/nyeri) dapat kita temukan pada neuron aferen, termasuk di radiks dorsalis akan dilepaskan bila ada rangsangan getaran atau tekanan pada saraf pada saat aktifitas fisik berlebih. Substansi P akan menstimulasi pelepasan histamine dan leukotriene sehingga terjadi perubahan transmisi impuls pada saraf.²⁵

Biomekanik pergerakan vertebra lumbal merupakan gerakan kumulatif vertebra dengan 80-90% fleksi / ekstensi di diskus intervertebralis L4 -L5 dan L5-S1. Posisi pekerja yang sering menimbulkan gejala nyeri punggung bawah adalah posisi fleksi (membungkuk) , gerakan berputar dan mengangkat benda berat yang tidak dipegang dekat dengan tubuh.²⁵

Gerakan tubuh menimbulkan tekanan pada tulang belakang yang akan ditahan oleh serat kolagen pada diskus intervertebralis. Tekanan pada diskus intervertebralis terjadi dalam waktu lama maka akan timbul tekanan pada annulus fibrosus dan

terjadi peningkatan di *endplate*. Bila annulus fibrosus dan *endplate* utuh, maka gaya tekan dapat ditahan secara adekuat.^{25,26}

Pada gerakan repetitif akan timbul tekanan pada diskus saat posisi fleksi menimbulkan tekanan yang dapat memutuskan annulus dan mengganggu diskus internal. Robekan pada annulus menyebabkan materi dari nukleus pulposus keluar dan menekan saraf. Serat bagian pusat dari diskus tidak peka terhadap nyeri sehingga pada awal terjadinya robekan tidak menimbulkan rasa nyeri.²⁶

Gerakan vertebra lumbal mempunyai batasan sudut normal untuk gerakan fleksi, miring kanan/ kiri dan rotasi yang tidak menimbulkan risiko terjadinya nyeri punggung bawah sederhana. Batasan sudut normal maksimal untuk gerakan fleksi ke depan adalah 20° . Batasan sudut normal maksimal untuk gerakan ekstensi adalah 20° . Batasan sudut normal maksimal untuk gerakan fleksi ke samping atau miring kanan/kiri adalah 8° . Batasan sudut normal maksimal untuk gerakan berputar atau rotasi adalah 5° .²⁶

Pada gerakan fleksi terjadi ketegangan tertinggi terjadi pada ligamen interspinosus dan supraspinosus, setelah itu ketegangan juga terjadi pada ligamen intrakapsular dan ligamentum flavum.

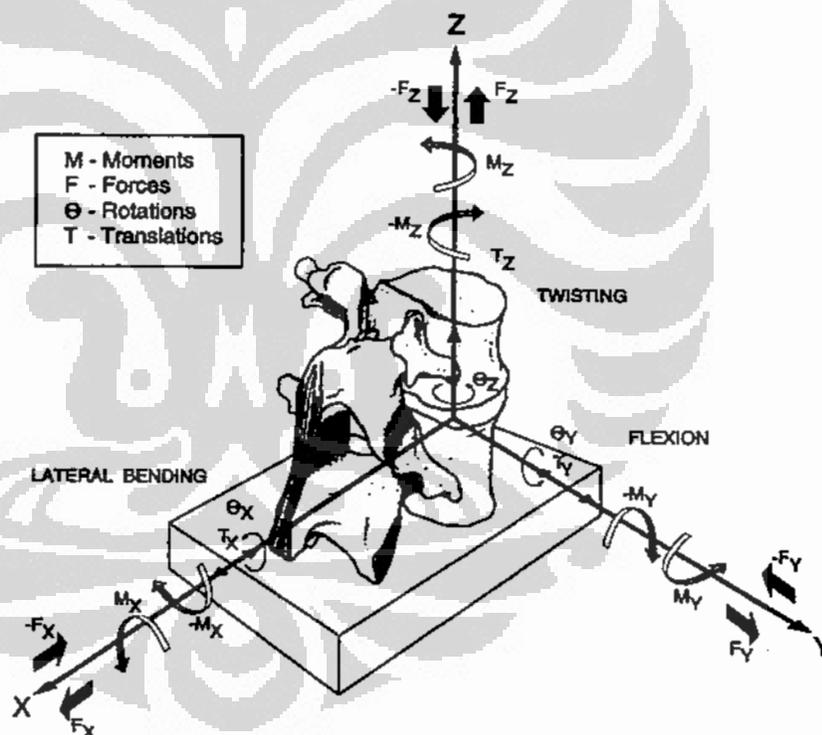
Pada posisi ekstensi akan terjadi ketegangan tertinggi pada ligamen longitudinal anterior. Pada saat fleksi ke samping maka akan timbul ketegangan tertinggi pada ligamen kontralateral.²⁶

Pada posisi rotasi akan terjadi ketegangan tertinggi pada ligamen kapsular (sendi faset). Sullivan dan Farfan (1975) mengadakan pengukuran pada gerakan rotasi ditemukan gerakan rotasi aksial lebih dari 30° akan menimbulkan iritasi pada radiks saraf, dan dislokasi sendi faset.²⁷

Tabel 2.1 Nilai representative dari gerakan vertebra lumbal

Intervertebra	Fleksi / ekstensi		miring		Rotasi/ berputar	
	Batas jangkauan (derajat)	Sudut representatif (derajat)	Batas jangkauan (derajat)	Sudut representatif (derajat)	Batas jangkauan (derajat)	Sudut representatif (derajat)
L1-L2	9-16	12	3-8	6	1-3	2
L2-L3	11-18	14	3-9	6	1-3	2
L3-L4	12-18	15	5-10	8	1-3	2
L5-S1	14-21	17	5-7	6	1-3	2
	18-22	20	2-3	3	3-6	5

Sumber: White A,A , Panjabi , M.M. *The Basic kinematic of the human spine. A review of past and current knowledge, Spine 3: 12,1978*



Gambar 2.5 deskripsi gaya dan posisi gerakan tubuh

Sumber: *Journal of the Neuromusculoskeletal System, Vol. 5, No. 4, Winter 1997*

2.10 ETIOLOGI NYERI PUNGGUNG BAWAH SEDERHANA AKIBAT KERJA

Penyebab timbulnya nyeri punggung bawah sederhana akibat kerja:

- *Sprain* pada punggung bawah

Sprain adalah tekanan atau peregangan yang terjadi pada ligamen. Gerakan repetitif dan posisi yang janggal dalam waktu lama akan menimbulkan *sprain* pada struktur punggung bawah. Pada gerakan rotasi yang melebihi *range of motion* (ROM) dari vertebra lumbalis akan menimbulkan regangan pada ligamentum kapsularis faset. Adakalanya dapat terjadi dislokasi sendi faset.

Pada gerakan fleksi yang melebihi ROM vertebra lumbalis akan terjadi regangan yang berlebihan pada ligamentum posterior, ligamentum interspinosus dan ligamentum supraspinosus.

- *Strain*

Strain adalah gangguan serabut otot (*muscle disruption*) yang disebabkan oleh trauma yang tidak langsung, seperti tekanan atau peregangan yang berlebihan pada otot paraspinal.

- Instabilitas spinal

Instabilitas spinal adalah gangguan penyakit yang ditandai dengan episode kekambuhan nyeri punggung bawah sederhana dan atau gejala siatika yang dipicu oleh beban mekanis yang sedikit berlebihan. Kondisi instabilitas pada pekerja terjadi akibat *sprain* derajat tiga atau *strain* derajat tiga di bagian lumbal. Pada foto tulang belakang dapat dilihat posisi fleksi ekstensi atau pada posisi provokasi lainnya terlihat adanya simpangan dari susunan ruas vertebra. Beberapa kondisi lain yang dapat menyebabkan instabilitas spinal antara lain riwayat trauma tulang belakang dengan fraktur, adanya tumor dan proses infeksi^{26,28}

2.11 PEKERJAAN YANG BERISIKO TIMBULNYA NYERI PUNGGUNG BAWAH SEDERHANA

Nyeri punggung bawah sederhana merupakan keluhan muskuloskeletal yang banyak terjadi di lingkungan kerja yang berakibat hilangnya hari kerja dan peningkatan biaya pemeliharaan kesehatan pekerja.

Beberapa jenis pekerjaan mempunyai risiko lebih besar untuk terjadinya keluhan nyeri punggung bawah sederhana antara lain:

- Pekerjaan dengan gerakan repetitif pada tulang belakang
- Pekerjaan fisik yang berat
- Pekerjaan dengan sikap membungkuk dan berputar
- Pekerjaan mendorong, mengangkat dan menarik beban
- Pekerjaan dengan pajanan vibrasi
- Pekerjaan monoton dan sikap statis yang lama
- Pekerjaan dengan beban psikologis²⁸

Tabel 2.2 Hubungan faktor risiko pekerjaan dengan kejadian Nyeri Punggung Bawah Sederhana

Faktor risiko pekerjaan	Hubungan terhadap timbulnya nyeri punggung bawah sederhana
Faktor fisik	
Pekerjaan fisik yang berat	Kuat
Mengangkat benda berat	Sangat kuat
Vibrasi seluruh tubuh	Sangat kuat
Sikap kerja statis	Sedang
Faktor psikososial	
Ketidakpuasan terhadap pekerjaan	Sedang
Lemahnya kontrol pekerjaan	Lemah
Pekerjaan monoton	Sedang
Dukungan sosial	Lemah

Sumber: Riimaki H. *Epidemiology of work related back disorders. Occupational Ergonomic. London and New York: 2000;2:11-19*

2.12 FAKTOR RISIKO TIMBULNYA NYERI PUNGGUNG BAWAH SEDERHANA

Faktor individu yang berperan pada timbulnya nyeri punggung bawah sederhana:

- Umur

Umur mempunyai peranan penting dalam timbulnya nyeri punggung bawah baik dikalangan pekerja maupun dalam komunitas umum. Pada penelitian Corg , insiden tertinggi nyeri punggung bawah terjadi pada usia 15-55 tahun, dan semakin meningkatnya usia maka angka kejadian berulangnya semakin besar. Semakin berumur kita akan mengalami proses alami degenerasi baik struktur diskus intervertebralis maupun tulang vertebra. Akibat dari proses degenerasi maka struktur tulang dan diskus menjadi tidak adekuat dalam menahan beban saat bekerja. Penelitian Miller (1988) menemukan robekan pada annulus setelah usia 20 tahun sekitar 7%, setelah 30 tahun 20 %, setelah 40 tahun 41%, setelah 50 tahun 53%, setelah 60 tahun 85 %, dan setelah 70 tahun 92%. Penelitian Plowman (1992) menemukan kejadian nyeri punggung bawah paling banyak dialami oleh orang dewasa usia 25 sampai 60 tahun dengan puncaknya pada usia 40 tahun. Penelitian Mazloun menemukan nyeri punggung bawah sederhana pada pekerja paling banyak setelah usia di atas 35 tahun.^{5,29}

- Tinggi badan

Diskus intervertebralis mempunyai ketebalan sebanding dengan tinggi badan. Pada daerah lumbal kontribusi diskus intervertebralis sepertiga dari panjang total tulang lumbal, sedangkan bagian lain hanya seperlimanya. Tebal diskus intervertebralis yang lebih tebal di daerah lumbal menyebabkan lesi pada diskus lumbal terbanyak berasal dari jaringan lunak. Semakin tinggi tubuh maka semakin panjang tulang punggungnya dan diskus intervertebralis lumbal semakin tebal juga sehingga cedera pada daerah lumbal semakin meningkat.

Pada penelitian Mazloun A, Nozad H ,Kumashiro M (2005). menemukan prevalensi nyeri punggung bawah sekitar 84,4% pada pekerja dengan tinggi badan 165-175 .³⁰

- Jenis kelamin

Berdasarkan penelitian Andersson (1979) dan Nachemson (1976) ditemukan bahwa kejadian nyeri punggung bawah diantara pria dan wanita sebanding³¹

- Riwayat nyeri punggung

Penelitian Plowman (1992) menemukan 30%-70 % kejadian nyeri punggung bawah yang berulang pada pekerja yang telah mengalami nyeri punggung sebelumnya.

- Status gizi (Indeks massa tubuh)

Semakin besar IMT semakin tinggi kejadian nyeri punggung bawah. Obesitas, terjadi penumpukan lemak yang berlebih pada sentral (abdomen), menyebabkan pusat gravitasi akan bergeser ke depan sehingga lordosis lumbalis akan bertambah. Dengan lordosis bertambah maka akan terjadi penekan pada diskus tidak pada sentral yang akhirnya akan menyebabkan perangsangan untuk timbulnya nyeri punggung bawah. Pada penelitian Deyo and Bass (1989) menemukan peningkatan prevalensi nyeri punggung sebanyak 20 % dan hubungannya dengan peningkatan obesitas.³¹

- Kebiasaan merokok

Penelitian Deyo dan Bass (1989) menemukan bahaya timbulnya nyeri punggung bawah secara cepat sesuai dengan pajanan kumulatif dan derajat pajanan maksimal harian. Pada penelitian eksperimental, merokok diketahui mengganggu nutrisi diskus, meningkatkan degenerasi diskus dan herniasi diskus.³¹

- Kebugaran jasmani

Beberapa penelitian mengenai hubungan kebugaran jasmani dengan nyeri punggung bawah tidak memberikan hasil yang jelas . Akan tetapi nyeri punggung bawah lebih sering terjadi pada pekerja dengan kekuatan tubuh lebih rendah dibandingkan dengan kekuatan tubuh yang diperlukan untuk mengerjakan pekerjaan tersebut. Pada penelitian Cady (1979) mengatakan frekuensi nyeri punggung bawah meningkat 10 kali lebih besar pada pekerja dengan tingkat kebugaran rendah.^{29,32}

- Kelainan tulang punggung

Pada orang dengan kelainan tulang punggung seperti skoliosis maka pusat tekanan pada diskus intervertebralis tidak di sentral akan tetapi bergeser ke samping sesuai dengan sudut skoliosis yang terjadi. Sehingga pada saat tubuh menerima beban akan terjadi penekanan asimetri pada diskus yang akhirnya akan terjadi iritasi radiks dan timbul rasa nyeri.^{26,32}

- Psikologis

Orang yang mempunyai keluhan nyeri punggung bawah terutama yang kronis biasanya mempunyai ciri kepribadian yang khas. Pada orang neurosis , anxietas akan lebih cenderung merasa ketidaknyamanan dari tubuhnya menjadi suatu masalah yang serius. Keadaan nyeri punggung bawah yang kronik juga dapat menyebabkan orang menjadi depresi (gangguan psikis) dan menjadi penghalang bagi mereka untuk kembali bekerja.

- Jenis pekerjaan

Jenis pekerjaan yang berhubungan dengan ergonomi dengan pajanan beban kerja berat, pekerjaan berulang-ulang, sikap tubuh statis, sikap tubuh janggal (tidak alami), getaran akan mempunyai risiko lebih besar untuk terjadinya nyeri punggung bawah. Faktor jenis pekerjaan juga dipengaruhi dengan lamanya pekerjaan dilakukan.

- Masa kerja

Penelitian Mazloun A, Nozad H ,Kumashiro M (2005), menemukan prevalensi nyeri punggung bawah sekitar 48.9% pada pekerja dengan masa kerja 1-5 tahun³⁰

- Istirahat kecil

Istirahat kecil adalah istirahat singkat di saat bekerja akan tetapi tidak termasuk istirahat resmi. Istirahat kecil dibutuhkan pekerja untuk mengadakan relaksasi otot setelah bekerja mengangkat secara terus menerus. Pada penelitian Samara mengatakan relaksasi setiap 20 menit sangat penting untuk mencegah ketegangan otot (gangguan muskuloskeletal) selama 2-3 menit. Meluruskan punggung bawah beberapa kali sangat menolong mengurangi ketegangan otot (gangguan muskuloskeletal).^{33,34}

Tabel 2.3 Faktor risiko individu terhadap nyeri punggung bawah sederhana

Faktor risiko kuat	Faktor risiko sedang	Faktor risiko lemah
-Riwayat NPB	-Terlalu banyak bergerak	-Berat badan berlebih
-Kebugaran jasmani kurang	-Spondylosis -Spondylolisthesis -Angkilosing spondilitis	
-Kekuatan mengangkat kurang	-Skoliosis dan panjang ke dua kaki tak sama	
-Daya tahan otot punggung kurang	-Kelemahan otot punggung, otot perut, hamstring	
-Merokok	(serangan ulang)	

Sumber: *Ergonomic; Work and Health: Stephen Pheasant, 1991, hal 74*

Faktor agen yang berperan terhadap timbulnya nyeri punggung bawah sederhana antara lain:

- Sikap kerja mengangkat beban dengan membungkuk lebih dari 20°
- Sikap kerja memindahkan barang dengan berputar lebih dari 20°
- Berat beban yang diangkat
- Frekuensi gerakan repetitive mengangkat beban dengan membungkuk
- Frekuensi gerakan repetitive mengangkat beban dengan sikap berputar
- Lamanya sikap membungkuk³⁵

Keyserling pada tahun 1986 menembangkan kriteria sikap tubuh membungkuk, berputar dan menekuk pada saat bekerja berdasarkan sikap tubuh tersebut.

Kriteria penilaian sikap tubuh (Keyserling, 1986):

- Sikap tubuh normal : tegak/sedikit membungkuk 0° - 20° dari garis vertikal
- Sikap tubuh fleksi sedang : membungkuk 20° - 45° dari garis vertikal
- Sikap tubuh fleksi kuat : membungkuk $>45^{\circ}$ dari garis vertikal
- Sikap tubuh fleksi kesamping atau berputar : menekuk ke samping kanan / kiri atau berputar $>15^{\circ}$ dari garis vertikal

Keyserling dan kawan-kawan (1986) menggunakan kriteria di atas pada penelitian kasus kontrol pekerja, kasus terdiri 95 orang dengan keluhan pada pinggang, 79 dengan keluhan pada bahu dan 124 pada kasus kontrol. Hasil penelitiannya terjadi nyeri punggung bawah dengan sikap tubuh fleksi sedang lima kali lebih besar dibandingkan dengan kontrol, dan nyeri punggung bawah pada pekerja dengan sikap tubuh berputar dan fleksi ke samping terjadi enam kali lebih besar dibandingkan dengan kontrol.³⁵

Faktor lingkungan kerja yang turut berperan terhadap timbulnya nyeri punggung bawah:

- Ruang kerja yang sempit sehingga pekerja tidak dapat melakukan gerakan mengangkat dengan benar
- SOP mengenai cara mengangkat barang dengan benar tidak dilaksanakan dengan baik
- Lingkungan kerja dengan pajanan vibrasi³⁶

2.13 DIAGNOSIS NYERI PUNGGUNG BAWAH SEDERHANA

Untuk menegakkan diagnosis nyeri punggung bawah sederhana dimulai dengan anamnesis kemudian dilakukan pemeriksaan fisik dan pemeriksaan neurologis.

Anamnesis

Pada anamnesis ditanyakan keluhan yang dirasakan oleh pekerja:

- Apakah dirasakan nyeri pada punggung bagian bawah?
- Apakah pekerja pernah merasakan nyeri punggung bawah dalam 6 bulan terakhir?
- Kapan nyeri punggung bawah dirasakan saat bekerja atau setelah bekerja ?
- Apakah nyeri punggung bawah hilang / berkurang setelah istirahat ?
- Apakah nyeri punggung yang dirasakan hanya setempat atau menjalar ke tungkai bawah?
- Apakah timbul nyeri punggung bawah saat batuk / mengejan ?

Pemeriksaan fisik

Pemeriksaan status lokalis

- Pekerja berdiri tegak : dilihat apakah ada hiperlordosis atau skoliosis, pemeriksaan Naffziger

Pemeriksaan Naffziger : pemeriksa menekan kedua vena jugulare dan menyuruh pasien mengejan atau batuk. Dengan penekanan pada vena jugulare terjadi peningkatan tekanan intrakranial dan intratekal. Pada kelainan diskogenik akan timbul rasa nyeri karena peningkatan tekanan yang terjadi akan menyebabkan rangsangan pada iritasi radiks

- Pekerja terlentang : dilakukan pemeriksaan Laseque, pemeriksaan Patrick, pemeriksaan kebalikan Patrick.

Pemeriksaan Laseque : pekerja tidur terlentang , salah satu tungkai diangkat ke atas dalam keadaan lurus sedangkan tungkai yang lain dalam keadaan lurus tidak terangkat dan tidak fleksi. Nyeri akan timbul bila tungkai dinaikkan lebih dari 70° (80 – 90 °): tes dinyatakan negatif / normal. Bila nyeri timbul sebelum 80 ° (60 – 70 °) maka tes dinyatakan positif yang berarti ada rangsangan pada akar nervus ishiadikus

Pemeriksaan Patrick dan kebalikan Patrick dilakukan untuk menyingkirkan nyeri yang berasal dari nyeri sakro-iliaka.

Pemeriksaan Patrick: pekerja tidur terlentang kemudian dilakukan tindakan fleksi, abduksi, eksorotasi. Gabungan gerakan fleksi, abduksi dan eksorotasi akan menimbulkan regangan pada sendi panggul yang mengakibatkan nyeri pada daerah bokong atau penjalaran n.iskhiadikus dan dikatakan tes Patrick positif. Tes Patrick positif menunjukkan adanya proses patologik di daerah ipsilateral.

Pemeriksaan kebalikan Patrick: pekerja tidur terlentang kemudian dilakukan tindakan fleksi, abduksi , endorotasi. Bila timbul nyeri pada daerah bokong atau penjalaran n.iskhiadikus maka dikatakan tes kebalikan Patrick positif. Tes kebalikan Patrick positif menunjukkan sumber nyeri pada sendi sakro-iliaka.

- Pekerja terlungkup : secara palpasi diperiksa apakah kontur vertebra normal atau tidak, apakah ada nyeri tekan lokal dan palpasi otot apakah ada spasme otot.
- Pekerja duduk : pekerja diperiksa apakah ada nyeri ketok pada *costovertebral junction* pemeriksaan ekstensi lutut.

Pada pemeriksaan ekstensi lutut : pekerja duduk ditepi ranjang, pemeriksa melakukan ekstensi lutut. Bila terjadi rangsangan pada radiks pekerja akan mengeluh nyeri atau mendorong tubuhnya ke belakang untuk mengurangi rasa nyeri yang timbul.

- Pekerja saat berjalan: apakah ada gait (cara berjalan yang patologis)

Pemeriksaan neurologis

Pemeriksaan kekuatan otot

Kekuatan otot diukur dengan melihat kemampuan otot berkontraksi melawan tahanan yang diberikan atau gaya gravitasi yang ada. Kekuatan otot terbagi menjadi 5 bagian yaitu:

0= tidak ada kontraksi atau tidak ada kekuatan sama sekali

1= teraba sedikit kontraksi tapi hanya sedikit terlihat

2= ada gerakan otot (hanya horizontal / bergerak geser saja), gerak otot tidak mampu melawan gaya gravitasi (gerak otot tidak dapat diangkat ke atas)

3=ada gerakan otot hanya dapat melawan gaya gravitasi tapi tidak dapat melawan tahanan yang diberikan (kekuatan otot sedang)

4=ada gerakan otot dapat melawan gaya gravitasi dan menahan tahanan yang diberikan

5=kekuatan otot normal

Pemeriksaan sensorik

Pengukuran sensasi sensorik diukur dengan skala 0-2

0= tidak ada sensasi sensorik

1= ada sedikit sensasi sensorik

2= sensasi sensorik normal

Kriteria diagnosis nyeri punggung bawah

- Pekerja dinyatakan nyeri punggung bawah sederhana bila ditemukan salah satu keluhan / gejala rasa nyeri atau pegal atau linu dan atau kram pada punggung bawah, tanpa ada dasar penyakit atau kelainan punggung bawah
- Pada pemeriksaan fisik dapat ditemukan nyeri tekan lokal atau spasme otot kostovertebra dan nyeri ketok sudut kostovertebra negatif.
- Pemeriksaan neurologi ditemukan tes Laseque di atas 70° , tes Patrick negatif, tes kontra Patrick negatif, pemeriksaan Naffziger negatif, tidak ada gangguan kekuatan otot tungkai, dan tidak ada gangguan sensorik tungkai bawah^{37,38}

2.14 Diagnosis banding

Keluhan nyeri punggung bawah bukan hanya dari gangguan atau regangan pada otot saja (nyeri punggung bawah sederhana) akan tetapi banyak keadaan yang dapat menyebabkan keluhan nyeri pada punggung bagian bawah. Untuk itu kita perlu membuat diagnosis banding terhadap keluhan nyeri punggung bawah yang dapat kita lihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Diagnosis banding nyeri punggung bawah sederhana

Kondisi (prevalensi)	Tanda dan gejala
Nyeri punggung bawah mekanik(97%)	
<i>Strain, sprain</i> lumbal (70%)	Nyeri di otot lumbal
Proses degenerasi discus atau proses pada faset (10%)	Nyeri lokal di lumbal
Herniasi discus (4%)	Nyeri menjalar ke tungkai
Fraktur kompresi pada osteoporosis (4%)	Nyeri tekan pada spinal
Stenosis spinal(3%)	Nyeri berkurang bila tulang punggung di fleksikan
Spondylolisthesis (2%)	Nyeri saat beraktivitas
Penyakit kongenital (<1%):	
Kifosis berat, skoliosis berat	
Keadaan spinal bukan mekanik(1%)	
Keganasan (0.7%):	Nyeri tekan pada spinal, berat badan turun
Multiple mieloma, karsinoma metastatik, limfoma, tumor medulla spinalis, tumor retroperitoneal	
Radang sendi inflamasi (0.3%):	Kaku pada pagi hari
Ankilosing spondilitis, psoriasis, sindroma Reiter	
Infeksi (0.01%)	Nyeri tekan pada spinal
Penyakit visceral / bukan spinal (2%)	
Penyakit pada organ pelvis:	
Prostatitis, radang pelvis, endometriosis	
Penyakit ginjal:	
batu ginjal, pielonefritis	
Anuerisma aorta	
Penyakit saluran cerna:	nyeri epigastrium, nausea, mual, muntah
Pankreatitis, kolesistitis, ulkus peptikum	

Sumber: Deyo AR, Weinstein NJ. *Low Back Pain. Primary Care. N. Engl J Med.*2001;5: 363-70

2.15 Lifting index

The Revised National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) Lifting Equation (1994) mengeluarkan rekomendasi berat beban yang dapat diangkat oleh pekerja yang bekerja selama 8 jam tanpa meningkatkan risiko terjadinya nyeri punggung bawah. Beban maksimum yang dapat diangkat dengan kedua tangan

sekitar 51 *pounds* atau 23 kg. Berat beban ideal yang dapat diangkat oleh seorang pekerja dipengaruhi oleh 6 faktor yaitu beban maksimum yang diperbolehkan jarak tubuh terhadap benda, frekuensi mengangkat, jarak vertikal benda terhadap lantai, jarak benda yang akan dipindahkan terhadap tujuan, sudut putar tubuh, dan mudah tidaknya benda diangkat.³⁹

Lifting index merupakan salah satu cara untuk menghitung beban yang diangkat, apakah beban akan berisiko timbulnya gangguan kesehatan pekerja khususnya terjadinya cedera pada tulang punggung. Untuk mendapatkan nilai *lifting index* maka berat beban yang sesungguhnya dibandingkan dengan berat beban yang diperbolehkan (berdasarkan berbagai faktor yang mempengaruhinya). Bila didapatkan nilai *lifting index* lebih besar dari 1 maka risiko terjadinya cedera pada tulang punggung lebih besar.³⁹

Cara yang dapat digunakan untuk menghitung *lifting index* adalah:

1. Perhitungan RWL

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times CM \times FM$$

RWL : beban yang masih diperbolehkan/ direkomendasikan oleh NIOSH

LC : beban maksimum yang direkomendasikan oleh NIOSH sebesar 23 kg

- Komponen horisontal

Yang dimaksud dengan horisontal(H) adalah jarak antara posisi tangan yang memegang beban dengan titik pusat tubuh.

HM merupakan konversi jarak tubuh terhadap benda yang dipegang (minimal 15 cm, maksimal 80 cm)

$$HM = 25 / H$$

- Komponen vertikal

Yang dimaksud dengan vertikal (V) adalah jarak antara posisi tangan yang memegang beban terhadap lantai.

VM : jarak vertikal benda yang dipegang, diukur dari bawah (maksimal 175 cm)

$$VM = 1 - (0.003 |V - 75|)$$

- Komponen *Distance*

Yang dimaksud dengan *distance* adalah jarak perpindahan beban secara vertikal antara tempat asal sampai tujuan

D_m : jarak dari tempat sebelum benda diangkat ke tempat tujuan

$$D_m = 0.82 + (4.5/D)$$

- Komponen asimetri

Yang dimaksud dengan asimetri adalah sudut simetri putaran yang dibentuk antara tangan dan kaki.

A_M : sudut putar tubuh pada waktu mengangkat benda dari satu tempat ke tempat berikutnya

$$A_M = 1 - (0.0032A)$$

- Komponen *coupling*

Yang dimaksud dengan *coupling* adalah kemudahan beban yang akan diangkat dengan indikator ada tidaknya pegangan khusus untuk mengangkat.

C_M : mudah tidaknya benda yang diangkat (mudah untuk dipegang)

Kemudahan benda untuk diangkat dibagi menjadi tiga kriteria yaitu:

- Kriteria *Good*

- Kontainer atau Box merupakan design optimal, pegangan bahannya tidak licin.
- Benda yang didalamnya tidak mudah tumpah.
- Tangan dapat dengan nyaman meraih box tersebut.

- Kriteria *Fair*

- Kontainer atau Box tidak mempunyai pegangan.
- Tangan tidak dapat meraih dengan mudah.

- Kriteria *Poor*

- Box tidak mempunyai *Handle*/pegangan.
- Sulit dipegang (Licin, Tajam, dll).
- Berisi barang yang tidak stabil, (Pecah, Jatuh, Tumpah, dan lain lain).
- Memerlukan sarung tangan untuk mengangkatnya.

- Komponen frekuensi

Yang dimaksud dengan frekuensi adalah banyaknya mengangkat dalam satu menit. Untuk gerakan repetitif biasanya frekuensi minimum sekitar 0.2 kali / menit.

FM : frekuensi banyaknya benda yang diangkat disesuaikan dengan waktu mengangkat.(dapat dilihat pada tabel lampiran)

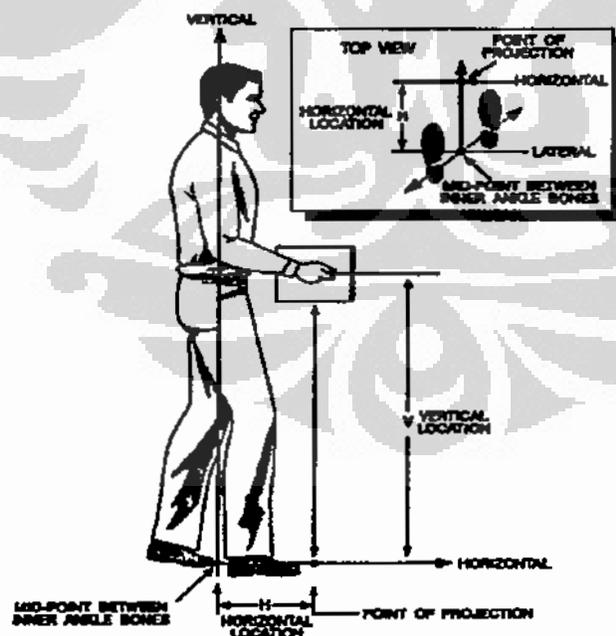
Waktu mengangkat terbagi menjadi tiga bagian yaitu:

1. Durasi pendek : 1 jam atau kurang.
2. Durasi sedang : antara 1 – 2 jam.
3. Durasi panjang : 2 – 8 jam.^{39,40}

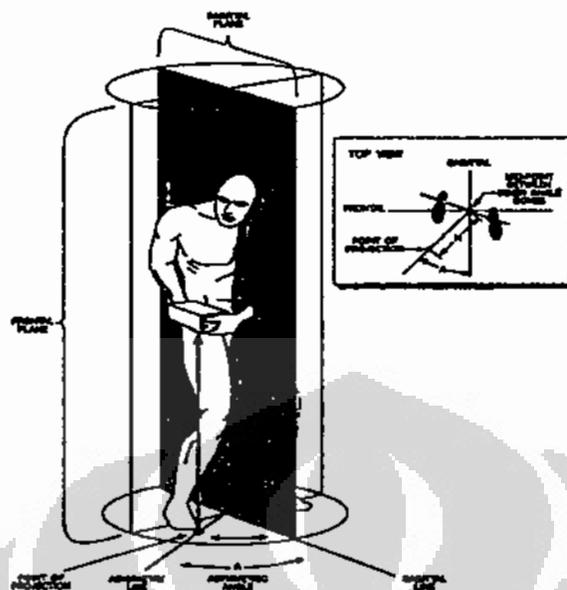
2. Perhitungan *lifting index* adalah membandingkan beban yang diangkat dengan RWL

$LI \leq 1.0$: tidak ada risiko terhadap cedera tulang punggung

$LI > 1.0$: berisiko terhadap cedera tulang punggung



Gambar 2.6 ilustrasi pengukuran jarak vertikal dan horisontal



Gambar 2.7 Ilustrasi pengukuran sudut putar

sumber: Thomas R Waters, Ph.D., Vern Putz-Anderson, Ph.D., Arun Garg, Ph.D. *Applications Manual For the Revised NIOSH Lifting Equation*. NIOSH Publication No 94-110

2.16 Composite Lifting Index

Setiap tugas mengangkat satu benda mempunyai nilai *lifting index* yang berbeda dengan tugas mengangkat benda yang lain. Perbedaan nilai *lifting index* tergantung pada ketinggian benda, sudut putar, berat benda, frekuensi mengangkat, jarak benda dengan tubuh, mudah tidaknya benda diangkat.

Untuk satu orang pekerja adakalanya mempunyai *lifting index* yang berbeda-beda dikarenakan benda yang harus dipindahkan mempunyai ketinggian yang berbeda-beda. Untuk melihat apakah pekerjaan yang dilakukan berisiko untuk terjadi cedera pada punggung atau dapat menimbulkan keluhan nyeri punggung bawah kita dapat menggunakan perhitungan *composite lifting index (CLI)*.

Perhitungan *composite lifting index* yaitu penjumlahan antara *lifting index* tunggal maksimum dan *lifting index* yang tidak tergantung frekuensi dikalikan dengan faktor frekuensi.

Composite lifting index:

$$= STLI_1 + FILI_2 \times (1/ FM_{1+2} - 1/FM_1) + FILI_3 \times (1/ FM_{1+2+3} - 1/FM_{1+2}) + \dots$$

Hasil interpretasi *composite lifting index* adalah CLI lebih besar dari 1.0 berarti pekerjaan terpajan peningkatan risiko terjadinya nyeri punggung bawah pada sebagian pekerja, CLI lebih besar dari 3.0 berarti hampir seluruh pekerja terpajan peningkatan risiko terjadinya nyeri punggung bawah dan terjadinya kecelakaan kerja akibat pekerjaan mengangkat. (Waters, Putz-Anderson, & Garg, 2004).⁴¹

2.17 Prognosis

Kesembuhan nyeri punggung bawah sederhana biasanya kurang dari 6 minggu. Rata-rata kesembuhan tercapai dalam waktu 17-21 hari. Sekitar 58% pekerja mengalami penyembuhan yang cepat dalam waktu satu bulan dan 73% pekerja akan mengalami kekambuhan dalam waktu satu tahun.⁴²

Pada penelitian Trang H (2007) ditemukan sebagian besar pekerja yang mengalami nyeri punggung sederhana akan pulih dalam waktu 4 sampai 6 minggu. Sekitar 80 – 90% pekerja akan mengalami perbaikan dalam 3 bulan, sedangkan 10% pekerja yang mengalami nyeri punggung lebih dari tiga bulan akan mengalami nyeri punggung berulang. Pada pekerja yang telah mengalami nyeri punggung bawah sederhana sekitar 20 – 44% akan mengalami kekambuhan nyeri punggung bawah dalam waktu satu tahun dan lebih dari 85 % akan mengalami kekambuhan selama hidupnya.⁴³

2.18 TERAPI

Terapi untuk menghilangkan keluhan nyeri punggung bawah sederhana dapat dilakukan baik dengan terapi farmakologi dan terapi non farmakologi.

2.18.1 Terapi medis

Terapi medis terbagi menjadi dua bagian yaitu terapi non farmakologi dan terapi farmakologi.

Yang termasuk terapi non farmakologi ada 7 yaitu:

- Tirah baring dengan pembatasan aktivitas fisik

Nyeri dirasakan disetiap gerakan pada fase akut, sehingga pada fase akut biasanya dianjurkan untuk dilakukan tirah baring untuk meredakan gejala. Tirah baring dilakukan dengan posisi semi fowler (panggul dan lutut fleksi sebesar 90^o), dengan maksud mengurangi tekanan pada vertebra lumbosakral, sendi apofiseal dan

lordosis lumbal. Karena pada posisi duduk tekanan intradiskus akan meningkat sehingga nyeri akan dirasakan bertambah dan memperburuk herniasi diskus.

Pada salah satu penelitian menemukan pekerja yang melakukan tirah baring selama satu sampai dua hari sama hasilnya dengan pekerja yang dilakukan istirahat dan tirah baring selama tujuh hari. Sehingga pekerja yang menderita nyeri punggung bawah hanya disarankan untuk melakukan tirah baring yang singkat hanya dua sampai tiga hari saja.

Tirah baring yang terlalu lama dapat mengakibatkan atrofi otot, kontraktur, hilangnya kalsium tulang, hilangnya protein, penurunan curah jantung, ortostatik instabilitas, atelektasis, konstipasi, batu ginjal dan dekubitus.

Pada nyeri punggung bawah yang kronik dihindari tirah baring yang lama, akan tetapi dipilih aktivitas fisik yang ringan tanpa beban spinal. Aktivitas ringan tanpa beban spinal akan berefek baik terhadap tulang, kekuatan otot, peningkatan nutrisi diskus dan tulang rawan, kadar endorfin akan meningkat serta sensitivitas terhadap nyeri akan berkurang.^{38,44}

- Terapi fisik

Terapi fisik dilakukan pada tahap serangan akut nyeri punggung bawah dengan maksud menghilangkan gejala nyeri. Terapi fisik dapat berupa pemanasan superfisial (*hydrocolloid pack*), pemanasan lebih dalam (ultrasound, diatermi), cold packs, stimulasi listrik tegangan tinggi. Penggunaan terapi hanya terbatas dari dua minggu pertama sampai dengan empat minggu setelah serangan nyeri punggung bawah.

Terapi dingin (*cryoterapi, cold packs*)

Terapi dingin efektif untuk mengurangi rasa nyeri karena dengan adanya rangsangan dingin setempat maka serabut saraf terblokir, edema berkurang, metabolisme lokal berkurang sehingga *spasme* otot mereda, aktivitas spindel otot menurun dan terjadi vasokonstriksi. Pada daerah yang sakit diberi cold packs selama 10 -15 menit kemudian dilanjutkan dengan *massage* es selama 10-12 menit pada lesi.

Terapi panas

Rangsangan panas mempunyai efek analgesik dan mengurangi *spasme* otot. Pemanasan yang dilakukan dapat dengan dua cara yaitu pemanasan superfisial (*hydrocolloid pack*, pemanasan dengan gelombang infra merah), dan pemanasan dalam dengan (diatermi, ultrasound)

Pada pemanasan superfisial, rangsangan panas hanya sampai daerah subkutan, panas di daerah subkutan hanya dapat mengurangi rasa nyeri saja. Sedangkan pemanasan dalam, rangsangan panas akan menembus sampai jaringan otot dan sendi dengan tujuan meredakan proses inflamasi dan mengurangi *spasme* otot.^{38,44}

Tabel 2.5 Terapi nyeri punggung bawah

Terapi	Indikasi	Kontraindikasi	Penggunaan
Pemanasan superfisial (<i>hydrocolloid pack</i> , infra merah)	<ul style="list-style-type: none"> • analgetik • mengurangi spasme otot • meningkatkan toleransi untuk aktivitas 	<ul style="list-style-type: none"> • gangguan sensibilitas • gangguan sirkulasi • edema • gangguan perdarahan 	<ul style="list-style-type: none"> • pada daerah yang nyeri sekitar 20-30 menit • bila diperlukan dapat diulang setelah 2 jam.
Pemanasan dalam (ultrasound, diatermi)	<ul style="list-style-type: none"> • analgetik • meregangkan ligamen periartikular, dan tendon 	<ul style="list-style-type: none"> • kontraindikasi sama seperti pemanasan superfisial tidak boleh digunakan dekat pace maker, uterus, mata, testes. 	<ul style="list-style-type: none"> • berikan 0.5-2 W per cm untuk daerah yang nyeri selama 10-15 menit
Terapi dingin	<ul style="list-style-type: none"> • analgetik • mengurangi edema pada trauma otot akut. 	<ul style="list-style-type: none"> • gangguan sensibilitas • intoleransi terhadap dingin • gangguan sirkulasi 	<ul style="list-style-type: none"> • berikan selama 20-30 menit pada daerah nyeri, dapat diulang 2 jam kemudian sampai dengan 42 jam setelah trauma

Sumber: Atul T Patel, MD, Abna A Ogle, MD. *Diagnosis and Management of Acute Low Back Pain. American Family Physician*, 2000.

- **Korset dan brace**

Korset berguna untuk membatasi gerakan spinal, memperbaiki posisi tubuh dan mengurangi stres mekanik pada daerah lumbal bawah. *Brace* berguna untuk

membatasi gerakan spinal dan gerakan lateral memutar serta memperbaiki posture tubuh lebih baik.

- *Massage*

Dengan *massage* diberikan stimulasi mekanik pada daerah tersebut sehingga terjadi peningkatan sirkulasi darah

- Latihan

Latihan disarankan latihan aerobik (senam Philates), berenang dengan tujuan memperkuat otot dinding perut dan otot spinal, meregangkan otot yang berkontraksi, meningkatkan fleksibilitas tubuh, mengurangi stress mekanik pada spinal, serta memperbaiki kebugaran dan posisi tubuh

- Edukasi pekerja

Pekerja diajarkan agar kebiasaan hidup yang baik (kebiasaan berolah raga seperti jongging, bersepeda, renang, mengurangi kebiasaan merokok dan mengurangi kebiasaan minum kopi), menjaga berat badan agar tidak berlebih.^{37,44}

Yang termasuk dengan terapi farmakologi adalah pemberian obat pada kasus nyeri punggung bawah. Adakalanya pemberian obat pada kasus nyeri punggung bawah tidak cukup satu macam saja. Pemberian obat dengan tujuan :

- simptomatik : mengurangi atau menghilangkan rasa nyeri
- kausal : menghilangkan *spasme* otot

Obat yang digunakan dapat dibagi menjadi tiga jenis yaitu:

- NSAID (*nonsteroidal anti-inflammatory drugs*):

Obat yang termasuk golongan NSAID seperti ibuprofen, meloxicam, celecoxib

- Kortikosteroid

Kortikosteroid digunakan untuk menghilangkan inflamasi secara cepat

- Relaksan otot

Relaksan otot digunakan untuk menghilangkan *spasme* atau ketegangan otot yang mungkin terdapat dalam atau menyertai nyeri punggung bawah. Obat yang termasuk golongan relaksan otot, antara lain:

- Baklofen
- Diazepam
- Dantrolen
- Esperison
- Tizanidine
- Karisoprodol
- Metaksalon
- Siklobenzapin⁴³

2.18.2 TERAPI OKUPASI

Terapi okupasi meliputi:

1. Pelatihan kerja bagi pekerja

Tujuan dari edukasi pekerja adalah mencegah agar tidak terjadi kejadian berulang nyeri punggung bawah. Pekerja diajarkan mengenai sikap kerja ergonomi antara lain:

- Cara mengangkat barang yang benar
 - Sikap tubuh berputar yang benar
- #### **2. Waktu pemulihan yang adekuat**
- #### **3. Rotasi kerja**

Pada pekerja dengan nyeri punggung bawah untuk sementara waktu selama pemulihan dipindahkan bagian kerja yang lebih ringan

4. Evaluasi faktor psikososial tempat kerja

2.19 PENCEGAHAN NYERI PUNGGUNG BAWAH

Pencegahan terhadap timbulnya nyeri punggung bawah sangat penting pada pekerja dengan tugas angkat angkut . Pencegahan nyeri punggung bawah sederhana lebih ditujukan pada pencegahan primer.

Pecegahan primer mencakup pencegahan penyakit sebelum proses inisiasi, yaitu mengeliminasi faktor-faktor risiko yang berhubungan kuat dengan kejadian nyeri punggung bawah sederhana . Faktor –faktor risiko terjadi nyeri punggung bawah

sederhana meliputi sikap kerja yang tidak alamiah , adanya gerak repetitif dan masa pemulihan yang tidak adekuat.

Pencegahan dapat dilakukan dari berbagai cara yaitu mengevaluasi sikap kerja dan intervensi di lingkungan kerja, kebijakan perusahaan.

Untuk mengurangi kejadian nyeri punggung bawah dapat dilakukan dengan pemilihan SDM (sumber daya manusia) yang tepat , perbaikan lingkungan kerja dan sistem kerja.

Pemilihan SDM yang tepat dapat dilakukan dengan cara:

1. Pemilihan pekerja yang sesuai

Pada pekerja dengan tugas angkat angkut diusahakan tidak pernah mempunyai riwayat nyeri punggung bawah. Pada pemeriksaan awal dapat dilakukan foto lumbal untuk mengetahui kelainan anatomi pekerja.

2. Pemeriksaan kesehatan pekerja secara berkala

Pekerja dengan jenis tugas angkat angkut pada pemeriksaan berkala ditambahkan pemeriksaan foto lumbal dengan tujuan melihat celah diskus intervertebralis. Bila ditemukan penyempitan celah diskus intervertebralis maka pekerja tersebut akan dimutasikan ke bagian lain agar tidak menimbulkan gejala lebih lanjut.

3. Pendidikan dan pelatihan:

- Diadakan pelatihan berkala mengenai sikap kerja yang ergonomi pada pekerja dan pengawas.
- Pemberian informasi mengenai kebiasaan hidup yang harus diterapkan dalam kehidupan sehari-hari seperti mengurangi kebiasaan merokok, mengurangi kebiasaan minum kopi, meningkatkan kebiasaan berolah raga teratur

Perbaikan lingkungan kerja dilakukan dengan cara :

1. Ruang kerja dibuat sesuai dengan ergonomi :

- Letak benda yang akan diangkat ditempatkan pada posisi yang mudah dijangkau dengan tinggi obyek optimal
- Ruang kerja cukup luas untuk tidak melakukan gerakan-gerakan janggal.

2. SOP tertulis dipasang pada lokasi kerja

3. Pengawasan pekerja oleh supervisor

4. Diterapkan sanksi bagi pekerja yang tidak megikut SOP kerja dan penghargaan bagi pekerja yang mengikuti SOP yang telah disepakati.

Perbaiki sistem kerja yang dapat dilakukan antara lain:

- Rotasi kerja berkala antara pekerja angkat angkut dengan beban kerja ringan dan berat
- Dibuat kebijakan istirahat kecil selama 2-3 menit setiap 20 menit bagi pekerja angkat angkut
- Dibuat kebijakan melakukan tugas ringan selama 72 menit setelah bekerja angkat angkut selama 60 menit , sehingga diperoleh waktu pemulihan yang adekuat.



Tabel 2.6 Pencegahan Nyeri Punggung Bawah

<i>Job design</i> (ergonomi)	<ul style="list-style-type: none"> - Peralatan mekanik - Tinggi obyek kerja yang optimum - Rancangan tempat kerja yang baik - Ruang gerak untuk berdiri duduk yang cukup luas - Pengemasan produk dengan baik
Penempatan kerja (seleksi)	<ul style="list-style-type: none"> - Riwayat penyakit - Pemeriksaan fisik - Pemeriksaan foto lumbal (tidak rutin) - Tes kekuatan otot - Program kerja pilihan
Pelatihan dan pendidikan: Pelatihan pekerja	<ul style="list-style-type: none"> - Biomekanik gerakan tubuh (cara mengangkat yang aman) - Kebugaran jasmani - Latihan tulang belakang
Pelatihan manager	<ul style="list-style-type: none"> - Respon yang baik terhadap nyeri punggung bawah pada pekerja - Segera kembali bekerja - Prinsip ergonomi pada job design
Pelatihan serikat pekerja	<ul style="list-style-type: none"> - Segera kembali bekerja - Peraturan kerja yang luwes - Rujukan
Pelatihan petugas kesehatan	<ul style="list-style-type: none"> - Pengobatan yang sesuai - Hati-hati dalam penggunaan sinar rontgen - Batasi istirahat tirah baring - Segera kembali bekerja

Sumber: Barry. S Levy and David .H Wegman *Muskuloskeletal disorder.Occupational Health Recognizing and preventing work related disease, ed 4th . 2000; 24 :512*

2.20 GAMBARAN UMUM DEPO PENJUALAN PT A

Depo penjualan PT A bergerak dalam pendistribusian hasil produksi berupa air kemasan dari pabrik ke agen. Di Jakarta Timur terdapat 3 buah depo penjualan yang terdiri dari 1 depo pusat di kawasan industri Pulogadung dengan 2 depo kecil penjualan terletak di lokasi Pulogadung dan Kalimalang. Jumlah pekerja pada 2

depo sekitar 258 orang dengan 2/3nya bekerja sebagai pengantar A. Sebagai pengantar barang pekerja bertugas untuk mengangkat dan mengangkut barang dari depo sampai tempat tujuan.

2.20.1 STRUKTUR ORGANISASI

Setiap depo dikepalai oleh seorang kepala depo yang ditunjuk oleh pihak PT A pusat yang akan didampingi oleh *Human resources development* (HRD) yang juga ditunjuk dari PT A pusat. Kepala depo bertugas untuk mengawasi kelancaran distribusi produk dari pabrik ke agen. Kepala depo dalam menjalankan tugasnya dibantu oleh lima departemen yaitu: departemen keuangan, departemen koordinator operasional, departemen *maintenance* (pemeliharaan), departemen pelayanan pelanggan dan departemen kesehatan dan keselamatan kerja (K3)

Departemen keuangan bertanggung jawab atas pembayaran gaji karyawan, memasukkan hasil penjualan dari agen per hari, penagihan bayaran pelanggan bulanan.

Departemen koordinator operasional bertanggung jawab pada distribusi produk di lapangan. Bagian operasional terbagi menjadi tiga bagian yaitu sales, *retail*, penata operasional (termasuk petugas angkat angkut dan pengemudi)

Departemen pemeliharaan bertanggung jawab atas pemeliharaan dalam dan luar gedung, pemeliharaan kendaraan operasional, pemeliharaan gudang penyimpanan .

Departemen pelayanan pelanggan bertanggung jawab untuk membuat surat permintaan barang sesuai kebutuhan pelanggan, melayani keluhan pelanggan, mengontrol jumlah persediaan barang di gudang, penerimaan barang masuk dari pabrik.

Departemen K3 bertugas untuk menganalisa faktor bahaya yang ada di lingkungan kerja, memantau lingkungan kerja, mengadakan investigasi bila terjadi kecelakaan kerja yang bekerja sama dengan bagian kesehatan kerja.

Bagian kesehatan kerja merupakan bagian terpisah dengan K3 yang keberadaannya setara dengan K3 dan bekerja sama dengan K3 dalam menganalisa faktor bahaya yang akan berpengaruh terhadap kesehatan pekerja akan tetapi

bagian kesehatan kerja bertanggung jawab langsung kepada pihak HRD. Bagian kesehatan kerja dikepalai oleh seorang dokter yang telah mengikuti pelatihan Hiperkes.

Pelayanan kesehatan pekerja pada setiap depo dilayani oleh seorang dokter dengan jadwal dua kali seminggu dan untuk hari lainnya dibantu oleh seorang perawat yang telah mengikuti pelatihan hiperkes. Kegiatan klinik yang rutin dilakukan adalah pelayanan kesehatan terhadap pekerja, medikal cek up rutin setiap tahun, survai lingkungan kerja dengan K3, memberi masukan kepada pihak manajemen tentang K3, memberikan masukan pada pihak manajemen bagi pekerja yang mempunyai penyakit yang akan diperberat oleh kerjanya untuk dipindahkan bagian.

Sistem pembiayaan kesehatan pekerja dibagi menjadi dua bagian yaitu biaya rawat jalan ditanggung oleh pihak perusahaan dengan *budget* sebesar 30% dari gaji pokok pertahun, sedangkan rawat inap pihak perusahaan bekerja sama dengan pihak asuransi yang fasilitasnya disesuaikan dengan jabatannya

Tabel 2.7 Gambaran sekilas pekerjaan dan aktifitasnya pada salah satu depo distribusi PT. A

Jenis Pekerjaan	Aktifitas Pekerjaan	Durasi	Jumlah Pekerja
Administratif	<ul style="list-style-type: none"> • membuat surat jalan • memasukan data • membuat faktur pajak 	8 jam/hari	53 orang pekerja
lapangan [†]	<ul style="list-style-type: none"> • mengendarai kendaraan • mengangkat & memasukan barang* ke dalam mobil • mengangkat & menurunkan barang* ke agen • membuat nota dan menerima uang 	8 jam/hari dengan frekuensi 2-3 x/mobil	104 orang pekerja

[†] Pekerja lapangan terdiri dari salesman dan supir yang saling bergantian

* Berat barang berkisar 6.7 kg, 8.8 kg, 12.2 kg, 15.3 kg, 19 kg dan 20 kg tergantung pesanan dari agen dan jumlahnya tergantung kapasitas mobil yang digunakan

2.20.2 CARA KERJA

- **Penerimaan barang masuk**

Barang dari pabrik diantar setiap hari dengan menggunakan kontainer besar (rata-rata duapuluh kontainer yang diterima setiap minggu). Barang diterima oleh bagian kontrol penyimpanan gudang. Barang diturunkan di tempat khusus oleh petugas angkat angkut dari kontainer ke palet untuk disusun ke gudang .

- **Penyimpanan**

Barang yang sudah disusun di palet akan bawa dari bagian luar ke dalam gudang dengan menggunakan forklift. Barang yang disimpan tersusun berdasarkan kelompok jenis produk.

- **Permintaan konsumen**

Permintaan konsumen ditampung oleh bagian pelayanan konsumen yang mana permintaan akan diteruskan kepada bagian koordinator operasional untuk pengeluaran produk.

- **Pendistribusian barang sesuai permintaan konsumen**

Surat pengeluaran produk akan diteruskan dari koordinator operasional kepada penata operasional untuk menyiapkan permintaan konsumen dan pengiriman ke konsumen. Jumlah barang yang akan dibawa sesuai dengan kebutuhan konsumen.

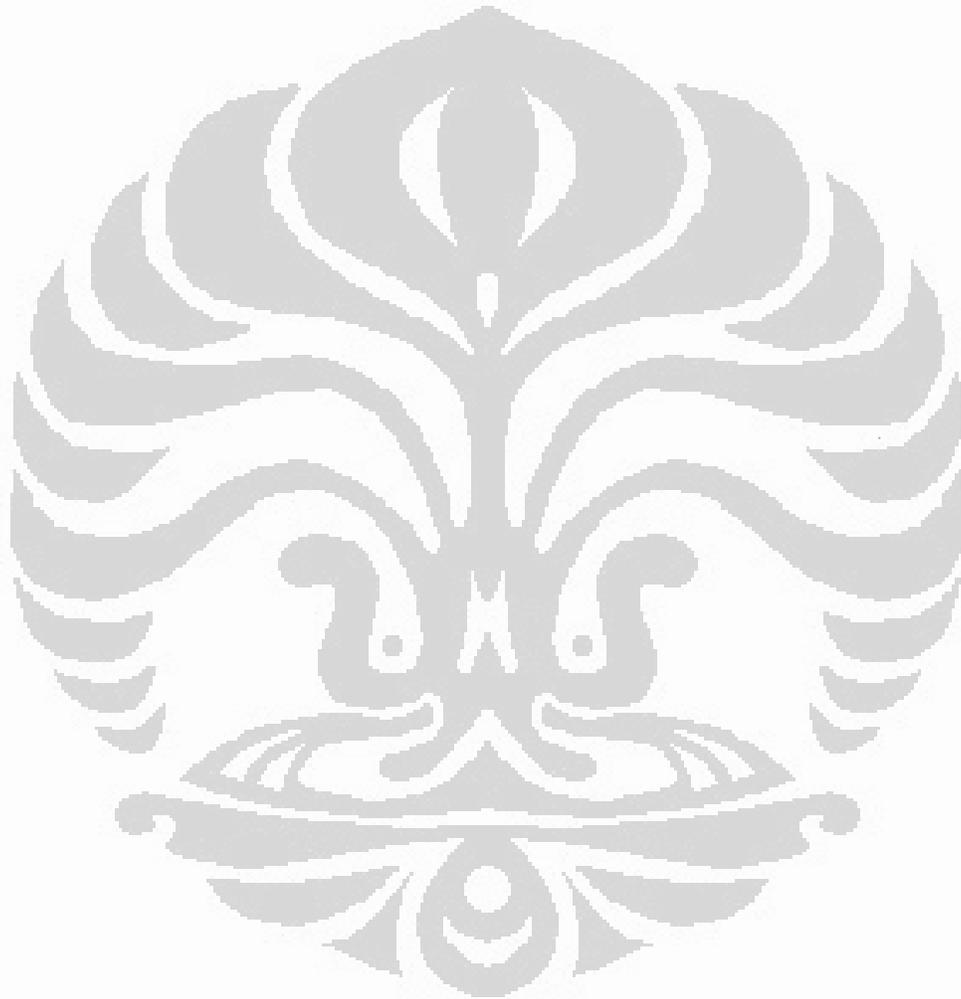
2.20.3 KARAKTERISTIK PRODUK

Berat beban dan jumlah barang yang harus dipindahkan oleh pekerja berbeda-beda tergantung pada jenis barang yang harus dikirim. Beban yang harus diangkat oleh pekerja antara lain 6.7 kg, 8.8 kg, 12.2 kg, 15.3 kg, 19 kg, 20 kg. Adapun karakteristik benda yang akan diangkat dapat dilihat pada tabel dibawah.

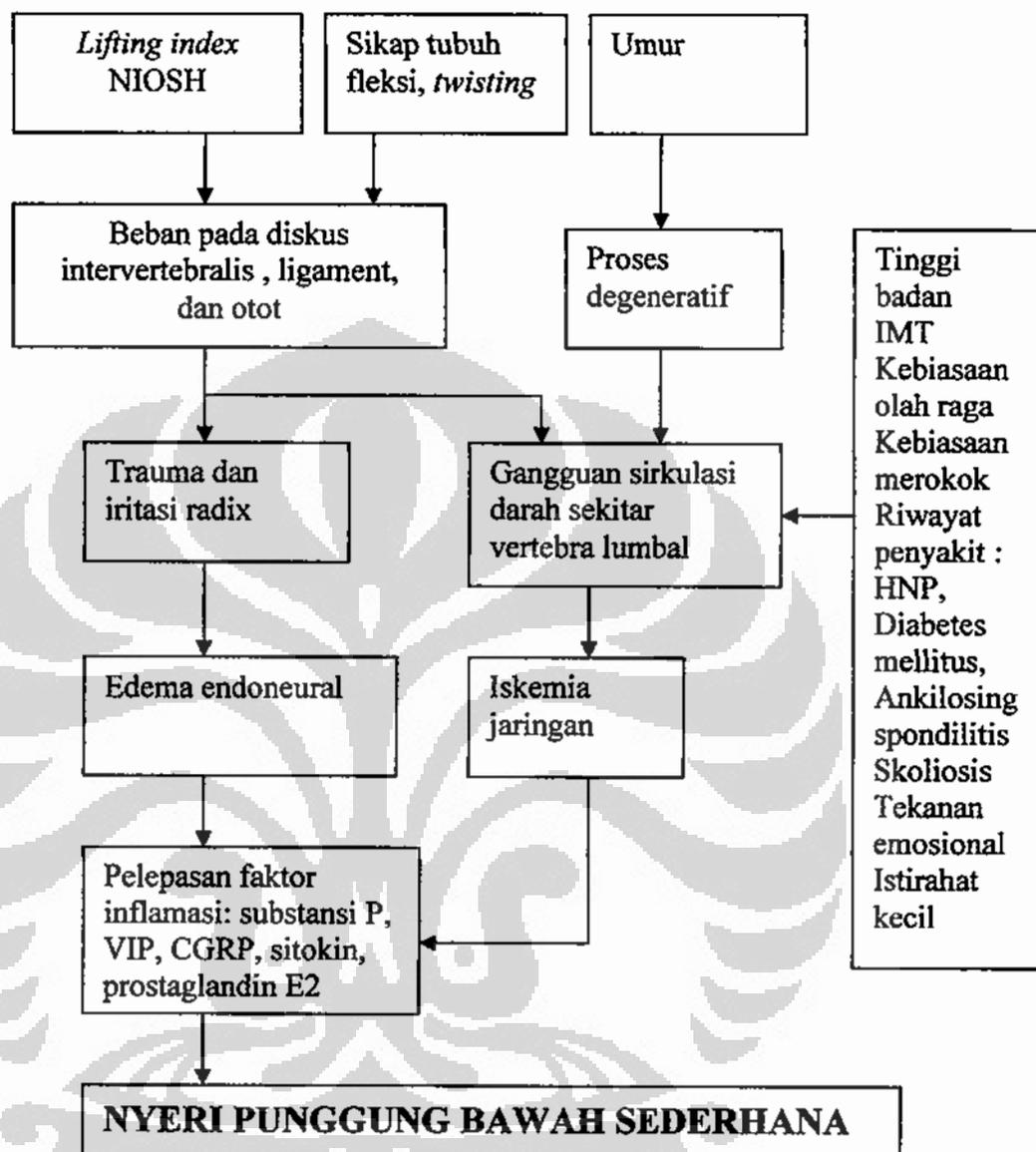
Tabel 2.8 Jenis , Berat dan Ukuran Produk

Jenis	Satuan	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)
Gallon	Botol	20	30.5	30.5	53
1500 ml	Box	19	34.5	26	33
600 ml	Box	15.3	38.5	26	23
330 ml	Box	8.8	34	23	18
240 ml	Box	12.2	36.5	25	21
500 ml	Box	6.7	26.5	20.5	23

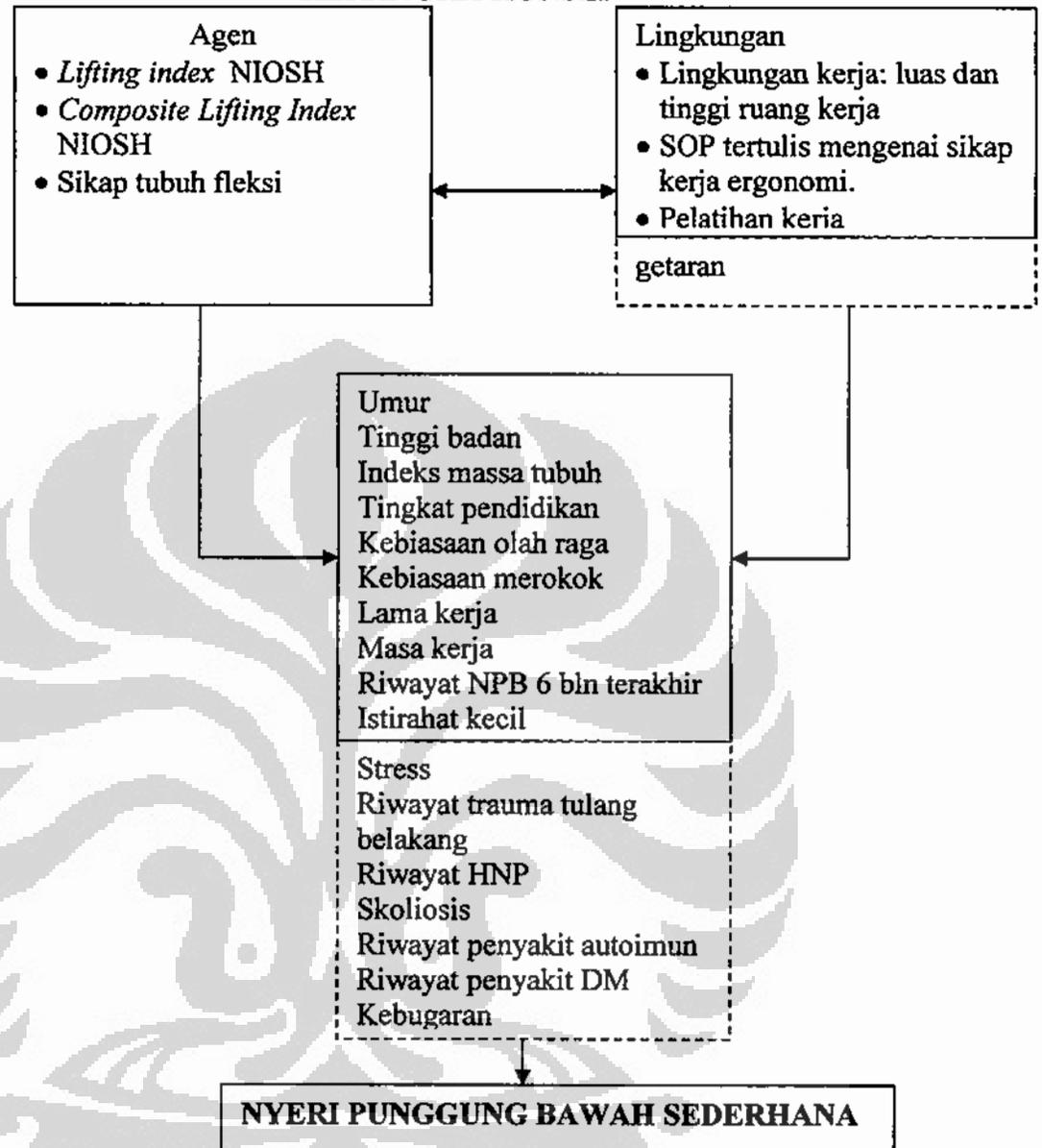
Sedangkan jumlah atau kapasitas yang harus diangkat oleh pekerja tergantung pada jenis kendaraan yang dipergunakan, bila menggunakan jenis kendaraan L300 maksimal berat yang diperbolehkan 1980 kg dan jenis kendaraan *CD4 Wheelers* dapat menampung berat maksimal 3330 kg . Ruang kerja yang terbatas, luas ruang kerja $\leq 2.5 \text{ m}^2$ dengan ketinggian tempat kerja $< 1.6 \text{ m}$, kondisi ruang kerja sempit mengharuskan pekerja memindahkan barang dengan gerak yang terbatas (sikap fleksi dan berputar).



KERANGKA TEORI



KERANGKA KONSEP



keterangan



Diteliti



Tidak diteliti dan telah dieksklusi

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 DESAIN PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan desain potong lintang

3.2 TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada depo penjualan PT A di Jakarta, yang dilaksanakan pada bulan Oktober 2008 -- Juni 2009.

3.3 POPULASI DAN BESAR SAMPEL

3.3.1 Populasi

Populasi yang ikut serta dalam penelitian adalah seluruh pekerja dengan jenis tugas angkat angkut .

3.3.2 Besar sample

Untuk memperkirakan jumlah sample yang akan diambil digunakan rumus:

$$n1 = \frac{(Z\alpha)^2 PQ}{(L)^2}$$

N = Jumlah sampel minimal

α = batas kemaknaan, yang diambil adalah nilai $\alpha = 5\%$

$Z\alpha$ = nilai dari standar distribusi normal sesuai $\alpha = 5\%$ adalah 1,96

P = perkiraan nyeri punggung bawah, berdasarkan penelitian di Indonesia sekitar 92.2 %

L = Presisi penelitian, ditentukan sebesar 5%

Berdasarkan penelitian dr Ernawati tahun 2001 ditemukan NPB ditemukan prevalensi NPB sekitar 92.2% maka :

$$P = 0.922$$

$$Q = 1 - 0.922 = 0.078$$

$$n1 = \frac{(1.96)^2 \times (0.922) \times (0.078)}{(0.05)^2}$$

$$= 110.5 \sim 111$$

$$= 111$$

$$\begin{aligned}
 n_2 &= n_1 + 10\% \\
 &= 111 + 11 \\
 &= 122
 \end{aligned}$$

Untuk mengantisipasi jumlah sampel yang tidak ikut dalam kriteria inklusi maka jumlah sampel ditambahkan 10% ($111+11 = 122$ orang)

Jadi jumlah sample yang harus diambil sekitar 122 orang pekerja

3.3.3 Cara pengambilan sample

Semua pekerja angkat angkut di PT A diambil seluruh populasi karena jumlah sampel menurut perhitungan 122 orang, jumlah perhitungan sample mendekati jumlah populasi penelitian (130 orang)

3.4 VARIABEL PENELITIAN

3.4.1 Variabel tergantung : nyeri punggung bawah sederhana

3.4.2 Variabel bebas: umur, tingkat pendidikan, tinggi badan, indeks massa tubuh, kebiasaan merokok, lama bekerja, masa bekerja, waktu istirahat kecil aktual, frekuensi mengangkat beban, sudut fleksi, sudut rotasi, *lifting indeks*, *composite lifting index*

3.5 SUBYEK PENELITIAN

Untuk mendapatkan subyek penelitian dilakukan pemisahan dengan kriteria Inklusi dan kriteria Eksklusi

Kriteria Inklusi:

- Pekerja yang bersedia menjadi subyek penelitian
- Pekerja angkat dan angkut
- Pekerja usia 20 – 50 tahun

Kriteria Eksklusi

1. Pekerja dengan riwayat penyakit saraf (HNP)*
2. Pekerja dengan riwayat penyakit metabolik (DM)*
3. Pekerja dengan riwayat fraktur tulang belakang*
4. Kelainan tulang belakang (skoliosis)

*) diambil dari data poliklinik dan anamnesis

3.6 TAHAPAN PENELITIAN

1. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan oleh peneliti dan seorang perawat pada setiap hari kerja jam 08.00 – 16.00 WIB di depo penjualan PT A. Pengumpulan data dari data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan dengan melakukan wawancara, kuesioner, pemeriksaan fisik dan pengamatan sikap kerja melalui rekaman video.

Pengisian kuesioner bersamaan dengan wawancara untuk mendapatkan informasi mengenai riwayat penyakit, riwayat pekerjaan, karakteristik responden (nama, umur, lama kerja, bagian pekerjaan, kebiasaan merokok, kebiasaan olahraga), cara bekerja, keluhan yang dirasakan (Nyeri Punggung Bawah)

Pemeriksaan fisik

- Mengukur tinggi badan (pengukuran dilakukan dengan posisi tubuh tegak tanpa alas kaki)
- Mengukur berat badan (pengukuran dilakukan dengan tanpa alas kaki)
- Pemeriksaan fisik ada tidaknya skoliosis dengan berdiri tegak dilihat dari belakang
- Pemeriksaan tulang punggung (apakah ada nyeri tekan atau spasme otot)
- Pemeriksaan Laseque
- Pemeriksaan Patrick dan kontra Patrick
- Pemeriksaan Naffziger
- Pemeriksaan motorik dan sensorik

Pengamatan kerja

Pengamatan kerja dilakukan dengan perekam video dilakukan di bagian persiapan pengantaran barang pada saat pekerja melakukan memuat barang ke dalam mobil dimana pekerjaan yang dilakukan saat itu adalah mengangkat dan memindahkan barang. Adapun yang diamati adalah sikap pekerja saat memindahkan barang (berputar dan membungkuk), frekwensi sikap berputar saat memindahkan barang. Dilakukan pengukuran jarak horisontal benda terhadap tubuh dan jarak vertikal benda ke dasar

Pengamatan lingkungan kerja adalah desain tempat kerja yang memungkinkan gerak pekerja apakah pekerja dapat bergerak bebas atau ruang yang menyebabkan gerak pekerja terbatas sehingga timbul sikap tubuh yang janggal dalam bekerja. Istirahat kecil yang dilakukan pekerja

2. Pengolahan dan analisis data

- 3 Data yang sudah diperiksa kelengkapannya kemudian dilakukan pengelompokan (*coding*) dan dimasukkan kedalam computer (*Data entry*)
- 4 Data dianalisis dengan menggunakan program STATA 10.0
- 5 Analisis yang dilakukan dengan univariat, bivariat dan multivariat

3.7 BATASAN OPERASIONAL

Variabel tergantung :

Nyeri punggung bawah

Kriteria nyeri punggung bawah sederhana ditegakkan bila ada salah satu keluhan nyeri atau rasa pegal dan atau kram pada lokasi punggung bawah L1 –S1, tanpa ada dasar penyakit atau kelainan pada tulang punggung bawah, disertai tes Laseque negatif, tes Patrick negatif, tes kebalikan Patrick negatif, tes Naffziger negatif.

Variabel bebas

- Umur

Berdasarkan tanggal ulang tahun terakhir yang dilihat dari KTP dengan kategori :

1= kurang dari 35 tahun

2= lebih dari 35 tahun

Pembagian kategori umur berdasarkan penelitian Mazloun (2005), kejadian nyeri punggung bawah paling banyak terjadi pada usia 35 tahun sampai 55 tahun)

- Tinggi badan

Pengukuran tinggi badan dalam posisi tegak pandangan lurus ke depan tanpa alas kaki diukur dengan alat microtois

1= <165 cm

2= \geq 165 cm

(catatan: pembulatan ke atas bila tinggi badan di atas setengah desimal)

Pembagian kategori tinggi badan berdasarkan pada penelitian Mazloum (2005) dimana terjadi peningkatan NPB pada tinggi 165- 175 cm.

- Berat badan

Pengukuran berat badan tanpa alas kaki dengan alat digital seca

- Status gizi (Indeks massa tubuh)

Pengukuran status gizi dengan membandingkan berat badan (kg) dengan kuadrat tinggi badan (m) dengan kategori Ambang batas IMT untuk Indonesia (Depkes 1994, Pedoman praktis Pemantauan status gizi orang dewasa):

- gizi kurus : ≤ 18.5
- gizi normal : $> 18.5 - 25.0$
- gizi gemuk : > 25.0

- Riwayat pekerjaan

Riwayat pekerjaan responden sebelum bekerja di bagian sekarang, ditanyakan jenis pekerjaan sebelumnya, lama kerja dan masa kerja, dengan kategori:

1= pekerjaan tidak berpengaruh terhadap nyeri punggung bawah sederhana

2= pekerjaan berpengaruh terhadap nyeri punggung bawah sederhana (adanya kerja fisik yang berat , sikap kerja statis, sikap kerja membungkuk dan berputar, mengangkat barang, mendorong barang, faktor psikologis)

- Riwayat penyakit

Penyakit yang pernah diderita oleh responden sebelumnya (sebelum bekerja dibagian sekarang) (dengan cara anamnesis dan data sekunder)

- penyakit batu ginjal (riwayat kencing berpasir)
- fraktur tulang belakang (riwayat kecelakaan yang berakibat trauma pada tulang belakang)
- nyeri punggung bawah sebelum bekerja dibagian sekarang
- kelainan saraf (HNP) (ditanyakan apakah pernah merasakan nyeri yang menjalar ke daerah bokong sampai tungkai)
- sakit kencing manis (apakah pernah menderita kencing manis sebelumnya)

- kelainan tulang belakang (skoliosis / lordosis) (dengan pemeriksaan fisik melihat dan meraba apakah ada posisi tulang skoliosis / lordosis)

- Riwayat penyakit nyeri punggung bawah sederhana dalam waktu enam bulan terakhir

1= tidak

2= ya

- Tingkat pendidikan

Pendidikan formal terakhir yang diikuti yang didapatkan dari data HRD, dengan kategori:

1= Rendah : tamat Sekolah Dasar dan pernah/ tamat SMP

2= Menengah : pernah / tamat SMA

3= Tinggi : pernah/ tamat Akademi / Universitas

- Masa bekerja

Periode pekerjaan responden dari mulai masuk kerja sampai sekarang (dalam tahun)

1=1 - 5 tahun

2=6 – 10 tahun

3=11 – 15 tahun

4=16 – 20 tahun

(catatan: pembulatan ke atas bila tahun kerja di atas setengah desimal)

Pembagian masa kerja berdasarkan penelitian Rajnarayan 2003, peningkatan NPB terjadi pada masa kerja lebih dari 10 tahun (OR = 3.44 , 95%CI = 1.85 – 6.39)

- Lama bekerja

Jumlah jam kerja dalam 1 minggu dengan kategori:

1= 40 jam / minggu

2= > 40 jam / minggu

- Istirahat kecil

Istirahat yang dilakukan pekerja setelah periode bekerja tertentu (memindahkan 1 palet)

1= periode 10 menit

2= periode 15 menit

- Kebiasaan merokok

Kebiasaan merokok dinilai dengan menggunakan *Index Brinkman* (perkalian lama merokok (tahun) dengan jumlah batang yang dihisap per hari), dengan kategori:

1 = bukan perokok

2 = perokok ringan (1-200)

3 =perokok sedang (201 -600)

4 =perokok berat (>600)

- Kebiasaan olah raga

Kebiasaan olah raga dalam 6 bulan terakhir, dengan kategori olah raga ringan (jalan pagi, aerobik, bulu tangkis, bersepeda)

1= baik (olah raga minimal 3 x perminggu , selama 30 menit)

2= tidak baik (olah raga <3 kali perminggu, selama <30 menit)⁴⁵

- Lingkungan kerja

Lingkungan kerja diamati luas ruang kerja dan tinggi tempat kerja.

Luas ruang kerja apakah pekerja dapat melakukan gerakan bebas saat bekerja sehingga tidak timbul posisi janggal saat bekerja. Dengan kategori:

1= baik : ada ruang yang memungkinkan pekerja dapat bergerak bebas , ukuran lebih dari 2.5 m²(pekerja dapat bergerak bebas dalam lingkungan kerja)

2= tidak baik : ruang kerja sempit sehingga pekerja tidak dapat bergerak bebas ukuran kurang dari 2.5 m² (pekerja tidak dapat bergerak bebas dalam lingkungan kerja)

Tinggi ruang kerja apakah pekerja dapat melakukan gerakan bebas saat bekerja sehingga tidak timbul posisi janggal (fleksibilitas) saat bekerja. Dengan kategori:

1 = baik : tinggi tempat kerja cukup untuk pekerja dapat berdiri tegak, ukuran lebih dari 1.6 m (asumsi tinggi rata-rata orang Indonesia 1.6 m, pekerja dapat berdiri tegak dalam lingkungan kerja)

2 = tidak baik: tinggi tempat kerja pendek sehingga pekerja harus membungkuk pada saat bekerja, ukuran kurang dari 1.6 m (pekerja tidak dapat berdiri tegak dalam lingkungan kerja)

- Pelatihan kerja

Pelatihan tenaga kerja mengenai cara kerja yang aman dan benar (ditanyakan pada pihak manajemen dan pekerja). Dengan kategori:

1= ada pelatihan kerja

2= tidak ada pelatihan kerja

- SOP

Standar operasional prosedur adalah petunjuk tertulis mengenai cara mengangkat dan mengangkut dari awal sampai akhir secara rinci dan berurutan, SOP ditempatkan pada ruang kerja.

1= ada SOP

2= tidak ada SOP

- Sikap tubuh fleksi

Sikap tubuh membungkuk saat pekerja mengangkat dan memindahkan barang. sudut fleksi

1= $< 20^\circ$

2= antara $20 - 45^\circ$

3= lebih dari 45°

Besar sudut fleksi maksimal diukur dengan menggunakan flexibelmeter. Kategori fleksi berdasarkan penelitian Keyserling

- Horisontal *multiplier* (jarak horisontal)

Jarak antara posisi tangan yang memegang beban dengan titik pusat tubuh.

1= ≥ 0.63 ($H \leq 40$ cm)

2= < 0.63 ($H > 40$ cm)

- *Vertikal multiplier* (jarak vertikal)

Jarak antara posisi tangan yang memegang beban terhadap lantai.

$$1 = \geq 0.89 \quad (40 \leq V \leq 110 \text{ cm})$$

$$2 = < 0.89 \quad (V < 40 \text{ cm}, V > 110 \text{ cm})$$

- *Distance multiplier*

jarak perpindahan beban secara vertikal antara tempat asal sampai tujuan

$$1 = \geq 0.91 \quad (D \leq 55 \text{ cm})$$

$$2 = < 0.91 \quad (D > 55 \text{ cm})$$

- *Asimetri multiplier* (Besarnya sudut putar)

Sudut yang dibentuk pekerja saat memindahkan benda dari tempat asal ke tempat tujuan.

$$1 = \geq 0.90 \quad (\text{kurang atau sama dengan } 30^\circ)$$

$$2 = < 0.90 \quad (\text{lebih dari } 30^\circ)$$

Dihitung dari tempat asal benda dipindahkan terhadap sumbu sagital tubuh.

Kategori sudut putar berdasarkan penelitian Sullivan.²⁷

- *Coupling multiplier*

Kemudahan beban yang akan diangkat dengan indikator ada tidaknya pegangan khusus untuk mengangkat

$$1 = 1.0$$

$$2 = 0.9$$

- *Frekuensi multiplier*

$$1 = \geq 0.88 \quad (F \leq 3 \text{ x per menit})$$

$$2 = < 0.88 \quad (F > 3 \text{ x per menit})$$

- *Lifting Index*

Nilai ratio antara beban yang diangkat dan diangkat dengan berat beban yang direkomendasikan (*Recommended Weight Limit*)

$$1 = LI \leq 1.0 \quad : \text{ tidak berisiko terhadap cedera tulang punggung}$$

$$2 = LI > 1.0 \quad : \text{ berisiko terhadap cedera tulang punggung.}$$

- *Composite lifting index*

Nilai yang digunakan untuk menganalisis keseluruhan lifting index pada berbagai tugas mengangkat, didapatkan dari hasil penjumlahan antara lifting index satu tugas dengan lifting index tugas berikutnya yang dipengaruhi oleh frekuensi mengangkat.

$$1 = \text{CLI} \leq 3.0$$

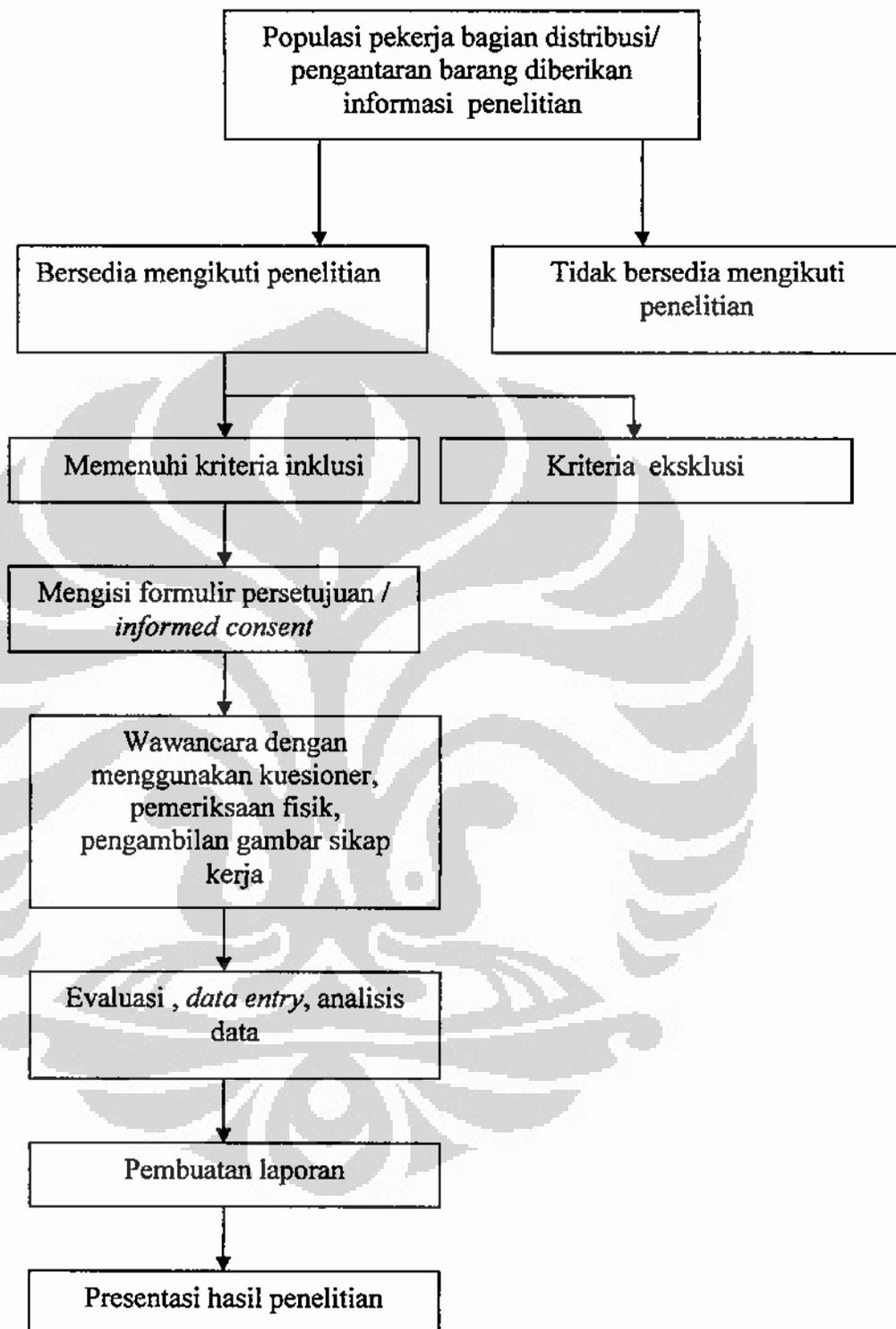
$$2 = \text{CLI} > 3.0$$

3.8 ETIKA PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan memenuhi 4 prinsip dasar etika penelitian yaitu menghormati orang (*respect for person*), adanya manfaat (*beneficence*), tidak membahayakan subyek penelitian (*non-maleficence*), dan berkeadilan (*justice*).

- Prinsip menghormati orang (*respect for person*) dilakukan dengan memberitahukan tujuan penelitian, cara pengukuran, dan *informed consent* terhadap sampel penelitian
- Prinsip manfaat (*beneficence*) didasarkan pada pemberian informasi tentang hubungan faktor risiko lifting index dengan nyeri punggung bawah sederhana
- Prinsip tidak membahayakan subyek penelitian (*non-maleficence*) didasarkan pada pengukuran yang didasarkan pada prosedur medis yang tidak membahayakan sampel
- Prinsip berkeadilan (*justice*) didasarkan pada penyamarataan kesempatan dalam pengambilan sampel

3.9 Alur penelitian



BAB 4 HASIL PENELITIAN

4.1 Perolehan Data

Pengambilan data dilakukan di Depo Kawasan dan Depo Rawa Domba, pada kedua depo belum ada pemeriksaan lanjut pada pekerja yang mengeluh nyeri punggung bawah. Pengambilan data dilakukan pada seluruh populasi pekerja angkat angkut.

Dari dua depo penjualan tempat penelitian, diperoleh 138 orang pekerja angkat angkut sebagai responden. Selama pengambilan data diwawancarai 138 responden, 10 orang tidak termasuk dalam kriteria inklusi dikarenakan lima orang menderita sakit batu ginjal /nephrolithiasis.

Setelah selesai dilakukan wawancara, responden mengikuti pemeriksaan fisik dan pemeriksaan neurologi, pada pagi hari sebelum responden bekerja. Dari hasil pemeriksaan fisik didapatkan tiga orang hasil laseque positif, dua orang skoliosis.

Dengan demikian, jumlah keseluruhan responden yang ikut dalam penelitian berjumlah 128 orang .

Pada Tabel 4.1 terlihat sebagian besar pekerja mengalami nyeri punggung bawah sederhana.

Tabel 4.1 Sebaran nyeri punggung bawah pada responden PT.A

	Jumlah(n=128)	%
Tidak ada nyeri punggung bawah	38	29.7
Ada nyeri punggung bawah	90	70.3

4.2 Sebaran usia dan tinggi badan responden

Sebaran usia responden mempunyai nilai rata-rata 34.7 dan standar deviasi (SD) 5.5, dengan kisaran usia 25 tahun sampai 50 tahun.

Sebaran tinggi badan responden mempunyai nilai rata-rata 164.7 dan SD 5.1 ,dengan kisaran tinggi badan 151 cm sampai 178 cm.

Sebaran responden berdasarkan usia dan tinggi badan dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Sebaran responden menurut usia dan tinggi badan

	Jumlah(n=128)	%
Usia		
< 35 tahun	63	49.22
≥ 35 tahun	65	50.78
Tinggi badan		
< 165 cm	60	46.88
≥ 165 cm	68	53.13

4.3 Sebaran status gizi, kebiasaan merokok dan kebiasaan olah raga

Sebaran status gizi mempunyai nilai rata-rata 22.9 dan SD 3.2, pembagian kategori status gizi berdasarkan indeks massa tubuh (Depkes 1994), terlihat sebagian besar pekerja mempunyai status gizi normal (72.66%).

Sebagian besar responden mempunyai kebiasaan hidup kurang baik yaitu 75.78% responden mempunyai kebiasaan merokok (perokok ringan dan perokok sedang)

Kebiasaan olah raga yang dilakukan oleh responden adalah jenis olah raga ringan (bersepeda, jogging, jalan pagi, dan aerobik), namun dilakukan secara tidak teratur hanya satu kali dalam seminggu. Hanya sedikit responden yang dapat melakukan olah raga secara baik (3.13%)

Tabel 4.3 Sebaran responden berdasarkan status gizi, kebiasaan merokok dan kebiasaan olah raga

	Jumlah (n=128)	%
Status gizi		
Normal	93	72.66
Kurang	9	7.03
Lebih	26	20.31
Kebiasaan merokok		
Bukan perokok	31	24.22
Perokok ringan	78	60.94
Perokok sedang	19	14.84
Kebiasaan olah raga		
Baik	4	3.13
Tidak baik	124	96.88

4.4 Sebaran masa kerja dan istirahat kecil

Di PT A, belum ada SOP mengenai angkat angkut yang ergonomi dan belum ada pelatihan mengenai angkat angkut *manual* secara ergonomi.

Sebagian besar responden dengan masa kerja 6 -10 tahun (58.59%) dengan nilai rata-rata 10.40 dan SD 3.8

Pada saat bekerja, responden dapat melakukan istirahat kecil pada waktu responden selesai memindahkan barang dari palet pertama. Setelah palet kosong akan dirapikan oleh petugas khusus dan disediakan kembali palet baru yang akan ditata ke dalam mobil. Waktu sebelum palet baru disediakan kembali oleh bagian gudang, dapat dimanfaatkan responden untuk istirahat kecil. Tidak ada ketentuan khusus untuk waktu melakukan istirahat kecil, karena tergantung pada kecepatan responden menyelesaikan pemindahan barang ke dalam mobil box.

Dari pengamatan, didapatkan lebih banyak responden melakukan waktu istirahat kecil setelah periode bekerja 15 menit (57.81%). Karakteristik sosio-okupasi dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Sebaran responden berdasarkan masa kerja dan istirahat kecil

	Jumlah (n=128)	%
Masa kerja		
1– 5 tahun	6	4.69
6 – 10 tahun	75	58.59
11–15 tahun	33	25.78
16–20 tahun	14	10.94
Istirahat kecil		
Setelah periode 10 menit	54	42.19
Setelah periode 15 menit	74	57.81
SOP		
Ada	0	0.00
Tidak ada	100	100.00
Pelatihan kerja angkat angkut		
Ada	0	0.00
Tidak ada	100	100.00

4.5 Sebaran nilai *lifting index* dan *composite lifting index* NIOSH

Untuk perhitungan satu jenis tugas mengangkat beban diambil pada ketinggian 70 – 80 cm, dengan selisih ketinggian tempat yang dituju 25 – 40 cm. Pada ketinggian asal benda 70-80 cm, pekerja tidak melakukan gerakan fleksi sedang maupun

fleksi kuat sehingga *lifting index* hanya dipengaruhi oleh beban benda dan tidak dipengaruhi sikap fleksi.

Dari perhitungan seluruh responden, sebagian besar (87.5%) mempunyai beban kerja dengan nilai *lifting index* lebih besar dari 1.0, dengan rata-rata *lifting indeks* sebesar 1.8 dengan SD 0.5, dan *lifting index* yang paling banyak adalah 1.3. Kisaran *lifting index* antara 0.7 sampai 2.8.

Sedangkan untuk memperhitungkan keseluruhan pekerjaan, dilakukan perhitungan *composite lifting index*. Hampir seluruh responden (90.63%) mempunyai beban kerja keseluruhan dengan nilai *composite lifting index* lebih besar dari 3.0 dengan rata-rata *composite lifting index* sebesar 6.3 dan SD 2.2, dan kisaran *composite lifting index* 1.9 sampai 9.8. Beban kerja dengan *composite lifting index* lebih dari 3.0 akan meningkatkan risiko terjadinya kejadian nyeri punggung bawah atau terjadinya cedera punggung akibat kerja. Sebaran nilai *lifting index* dan *composite lifting index* dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Sebaran nilai *lifting index* dan *composite lifting index*

	Jumlah (n=128)	%
<i>Lifting index</i>		
≤ 1.0	17	13.28
> 1.0	111	86.72
<i>Composite lifting index</i>		
≤ 3.0	12	9.38
> 3.0	116	90.63

4.6 Sikap kerja fleksi

Sikap tubuh membungkuk saat memindahkan barang selalu dilakukan oleh responden. Dari pengukuran, didapatkan besar sudut membungkuk yang dilakukan pekerja dengan hasil sebagian besar melakukan fleksi kuat yaitu fleksi lebih dari 45° (60.16%). Rata-rata sudut fleksi yang dilakukan responden 49.6 dan SD 10.5, dengan kisaran sudut 26° – 74°

Sebaran sikap kerja fleksi dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Sikap Kerja Fleksi

	Jumlah (n=128)	%
Sikap tubuh fleksi		
20 – 45°	51	39.84
> 45°	77	60.16

4.7 Sebaran komponen *lifting index* NIOSH

Untuk mendapatkan nilai composite *lifting index* ≤ 3.0 diperlukan perhitungan nilai *lifting index* yang mendekati 1. Sebagian besar responden mengangkat beban < 20 kg (58.59%). Nilai *lifting index* yang didapat dipengaruhi oleh enam komponen

Penilaian *lifting index* berdasarkan enam komponen yaitu:

Tabel 4.7 Komponen *Lifting Index*

Variabel	mean	Standar deviasi	Kisaran
<i>Horisontal multiplier</i>	0.63	± 0.13	0.41 – 0.94
<i>Vertical multiplier</i>	0.89	± 0.01	0.87 – 0.90
<i>Distance multiplier</i>	0.91	± 0.01	0.90 – 0.93
<i>Asimetri multiplier</i>	0.78	± 0.42	0.76 – 1.00
<i>Coupling multiplier</i>	0.41	± 0.49	0.90 – 1.00
<i>Frekuensi multiplier</i>	0.87	± 0.04	0.70 – 0.91

Sebagian besar responden mengangkat beban dengan melakukan gerak asimetri, sebagian besar mempunyai asimetri multiplier <0.90 (78.13%). Sebagian besar responden mengangkat dengan frekuensi multiplier sama atau kurang dari 0.88 (74.22%). Sedangkan jarak horisontalnya lebih banyak dengan horisontal multiplier sama atau lebih dari 0.63 (53.13%)

Sebaran komponen *lifting index* dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Sebaran Komponen *Lifting Index* NIOSH

	Jumlah (n=128)	%
Beban aktual		
< 20 kg (kemasan)	75	58.59
20 kg (galon)	53	41.41
Horizontal multiplier rata-rata (HM)		
≥ 0.63 ($H \leq 40$ cm)	68	53.13
< 0.63 ($H > 40$ cm)	60	46.88
Vertikal multiplier rata-rata (VM)		
≥ 0.89 ($40 \leq V \leq 110$ cm)	75	58.59
< 0.89 ($V < 40$ cm atau $V > 110$ cm)	53	41.41
Distance multiplier rata-rata (DM)		
≥ 0.91 ($D \leq 55$ cm)	105	82.03
< 0.91 ($D > 55$ cm)	23	17.97
Asimetri multiplier (AM)		
≥ 0.90 ($\leq 30^\circ$)	28	21.88
< 0.90 ($> 30^\circ$)	100	78.13
Coupling multiplier (CM)		
1 (kemasan)	75	58.59
0.9 (galon)	53	41.41
Frekuensi multiplier (FM)		
≥ 0.88 ($\leq 3x$ /menit)	95	74.22
< 0.88 (> 3 x/menit)	33	25.78

4.8 Variabel penelitian dan risiko terhadap nyeri punggung bawah sederhana

4.8.1 Usia dan tinggi badan terhadap nyeri punggung bawah sederhana

Analisis bivariat usia dan tinggi badan terlihat pada Tabel 4.9.

Usia sama atau lebih dari 35 tahun, terlihat hasil yang bermakna terhadap peningkatan terjadinya nyeri punggung bawah sederhana.

Tinggi badan sama atau lebih dari 165 cm, terlihat hasil yang tidak bermakna terhadap terjadinya nyeri punggung bawah sederhana

Tabel 4.9 Usia dan Tinggi Badan terhadap Nyeri Punggung Bawah Sederhana

	Nyeri punggung bawah sederhana				Odds ratio	95 % interval kepercayaan	P
	Tidak ada (n= 38)		Ada (n= 90)				
	n	%	N	%			
Usia							
< 35 tahun	24	63.16	39	43.33	1.00	Rujukan	
≥ 35 tahun	14	36.84	51	56.67	2.24	1.03 – 4.89	0.042
Tinggi badan							
< 165 cm	17	44.74	43	47.78	1.00	Rujukan	
≥ 165 cm	21	55.26	47	52.22	0.88	0.41 – 1.89	0.753

diuji dengan uji non parametrik chi square (bermakna bila $p < 0.05$)

4.8.2 Status gizi, kebiasaan merokok dan kebiasaan olah raga terhadap nyeri punggung bawah sederhana.

Analisis bivariat status gizi, kebiasaan merokok, dan kebiasaan olah raga tergambar pada Tabel 4.10

Yang termasuk status gizi kurang adalah responden dengan indeks massa tubuh kurang dari 18.5, dan status gizi lebih adalah responden dengan indeks massa tubuh lebih dari 25.0. Status gizi baik kurang maupun dengan lebih menunjukkan hasil yang tidak bermakna terhadap terjadinya nyeri punggung bawah sederhana.

Kebiasaan perokok ringan dan sedang menunjukkan hasil yang tidak bermakna terhadap nyeri punggung bawah sederhana. Kebiasaan olah raga juga menunjukkan hasil tidak bermakna

Tabel 4.10 Status gizi, kebiasaan merokok dan kebiasaan olah raga terhadap nyeri punggung bawah sederhana

	Nyeri punggung bawah sederhana				Odds ratio kasar	95 % interval kepercayaan	P
	Tidak ada (n= 38)		Ada (n= 90)				
	n	%	n	%			
Status gizi*							
Normal	25	65.79	68	75.56	1.00	Rujukan	
Kurang	1	2.63	8	8.89	2.94	0.35 – 24.72	0.321
Lebih	12	31.58	14	15.56	0.43	0.17 – 1.05	0.064
Kebiasaan merokok							
Bukan perokok	9	23.68	22	24.44	1.00	Rujukan	
Perokok ringan	24	63.16	54	60.00	0.92	0.37 – 2.29	0.859
Perokok sedang	5	13.16	14	15.56	1.15	0.32 – 4.13	0.836
Kebiasaan olah raga*							
Baik	1	2.63	3	3.33	1.00	Rujukan	
Tidak baik	37	97.37	87	96.67	0.79	0.08 – 7.78	0.835

diuji dengan uji non parametrik chi square (bermakna bila $p < 0.05$)

*) diuji dengan Fisher's exact test

4.8.3 Masa kerja dan Istirahat kecil terhadap nyeri punggung bawah sederhana

Semakin lama masa kerja maka terjadi akumulasi pajanan sehingga pada masa kerja 16-20 tahun terlihat hasil yang bermakna terhadap peningkatan risiko nyeri punggung bawah sederhana.

Istirahat kecil setelah periode bekerja 15 menit akan meningkatkan risiko nyeri punggung bawah sederhana secara bermakna.

Tabel 4.11 Masa Kerja dan Lingkungan Kerja terhadap Nyeri Punggung Bawah Sederhana

	Nyeri Punggung Bawah Sederhana				Odds ratio kasar	95 % interval kepercayaan	P
	Tidak ada (n=38)		Ada (n=90)				
	n	%	n	%			
Masa kerja*							
1 – 5 tahun	4	10.53	2	2.22	1.00	Rujukan	
6- 10 tahun	22	57.89	53	58.89	4.82	0.82 – 28.24	0.081
11-15tahun	10	26.32	23	25.56	4.6	0.72 – 29.33	0.106
16-20tahun	2	5.26	12	13.33	12	1.24 – 115.36	0.031
Istirahat kecil setelah periode bekerja							
10 menit	24	63.16	30	33.33	1.00	Rujukan	
15 menit	14	36.84	60	66.67	3.43	1.55 – 7.57	0.002

diuji dengan uji non parametrik chi square (bermakna bila $p < 0.05$)

*) diuji dengan Fisher's exact test

4.8.4 Nilai *lifting index* dan *composite lifting index* NIOSH terhadap nyeri punggung bawah sederhana.

Pada analisis bivariat, terlihat beban kerja yang dihitung dengan nilai *lifting index* dan *composite lifting index* meningkatkan risiko nyeri punggung bawah sederhana secara bermakna. Beban kerja dengan nilai *lifting index* > 1.0 terjadi peningkatan risiko nyeri punggung bawah sederhana sebesar 11 kali lipat dan beban kerja dengan nilai *composite lifting index* lebih dari 3.0 akan meningkatkan risiko terjadinya nyeri punggung bawah sederhana sebesar 36 kali lipat. Analisis bivariat nilai *lifting index* dapat dilihat pada tabel 4.12

Tabel 4.12 Nilai *Lifting Index* NIOSH terhadap Nyeri Punggung Bawah Sederhana

	Nyeri punggung bawah sederhana				Odds ratio kasar	95 % interval kepercayaan	p
	Tidak ada (n= 38)		Ada (n= 90)				
	n	%	n	%			
<i>Lifting index*</i>							
LI ≤ 1.0	13	34.21	4	4.44	1.00	Rujukan	0.000
LI > 1.0	25	65.79	86	95.56	11.18	3.35 – 37.34	
<i>Composite lifting index*</i>							
CLI ≤ 3.0	11	28.95	1	1.11	1.00	Rujukan	0.001
CLI > 3.0	27	71.05	89	98.89	36.26	4.48 – 293.72	

diuji dengan uji non parametrik chi square (bermakna bila $p < 0.05$)

*) diuji dengan Fisher's exact test

4.8.5 Sikap kerja fleksi terhadap nyeri punggung bawah sederhana

Dengan analisis bivariat, terlihat bahwa sikap tubuh membungkuk, sikap berputar dan sikap berputar yang tidak diikuti dengan sumbu putar meningkatkan risiko terjadinya nyeri punggung bawah sederhana. Sikap tubuh fleksi kuat ($> 45^\circ$) meningkatkan risiko nyeri punggung bawah sederhana sebanyak 26 kali lipat.

Tabel 4.13 Sikap Kerja Fleksi terhadap Nyeri Punggung Bawah Sederhana

	Nyeri Punggung Bawah Sederhana				Odds ratio kasar	95 % interval kepercayaan	P
	Tidak ada (n=38)		Ada (n= 90)				
	n	%	n	%			
<i>Sikap tubuh fleksi</i>							
20 – 45°	33	86.84	18	20	1.00	Rujukan	0.000
> 45°	5	13.16	72	80	26.4	9.03 -77.20	

diuji dengan uji non parametrik chi square (bermakna bila $p < 0.05$)

4.8.6 Komponen *lifting index* NIOSH terhadap nyeri punggung bawah sederhana

Untuk melihat komponen *lifting index* yang berhubungan dengan timbulnya nyeri punggung bawah sederhana, maka dibuat analisis komponen *lifting index*. Pada analisis bivariat, terlihat komponen *vertical multiplier*, coupling dan sudut putar mempunyai hubungan yang bermakna dengan nyeri punggung bawah sederhana. Komponen *vertical multiplier* kurang dari 0.89 terjadi peningkatan risiko nyeri punggung bawah sederhana hampir tiga kali lipat. Sedangkan komponen sudut putar kurang dari 0.9 (sudut putar lebih dari 30°) terjadi peningkatan risiko nyeri

punggung bawah sederhana sebesar tujuh kali lipat. Analisis bivariat komponen *lifting index* dapat dilihat pada Tabel 4.14

Tabel 4.14 Komponen *Lifting Index* terhadap Nyeri Punggung Bawah Sederhana

	Nyeri Punggung Bawah Sederhana				Odds ratio kasar	95 % interval kepercayaan	P
	Tidak ada (n=38)		Ada (n=90)				
	n	%	N	%			
Beban aktual							
< 20 kg (kemasan)	28	73.68	47	52.22	1.00	Rujukan	
20 kg (galon)	10	26.32	43	47.78	2.56	1.11 – 5.89	0.027
Horisontal multiplier (HM)							
≥ 0.63 (H ≤ 40 cm)	25	65.79	43	47.78	1.00	Rujukan	
< 0.63 (H > 40 cm)	13	34.21	47	52.22	2.10	0.96 – 4.62	0.064
Vertikal multiplier (VM)							
≥ 0.89 (40 ≤ V ≤ 110 cm)	28	73.68	47	52.22	1.00	Rujukan	
< 0.89 (V < 40 cm atau V > 110 cm)	10	26.32	43	47.78	2.56	1.11 – 5.89	0.027
Distance multiplier (DM)							
≥ 0.91 (D < 55cm)	32	84.21	73	81.11	1.00	Rujukan	
< 0.91 (D > 55cm)	6	15.79	17	18.89	1.24	0.45 – 3.44	0.677
Asymmetry multiplier (AM)							
≥ 0.90 (≤ 30°)	18	47.37	10	11.11	1.00	Rujukan	
< 0.90 (> 30°)	20	52.63	80	88.89	7.20	2.88 – 17.98	0.000
Coupling multiplier (CM)							
1 (kemasan)	28	73.68	47	52.22	1.00	Rujukan	
0.9 (galon)	10	26.32	43	47.78	2.56	1.11 – 5.89	0.027
Frekuensi multiplier (FM)							
≥ 0.88 (≤ 3x/menit)	24	63.16	71	78.89	1.00	Rujukan	
< 0.88 (> 3x/menit)	14	36.84	19	21.11	0.46	0.20 – 1.05	0.066

diuji dengan uji non parametrik chi square (bermakna bila $p < 0.05$)

4.9 Faktor risiko dominan terhadap nyeri punggung bawah sederhana

Analisis multivariat dilakukan pada faktor risiko dengan $p < 0.25$ pada analisis bivariat yaitu usia, status gizi, masa kerja, nilai *composite lifting index*, sikap tubuh fleksi, dan istirahat kecil.

Jika disandingkan dengan faktor *confounding* lainnya, terlihat adanya keterkaitan antara *composite lifting index* NIOSH > 3.0 dengan nyeri punggung bawah sederhana dan sikap tubuh fleksi dengan terjadinya nyeri punggung bawah sederhana.

Tabel 4.15 Saling keterkaitan antara sikap tubuh fleksi, *composite lifting index* NIOSH dengan risiko terhadap nyeri punggung bawah sederhana (n=128)

	Nyeri punggung bawah sederhana				Odds ratio sesuaian	95 % interval kepercayaan	P
	Tidak ada (n= 38)		Ada (n=90)				
	n	%	n	%			
Sikap tubuh fleksi > 45°	5	13.16	72	80	29.18	7.45 – 114.34	0.000
<i>Composite lifting index</i> NIOSH > 3.0	27	71.05	89	98.89	26.02	1.80 – 376.78	0.017

Faktor tubuh fleksi lebih dari 45° meningkatkan risiko terjadinya nyeri punggung bawah sederhana sebanyak 29 kali lipat.

Faktor nilai *composite lifting index* lebih dari 3.0 meningkatkan risiko terjadinya nyeri punggung bawah sederhana sebanyak 26 kali lipat.

4.10 Faktor komponen *lifting index* dominan terhadap nyeri punggung bawah sederhana

Analisis multivariat dilakukan pada komponen penilaian *lifting index* NIOSH dengan $p < 0.25$ pada analisis bivariat yaitu horisontal *multiplier* (HM), vertikal *multiplier* (VM), sudut putar (AM) dan frekuensi mengangkat.

Faktor *coupling multiplier* dan berat aktual merupakan kolinier dengan vertikal *multiplier*.

Setelah disandingkan dengan faktor *konfounding* lainnya maka terlihat keterkaitan antara vertikal *multiplier*, sudut putar dan horisontal *multiplier* terhadap nyeri punggung bawah sederhana.

Faktor vertikal *multiplier* < 0.89 sama dengan jarak vertikal terhadap dasar setinggi kurang 40 cm atau lebih 110 cm meningkatkan risiko timbulnya nyeri punggung bawah sederhana hampir 39 kali lipat.

Faktor *asymmetry multiplier* kurang dari 0.9 (berputar dengan sudut lebih dari 30°) akan meningkatkan risiko terjadi nyeri punggung bawah sederhana hampir 25 kali lipat.

Faktor horisontal *multiplier* lebih dari 0.63 (jarak horisontal lebih dari 40 cm) meningkatkan risiko terjadi nyeri punggung bawah sederhana delapan kali lipat

Tabel 4.16 Keterkaitan komponen lifting index : *vertical multiplier*, *asymmetry multiplier* dan *horizontal multiplier* dengan nyeri punggung bawah sederhana

	Nyeri Punggung Bawah Sederhana				Odds ratio sesuai	95 % interval kepercayaan	P
	Tidak ada (n= 38)		Ada (n= 90)				
	n	%	n	%			
<i>Vertical multiplier</i> < 0.89 (V < 40 cm atau V > 110 cm)	10	26.32	43	47.78	38.60	6.21 – 239.85	0.000
<i>Asymmetry multiplier</i> < 0.90 ($> 30^\circ$)	20	52.63	80	88.89	24.61	5.15 – 117.61	0.000
<i>Horizontal multiplier</i> < 0.63 (H > 40 cm)	13	34.21	47	52.22	8.23	2.40 – 28.19	0.001

BAB 5

PEMBAHASAN

5.1 Keterbatasan penelitian

Penelitian dilakukan dengan desain potong lintang. Pada desain potong lintang, mempunyai keterbatasan waktu karena pengambilan data hanya dilakukan pada satu saat atau satu waktu saja sehingga tidak dapat diikuti waktu perjalanan penyakit. Selain itu faktor risiko serta efek yang diambil dengan satu kali saja hanya berdasarkan pada keadaan atau statusnya waktu observasi sehingga tidak ada tindak lanjut terhadap efek ataupun faktor risiko. Efek dari tidak adanya tindak lanjut maka sulit ditentukan sebab dan akibat karena pengambilan data risiko dan efek dilakukan pada waktu yang sama.

Faktor getaran, bising dan stresor kerja yang dialami pekerja sama rata sehingga dianggap tidak perlu dilakukan analisis lebih lanjut.

Dalam siklus kerja repetitif, pekerja mengadakan istirahat kecil setelah periode bekerja 10 dan 15 menit (setelah selesai memindahkan satu palet barang ke dalam mobil, lamanya istirahat kecil tidak dianalisis lebih lanjut.

Dalam melakukan gerakan repetitif ada gerakan membungkuk yang mana lamanya satu siklus membungkuk tidak dianalisis lebih lanjut.

5.2 Prevalensi Nyeri Punggung Bawah Sederhana

Hasil penelitian menunjukkan prevalensi nyeri punggung bawah sederhana sebesar 70.3% dari 128 pekerja. Hasil penelitian hampir sama dengan penelitian Siswanti (2003) pada 238 responden perajin pelat logam terjadi 76.9% nyeri punggung bawah sederhana. Hasil penelitian hampir sama karena pekerjaan di PT A juga ada gerakan repetitif mengangkat dan membungkuk serta rotasi

Prevalensi nyeri punggung bawah sederhana sebesar 70.3%, cukup memberikan dampak negatif yang besar terhadap pembiayaan kesehatan. Biaya perawatan kesehatan per bulan yang harus dikeluarkan oleh PT A cukup tinggi untuk

mengatasi gangguan atau keluhan nyeri punggung bawah. Sebagian besar biaya perawatan digunakan untuk pemberian relaksan otot dan analgetik (NSAID)

5.3 Karakteristik pekerja

5.3.1 Faktor usia

Usia responden di atas 35 tahun lebih banyak mengalami nyeri punggung bawah sederhana (56.67%), dibandingkan dengan nyeri punggung pada usia di bawah 35 tahun (43.33%). Prevalensi nyeri punggung bawah berdasarkan usia hampir sama dengan penelitian Mazloun yang mengatakan nyeri punggung bawah lebih banyak terjadi pada usia di atas 35 tahun.

Pada responden dengan usia di atas 35 tahun telah terjadi proses degenerasi pada tulang vertebra dan diskus intervertebralis sehingga tidak adekuat untuk menahan beban yang berat. Di samping itu, kekuatan otot juga akan menurun dengan pertambahan usia, kekuatan otot maksimal pada usia 30 tahun (Chaffin,1977). Jika struktur anatomi punggung bawah tidak adekuat menahan beban maka daerah punggung bawah akan mudah terjadi cedera pada otot dan ligamen daerah sekitar punggung bawah, yang akhirnya akan dirasakan sebagai keluhan nyeri pada daerah punggung bawah.

Hubungan antara kelompok usia yang telah terjadi degenerasi pada struktur punggung bawah (usia sama atau lebih dari 35 tahun) terhadap nyeri punggung bawah ternyata lebih berpengaruh, pada hasil analisis statistik bivariat terlihat hubungan bermakna antara usia sama atau lebih dari 35 tahun dengan nyeri punggung bawah sederhana pada pekerja angkat angkut ($p = 0.042$ OR = 2.24 95%CI = 1.03 - 4.89 – kelompok usia lebih dari 35 tahun dibandingkan dengan kelompok usia sama atau kurang dari 35 tahun).

Analisis bivariat dilanjutkan dengan analisis multivariat untuk melihat apakah faktor usia merupakan faktor risiko yang sangat berpengaruh terhadap timbulnya nyeri punggung bawah sederhana seperti pada penelitian Mazloun. Hasil analisis multivariat faktor usia menunjukkan hubungan yang tidak bermakna. Adanya interaksi sinergistik dari faktor risiko yang lain pada analisis bivariat menyebabkan

Universitas Indonesia

hubungan antara faktor usia dengan nyeri punggung bawah sederhana menjadi bermakna. Bila interaksi disingkirkan dengan analisis multivariat, maka terlihat hubungan sebenarnya antara faktor usia dan nyeri punggung bawah sederhana tidak mempunyai hubungan yang bermakna.

Di PT A, berbeda dengan penelitian Mazloun karena pada penelitian Mazloun responden mendapatkan beban yang lebih berat (berat maksimum 75 kg) dibandingkan dengan beban pada penelitian di PT A (berat maksimum 20 kg). Akibat dari beban yang lebih berat pada penelitian Mazloun dapat menimbulkan gangguan struktur punggung bawah lebih berat karena pada usia tua kemampuan struktur punggung bawah sudah tidak kuat lagi untuk menahan beban yang sangat berat sehingga pada penelitian Mazloun usia menjadi faktor risiko yang berpengaruh besar terhadap timbulnya nyeri punggung bawah sederhana.

5.3.2 Faktor tinggi badan

Responden dengan tinggi badan di atas 165 cm mengalami nyeri punggung bawah sebanyak 52.22 %, hasil yang didapatkan tidak sama dengan penelitian Mazloun yang menemukan kejadian nyeri punggung bawah pada pekerja dengan tinggi badan 165 – 175 sebesar 84.44%.

Hasil yang didapatkan berbeda karena pada penelitian Mazloun responden harus mengangkat beban yang lebih berat (>25kg) dibandingkan pada penelitian di PT A beban maksimal 20 kg. Selain itu, responden pada penelitian di PT A yang mempunyai tinggi badan di atas 165 cm masih kurang dari 35 tahun (51.47%) dan sebagian besar mempunyai status gizi normal.

Berdasarkan pada penelitian Chaffin dikemukakan bahwa tinggi badan tidak berkorelasi langsung terhadap kekuatan otot, akan tetapi kekuatan otot merupakan korelasi multiple dari usia, tinggi badan dan berat badan. Sehingga pada hasil analisis statistik menunjukkan tidak ada hubungan bermakna antara tinggi badan dengan nyeri punggung bawah sederhana ($p = 0.753$ OR = 0.88 95%CI = 0.41 – 1.89 – kelompok tinggi badan lebih dari 165 cm dibandingkan dengan kelompok tinggi badan sama atau kurang dari 165 cm).

Nilai p yang didapatkan lebih dari 0.25 maka analisis bivariat tidak dilanjutkan dengan analisis multivariat. Sehingga faktor peluang saja pada 75.3% kesempatan yang dapat menerangkan terjadinya perbedaan nyeri punggung bawah sederhana bila tidak ada perbedaan antara tinggi badan ≤ 165 cm dengan > 165 cm. Karena sebagian besar yang bekerja hanya faktor peluang maka analisis hanya dilakukan sampai analisis bivariat saja.

5.3.3 Faktor status gizi

Status gizi responden sebagian besar termasuk dalam kategori normal (72.66%), hanya sebagian kecil pekerja dengan status gizi kurang (7.03%) dan status gizi lebih (20.31%). Kejadian nyeri punggung bawah sederhana pada pekerja dengan status gizi lebih hanya sekitar 15.56 %, dan hasil analisis statistiknya menunjukkan hubungan yang tidak bermakna antara status gizi dengan terjadinya nyeri punggung bawah sederhana ($p = 0.064$ OR = 0.43 95%CI = 0.17-1.05 – kelompok status gizi lebih dibandingkan dengan kelompok status gizi normal).

Berbeda dengan penelitian Deyo dan Bass (1989) yang mengatakan kejadian nyeri punggung bawah 20% lebih besar sesuai dengan peningkatan obesitas. Keadaan tidak bermakna di PT A disebabkan, responden dengan status gizi lebih, banyak yang berusia muda kurang dari 35 tahun (65.38%). Hasil analisis sama seperti penelitian Siswari yang menyatakan tidak ada hubungan bermakna antara status gizi dengan timbulnya nyeri punggung bawah.

Pada analisis bivariat didapatkan nilai $p < 0.25$ pada status gizi lebih ($p = 0.064$), karena nilai faktor peluang kecil (belum melewati batas penyingkaran faktor *confounding*) maka analisis dilanjutkan dengan analisis multivariat. Penyandingan faktor *confounding* dengan analisis multivariat diharapkan dapat melihat apakah setelah faktor *confounding* dihilangkan maka faktor status gizi lebih berperan terhadap timbulnya nyeri punggung bawah sederhana. Hasil penyandingan menunjukkan bahwa faktor status gizi lebih tidak mempunyai hubungan yang bermakna dengan timbulnya nyeri punggung bawah, karena pengaruh efek usia muda pada pekerja dengan status gizi lebih.

5.3.4 Faktor kebiasaan merokok

Sebagian besar responden mempunyai kebiasaan merokok sebesar 75.78%, yang terbagi menjadi 60.94% perokok ringan dan 14.84% perokok sedang dan tidak ada perokok berat.

Ada perbedaan hasil, yang didapatkan dengan penelitian Deyo dan Bass. Pada penelitian Deyo dan Bass, ditemukan faktor perokok berat sedangkan pada penelitian di PT A tidak ditemukan perokok berat. Berbeda dengan hasil penelitian Deyo dan Bass yang menyatakan adanya hubungan antara pajanan kumulatif dan pajanan maksimal harian dengan timbulnya nyeri punggung bawah sederhana. Pajanan maksimal rokok akan ditemukan pada perokok berat, pajanan maksimal rokok pada perokok berat akan berpengaruh terhadap sirkulasi sekitar vertebra lumbal.

Karena tidak ada pajanan maksimal rokok (perokok berat) pada penelitian maka pada hasil analisis statistik tidak terlihat hubungan yang bermakna antara bukan perokok dengan perokok dengan timbulnya nyeri punggung bawah sederhana. Kelompok perokok ringan ($p = 0.859$ OR = 0.92 95%CI = 0.37 - 2.29 – kelompok perokok ringan dibandingkan dengan kelompok bukan perokok) dan kelompok perokok sedang ($p = 0.836$ OR = 1.15 95%CI = 0.32 - 4.13 – kelompok perokok sedang dibandingkan dengan kelompok bukan perokok).

Pada analisis bivariat terlihat hampir seluruhnya faktor peluang ($> 80\%$) yang dapat menerangkan perbedaan NPBS bila tidak ada perbedaan antara bukan perokok dengan perokok ringan dan perokok sedang. Karena sebagian besar faktor peluang yang berperan dan faktor peluang telah melewati batas penyaringan faktor risiko atau faktor *konfounding*, maka analisis bivariat tidak dilanjutkan dengan analisis multivariat.

5.3.5 Faktor kebiasaan olah raga

Sebesar 96.88% responden mempunyai kebiasaan berolahraga tidak baik (hanya berolahraga satu kali seminggu atau bahkan tidak berolahraga sama sekali). Menurut penelitian Cady dkk (1979) frekuensi nyeri punggung bawah meningkat

pada pekerja dengan kebugaran rendah. Dari hasil analisis statistik menunjukkan tidak adanya hubungan bermakna antara kebiasaan berolahraga tidak baik dengan timbulnya nyeri punggung bawah sederhana ($p = 0.835$ RR = 0.79, 95% CI = 0.08 – 7.78).

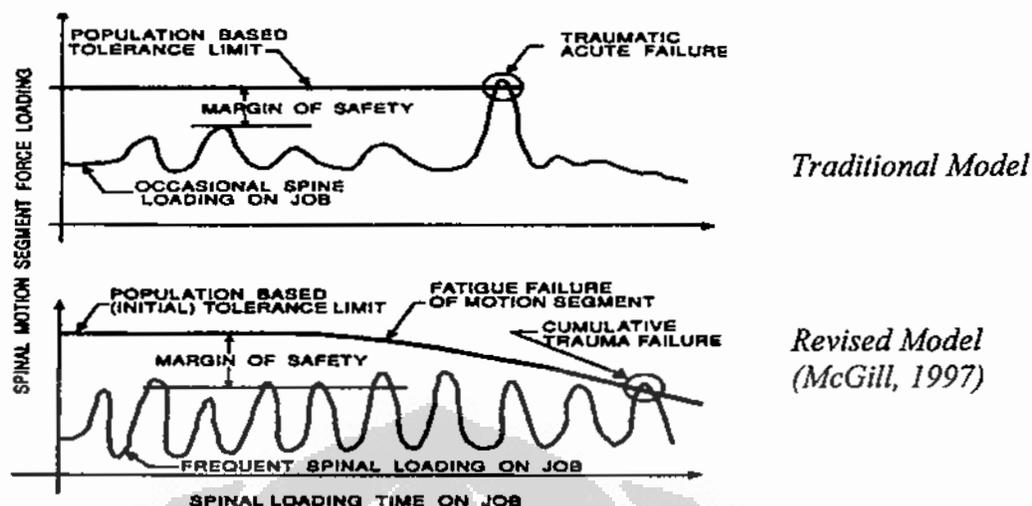
Hasil statistik yang didapatkan berbeda dengan penelitian Cady (1979). Di PT A, hampir seluruh responden mempunyai kebiasaan berolahraga tidak baik sehingga sulit mendapatkan perbedaan pada kasus NPBS. Ternyata pada hasil analisis bivariat ditemukan faktor peluang yang besar ($> 80\%$) yang dapat menyebabkan perbedaan NPBS bila tidak ada perbedaan antara responden dengan kebiasaan olah raga baik dan kebiasaan olah raga tidak baik. Nilai p pada analisis bivariat telah melewati batas kemaknaan sehingga hasil bivariat tidak dilanjutkan dengan analisis multivariat.

5.4 Faktor pekerjaan dan lingkungan kerja

5.4.1 Faktor masa kerja

Masa kerja responden paling banyak sekitar 6 -10 tahun (58.59%). Responden dengan masa kerja 1 – 5 tahun tidak banyak (4.69%) begitu pula dengan responden yang masa kerjanya 16 -20 tahun (10.94%). Hasil statistik menunjukkan hubungan bermakna antara masa kerja yang lebih lama (16 – 20 tahun) dengan terjadinya nyeri punggung bawah sederhana ($p = 0.031$ OR = 12 95%CI = 1.24 – 115.36 kelompok masa kerja 16 -20 tahun dibandingkan dengan kelompok masa kerja 1 – 5 tahun).

Hasil penelitian sesuai dengan penelitian Mazloun yang menyatakan bahwa ada hubungan bermakna antara masa kerja yang lebih lama dengan timbulnya nyeri punggung bawah. Semakin lama masa kerja responden akan terjadi pajanan kumulatif semakin besar dan usia respondenpun semakin tua sehingga kekuatan fisik atau otot semakin menurun. Faktor masa kerja akan bertemu pada suatu titik kelelahan pekerja dengan adanya pajanan kumulatif, yang akhirnya menimbulkan cedera pada punggung bawah.



Gambar 5.1 Kelelahan segmen spinal

Sumber: D.B Chaffin, Gunnar B.J. Anderson. *Manual Material –Handling Limits Occupational Biomechanics* 4th 2006;186.

Pada penelitian, seluruh responden dengan masa kerja 16 - 20 tahun berada pada kelompok usia di atas 35 tahun, sehingga pajanan *lifting index* yang cukup besar dengan adanya faktor degenerasi pada responden menyebabkan risiko terjadinya cedera pada otot dan ligamen semakin besar, yang akhirnya akan dirasakan oleh responden sebagai nyeri punggung bawah. Titik kelelahan pada penelitian terlihat pada masa kerja 16 – 20 tahun, sehingga masa kerja 16 – 20 tahun meningkatkan risiko terjadinya nyeri punggung bawah sebanyak 12 kali lipat.

Pada penelitian Mazloun, pekerja dengan masa kerja di atas 5 tahun pada mempunyai hubungan yang bermakna, berbeda dengan penelitian di PT A. Penelitian di PT A, hanya masa kerja 16-20 tahun saja yang mempunyai hubungan bermakna dengan nyeri punggung bawah sederhana. Pajanan kumulatif yang dinilai dengan masa kerja juga dipengaruhi oleh berbagai macam faktor seperti usia, besar pajanan dan kesehatan pekerja. Pengaruh kesehatan pekerja sangat kuat, dapat dilihat juga pada penelitian lainnya *healthy worker effect* paling sering menimbulkan bias pada penelitian di bidang okupasi. Pada penelitian kohort Mc Michael 1976 dikatakan bahwa *healthy worker effect* menurunkan angka kematian relatif karena pengaruh dari berbagai faktor yang berakibat pada kesehatan individu bersifat relatif.⁴⁷

Kesehatan pekerja bersifat relatif karena tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi fisik (kekuatan otot) pekerja saja, tetapi juga dipengaruhi oleh kesehatan awal saat pekerja mulai bekerja dan faktor sosial (kebutuhan untuk bekerja dan terus diperkerjakan).⁴⁷ Adanya *healthy worker effect* pada pekerja angkat angkut, menyebabkan pekerja dengan masa kerja 6 -10 tahun dan 11 – 15 tahun yang telah menerima pajanan kumulatif akan tetapi tidak menunjukkan hubungan yang bermakna.

Hasil analisis bivariat dilanjutkan dengan analisis multivariat untuk menyingkirkan faktor *confounding*. Berdasarkan hasil multivariate, dapat dilihat adanya interaksi sinergistik yang menyebabkan hubungan bermakna timbul pada analisis bivariat saja dan hubungan yang tidak bermakna pada analisis multivariat.

Masa kerja akan bermakna bila ada interaksi dari faktor lainnya seperti berat beban dan sikap tubuh fleksi saat bekerja. Untuk mengurangi peningkatan risiko akibat dari masa kerja, maka dilakukan penempatan pekerja yang disesuaikan antara masa kerja dengan berat beban yang diangkat dan kemampuan fisik pekerja. Selain itu, pekerja juga diharapkan mampu memelihara ketahanan fisiknya dengan baik untuk mengurangi terjadinya efek dari pajanan kumulatif.

5.4.2 Faktor istirahat kecil

Periode bekerja repetitif dengan beban yang berat perlu diikuti oleh istirahat kecil untuk relaksasi otot. Pada gerakan mengangkat akan terjadi kontraksi otot paraspinal. Kontraksi otot paraspinal dengan waktu relaksasi yang tidak adekuat akan menimbulkan kelelahan pada otot tersebut.

Hasil analisis statistik, menunjukkan istirahat kecil yang dilakukan setelah periode bekerja 15 menit akan meningkatkan kejadian nyeri punggung bawah sederhana tiga kali lebih besar dibandingkan dengan pekerja yang beristirahat setelah periode bekerja 10 menit. ($p = 0.002$ OR = 3.43 95%CI = 1.55 – 7.57 - kelompok istirahat setelah bekerja 15 menit dibandingkan dengan kelompok istirahat setelah bekerja 10 menit).

Hasil yang didapatkan sedikit berbeda dengan penelitian Samara. Penelitian Samara, mengatakan pentingnya istirahat kecil setelah periode bekerja 20 menit. Perbedaan hasil disebabkan oleh perbedaan beban yang diangkat dan frekuensi gerakan repetitif yang dilakukan. Gerakan mengangkat secara repetitif dengan beban yang lebih berat akan membutuhkan energi yang lebih besar untuk otot yang aktif pada gerakan repetitif.

Kebutuhan energi yang besar serta kontraksi otot paraspinal dengan relaksasi yang tidak sempurna akan menimbulkan metabolisme anaerob yang hasil akhirnya asam laktat. Periode bekerja repetitif yang lebih lama (15 menit) dengan beban yang lebih berat maka asam laktat yang terbentuk akan semakin banyak dan akan dirasakan sebagai keluhan nyeri punggung bawah. Sehingga pekerjaan dengan beban lebih berat memerlukan periode kerja yang lebih singkat untuk dapat melakukan istirahat kecil.

Hasil analisis bivariat dilanjutkan dengan analisis multivariat. Dari hasil multivariat terlihat interaksi sinergistik dari istirahat kecil dengan faktor risiko lainnya. Setelah disandingkan dengan faktor *confounding* lainnya maka hubungan istirahat kecil menjadi tidak bermakna terhadap nyeri punggung bawah.

5.5 Sikap tubuh saat bekerja

Pada penelitian di PT A, gerakan membungkuk saat angkat angkut mempunyai sudut fleksi yang bervariasi antara 26° – 74° . Berdasarkan pembagian menurut Keyserling maka fleksi yang ada termasuk fleksi sedang ($\leq 45^{\circ}$) dan fleksi kuat ($> 45^{\circ}$). Hasil analisis statistik menunjukkan hubungan bermakna antara sudut fleksi kuat dengan timbulnya nyeri punggung bawah sederhana yaitu fleksi kuat akan meningkatkan kejadian nyeri punggung bawah sederhana 26 kali lebih besar dibandingkan dengan fleksi sedang ($p=0.000$ OR=26.4 95%CI=9.03 – 77.20).

Keadaan yang didapatkan sesuai dengan pendapat Keyserling, bahwa fleksi kuat akan meningkatkan terjadinya nyeri punggung bawah sederhana. Begitu pula penelitian Kumar dan Scaife(1979) mengatakan bahwa saat melakukan fleksi tubuh, otot ekstensor lumbal harus mengadakan stabilisasi sikap tubuh dan otot

lumbal pada sikap fleksi 30° akan mendapat momen gaya 50% dari nilai maksimum.

Pada fleksi kuat yang dilakukan responden terjadi tekanan asimetris cukup besar pada diskus intervertebralis yang mengakibatkan ketegangan yang tinggi pada ligamentum flavum, ligamentum interspinosus, dan ligamentum kapsularis faset. Selain itu, pada fleksi kuat momen gaya yang diterima oleh otot lebih dari 50% sehingga memudahkan terjadinya trauma atau cedera di daerah punggung bawah

Hasil bivariat dilanjutkan dengan analisis multivariat, untuk melihat bagaimana pengaruh faktor *konfounding* terhadap sikap fleksi. Berdasarkan hasil multivariat dapat terlihat peningkatan nilai odds ratio, sehingga dapat disimpulkan bahwa sikap tubuh fleksi merupakan faktor risiko yang kuat terhadap timbulnya nyeri punggung bawah.

5.6 Penilaian beban kerja dengan *lifting index* NIOSH

Penilaian beban kerja dengan *lifting Index* dari NIOSH yang diterapkan di Amerika belum ada standar yang baku untuk pekerja di Indonesia. Hasil penilaian beban kerja dengan *lifting index* dipengaruhi oleh beban aktual (beban yang diangkat) dan berat beban yang direkomendasikan (RWL = *Recommended Weight Limit for the task in question*). Sedangkan RWL sendiri dipengaruhi oleh enam kondisi yaitu berat beban maksimum yang direkomendasikan oleh NIOSH, jarak horisontal benda yang diangkat dengan tubuh pekerja, jarak vertikal benda yang diangkat dari bawah, perbedaan jarak vertikal pemindahan barang, besar sudut pemindahan barang, frekuensi mengangkat dan kemudahan benda untuk diangkat. Berat beban maksimum yang diperbolehkan oleh NIOSH adalah 23 kg.

Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai *lifting index* berkisar antara 0.7 sampai 2.8. menurut NIOSH nilai *lifting index* lebih dari 1.0 merupakan faktor risiko untuk terjadinya cedera pada tulang punggung.

Dari hasil analisis statistik, menunjukkan hubungan bermakna antara beban kerja dengan nilai *lifting index* NIOSH lebih dari 1.0 dan terjadinya nyeri punggung bawah. Beban kerja dengan nilai *lifting index* NIOSH lebih dari 1.0 akan

meningkatkan risiko terjadinya nyeri punggung bawah sederhana sebesar 11 kali lipat dibandingkan beban kerja dengan nilai *lifting index* ≤ 1.0 ($p = 0.000$ OR = 11.18 95%CI = 3.35 – 37.34). Hasil yang didapatkan sama seperti yang dirumuskan oleh NIOSH, pekerjaan dengan beban kerja yang nilai *lifting index*-nya lebih dari 1.0 akan mempunyai risiko cedera pada tulang punggung dan menimbulkan keluhan nyeri punggung bawah.

Bila pekerja melakukan pekerjaan mengangkat dengan ketinggian asal yang berbeda-beda maka pekerjaan juga harus dihitung beban kerja dengan *composite lifting index* selain perhitungan *lifting index* tunggal. *Composite lifting index* digunakan untuk menilai apakah keseluruhan pekerjaan yang dilakukan berisiko terhadap timbulnya nyeri punggung atau cedera pada tulang punggung. Penelitian Waters(2004) mengatakan pekerjaan yang mempunyai nilai *composite lifting index* lebih dari 1.0 sampai 3.0 kemungkinan sebagian dari pekerja akan terjadi nyeri punggung bawah. Sedangkan pekerjaan dengan *composite lifting index* lebih dari 3.0 maka hampir seluruh pekerja mempunyai risiko terjadi nyeri punggung bawah atau terjadi cedera pada tulang punggung.

Pada penelitian, responden mengerjakan tugas memindahkan beban dengan berbagai macam ketinggian, sehingga pada penilaian faktor risiko dipilih dengan perhitungan *composite lifting index*. Dari hasil analisis statistik didapatkan hubungan bermakna antara beban kerja dengan *composite lifting index* lebih dari 3.0 dan terjadinya nyeri punggung bawah sederhana. Beban kerja dengan *composite lifting index* lebih dari 3.0 akan meningkatkan risiko terjadinya nyeri punggung bawah sederhana sebesar 36 kali lebih besar dibandingkan beban kerja dengan nilai *composite lifting index* sama atau kurang dari 3.0 ($p = 0.001$ OR = 36.26 95%CI = 4.48 –293.72).

Untuk melihat *composite lifting index* benar berpengaruh terhadap timbulnya nyeri punggung bawah maka dilakukan analisis multivariat. Hasil multivariat *composite lifting index* menunjukkan hubungan yang bermakna dengan timbulnya nyeri punggung bawah sederhana yang disertai dengan penurunan nilai odds ratio dibandingkan dengan nilai *odds ratio* pada analisis bivariat. Penurunan nilai *odds*

ratio dapat disebabkan oleh adanya interaksi sinergistik dari faktor risiko lainnya. Analisis statistik multivariat menunjukkan bahwa faktor nilai *composite lifting index* benar berpengaruh terhadap timbulnya nyeri punggung bawah sederhana.

5.7 Komponen *Lifting Index* NIOSH

Melihat peningkatan risiko yang sangat besar akibat *composite lifting index* lebih dari 3.0. Besarnya nilai *composite lifting index* lebih dari 3.0 dimulai dari nilai *lifting index* untuk satu tugas lebih dari 1.0, oleh karena itu perlu diadakan analisis terhadap komponen *lifting index* untuk dapat mengetahui komponen *lifting index* yang berpengaruh besar terhadap nilai *lifting index* lebih dari 1.0.

Beban aktual benda terbagi menjadi dua kelompok besar yaitu galon (20kg) dan kemasan (<20kg) sebanyak 58.59%

5.7.1 Komponen jarak horisontal

Jarak horisontal benda terhadap tubuh diwakili oleh horisontal *multiplier*, sebagian besar responden mempunyai horisontal *multiplier* sama atau lebih dari 0.63 (jarak horisontal sama atau kurang dari 40 cm) sebesar 53.13%. Responden dengan horisontal *multiplier* kurang dari 0.63 lebih banyak mengalami nyeri punggung bawah sederhana (52.22 %). Namun pada analisis statistik terlihat hubungan yang tidak bermakna dengan terjadinya nyeri punggung bawah sederhana, karena masih terpengaruh oleh faktor *confounding* yaitu berat benda yang diangkat. Berat benda yang diangkat juga akan mempengaruhi momen gaya, untuk benda yang sama beratnya momen gaya hanya dipengaruhi oleh jarak horisontal benda terhadap lumbal. Sedangkan pada benda yang lebih ringan bila diangkat dengan jarak horisontal yang sama dengan beban yang berat akan menghasilkan momen gaya terhadap lumbal yang lebih kecil.

Keadaan di lapangan terlihat responden dengan beban yang lebih kecil (< 20kg) mempunyai jarak horisontal lebih panjang, sedangkan beban berat (20kg) mempunyai jarak horisontal yang lebih pendek. Pada perhitungan momen gaya yang diterima oleh otot lumbal hampir sama besar sehingga pada analisis statistik

tidak terlihat hubungan bermakna, sehingga perlu dilakukan analisis multivariat untuk menyingkirkan faktor *confounding*.

Setelah dihilangkan interaksi antagonistik pada analisis bivariat, maka dapat dilihat pengaruh jarak horisontal atau horisontal multiplier terhadap nyeri punggung bawah sederhana. Ternyata faktor horisontal lebih dari 40 cm atau horisontal multiplier kurang dari 0.63 merupakan faktor risiko yang berpengaruh terhadap timbulnya nyeri punggung bawah sederhana.

Semakin jauh benda dari tubuh maka gerakan mengangkat akan menimbulkan momen gaya yang besar untuk otot lumbal dan timbulnya peningkatan tekanan pada diskus intervertebralis. Pengaruh momen gaya terhadap punggung bawah dapat terlihat pada jarak horisontal yang semakin jauh dari tubuh (lebih dari 40 cm) terlihat hubungan yang bermakna dengan peningkatan terjadinya nyeri punggung bawah sederhana sebanyak delapan kali lipat

5.7.2 Komponen jarak vertikal

Jarak vertikal benda yang diangkat terhadap dasar diwakili oleh *vertical multiplier*, sebagian besar responden mempunyai *vertical multiplier* ≥ 0.89 (jarak vertikal antara 40 cm sampai 110 cm) sebesar 58.59%. Responden yang mengalami nyeri punggung bawah sederhana dengan *vertical multiplier* kurang dari 0.89 sebanyak 47.78%. Perbandingan antara responden dengan *vertical multiplier* ≥ 0.89 yang terkena NPBS dengan yang tidak terjadi NPBS sebesar 62.67% sedangkan perbandingan responden dengan *vertical multiplier* < 0.89 yang terkena NPBS dengan yang tidak terjadi NPBS sebesar 81.13%. Dari perbandingan yang didapatkan, terlihat bahwa responden dengan *vertical multiplier* kurang dari 0.89 lebih banyak terjadi nyeri punggung bawah sederhana

Pada analisis statistik terlihat hubungan bermakna antara *vertical multiplier* kurang dari 0.89 dengan terjadinya nyeri punggung bawah sederhana, *vertical multiplier* kurang dari 0.89 akan meningkatkan risiko terjadinya nyeri punggung bawah sederhana hampir tiga kali lipat.

Karena semakin tinggi benda yang akan diambil maka responden harus melakukan ekstensi saat mengambil benda dan semakin rendah benda yang akan diambil maka semakin besar pula sudut fleksi yang dilakukan. Apabila responden melakukan gerakan memindahkan beban yang berat dengan ketinggian asal lebih dari 110 cm atau kurang dari 40 cm maka punggung bawah akan mudah cidera akibat tekanan yang lebih besar pada punggung bawah, dibandingkan dengan kondisi mengangkat beban berat tanpa gerakan fleksi maupun ekstensi.

Pada pengukuran RWL dengan ketinggian benda di atas bahu (> 110 cm) dan di lantai (< 40 cm) maka didapatkan pengurangan RWL sebesar 22.5 % dibandingkan RWL pada ketinggian 70 cm. Adanya pengurangan RWL akan mengakibatkan peningkatan nilai *lifting index*, seperti yang telah dikatakan sebelumnya kemungkinan terjadinya cedera akan meningkat sejalan dengan peningkatan nilai *lifting index*.

Hasil analisis bivariat dilanjutkan dengan analisis multivariat, dengan hasil terjadi peningkatan nilai odds ratio yang cukup besar pada analisis multivariat. Ternyata faktor ketinggian asal benda yang akan dipindahkan kurang dari 40 cm atau lebih dari 110 cm merupakan faktor risiko yang sangat berpengaruh terhadap timbulnya nyeri punggung bawah sederhana.

Ketinggian asal benda yang kurang dari 40 cm atau lebih dari 110 cm cenderung menimbulkan gerakan janggal saat bekerja, dapat dilihat pada kegiatan angkat angkut di lapangan. Bila responden mengangkat benda yang kurang dari 40 cm maka responden melakukan gerakan fleksi kuat dan saat memindahkan benda di atas 110 cm maka responden melakukan gerakan ekstensi. Ketinggian asal di atas 110 cm atau kurang dari 40 cm meningkatkan risiko terhadap timbulnya nyeri punggung bawah hampir 39 kali lipat.

5.7.3 Komponen perbedaan jarak vertikal

Perbedaan jarak vertikal tempat tujuan dengan tempat akhir benda dipindahkan diwakili oleh *distance multiplier*, sebagian besar responden mempunyai *distance multiplier* sama atau lebih dari 0.91 atau setara dengan distance kurang dari 55 cm

(82.03%). Responden dengan *distance multiplier* kurang dari 0.91 yang mengalami nyeri punggung bawah sederhana sebanyak 18.89%, pada analisis statistiknya menunjukkan hubungan yang tidak bermakna dengan terjadinya nyeri punggung bawah sederhana.

Untuk terjadinya gerakan janggal tidak hanya ditentukan oleh perbedaan jarak perpindahan akan tetapi lebih dipengaruhi oleh ketinggian asal benda akan dipindahkan. Bila benda yang akan dipindahkan berasal dari tempat di ketinggian yang melebihi bahu dan ditempatkan pada ketinggian bahu maka perbedaan jarak yang terjadi kecil akan tetapi terjadi gerakan janggal ekstensi saat mengambil dan menempatkan benda tersebut. Selain itu, memindahkan benda dengan ketinggian asal di atas bahu akan menurunkan nilai RWL sebanyak 22.5 %, penurunan RWL akan meningkatkan nilai *lifting index* pekerja.

Pada hasil analisis bivariat dapat dilihat faktor peluang yang cukup besar (67.7%) untuk menerangkan perbedaan nyeri punggung bawah bila tidak ada perbedaan antara jarak perpindahan ≤ 55 cm dengan > 55 cm. Karena nilai p telah melewati batas kemaknaan maka analisis bivariat tidak dilanjutkan dengan analisis multivariat.

5.7.4 Komponen asimetri

Besar sudut putar didapatkan dari hasil pengamatan dan pengukuran antara horisontal tempat tujuan dengan akhir dibandingkan dengan jarak benda terhadap tubuh. Gerakan rotasi pada saat memindahkan barang pada pekerja angkat angkut mempunyai sudut yang bervariasi dari tidak ada gerakan memutar sampai sudut putar $75^{\circ}(0 - 75^{\circ})$. Responden dengan gerakan asimetri *multiplier* (berputar lebih dari 30°) yang terkena nyeri punggung bawah sederhana sebesar 88.89%.

Dari hasil analisis statistik, menunjukkan hubungan bermakna antara sudut putar dengan timbulnya nyeri punggung bawah, asimetri *multiplier* < 0.90 (sudut putar lebih dari 30°) akan meningkatkan risiko terjadinya nyeri punggung bawah sederhana hampir empat kali lipat dibandingkan asimetri *multiplier* sama atau lebih besar dari 0.90 ($p = 0.000$ OR = 7.20 95%CI = 2.88–17.98).

Hasil sesuai dengan pendapat Sullivan yang mengatakan sudut putar lebih dari 30° (asimetri *multiplier* < 0.90) akan meningkatkan risiko terjadinya nyeri punggung bawah. Bila asimetri *multiplier* < 0.90 (tubuh berputar lebih dari 30°) maka akan terjadi regangan yang tinggi pada ligamentum kapsularis faset yang memungkinkan terjadinya dislokasi sendi faset.

Analisis bivariat dilanjutkan dengan analisis multivariat untuk menyingkirkan faktor *konfounding*. Ternyata setelah faktor *konfounding* disingkirkan terlihat bahwa sudut berputar juga berpengaruh terhadap nyeri punggung bawah sederhana.

Gerakan berputar asimetri mempunyai pengaruh cukup besar terhadap timbulnya nyeri punggung bawah karena semakin tinggi sudut putar yang dilakukan oleh responden semakin tinggi pula regangan yang terjadi pada ligamentum kapsularis faset. Dengan adanya beban yang cukup berat (terlihat pada nilai *composite lifting index* lebih dari 3.0) menambah beban pada ligamentum, sehingga pada gerakan dengan asimetri *multiplier* < 0.90 (sudut putar lebih dari 30°) terjadi peningkatan risiko nyeri punggung bawah hampir 25 kali lipat.

5.7.5 Komponen *coupling*

Mudah tidaknya benda diangkat diwakili dengan *coupling multiplier*. Bila benda mudah diangkat mempunyai nilai *coupling* 1 sedangkan benda yang bentuknya tidak simetris diasumsikan sulit diangkat mempunyai nilai *coupling* 0.9. Sebagian besar responden mengangkat benda yang mudah diangkat (58.59%), responden dengan benda sulit diangkat yang mengalami nyeri punggung bawah sederhana sebanyak 47.78%.

Pada hasil analisis statistik terlihat hubungan bermakna dengan terjadinya nyeri punggung bawah sederhana. Hasil *coupling multiplier* mempunyai kolinieritas dengan *vertical multiplier*. Karena semakin benda sulit untuk diangkat maka tubuh akan berusaha untuk mengadakan keseimbangan, akibatnya semakin besar pula gaya yang diterima oleh punggung bawah.

5.7.6 Komponen frekuensi mengangkat

Sebagian besar responden mempunyai frekuensi *multiplier* < 0.88 (mengangkat beban sama atau kurang dari tiga kali per menit) 74.22%. Responden yang mengangkat beban dengan frekuensi lebih dari tiga kali per menit yang mengalami nyeri punggung bawah sederhana sebanyak 21.11%.

Pada penelitian, frekuensi *multiplier* tidak mempunyai hubungan bermakna dengan timbulnya nyeri punggung bawah sederhana ($p = 0.066$ OR = 0.46 95%CI = 0.20 – 1.05 – kelompok frekuensi *multiplier* < 0.88 dengan kelompok frekuensi *multiplier* ≥ 0.88).

Perbedaan hasil yang ditemukan dengan teori yang seharusnya semakin banyak frekuensi yang dilakukan maka semakin tinggi risiko. Hasil yang didapatkan berbeda karena pekerja yang mengangkat dengan frekuensi *multiplier* ≥ 0.88 (sama atau kurang 3 kali per menit) mempunyai berat beban yang lebih besar dibandingkan dengan kelompok pekerja yang frekuensi *multiplier* < 0.88 (frekuensi mengangkat lebih dari 3 kali per menit) sehingga sulit dibandingkan apakah frekuensi mengangkat mempunyai hubungan dengan timbulnya nyeri punggung bawah sederhana.

Pada hasil bivariat, terlihat faktor peluang belum melewati batas kemaknaan, sehingga analisis dilanjutkan dengan multivariat. Akan tetapi penyingkiran faktor *confounding* pada analisis multivariat terlihat bahwa faktor frekuensi mengangkat atau frekuensi *multiplier* tidak merupakan faktor risiko.

5.8 Penilaian faktor yang bermakna

5.8.1 Penilaian faktor yang bermakna pada faktor pekerja, agen dan lingkungan kerja

Dari hasil penilaian faktor pekerja, faktor agen dan faktor lingkungan kerja maka didapatkan faktor sikap tubuh fleksi dengan faktor nilai *composite lifting index* lebih dari 3.0 mempunyai hubungan yang bermakna terhadap timbulnya nyeri punggung bawah sederhana.

Dari kedua hasil yang bermakna, faktor sikap tubuh fleksi merupakan faktor yang paling dominan karena setelah dilakukan penyandingan faktor *confounding* maka terlihat peningkatan nilai *odds ratio*. *Odds ratio* kasar sikap tubuh fleksi $> 45^\circ$ lebih kecil dibandingkan dengan *odds ratio* sesuaiannya, dapat disimpulkan bahwa ada faktor interaksi antagonistik. Setelah faktor *confoundingnya* disingkirkan maka sikap tubuh fleksi mempunyai pengaruh lebih besar terhadap nyeri punggung bawah, terlihat dari tidak adanya faktor peluang yang berperan ($p=0.000$)

Sedangkan faktor nilai *composite lifting index* > 3.0 mempunyai interaksi yang sinergistik, sehingga pada penyandingan maka nilai *odds ratio* sesuaian lebih kecil dari nilai *odds ratio* kasar. Begitu pula nilai peluangnya, pada analisis multivariat terlihat masih ada faktor peluang 1.7% yang berperan.

Jika kita melihat kedua keadaan diatas dapat disimpulkan bahwa faktor fleksi $> 45^\circ$ merupakan faktor yang paling dominan terhadap timbulnya nyeri punggung bawah.

5.8.2 Penilaian faktor yang paling bermakna di antara komponen *lifting index*

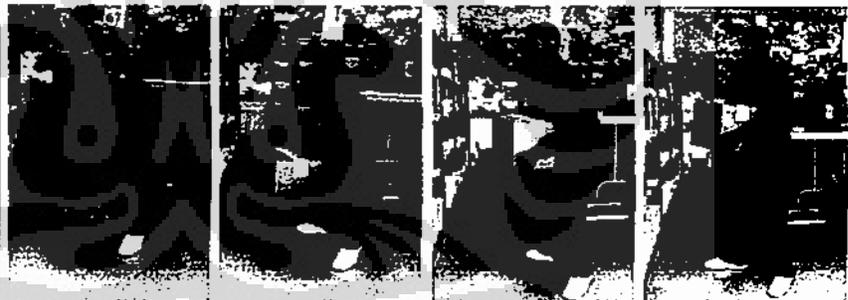
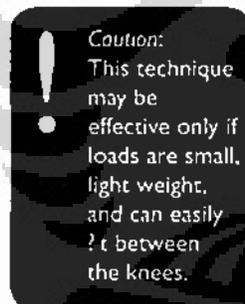
Dari keenam faktor komponen *lifting index* terlihat tiga faktor yang bermakna terhadap timbulnya nyeri punggung bawah sederhana yaitu vertikal *multiplier* < 0.89 , asimetri *multiplier* < 0.90 dan horisontal *multiplier* < 0.63 .

Dari ketiga faktor yang bermakna terlihat faktor vertikal *multiplier* merupakan faktor yang paling dominan karena peningkatan nilai *odds ratio* sesuaian vertikal *multiplier* dibandingkan dengan *odds ratio* kasarnya sangat besar. Selain itu juga tidak ada faktor peluang ($p=0.000$) yang berperan pada faktor vertikal *multiplier* < 0.89 dalam peningkatan nyeri punggung bawah sederhana .

5.9 Aplikasi bagi perusahaan

Hasil yang dapat langsung diterapkan adalah pembuatan SOP mengenai cara angkat angkut yang ergonomis .

1. Dibuat SOP angkat angkut:
 - jarak vertikal diatur pada ketinggian 40 - 110 cm
 - tidak melakukan gerakan asimetri pada saat memindahkan barang (maksimal gerakan asimetri yang diperbolehkan $< 30^\circ$)
 - jarak horisontal maksimal 40 cm (dekatkan benda sedekat mungkin dengan tubuh)
 - untuk mengangkat benda yang kurang dari 40 cm harus dimulai dengan jongkok
 - penggunaan APD *back support* saat melakukan kegiatan angkat angkut dengan tujuan mengurangi gerakan fleksi
2. Dibuat SOP berolah raga ringan seperti *stretching* sebelum dan setelah kegiatan angkat angkut pekerja diwajibkan melakukan peregangan yang diawasi oleh supervisor
3. Membuat kebijakan perusahaan untuk mengerjakan SOP dalam melakukan pekerjaan
4. Membuat pelatihan angkat angkut yang ergonomi secara berkala



Keep the load close to your body and lift by pushing up with your legs.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan:

1. Prevalensi nyeri punggung bawah sederhana pada pekerja angkat angkut PT. A sebesar 70.3%
2. Faktor karakteristik pekerja yang berhubungan dengan nyeri punggung bawah sederhana adalah usia, masa kerja dan istirahat kecil setelah periode kerja 15 menit. Faktor agen yang berpengaruh terhadap nyeri punggung bawah sederhana adalah nilai *lifting index*
3. lebih dari 1.0 dan nilai *composite lifting index* lebih dari 3.0. Setelah disandingkan dengan faktor konfounding lainnya ternyata nilai *composite lifting index* lebih dari 3.0 yang mempunyai keterkaitan dengan nyeri punggung bawah sederhana.
4. Faktor sikap tubuh fleksi yang mempunyai hubungan bermakna dengan nyeri punggung bawah sederhana adalah sikap tubuh fleksi lebih dari 45°. Setelah disandingkan dengan faktor konfounding sikap fleksi kuat tetap mempunyai hubungan yang bermakna terhadap timbulnya nyeri punggung bawah.
5. Faktor- faktor *lifting index* mempunyai hubungan yang bermakna terhadap terjadinya nyeri punggung bawah sederhana setelah disandingkan dengan faktor konfounding antara lain *vertical multiplier* <0.89 (setara dengan ketinggian benda asal < 40 cm atau > 110 cm), asimetri *multiplier* < 0.90, dan *horisontal multiplier* < 0.63 (setara dengan jarak horisontal > 40 cm).
6. Faktor yang paling signifikan terhadap nyeri punggung bawah sederhana adalah sikap tubuh fleksi lebih dari 45° dan faktor yang paling berpengaruh terhadap peningkatan nilai *lifting index* adalah faktor *vertical multiplier* < 0.89 .(jarak vertikal < 40 cm atau > 110 cm)

SARAN

1. Bagi pekerja
 - Diadakan pelatihan mengenai cara angkat angkut yang ergonomi
 - Seluruh pekerja angkat angkut diwajibkan untuk melakukan peregangan otot sebelum dan setelah melakukan aktivitas angkat angkut
 - Menggunakan APD berupa *back support* saat mengangkat beban dengan tujuan mengurangi sikap membungkuk

2. Bagi perusahaan:
 - Menyediakan waktu dan sarana untuk diadakan pelatihan sikap dan cara kerja yang ergonomi
 - Membuat SOP mengenai sikap dan cara kerja yang ergonomi yaitu saat mengangkat benda diletakkan sedekat mungkin (40 cm) dengan tubuh, saat melakukan gerakan berputar diikuti oleh sumbu putarnya, saat mengangkat beban yang berada pada ketinggian kurang dari 40 cm dilakukan dari posisi jongkok sehingga beban dialihkan pada tungkai bawah bukan pada punggung bawah
 - Pengawasan kerja yang ergonomi pekerja angkat angkut oleh supervisor
 - Mengadakan pengaturan kembali ketinggian benda pada palet agar tidak melebihi 110 cm
 - Menyediakan sarana APD (*back support*) untuk pekerja angkat angkut
 - Mengadakan pelatihan peregangan otot untuk dilakukan sebelum dan setelah bekerja juga pada saat istirahat kecil
 - Membuat kebijakan untuk wajib melakukan SOP mengenai angkat angkut yang ergonomi dan berolah raga ringan bersama sebelum bekerja

3. Bagi penelitian lebih lanjut
 - Dapat menjadi data dasar untuk pembandingan keberhasilan pelatihan kerja ergonomi (evaluasi) terhadap prevalensi nyeri punggung bawah sederhana
 - Dapat menjadi data dasar untuk melihat efektifitas APD pada pekerja angkat angkut terhadap prevalensi nyeri punggung bawah

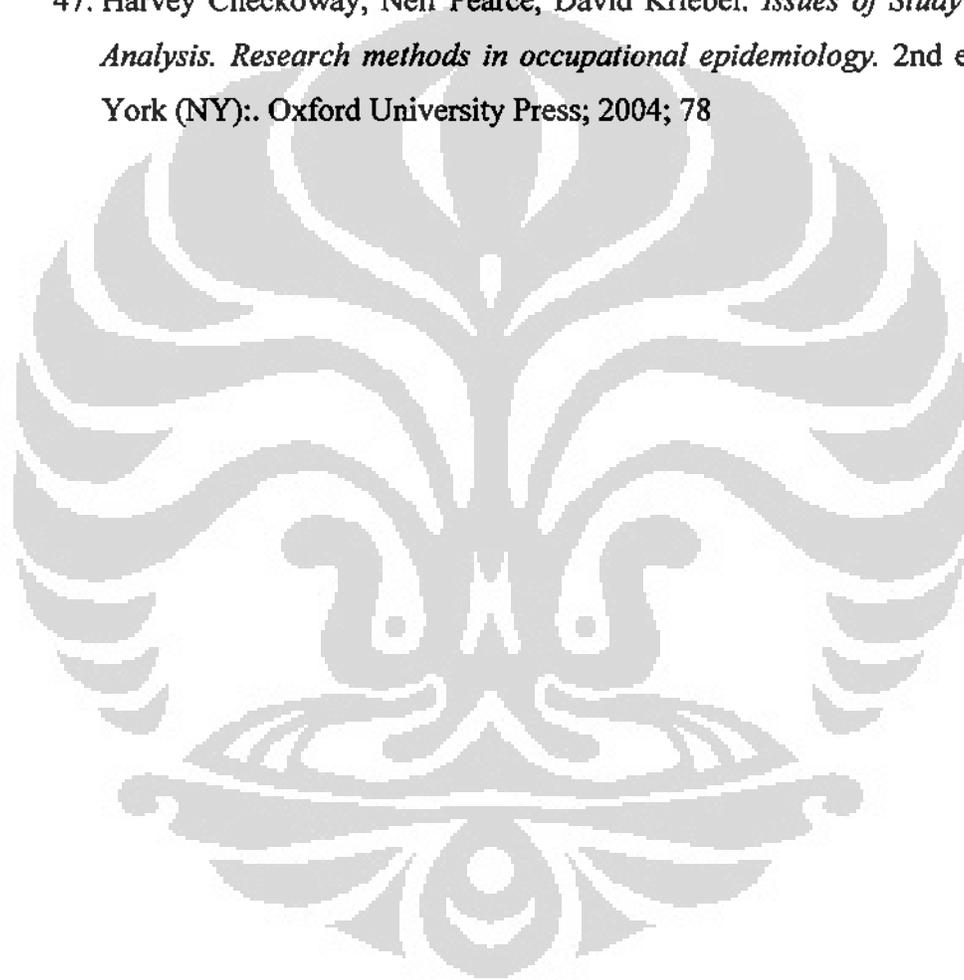
DAFTAR PUSTAKA

1. Anthony H Wheeler. *Pathophysiology of Chronic Back Pain. Pain and Orthopedic Neurology*, Charlotte, North Carolina, 9 July 2007.
2. Cunningham C, Flynn T , Blake C. *Low back pain and occupation among Irish health service workers. Journal Occupational Medicine* 2006 56(7):447-454;.
3. Sadeli HA, Tjahjono B. Nyeri punggung bawah. Dalam: Nyeri Neuropatik, patofisiologi dan penatalaksanaan. Editor: Meliala L, Suryamiharja A, Purba JS, Sadeli HA. *Perdossi*, 2001:145-167
4. Peter A. Rives, MD, Alan B. Douglass, MD. *Evaluation and Treatment of Low Back Pain in Family Practice. Management of Low Back Pain*.
5. Len Kravitz, Ron Andrews. *Fitness and Low Back Pain*.
6. Adnan Siswanti, hubungan antara sikap tubuh waktu bekerja dengan nyeri punggung bawah pada perajin pelat logam. Tesis .Program studi Kedokteran Kerja FKUI 2003
7. Ernawati. Analisis faktor yang berhubungan dengan keluhan nyeri punggung bawah pada pekerja bagian produksi bumbu makanan di pabrik X Purwakarta. Tesis Magister Sains , Program Studi Kedokteran Kerja. Jakarta 2001
8. Burdorf A, Jansen P. *Predicting the long term course of low back pain and its consequences for sickness absence and associated work disability. Occup Environ. Med.* 2006; 63 : 522-529.
9. Roland, M.O et al. *Low Back Pain in Adult*. The back book. London: The Stationary Office. (2002)
10. Michael J.A, David A.G, Roger P.S. *Disorder of Somatic Sensation. Clinical Neurology* 6th .McGraw Hill 2005; 6:200-232
11. Anderson GBJ. *Epidemiological features of chronic low back pain. Lancet* 1999; 354:581-5.
12. Stewart G.E. *Lumbar Spine*. Spine Universe. 2008
13. Prithvi Raj P. *Intervertebral Disc: Anatomy-Physiology-Pathophysiology-Treatment. Pain Practice*, Volume 8, Issue 1, 2008 18–44.
14. Stephen D, Jaenette E , Robert L . *Basic Science in Orthopedic Surgery. Current Diagnosis and Treatment in Orthopedics*.1995; 1 : 1-41

15. Jill PG Urban, Sally Roberts. *Degeneration of the intervertebral disc*. *Arthritis Res Ther*. 2003; 5(3): 120–130.
16. Bellenir, K. *Lumbar spine*. Health Reference Series: Back & Neck Disorder Sourcebook. Detroit, MI: Omnigraphics, Inc.; 1997
17. Stuart M, Stanley A, Andrew . *Rehabilitation of the Patient with Spinal Pain*. *Rehabilitation Medicine Principles and Practice*, 3rd ed.1998;1423-1452
18. Lynn Millar. *Sprains & Strains: What They Are, and What To Do About Them*. American College of Sports Medicine (ACSM). 2005
19. Sidharta P. *Medula Spinalis*. *Anatomi Susunan Saraf Pusat Manusia*. 1986;7:83-105
20. Kurunlahti M. *Association of impaired blood supply with painful lumbar disc degeneration*. Department of Diagnostic Radiology, University of Oulu 2003
21. Augusta A white III, Manohar M. Punjabi. *Physical Properties and Functional Biomechanics of the spine*. *Clinical biomechanics of the spine*. 1978; 1-56
22. Eugene J. Carragee. *Persisten Low Back Pain*. *The New England Journal of medicine* 2005; 352: 1891-1898
23. Harsono, Soeharso. *Nyeri Punggung Bawah*. *Kapita Selekt Neurologi edisi 2*; 2007;265-286
24. Arthur C Guyton. John E Hall. *Somatic Sensation II: Pain, Headache and Thermal sensation*. *Textbook of Medical Physiology ed 11st*.2006; 48:598-609
25. Everett C Hills. *Mechanical Low Back Pain*. 2006, Jun 28.
26. Augusta A white III, Manohar M. Punjabi. *Kinematic of the spine*. *Clinical biomechanics of the spine*. 1978; 61-86
27. Augusta A white III, Manohar M. Punjabi . *The Problem of Clinical Instability in the Human Spine: A Systematic Approach: The Lumbal spine*. 1978; 251 – 254.
28. Barry S.Levy. *Muskuloskeletal Disorder*. *Occupatinal Health Recognizing and Preventing Work Related Disease and Injury ed 4th* .2000;24:503-514
29. Stover H.S. *Back Risk Factor: An Overview*. *Occupational Ergonomic*. London and New York: 2000; 11:129-148

30. Mazloun A, Nozad H ,Kumashiro M. Occupational Low Back Pain among Workers in Some Small Sized Factories in Ardabil , Iran. *Industrial Health* 2006; 44: 135-139
31. Deyo AR, WeinsteinNJ. Low Back Pain. Primary Care. *N. Engl J Med.*2001;5: 363-70
32. Rachel Sulvana. Nyeri punggung bawah pada pekerja perawatan golf di perusahaan x dan faktor – faktor berhubungan. Tesis Magister Sains. Program Studi Kedokteran Kerja FKUI. Jakarta 2005
33. Samara D. Duduk statis lama,relaksasi dan indeks massa tubuh terhadap risiko nyeri punggung bawah pada pekerja wanita percetakan pembuatan kaset video VHS di PT M Cikarang. Tesis Magister Sains. Program Studi Kedokteran Kerja FK-UI. Jakarta 2003
34. Don.B.C, Gunnar B.J, Bernard J. M. *The Structure and Function of The Musculoskeletal System.Occupational Biomechanics* ed 4th .2006; 2: 11 – 36
35. Don.B.C, Gunnar B.J, Bernard J. M. *Method of Classifying and Evaluating Manual Work.Occupational Biomechanics* ed 4th .2006; 7: 161 – 182
36. Riimaki H. Epidemiology of work related back disorders. *Occupational Ergonomic.* London and New York: 2000;2:11-19
37. Robert L.Bratton . *Assessment and Management of Acute Low Back Pain.* *American Academy of Family Physicians.*1999, Nov 15.
38. Atul T Patel, Abna A Ogle. *Diagnosis and Management of Acute Low Back Pain.* *Ameican Family Physician,* 2000.
39. Thomas R Waters,Vern Putz-Anderson, Arun Garg. Applications Manual For the Revised NIOSH Lifting Equation. NIOSH Publication No 94-110
40. Zin Cheung. *Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling.* NIOSH Publication No. 2007-131
41. Richard Seseq, Jennifer Tolbert. Slim RNLE A Simplified Lifting Method fro The Revised NIOSH Lifting Equation.
42. Jurgen C Abela. *A Case of Acute Low Back Pain.* *Malta Medical Journal* Volume 16 : 01 March 2004
43. Trang H. Nguyen, David C. Randolph. *Nonspecific low back pain and return to work.* *Health Care Industry.* *American Family Physician,* Nov 15, 2007

44. John D Rybock. Industrial Low Back Pain. *Occupational Neurology and Clinical Neurotoxicology*.1994;335-344
45. Sudigdo Sastroasmoro. *Dasar-dasar Metodologi Penelitian Klinis* ed 2,2002
46. William L.H, I-Min. L, Russell R.P, Kenneth E.P, et al.*Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation for Adults From the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. Journal of the American Heart Association, Circulation* 2007;116;1081- 1093
47. Harvey Checkoway, Neil Pearce, David Kriebel. *Issues of Study Design and Analysis. Research methods in occupational epidemiology*. 2nd ed. By. New York (NY):. Oxford University Press; 2004; 78



Lampiran 1



UNIVERSITAS INDONESIA

FAKULTAS KEDOKTERAN

Jalan Salemba Raya No. 6 Jakarta Pusat

Pos Box 1358 Jakarta 10430

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

NOMOR : 05 /PT02.FK/ETIK/2009

KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK

ETHICAL -- CLEARANCE

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

"PREVALENSI NYERI PUNGGUNG BAWAH SEDERHANA DAN HUBUNGANNYA DENGAN BEBAN KERJA SERTA FAKTOR YANG BERHUBUNGAN PADA PEKERJA ANGKAT ANGKUT".

Peneliti Utama : dr. SHIERLY HALIM
Name of the principal investigator

Nama Institusi : ILMU KEDOKTERAN KOMUNITAS FKUI

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

Jakarta, 12 Januari 2009



Chairman
Ketua

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

Peneliti wajib menjaga kerahasiaan identitas subyek penelitian.

Universitas Indonesia

Lampiran 2
(Instrumen Penelitian bagi Pekerja)

Penjelasan tentang Penelitian

Saya dr Shierly Halim yang sedang mengadakan penelitian pada depo distribusi PT A dengan izin dari perusahaan. Penelitian ini bertujuan mengetahui faktor – faktor dari pekerjaan angkat angkut yang dapat menyebabkan terjadinya nyeri punggung bawah sehingga dapat dilakukan suatu tindakan pencegahan.

Kegiatan ini akan meliputi:

- Pengisian Kuosioner
- Wawancara
- Pemeriksaan
- Pengamatan kerja

Segala keterangan dan data yang telah didapatkan akan digunakan untuk kepentingan ilmu pengetahuan dan kerahsiaan terjamin, serta tidak akan disebarluaskan dan mempengaruhi pekerjaan .

Bapak/Ibu dapat mengikuti penelitian ini secara sukarela tanpa adanya unsur paksaan.

Saya mengucapkan terima kasih atas waktu dan kesediaan bapak , dengan harapan penelitian ini dapat tercapai dan bermanfaat.

Peneliti

Lampiran 4**KUESIONER PENYARINGAN**

No data pekerja :

Tanggal :

Beri tanda (x) pada satu jawaban yang paling sesuai :

I. Karakteristik Responden

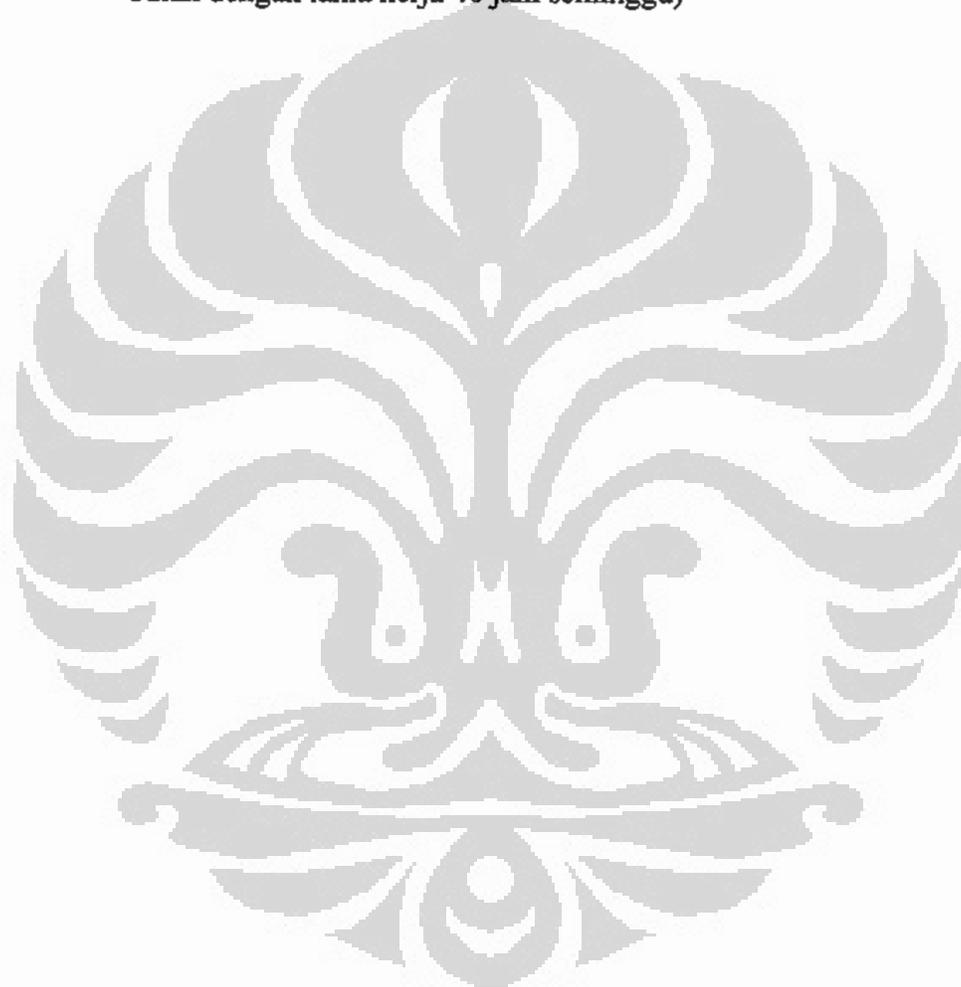
1. Nama lengkap :
2. Umur : Tahun

II. Riwayat penyakit:

3. Apakah anda menderita Rematik ?
0= tidak pernah 1= pernah
4. Apakah anda menderita sakit kencing manis (diabetes mellitus)?
0= tidak pernah 1= pernah
5. Apakah anda pernah mengalami cedera/ kecelakaan/ jatuh yang terkena tulang punggung ?
0= tidak pernah 1= pernah
6. Apakah anda mempunyai riwayat penyakit saraf kejepit (HNP) atau nyeri bokong yang menjalar ke tungkai?
0=tidak pernah 1= pernah
5. 7. Apakah anda pernah mengalami nyeri punggung bawah dalam 6 bulan terakhir?
0= tidak pernah 1= pernah
7. Apakah anda pernah kencing berpasir atau berobat karena penyakit ginjal?
0= tidak pernah 1= pernah

III. Riwayat pekerjaan

8. Sebelum bekerja di bagian ini . Pekerjaan anda(jenis pekerjaan), masa kerja dan lama kerja ditempat itu. (apakah 10% dari jam kerja sehari mengalami salah satu dari faktor risiko nyeri punggung bawah seperti mengangkat benda berat, gerakan berulang-ulang dengan tulang punggung, mendorong, gerakan berputar, dan sudah bekerja di tempat itu minimal 3 bulan dengan lama kerja 40 jam seminggu)



lampiran 5

FORMULIR KUISIONER
"PREVALENSI NYERI PUNGGUNG BAWAH SEDERHANA DAN
FAKTOR YANG BERPENGARUH PADA PEKERJA ANGKAT ANGKUT
MANUAL"

No kuesioner :

Tanggal :

Beri tanda (x) pada satu jawaban yang paling sesuai :

I. Karakteristik Responden

1. Nama lengkap :
2. Umur :Tahun
3. Status perkawinan : a. Kawin b. Belum kawin c. Duda
4. Pendidikan formal terakhir : a. Tidak besekolah
b. Sekolah Dasar/ SD
c. Sekolah Menengah Pertama /SMP
d. Sekolah Menengah Atas / SMA
e. Akademi/ D3
f. Perguruan Tinggi

II. Keluhan nyeri punggung bawah sederhana

6. Apakah setelah bekerja sekarang anda merasakan nyeri / pagal / kram pada punggung bagian bawah?
0= tidak 1=ya
7. Apakah nyeri dirasakan berkurang setelah istirahat?
0= tidak 1= ya
8. Apakah nyeri punggung bawah dirasakan menjalar ke tungkai bawah?
0= tidak 1= ya

III Riwayat pekerjaan sekarang

9. Sudah berapa lama (tahun) pekerja mulai masuk bekerja di bagian angkat angkut sampai hari pekerja mengisi kuesioner?
10. Berapa lama (jam) bekerja dalam seminggu ?
11. Apakah saat bekerja anda melakukan gerakan menekuk dan berputar dengan membawa beban secara berulang-ulang?
0= tidak 1= ya
13. Apakah anda pernah mengikuti pelatihan mengenai tata cara dan petunjuk cara bekerja yang ergonomis.
0= tidak pernah
1= Pernah mengikuti
14. SOP (*Standard Operating Procedure*). Apakah ada petunjuk tertulis tata cara pelaksanaan proses kerja yang benar dari awal bekerja sampai selesai bekerja dan tercantum/ terdapat di tempat bekerja.
 1. Tidak ada SOP
 2. ada SOP
 3. tidak tahu

IV. Kebiasaan

15. Kebiasaan Olah raga
 - Berolah raga dalam 6 bulan terakhir
0= tidak 1= ya
 - Frekuensi olah raga
0= tidak pernah olah raga
1= olah raga < 3 x seminggu
2= olah raga minimal 3 x seminggu
 - Lama olah raga
0= < ½ jam 1= ½ - 1 jam 2= >1 jam

- Kesimpulan

1. baik: berolah raga dalam 6 bulan terakhir, jenis olah raga yang tidak memperburuk NPB, frekwensi teratur 3 x seminggu, lama olah raga minimal 30 menit
2. kurang baik : bila kriteria di atas tidak lengkap

16. Kebiasaan merokok

Apakah anda merokok?

Bila ya, sudah berapa lama anda merokoktahun dan berapa banyak anda merokok dalam sehari.....batang

Kesimpulan:

0 = bukan perokok

1 = perokok ringan (1-200)

2 =perokok sedang (201 -600)

3 =perokok berat (>600)

Lampiran 6**FORMULIR PEMERIKSAAN**

Nama : Tanggal pemeriksaan:
 Umur : Pemeriksa :

Anamnesis :

- Keluhan utama :
- Keluhan tambahan :

I. Pemeriksaan Fisik umum

1. Tekanan darah : mmHg
2. Nadi : x/ menit
3. Abdomen : hati
Limpa
Nyeri ketok CVA
4. Ekstremitas :
5. Lain-lain :

II. Pengukuran Antropometri

1. Tinggi Badan : Cm
2. Berat Badan : kg
3. Indeks Masa Tubuh (IMT)
 1. $IMT < 18,5$ (kurus)
 2. $IMT \geq 18,5 - 25$ (normal)
 3. $IMT > 25$ (gemuk)

III. Pemeriksaan Neurologis

1. Cara berjalan
 - a. jalan biasa/ normal
 - b. jalan antalgik
 - c. sedikit membungkuk dan lutut ditekuk
2. Bentuk kolumna vertebralis lumbo sakral
 - a. normal
 - b. skoliosis

3. Batas lingkup gerakan tulang belakang lumbo sakral

0=normal

1=tidak normal

4. Posisi terlungkup (palpasi):

a. nyeri tekan pada lokasi

0=tidak ada 1=ada

b. spasme otot:

0= tidak ada 1=ada

c. kontour tulang belakang

0=normal 1=tidak normal

5. Posisi berbaring:

a. Pemeriksaan Laseque :

Tungkai kanan: 0=lebih dari 70° 1=kurang dari 70°

Tungkai kanan: 0=lebih dari 70° 1=kurang dari 70°

b. Pemeriksaan Patrick : tungkai kanan: +/-

tungkai kiri : +/-

c. Pemeriksaan kebalikan Patrick: tungkai kanan: +/-

tungkai kiri : +/-

6. Posisi berdiri:

Pemeriksaan Naffziger : +/-

7. Pemeriksaan refleks fisiologis

kanan

kiri

a. refleks tendon lutut

+/-

+/-

b. refleks tendon Achilles

+/-

+/-

8. Pemeriksaan otot

a. tonus otot tungkai

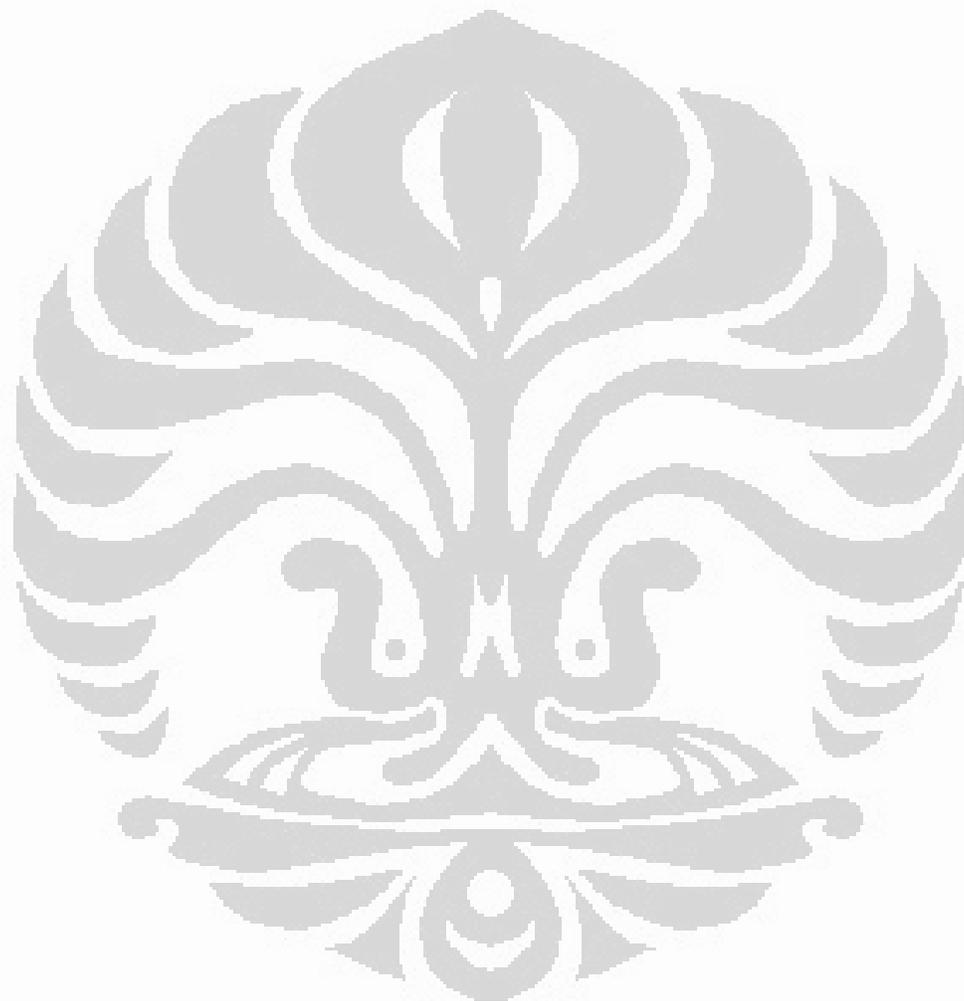
+/-

+/-

9. Kesimpulan diagnosis nyeri punggung bawah sederhana (berdasarkan anamnesis dan pemeriksaan fisik no 1,2,3,4 normal, pemeriksaan fisik no 5,6 negatif dan 7,8 positif)

0= tidak ada nyeri punggung bawah sederhana

1= ada nyeri punggung bawah sederhana



Lampiran 7. Pengamatan kerja

1. Sikap dan cara kerja

- bagaimana posisi yang dilakukan selama bekerja?

Berdiri sambil membungkuk (mengukur sudut dilakukan pada rekaman video)

Berdiri dan berputar (dilihat pada rekaman video)

- adakah kesempatan untuk relaksasi / istirahat selama bekerja?

0= tidak ada 1. Ada setiapmenit

2. Durasi mengangkat

Berapa lama untuk menyelesaikan proses angkat angkut 1 mobil ?

0= kurang dari 1 Jam 1= lebih dari 1 jam

bila kurang dari 1 jam berapa waktu yang dibutuhkanmenit

Berapa lama waktu yang dibutuhkan dari kantor sampai ke tempat tujuan (agen).....jam

Kesimpulan :

Waktu pemulihan = waktu menyelesaikan proses angkat angkut 1 dibagi dengan waktu bekerja ringan (waktu bekerja tidak mengangkat) setelah proses angkat angkut sebelumnya

0= durasi singkat (bekerja angkat angkut ≤ 1 jam, waktu pemulihan ≥ 1.2 kali waktu kerja

1= durasi menengah (bekerja angkat angkut lebih dari 1 jam dan kurang dari 2 jam, waktu pemulihan 0.3 kali waktu kerja)

2= durasi panjang (bekerja 2 sampai 8 jam , waktu pemulihan hanya saat makan siang, istirahat sore)

3. Pengamatan lingkungan kerja

Tinggi tempat kerja

1= < 1.6 m

2= ≥ 1.6 m

Luas tempat kerja

1= < 2.5 m²

2= > 2.5 m²

Kesimpulan : lingkungan tempat kerja

0=baik 1=tidak baik

keterangan :

baik= bila tata letak (tinggi dan luas tempat kerja) memungkinkan untuk pekerja dapat bergerak dengan bebas sehingga tidak menyebabkan timbulnya gerakan janggal.

Tidak baik= bila tata letak (tinggi dan luas tempat kerja) tidak memungkinkan untuk pekerja bergerak bebas sehingga menimbulkan sikap tubuh janggal saat bekerja.

4. Sikap tubuh berputar

- besar sudut:
- frekwensi (kali / menit)
- beban (kg)

5. Sikap tubuh membungkuk

- besar sudut:
- frekwensi (kali / menit)
- beban (kg)

6. Istirahat kecil saat bekerja

- Ada / tidak
- Setiap berapa lama.....menit

lampiran 8

BIAYA PENELITIAN

No	Aktivitas	E	Satuan (rupiah)	Subtotal (rupiah)	Total (rupiah)
1	Persiapan				610.000
	Tinta computer	2	120.000	240.000	
	Kertas per rim	2	35.000	70.000	
	Proposal	1	300.000	300.000	
2	Pengumpulan data				3.410.000
	Alat tulis	130	1.000	130.000	
	Kuisisioner	130	1.000	130.000	
	Suvenir	130	5.000	650.000	
	Pembuatan video	1	2.500.000	2.500.000	
3	Pengolahan data				1.000.000
	Penyusunan akhir	1	1.000.000	1.000.000	
4	Biaya tak terduga	1	1.000.000	1.000.000	1.000.000
	TOTAL				6.020.000

Lampiran 9. Konversi pengukuran

Tabel 1. Konversi jarak horizontal

H (cm)	HM	H (cm)	HM
≤ 25	1.00	46	0.54
28	0.89	48	0.52
30	0.83	50	0.50
32	0.78	52	0.48
34	0.74	54	0.46
36	0.69	56	0.45
38	0.66	58	0.43
40	0.63	60	0.42
42	0.60	63	0.40
44	0.57	>63	0.00

Tabel 2. Konversi jarak vertical

V (cm)	VM	V (cm)	VM
0	0.78	100	0.93
10	0.81	110	0.90
20	0.84	120	0.87
30	0.87	130	0.84
40	0.90	140	0.81
50	0.93	150	0.78
60	0.96	160	0.75
70	0.99	170	0.72
80	0.99	175	0.70
90	0.96	> 175	0.00

Table 3. Konversi perbedaan jarak

D (cm)	DM	D (cm)	DM
≤ 25	1.00	115	0.86
40	0.93	130	0.86
55	0.90	145	0.85
70	0.88	160	0.85
85	0.87	175	0.85
100	0.87	>175	0.00

Table 4. Konversi sudut putar

A (derajat)	AM	A (derajat)	AM
0	0	75	0.76
15	0.95	90	0.71
30	0.90	105	0.66
45	0.86	120	0.62
60	0.81	135	0.57
		> 135	0.00

Tabel 5. Konversi kemudahan benda diangkat

C	CM	
	V < 75 cm	V ≥ 75 cm
Baik	1.00	1.00
Sedang	0.95	1.00
buruk	0.90	0.90

Table 6. Konversi frekuensi mengangkat

frekuensi	Durasi kerja					
	≤ 1jam		1- ≤ 2jam		> 2 - ≤ 8jam	
	V< 75 cm	V=75cm	V< 75cm	V>=75cm	V<75cm	V>=75cm
≤0.2	1.00	1.00	0.95	0.95	0.85	0.85
0.5	0.97	0.97	0.92	0.92	0.81	0.81
1	0.94	0.94	0.88	0.88	0.75	0.75
2	0.91	0.91	0.84	0.84	0.65	0.65
3	0.88	0.88	0.79	0.79	0.55	0.55
4	0.84	0.84	0.72	0.72	0.45	0.45
5	0.80	0.80	0.60	0.60	0.35	0.35
6	0.75	0.75	0.50	0.50	0.27	0.27
7	0.70	0.70	0.42	0.42	0.22	0.22
8	0.60	0.60	0.35	0.35	0.18	0.18
9	0.52	0.52	0.30	0.30	0.00	0.15
10	0.45	0.45	0.26	0.26	0.00	0.13
11	0.41	0.41	0.00	0.23	0.00	0.00
12	0.37	0.37	0.00	0.21	0.00	0.00
13	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
>15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Lampiran 10. Perhitungan Lifting index

Perhitungan lifting Index dan hasil pengamatan lingkungan kerja

Angkat angkut gallon:

1 mobil box berisi 144 gallon air, yang akan diisi oleh 2 orang pekerja angkat angkut. Satu orang pekerja bagian gallon dalam 1 shift kerja (8 jam) melakukan kegiatan angkat angkut sebanyak 6 kali ke dalam mobil box dengan kecepatan pemindahan gallon dari palet ke dalam mobil box: 39 gallon dalam 15 menit. Jadi frekuensi melakukan gerakan janggal (membungkuk dan berputar) sebanyak 39 / 15 menit = 2.6 kali / menit

beban 1 gallon sebesar 20 kg

lifting index:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times CM \times FM$$

$$LC = 23 \text{ kg}$$

$$HM = 37 \text{ cm} = 0.67$$

$$VM = 70 \text{ cm} = 0.99$$

$$DM = 20 = 1$$

$$AM = 1 \text{ (tidak ada gerakan berputar)}$$

$$CM = 0.9 \text{ (benda sulit dipegang / buruk)}$$

$$FM = 2.6 = 0.89$$

$$L = 20 \text{ kg}$$

$$RWL = 23 \times 0.67 \times 0.99 \times 1 \times 1 \times 0.9 \times 0.89$$

$$RWL = 12.22$$

$$LI = L / RWL$$

$$LI = 20 / 12.2 = 1.64$$

Composite lifting index:

$$= STLI_1 + FILI_2 \times (1 / FM_{1+2} - 1 / FM_1) + FILI_3 \times (1 / FM_{1+2+3} - 1 / FM_{1+2}) +$$

.....

V asal	V tujuan	L	LC	HM	VM	DM	AM	CM	FIRWL	FM	STRWL	FILI	STLI	NO
10	90	20	23	0.67	0.81	0.87	1	0.9	9.77	0.89	8.70	2.05	2.30	3
10	148	20	23	0.67	0.81	0.86	1	0.9	9.66	0.89	8.60	2.07	2.33	2
40	90	20	23	0.67	0.9	0.9	1	0.9	11.23	0.89	10.00	1.78	2.00	7
40	148	20	23	0.67	0.9	0.86	1	0.9	10.73	0.89	9.55	1.86	2.09	5
70	90	20	23	0.67	0.99	1	1	0.9	13.73	0.89	12.22	1.46	1.64	12
70	148	20	23	0.67	0.99	0.87	1	0.9	11.95	0.89	10.63	1.67	1.88	10
100	90	20	23	0.67	0.93	1	1	0.9	12.90	0.89	11.48	1.55	1.74	11
100	148	20	23	0.67	0.93	0.91	1	0.9	11.74	0.89	10.45	1.70	1.91	9
130	90	20	23	0.67	0.84	0.93	1	0.9	10.83	0.89	9.64	1.85	2.07	6
130	148	20	23	0.67	0.84	1	1	0.9	11.65	0.89	10.37	1.72	1.93	8
160	90	20	23	0.67	0.75	0.88	1	0.9	9.15	0.89	8.15	2.18	2.45	1
160	148	20	23	0.67	0.75	1	1	0.9	10.40	0.89	9.26	1.92	2.16	4

Composite lifting index:

$$\begin{aligned}
 &= \text{STLI} + \text{FILI} 2 \times (1/\text{FM}_{1+2} - 1/\text{FM}_1) + \text{FILI} 3 \times (1/\text{FM}_{1+2+3} - 1/\text{FM}_{1+2} + \text{FILI} 4 \times (1/\text{FM}_{1+2+3+4} - 1/\text{FM}_{1+2+3})) + \\
 &\text{FILI} 5 \times (1/\text{FM}_{1+2+3+4+5} - 1/\text{FM}_{1+2+3+4}) \\
 &= 2.45 + 2.07 \times (1/0.78 - 1/0.89) + 2.05 \times (1/0.61 - 1/0.78) + 1.92 \times (1/0.44 - 1/0.61) + 1.86 \times (1/0.34 - 1/0.44) \\
 &= 2.45 + (2.07 \times 0.16) + (2.05 \times 0.35) + (1.92 \times 0.64) + (1.86 \times 0.72) \\
 &= 2.45 + 0.33 + 0.72 + 1.23 + 1.34 \\
 &= 6.07
 \end{aligned}$$

Keterangan:

tidak berisiko NPBS = LI \leq 1.0 atau CLI \leq 3.0

berisiko NPBS = LI > 1.0 atau CLI > 3.0

Angkat angkut kemasan ,beban 6 – 10 kg:

1 mobil box berisi 378 box air, yang akan diisi oleh 2 orang pekerja angkat angkut .Satu orang pekerja bagian kemasan dalam 1 shift kerja (8 jam) melakukan kegiatan angkat angkut pemindahan kemasan dari palet ke dalam mobil box dengan kecepatan 60 karton kemasan dalam 16 menit. Jadi frekuensi melakukan gerakan janggal (membungkuk dan berputar) sebanyak $60 / 16$ menit = 6 kali / menit

beban 1 kemasan sebesar 8.8 kg

lifting index:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times CM \times FM$$

$$LC = 23 \text{ kg}$$

$$HM = 52 \text{ cm} = 0.48$$

$$VM = 84 \text{ cm} = 0.99$$

$$DM = 30 \text{ cm} = 1$$

$$AM = 60^\circ \text{ (tidak diikuti sumbu putarnya)} = 0.81$$

$$CM = \text{mudah dipegang / sedang} = 1$$

$$FM = 60 / 16 \text{ menit} =$$

$$L = 8.8 \text{ kg}$$

$$RWL = 23 \times 0.48 \times 0.99 \times 0.96 \times 0.81 \times 1 \times 0.81$$

$$RWL = 6.88$$

$$LI = L / RWL$$

$$LI = 8.8 / 6.88 = 1.28$$

Composite lifting index:

$$= STLI_1 + FILI_2 \times (1/FM_{1+2} - 1/FM_1) + FILI_3 \times (1/FM_{1+2+3} - 1/FM_{1+2}) + \dots$$

V	asal	tujuan	L	LC	HM	VM	DM	AM	CM	FIRWL	FM	STRWL	FILI	STLI	NO
138	0	8.8	23	0.48	0.81	0.85	0.81	1	1	6.16	0.81	4.99	1.43	1.76	2
120	18	8.8	23	0.48	0.87	0.87	0.81	1	1	6.77	0.81	5.48	1.30	1.61	4
102	36	8.8	23	0.48	0.93	0.88	0.81	1	1	7.32	0.81	5.93	1.20	1.48	6
84	54	8.8	23	0.48	0.99	0.96	0.81	1	1	8.50	0.81	6.88	1.04	1.28	8
66	90	8.8	23	0.48	0.99	1	0.81	0.95	0.95	8.41	0.81	6.81	1.05	1.29	7
48	108	8.8	23	0.48	0.93	0.9	0.81	0.95	0.95	7.11	0.81	5.76	1.24	1.53	5
30	126	8.8	23	0.48	0.87	0.87	0.81	0.95	0.95	6.43	0.81	5.21	1.37	1.69	3
12	144	8.8	23	0.48	0.81	0.86	0.81	0.95	0.95	5.92	0.81	4.79	1.49	1.84	1

Composite lifting index:

$$\begin{aligned}
 &= \text{STLI} + \text{FILI} \times (1/\text{FM}_{1+2} - 1/\text{FM}_1) + \text{FILI} \times 3 \times (1/\text{FM}_{1+2+3} - 1/\text{FM}_{1+2}) + \text{FILI} \times 4 \times (1/\text{FM}_{1+2+3+4} - 1/\text{FM}_{1+2+3}) \\
 &= 1.84 + 1.43 \times (1/0.65 - 1/0.81) + 1.37 \times (1/0.4 - 1/0.65) + 1.3 (1/0.28 - 1/0.4) \\
 &= 1.84 + (1.43 \times 0.3) + (1.37 \times 0.97) + (1.3 \times 1.57) \\
 &= 1.84 + 0.43 + 1.33 + 2.04 \\
 &= 5.64
 \end{aligned}$$

Keterangan:

tidak berisiko NPBS = $LI \leq 1.0$ atau $CLI \leq 3.0$

berisiko NPBS = $LI > 1.0$ atau $CLI > 3.0$

Angkat angkut kemasan ,beban 11 - 15 kg:

1 mobil box berisi 272 box air, yang akan diisi oleh 2 orang pekerja angkat angkut .Satu orang pekerja bagian kemasan dalam 1 shift kerja (8 jam) melakukan kegiatan angkat angkut pemindahan kemasan dari palet ke dalam mobil box sebanyak 6 kali sehari dengan kecepatan : 36 karton kemasan dalam 15 menit. Jadi frekuensi melakukan gerakan janggal (membungkuk dan berputar) sebanyak $36 / 15 \text{ menit} = 2.4 \text{ kali / menit}$

beban 1 kemasan sebesar 12.2 kg

lifting index:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times CM \times FM$$

$$LC = 23 \text{ kg}$$

$$HM = 32 \text{ cm} = 0.78$$

$$VM = 75 \text{ cm} = 0.99$$

$$DM = 33 \text{ cm} = 0.96$$

$$AM = 45^\circ \text{ (diikuti sumbu putarnya) } = 0.86$$

$$CM = 1 \text{ (mudah dipegang / sedang)}$$

$$FM = 60 / 16 \text{ menit} = 0.9$$

$$L = 12.2 \text{ kg}$$

$$RWL = 23 \times 0.78 \times 0.99 \times 0.96 \times 0.86 \times 1 \times 0.9$$

$$RWL = 13.20$$

$$LI = L / RWL$$

$$LI = 12.2 / 13.2 = 0.92$$

Composite lifting index:

$$= STLI_1 + FILI_2 \times (1/FM_{1+2} - 1/FM_1) + FILI_3 \times (1/FM_{1+2+3} - 1/FM_{1+2}) + \dots$$

V asal	V tujuan	L	LC	HM	VM	DM	AM	CM	FIRWL	FM	STRWL	FILI	STLI	NO
117	0	12.2	23	0.78	0.87	0.86	0.86	1	11.54	0.9	10.39	1.06	1.17	3
96	21	12.2	23	0.78	0.93	0.88	0.86	1	12.63	0.9	11.36	0.97	1.07	4
75	42	12.2	23	0.78	0.99	0.96	0.86	1	14.66	0.9	13.20	0.83	0.92	6
54	63	12.2	23	0.78	0.93	1	0.86	0.95	13.63	0.9	12.27	0.90	0.99	5
33	84	12.2	23	0.78	0.87	0.9	0.86	0.95	11.48	0.9	10.33	1.06	1.18	2
12	105	12.2	23	0.78	0.81	0.87	0.86	0.95	10.33	0.9	9.30	1.18	1.31	1

Composite lifting index:

$$\begin{aligned}
 &= \text{STLI} + \text{FILI}2 \times (1/\text{FM}_{1+2} - 1/\text{FM}_1) + \text{FILI}3 \times (1/\text{FM}_{1+2+3} - 1/\text{FM}_{1+2}) + \text{FILI}4 \times (1/\text{FM}_{1+2+3+4} - 1/\text{FM}_{1+2+3}) + \\
 &\text{FILI}5 \times (1/\text{FM}_{1+2+3+4+5} - 1/\text{FM}_{1+2+3+4}) + \text{FILI}6 \times (1/\text{FM}_{1+2+3+4+5+6} - 1/\text{FM}_{1+2+3+4+5}) \\
 &= 1.31 + 1.06 \times (1/0.81 - 1/0.9) + 1.06 \times (1/0.68 - 1/0.81) + 0.97 (1/0.48 - 1/0.68) + 0.9 (1/0.37 - 1/0.48) + 0.83 (1/0.3 - \\
 &1/0.37) \\
 &= 1.31 + (1.06 \times 0.13) + (1.06 \times 0.24) + (0.97 \times 0.61) + (0.9 \times 0.62) + (0.83 \times 0.63) \\
 &= 1.31 + 0.14 + 0.25 + 0.59 + 0.56 + 0.52 \\
 &= 3.37
 \end{aligned}$$

Keterangan:

tidak berisiko NPBS = LI \leq 1.0 atau CLI \leq 3.0

berisiko NPBS = LI > 1.0 atau CLI > 3.0

Lampiran 11.

DATA DASAR

no	npb	usia	tinggi	imt	masa	cli	li	fleksi	raga	rokok	istirahat	beban	HM		VM		DM		CM	FM
													avg	avg	avg	avg				
1	1	35	165	19.2	7	8.5	2.1	68	1	0	15	20	0.69	0.87	0.92	0.76	0.9	0.88		
2	1	42	162	23.2	15	7.1	1.7	60	1	2	15	20	0.83	0.87	0.92	0.76	0.9	0.91		
3	0	25	173	19.5	6	2.5	1	45	1	1	10	7	0.5	0.90	0.91	0.86	1.0	0.75		
4	1	35	164	28.8	6	9	2.4	58	1	1	15	19	0.46	0.89	0.90	0.86	1.0	0.88		
5	0	35	165	20.9	12	2.6	0.9	44	1	1	10	7	0.54	0.90	0.91	0.86	1.0	0.75		
6	0	28	173	19.4	8	2.8	1	40	1	1	10	9	0.61	0.90	0.90	0.9	1.0	0.8		
7	1	45	171	20.4	12	6.5	1.8	49	1	1	15	20	0.78	0.87	0.92	0.76	0.9	0.88		
8	1	35	170	23.3	7	9.6	2.7	63	1	0	10	19	0.42	0.89	0.90	0.86	1.0	0.88		
9	1	28	173	18.3	8	5.9	1.9	59	1	1	15	20	0.74	0.87	0.92	0.76	0.9	0.88		
10	1	43	175	20.8	17	6.7	1.7	54	1	0	15	20	0.83	0.87	0.93	0.76	0.9	0.91		
11	1	31	171	27.7	8	7.4	2.3	56	1	1	15	15	0.45	0.90	0.91	0.81	1.0	0.88		
12	0	27	170	25.1	6	3.7	1.4	42	1	1	10	15	0.71	0.90	0.91	0.86	1.0	0.8		
13	1	35	162	22.3	10	8.9	2.8	64	1	2	10	15	0.42	0.90	0.91	0.76	1.0	0.8		
14	1	34	163	21.3	11	5.6	1.3	47	1	1	15	9	0.48	0.90	0.90	0.81	1.0	0.84		
15	1	32	164	22.4	9	8.8	2.6	55	1	1	15	15	0.41	0.90	0.91	0.76	1.0	0.88		
16	1	35	159	22.2	10	8.9	2.2	61	1	2	15	20	0.63	0.87	0.92	0.76	0.9	0.91		
17	1	28	167	24.2	7	8.7	2.2	68	1	1	15	20	0.66	0.87	0.92	0.76	0.9	0.91		
18	1	33	166	21.9	9	7.8	2.1	64	1	2	15	20	0.69	0.87	0.92	0.76	0.9	0.88		
19	1	35	174	19.9	10	9.8	2.6	61	1	2	10	19	0.45	0.89	0.90	0.81	1.0	0.88		
20	1	39	165	20.9	18	3.4	1	43	1	1	10	12	0.74	0.90	0.91	0.9	1.0	0.8		
21	1	41	170	23.9	15	5.2	1.5	40	1	0	15	12	0.5	0.90	0.91	0.86	1.0	0.88		
22	1	42	165	24.9	16	6.9	1.7	55	1	0	15	20	0.83	0.87	0.92	0.76	0.9	0.91		
23	0	43	159	22.8	10	5.1	1.3	35	1	1	10	20	0.83	0.87	0.92	1	0.9	0.91		
24	0	42	160	24.6	14	5.4	1.2	37	0	0	15	20	0.89	0.87	0.93	1	0.9	0.91		
25	1	38	167	23.4	9	8.6	2.4	32	1	2	15	20	0.6	0.87	0.92	0.76	0.9	0.88		

no	npb	usia	tinggi	imt	masa cili	li	fleksi	raga	rokok	istirahat	beban	HM avg	VM avg	DM avg	AM	CM	FM
51	1	34	161	25.7	13	8.3	2	45	1	15	20	0.71	0.87	0.92	0.76	0.9	0.91
52	0	35	165	17.9	6	5.2	1.3	57	1	15	20	0.86	0.87	0.92	1	0.9	0.91
53	1	31	165	18.5	7	9.1	2.5	73	1	15	20	0.58	0.87	0.92	0.76	0.9	0.88
54	1	35	162	25.9	13	8.3	2.2	40	1	15	20	0.66	0.87	0.92	0.76	0.9	0.91
55	0	32	167	30.9	10	5.1	1.3	50	1	15	20	0.83	0.87	0.92	1	0.9	0.91
56	1	35	158	24.8	10	7.6	2.2	48	1	10	15	0.45	0.90	0.91	0.86	1.0	0.84
57	1	40	162	34.4	12	8.6	2.1	35	1	15	20	0.67	0.87	0.92	0.76	0.9	0.91
58	1	40	157	21.2	11	7.2	2	45	1	15	20	0.74	0.87	0.92	0.76	0.9	0.88
59	0	34	164	22.5	11	5.3	1.4	44	1	15	20	0.8	0.87	0.92	1	0.9	0.91
60	1	31	160	18.6	9	9.6	2.3	49	1	15	20	0.63	0.87	0.92	0.76	0.9	0.91
61	1	33	171	23.8	7	9.4	2.5	55	1	15	20	0.58	0.87	0.92	0.76	0.9	0.91
61	1	43	165	21.2	20	8	2.3	50	1	15	20	0.64	0.87	0.92	0.76	0.9	0.88
63	1	44	158	20.7	20	5.6	1.5	26	1	15	20	0.71	0.87	0.92	1	0.9	0.91
64	1	33	156	25.5	13	8.3	2.4	46	1	15	20	0.6	0.87	0.92	0.76	0.9	0.91
65	1	32	173	21.2	10	4	1.2	52	1	15	12	0.63	0.90	0.91	0.86	1.0	0.88
66	1	28	167	19.3	8	8.9	2.5	49	1	10	15	0.42	0.90	0.91	0.81	1.0	0.84
67	1	48	165	19.5	11	5.7	1.4	48	1	15	20	0.78	0.87	0.92	1	0.9	0.91
68	1	41	162	24.9	17	7.7	2	54	1	15	20	0.71	0.87	0.92	0.76	0.9	0.91
69	1	43	169	22.3	16	7.4	1.9	62	1	15	20	0.76	0.87	0.92	0.76	0.9	0.91
70	0	47	157	23.9	13	5.1	1.2	45	1	15	20	0.89	0.87	0.92	1	0.9	0.91
71	1	35	160	24.8	8	6.8	1.9	53	1	15	20	0.71	0.87	0.92	1	0.9	0.88
72	1	49	166	21.2	15	9.1	2.2	55	1	15	20	0.64	0.87	0.92	0.76	0.9	0.91
73	1	35	178	22.1	8	9.7	2.4	67	0	15	20	0.59	0.87	0.92	0.76	0.9	0.91
74	1	39	168	19.6	7	8.4	2.1	70	1	15	20	0.67	0.87	0.92	0.76	0.9	0.91
75	1	42	164	22.3	15	7.4	1.9	49	1	15	20	0.74	0.87	0.92	0.76	0.9	0.91

no	npb	usia	tinggi	imt	masa	cli	li	fleksi	raga	rokok	istirahat	beban	HM		VM		DM		AM	CM	FM
													avg	avg	avg	avg					
76	1	34	156	19.6	10	7.8	2.2	38	1	1	15	20	0.66	0.87	0.92	0.76	0.9	0.88	0.76	0.9	0.88
77	1	28	161	20.1	5	7.5	2.2	54	1	1	10	15	0.44	0.90	0.91	0.86	1.0	0.84	0.86	1.0	0.84
78	1	43	166	23.1	17	7.6	2.4	59	1	0	10	15	0.41	0.90	0.91	0.86	1.0	0.88	0.86	1.0	0.88
79	1	35	166	21.5	7	6.4	2	58	1	1	10	15	0.52	0.90	0.91	0.81	1.0	0.88	0.81	1.0	0.88
80	1	28	163	20.4	10	8.1	2.3	38	1	1	10	15	0.46	0.90	0.91	0.81	1.0	0.84	0.81	1.0	0.84
81	0	32	167	20.0	10	6.2	1.6	35	1	1	15	15	0.6	0.90	0.91	0.86	1.0	0.88	0.86	1.0	0.88
82	1	28	167	26.8	8	7	2.2	53	1	2	10	15	0.47	0.90	0.91	0.86	1.0	0.8	0.86	1.0	0.8
83	1	38	151	24.6	14	5.4	1.9	49	1	1	15	15	0.5	0.90	0.91	0.86	1.0	0.88	0.86	1.0	0.88
84	1	27	164	28.0	8	5.1	1.5	67	1	1	10	12	0.52	0.90	0.91	0.86	1.0	0.8	0.86	1.0	0.8
85	1	35	159	24.9	12	9.6	2.7	59	1	2	10	19	0.45	0.89	0.90	0.81	1.0	0.88	0.81	1.0	0.88
86	1	25	171	24.6	7	7.2	2	46	1	0	10	15	0.49	0.90	0.91	0.86	1.0	0.84	0.86	1.0	0.84
87	1	39	175	24.1	20	4.6	1.4	32	1	2	10	12	0.57	0.90	0.91	0.81	1.0	0.88	0.81	1.0	0.88
88	1	35	166	18.4	5	3.5	0.9	46	1	1	15	12	0.78	0.90	0.91	0.86	1.0	0.88	0.86	1.0	0.88
89	1	34	157	19.8	9	6.1	2.1	51	1	1	10	15	0.54	0.90	0.91	0.76	1.0	0.84	0.76	1.0	0.84
90	1	33	170	17.2	10	8.8	2.4	50	1	0	10	19	0.47	0.89	0.90	0.86	1.0	0.84	0.86	1.0	0.84
91	0	35	164	24.8	14	2.8	1	32	1	0	10	9	0.61	0.90	0.90	0.9	1.0	0.75	0.9	1.0	0.75
92	0	28	164	20.2	5	3.4	0.9	37	1	1	10	12	0.78	0.90	0.91	0.86	1.0	0.91	0.86	1.0	0.91
93	0	34	161	21.0	7	3.3	1	40	1	1	15	12	0.74	0.90	0.91	0.86	1.0	0.91	0.86	1.0	0.91
94	0	26	169	21.8	7	4.6	1.4	52	1	2	10	15	0.68	0.90	0.91	0.86	1.0	0.91	0.86	1.0	0.91
95	0	32	165	27.5	9	4	1.3	45	1	0	10	12	0.63	0.90	0.91	0.9	1.0	0.8	0.9	1.0	0.8
96	0	29	165	23.4	10	3.5	1.2	35	1	2	10	12	0.71	0.90	0.91	0.81	1.0	0.84	0.81	1.0	0.84
97	0	27	164	28.0	8	2.6	0.9	30	1	1	10	7	0.54	0.90	0.91	0.86	1.0	0.7	0.86	1.0	0.7
98	0	33	161	26.0	1	1.9	0.7	38	1	0	10	7	0.69	0.90	0.91	0.81	1.0	0.8	0.81	1.0	0.8
99	0	32	169	24.0	10	2.4	0.9	45	1	1	10	9	0.69	0.90	0.90	0.81	1.0	0.8	0.81	1.0	0.8
100	1	27	167	21.0	7	9.2	2.4	44	1	1	10	19	0.48	0.89	0.90	0.81	1.0	0.88	0.81	1.0	0.88