



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**GAMBARAN TINGKAT RISIKO DAN KELUHAN  
*CUMULATIVE TRAUMA DISORDERS* (CTDs) PADA  
PEKERJA *ASSEMBLY LINE* PT NGK BUSI INDONESIA  
TAHUN 2012**

**SKRIPSI**

**ISNI ALFIA NUR FAUZIA  
0806336343**

**DEPARTEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS INDONESIA  
DEPOK  
JUNI 2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**GAMBARAN TINGKAT RISIKO DAN KELUHAN  
*CUMULATIVE TRAUMA DISORDERS* (CTDs) PADA  
PEKERJA *ASSEMBLY LINE* PT NGK BUSI INDONESIA  
TAHUN 2012**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Kesehatan Masyarakat**

**ISNI ALFIA NUR FAUZIA  
0806336343**


**DEPARTEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS INDONESIA  
DEPOK  
JUNI 2012**

**HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

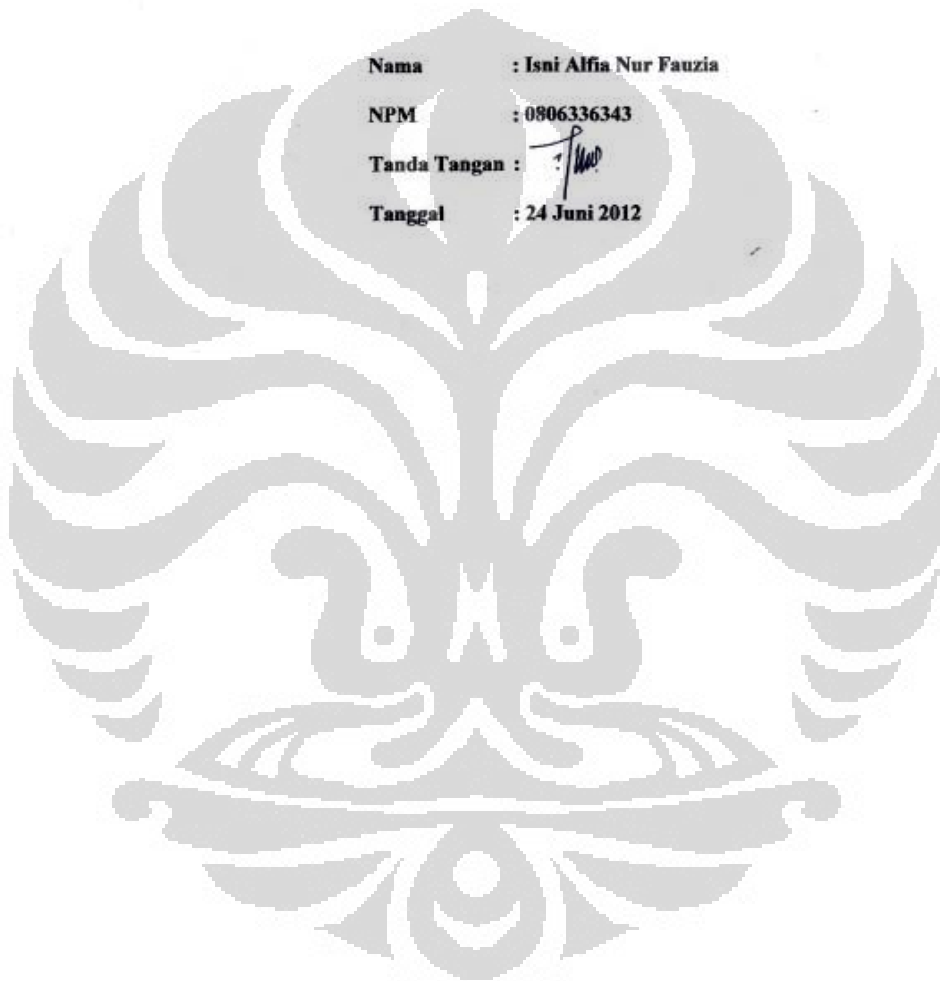
**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Isni Alfia Nur Fauzia**

**NPM : 0806336343**

**Tanda Tangan :** 

**Tanggal : 24 Juni 2012**



## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Isnii Alfia Nur Fauzia  
NPM : 0806336343  
Program Studi : Kesehatan Masyarakat  
Judul Skripsi : Gambaran Tingkat Risiko dan Keluhan  
*Cumulative Trauma Disorders* (CTDs) pada Pekerja  
*Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. dr. L. Meily Kurniawidjaja, M.Sc., Sp.Ok. (.....)

Penguji : Dr. dr. Zulkifli Djunaidi, MECH, M.App.Sc. (.....)

Penguji : Ir. Bernardus Mbulu (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 27 Juni 2012

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Isni Alfia Nur Fauzia

NPM : 0806336343

Mahasiswa Program : S1 Reguler Kesehatan Masyarakat

Tahun Akademik : 2011/2012

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

“Gambaran Tingkat Risiko dan Keluhan *Cumulative Trauma Disorders (CTDs)* pada Pekerja *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012”

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 24 Juni 2012



(Isni Alfia Nur Fauzia)

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Isni Alfia Nur Fauzia  
Tempat tanggal lahir : Yogyakarta, 4 September 1989  
Agama : Islam  
Alamat : Jl. Material No. 25, Kecamatan Jagakarsa, Kelurahan  
Srengseng Sawah, Jakarta Selatan 12640  
☎ (0752) 7750048  
☎ (0821) 23306427  
✉ [fi2\\_poenya@yahoo.com](mailto:fi2_poenya@yahoo.com)  
✉ [fi2math07@gmail.com](mailto:fi2math07@gmail.com)

Riwayat Pendidikan :

Tahun 2008 – 2012	Program Sarjana K3 FKM UI
Tahun 2004 – 2007	SMA Negeri 1 Payakumbuh
Tahun 2001 – 2004	SMP Negeri 1 Harau
Tahun 1995 – 2001	SD Negeri Glagah I Yogyakarta

## KATA PENGANTAR

Segenap puji dan syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan kesempatan sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul *Gambaran Tingkat Risiko dan Keluhan Cumulative Trauma Disorders (CTDs) pada Pekerja Assembly Line PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012* ini. Dalam penyusunan skripsi ini, Penulis tidak terlepas dari peran dan dukungan berbagai pihak. Pada kesempatan ini, Penulis mengucapkan terima kasih yang dalam kepada:

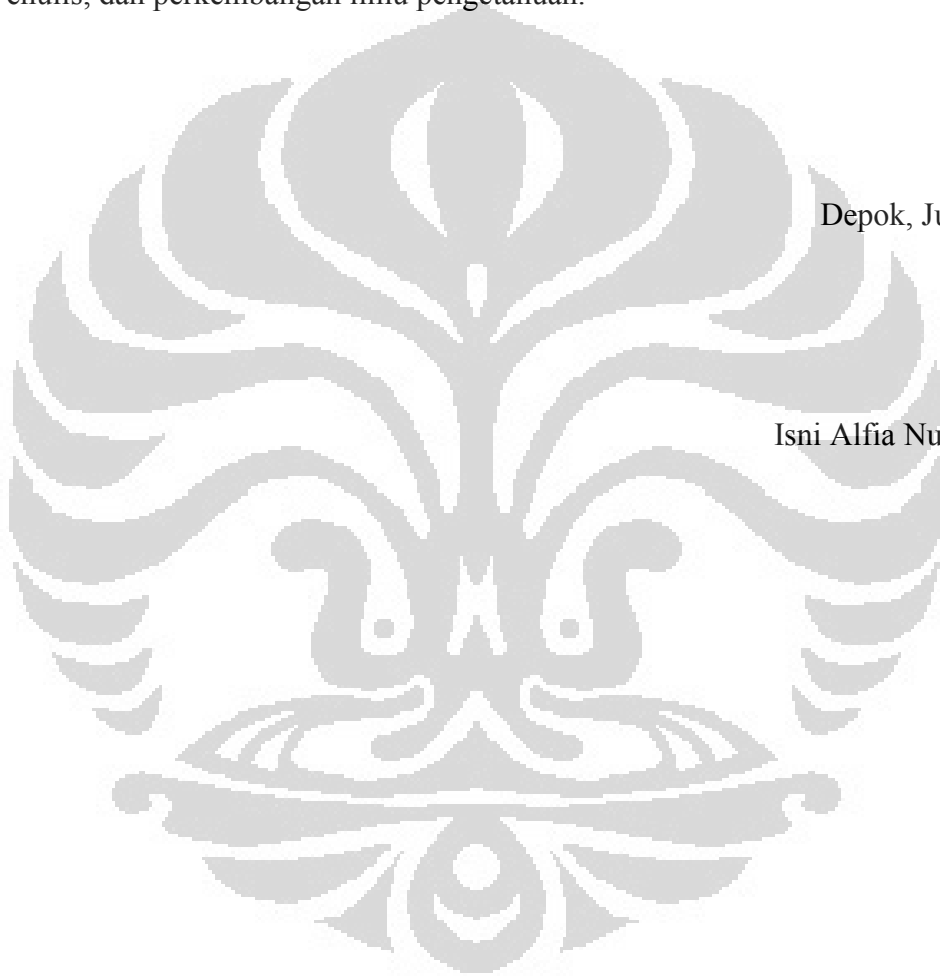
1. DR. dr. L. Meily Kurniawidjaja, M. Sc., Sp. Ok. selaku dosen Pembimbing Akademik dan Pembimbing Skripsi yang selalu memberikan bimbingan dan arahan terbaik yang mendorong Penulis untuk lebih baik.
2. DR. dr. Zulkifli Djunaidi, MECH, M.App.Sc. yang telah bersedia menjadi penguji dalam pada sidang skripsi Penulis.
3. Ir. Bernardus Mbulu yang telah meluangkan waktunya untuk menjadi penguji luar pada sidang skripsi Penulis.
4. HSE Departemen PT NGK Busi Indonesia, Bapak Rachman, Bapak Bernardus Mbulu, Bapak Iwan Kurniawan, Ibu Wiwiek Winarsih, dan suster Ariyani atas segala kemudahan dan bantuan selama Penulis melakukan penelitian.
5. Seluruh *foreman Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia yang telah banyak membantu Penulis dalam pengumpulan data.
6. Ibu Evi selaku HRD PT NGK Busi Indonesia yang telah membantu Penulis dalam proses administrasi.
7. Kedua orang tua, adik, dan keluarga besar Penulis yang selalu ada di dalam hati dan memberikan makna tersendiri bagi hidup Penulis.
8. Teman-teman K3 2008, terima kasih banyak atas atmosfer semangatnya. Spesial untuk teman-teman “Semangat”, Ayu, Trio, Tina, Yona, Maria, Pipi, dan semua “Semangat”.
9. *Bro* Nurvi Oktiani yang selalu memberikan suntikan semangat dan rasa kebersamaan. Semoga satu per satu cita-cita kita tercapai, *bro*.

10. *Uni Wati* yang selalu membangun tekad Penulis untuk *go and study abroad*. Sampai jumpa di 3 menara bersama Fifi dan *Bro Opi*, *Un..*
11. Seluruh pihak-pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan banyak dukungan dan ilmu kepada Penulis.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca, Penulis, dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Depok, Juni 2012

Isni Alfia Nur Fauzia





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

---

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

Nama : Isni Alfia Nur Fauzia  
NPM : 0806336343  
Program Studi : Sarjana Kesehatan Masyarakat  
Departemen : Keselamatan dan Kesehatan Kerja  
Fakultas : Kesehatan Masyarakat  
Jenis Karya : Skripsi

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

“Gambaran Tingkat Risiko dan Keluhan *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs) pada Pekerja *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012”

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti noneksklusif ini Universitas Indonesia bebas menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merewet dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada Tanggal : 25 Juni 2012

Yang menyatakan



(Isni Alfia Nur Fauzia)

## ABSTRAK

Nama : Isni Alfia Nur Fauzia  
Program Studi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja  
Judul : Gambaran Tingkat Risiko dan Keluhan *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs) pada Pekerja *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Penelitian ini membahas tentang gambaran tingkat risiko dan keluhan CTDs pada pekerja *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia yang bekerja dengan posisi duduk statis. Faktor risiko yang dikaji dalam penelitian ini adalah faktor risiko ergonomi (postur janggal, durasi, dan frekuensi) dengan metode RULA serta faktor individu (usia, jenis kelamin, riwayat penyakit, kebiasaan merokok, masa kerja, dan IMT). Penelitian ini bersifat deskriptif dengan desain studi *cross sectional*. Hasil penelitian menunjukkan risiko sangat tinggi terdapat pada proses pengisian *metal shell* dan *sheet packing*, pemasangan *insulator* dan *lower wire packing*, pemasangan *talc powder* (tubuh bagian kanan), *talc press*, dan *caulking press*, sedangkan risiko tinggi terdapat pada proses *preliminary press*, pemasangan *talc powder* (tubuh bagian kiri), dan pengisian *wire packing*. Keluhan CTDs terbanyak adalah pada bagian bahu kanan (77,3%), punggung (72,7%), dan pinggang (71,2%). Untuk itu, diperlukan upaya pengendalian secara teknik dan administratif untuk menurunkan tingkat risiko dan keluhan CTDs.

Kata kunci: *Assembly Line*, posisi duduk statis, tingkat risiko ergonomi, keluhan CTDs, RULA.

## ABSTRACT

Name : Isni Alfia Nur Fauzia  
Study Program : Occupational Health and Safety  
Title : Description for Risk Level and CTDs Complaints among  
Assembly Line Workers at PT NGK Busi Indonesia Year  
2012

The focus of this study is about description for risk level and ctds complaints of assembly line workers at PT NGK Busi Indonesia who work in static sitting posture. The risk factor is ergonomic risk factors by using RULA method and individual risk factors (age, gender, diseases, smoking, working time, and BMI). This study is descriptive by using cross sectional study design. Result of this study is the very high risk level is found in metal shell and sheet packing assembling, insulator and lower wire packing assembling, talc powder assembling (for right side), talc charging press, and caulking press, while the high risk level is found in preliminary press, talc powder assembling (for left side), and wire packing charging. CTDs complaints is the most at right shoulder (77,3%), back (72,7%), and spinal (71,2%). It is important to control the risk with engineering and administrative control.

Key words: Assembly Line, static sitting, ergonomics risk level, CTDs complaints, RULA.

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
SURAT PERNYATAAN .....	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK .....	viii
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT .....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
<b>BAB I      PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Pertanyaan Penelitian .....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.4.1 Tujuan Umum .....	4
1.4.2 Tujuan Khusus .....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.5.1 Bagi Perusahaan.....	4
1.5.2 Bagi Institusi Pendidikan .....	5
1.5.3 Bagi Peneliti .....	5
1.6 Ruang Lingkup Penelitian .....	5
<b>BAB II     TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Ergonomi .....	6
2.1.1 Definisi dan Sejarah Ergonomi .....	6
2.1.2 Manfaat Ergonomi .....	7
2.1.3 Konsep Dasar Ergonomi .....	9
2.1.4 Ruang Lingkup Ergonomi.....	12
2.2 Sistem Muskuloskeletal Manusia .....	14
2.2.1 Tulang dan Jaringan Penghubung .....	14
2.2.2 Otot ( <i>muscle</i> ).....	15
2.2.3 Jaringan Penghubung .....	17
2.3 Sitting .....	18
2.4 <i>Cumulative Trauma Disorders</i> (CTDs).....	21
2.3.1 Pengertian.....	21
2.3.2 Jenis CTDs .....	21
2.3.3 Faktor Risiko CTDs .....	23
2.5 Metode Penilaian Risiko Ergonomi.....	30
2.4.1 <i>Rapid Upper Limb Assessment</i> (RULA).....	30
2.4.2 <i>Rapid Entire Body Assessment</i> (REBA) .....	36
2.4.3 <i>Ergonomic Assessment Survey</i> (EASY) .....	36

	2.4.4 <i>Baseline Risk Identification of Ergonomis Factors (BRIEF)</i> .....	37
	2.4.5 <i>Quick Exposure Checklist (QEC)</i> .....	37
<b>BAB III</b>	<b>KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DAN DEFINISI OPERASIONAL</b>	
3.1	Kerangka Teori .....	39
3.2	Kerangka Konsep .....	41
3.3	Definisi Operasional .....	42
<b>BAB IV</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b>	
4.1	Desain Penelitian .....	49
4.2	Waktu dan Lokasi Penelitian .....	49
4.3	Populasi dan Sampel .....	49
4.4	Teknik Pengumpulan Data .....	51
4.5	Pengolahan Data .....	52
4.6	Analisis Data .....	52
<b>BAB V</b>	<b>GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN</b>	
5.1	Profil PT NGK Busi Indonesia .....	54
5.2	Departemen HSE ( <i>Health, Safety, Environment</i> ) PT NGK Busi Indonesia .....	60
<b>BAB VI</b>	<b>HASIL PENELITIAN</b>	
6.1	Gambaran Proses Kerja Bagian Assembly Line PT NGK Busi Indonesia .....	63
6.2	Gambaran Karakteristik Individu Pekerja Bagian Assembly Line PT NGK Busi Indonesia .....	67
6.3	Gambaran Tingkat Risiko Ergonomi pada Pekerja Assembly Line PT NGK Busi Indonesia .....	70
6.4	Perbandingan Skor Akhir RULA pada Setiap Proses Kerja .....	81
6.5	Rangkuman Skor Akhir RULA .....	83
6.6	Gambaran Keluhan CTDs pada Pekerja Assembly Line PT NGK Busi Indonesia .....	84
<b>BAB VII</b>	<b>PEMBAHASAN</b>	
7.1	Keterbatasan Penelitian .....	101
7.2	Analisis Proses Kerja di Bagian Assembly Line PT NGK Busi Indonesia .....	101
7.3	Analisis Risiko Ergonomi dengan Metode RULA .....	104
7.4	Analisis Keluhan CTDs .....	113
<b>BAB VIII</b>	<b>PENUTUP</b>	
8.1	Simpulan .....	121
8.2	Saran .....	121
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
	<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Interaksi Dasar dan Evaluasinya dalam Sebuah Sistem Kerja.....	9
Tabel 2.2 Fungsi Sistem Muskuloskeletal.....	14
Tabel 2.3 Kelebihan dan Kelemahan Bekerja dengan Posisi Duduk.....	18
Tabel 2.4 Jenis, Gejala, dan Penyebab <i>Cumulative Trauma Disorders</i> (CTDs)...	21
Tabel 2.5 Faktor Individu Terjadinya CTDs.....	29
Tabel 2.6 Penilaian Postur <i>Group A</i> .....	32
Tabel 2.7 Skor Postur A.....	33
Tabel 2.8 Skor Pergelangan Tangan dan Tangan pada Tabel C.....	34
Tabel 2.9 Penilaian Postur <i>Group B</i> .....	34
Tabel 2.10 Tabel B.....	35
Tabel 2.11 Skor Leher, Batang Tubuh, dan Kaki pada Tabel C.....	35
Tabel 2.12 RULA <i>Action Level</i> .....	35
Tabel 3.1 Definisi Operasional.....	42
Tabel 5.1 Komposisi Pekerja PT NGK Busi Indonesia.....	59
Tabel 6.1 Distribusi Pekerja Menurut Karakteristik Individu di Bagian Assembly Line PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	67
Tabel 6.2 Penilaian Postur pada Proses Pengisian <i>Metal Shell</i> dan <i>Sheet Packing</i> di Bagian <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	70
Tabel 6.3 Skor Akhir RULA pada Proses Pengisian Metal Shell dan Sheet Packing di Bagian Assembly Line PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	71
Tabel 6.4 Penilaian Postur pada Proses Pemasangan <i>Insulator</i> dan <i>Lower Wire Packing</i> di Bagian <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	72
Tabel 6.5 Skor Akhir RULA pada Proses Pemasangan <i>Insulator</i> dan <i>Lower Wire Packing</i> di Bagian <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	72
Tabel 6.6 Penilaian Postur pada Proses <i>Preliminary Press</i> di Bagian <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	73
Tabel 6.7 Skor Akhir RULA pada Proses <i>Preliminary Press</i> di Bagian <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	74
Tabel 6.8 Penilaian Postur pada Proses Pemasangan <i>Talc Powder</i> di Bagian <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	75
Tabel 6.9 Skor Akhir RULA pada Proses Pemasangan <i>Talc Powder</i> di Bagian <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	76
Tabel 6.10 Penilaian Postur pada Proses <i>Talc Press</i> di Bagian <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	76
Tabel 6.11 Skor Akhir RULA pada Proses <i>Talc Press</i> di Bagian <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	77
Tabel 6.12 Penilaian Postur pada Proses Pengisian <i>Wire Packing</i> di Bagian <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	78
Tabel 6.13 Skor Akhir RULA pada Proses Pengisian <i>Wire Packing</i> di Bagian <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	79
Tabel 6.14 Penilaian Postur pada Proses <i>Caulking Press</i> di Bagian <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	80

Tabel 6.15 Skor Akhir RULA pada Proses <i>Caulking Press</i> di Bagian <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	80
Tabel 6.16 Rangkuman Skor Akhir RULA pada Pekerja <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012..	83
Tabel 6.17 Distribusi Keluhan CTDs Berdasarkan Lokasi Keluhan pada Pekerja <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	84
Tabel 6.18 Distribusi Keluhan CTDs Berdasarkan Usia pada Pekerja <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	92
Tabel 6.19 Distribusi Keluhan CTDs Berdasarkan Jenis Kelamin pada Pekerja <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	93
Tabel 6.20 Distribusi Keluhan CTDs Berdasarkan Riwayat Penyakit pada Pekerja <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	95
Tabel 6.21 Distribusi Keluhan CTDs Berdasarkan Kebiasaan Merokok pada Pekerja <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	96
Tabel 6.22 Distribusi Keluhan CTDs Berdasarkan Masa Kerja pada Pekerja <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	97
Tabel 6.23 Distribusi Keluhan CTDs Berdasarkan IMT Pekerja <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	99
Tabel 7.1 Identifikasi <i>Hazard</i> Ergonomi di Bagian <i>Assembly Line</i> PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012.....	102
Tabel 7.2 Estimasi Energy Expenditure Rate pada Berbagai Aktivitas.....	112

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tujuan Utama Ergonomi..	8
Gambar 2.2 Gambaran Sistem Kerja.....	9
Gambar 2.3 Konsep Keseimbangan Ergonomi.....	11
Gambar 2.4 Skema Ruang Lingkup Ergonomi.....	13
Gambar 2.5 Struktur Tulang.....	14
Gambar 2.6 Struktur Otot Rangka.....	15
Gambar 2.7 Anatomi <i>Intervertebral Disc</i> .....	18
Gambar 2.8 Terjepitnya <i>Anterior Intervertebral Discs</i> Akibat Postur Duduk.....	19
Gambar 2.9 <i>Postural Triangle</i> .....	26
Gambar 2.10 Postur Tangan dan Pergelangan Tangan.....	27
Gambar 3.1 Kerangka Teori.....	41
Gambar 3.2 Kerangka Konsep.....	41
Gambar 5.1 Bagan Proses Produksi Busi.....	56
Gambar 5.2 Struktur Organisasi Departemen HSE.....	60
Gambar 6.1 Alur Proses Kerja di Bagian <i>Assembly Line</i> .....	63
Gambar 6.2 Proses Pengisian <i>Metal Shell</i> dan <i>Sheet Packing</i> .....	64
Gambar 6.3 Proses Pemasangan <i>Insulator</i> dan <i>Lower Wire Packing</i> .....	65
Gambar 6.4 Proses <i>Preliminary Press</i> .....	65
Gambar 6.5 Proses Pemasangan <i>Talc Powder</i> .....	66
Gambar 6.6 Proses <i>Talc Charging Pres</i> .....	66
Gambar 6.7 Proses Pengisian <i>Upper Wire Packing</i> .....	67
Gambar 6.8 Proses <i>Caulking Press</i> .....	67
Gambar 6.9 Postur pada Proses Pengisian <i>Metal Shell</i> dan <i>Sheet Packing</i> .....	70
Gambar 6.10 Postur pada Proses Pemasangan <i>Insulator</i> dan <i>Lower Wire Packing</i> .....	71
Gambar 6.11 Postur pada Proses <i>Preliminary Press</i> .....	73
Gambar 6.12 Postur pada Proses Pemasangan <i>Talc Powder</i> .....	74
Gambar 6.13 Postur pada Proses <i>Talc Charging Press</i> .....	76
Gambar 6.14 Postur pada Proses Pengisian <i>Wire Packing</i> .....	78
Gambar 6.15 Postur pada Proses <i>Caulking Press</i> .....	79
Gambar 6.16 Grafik Perbandingan Skor Akhir RULA pada Setiap Proses Kerja.....	81
Gambar 6.17 Grafik Skor RULA Berdasarkan Bagian Tubuh.....	82
Gambar 6.18 Grafik Distribusi Keluhan CTDs Berdasarkan Bentuk Keluhan.....	86



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Struktur Organisasi PT NGK Busi Indonesia

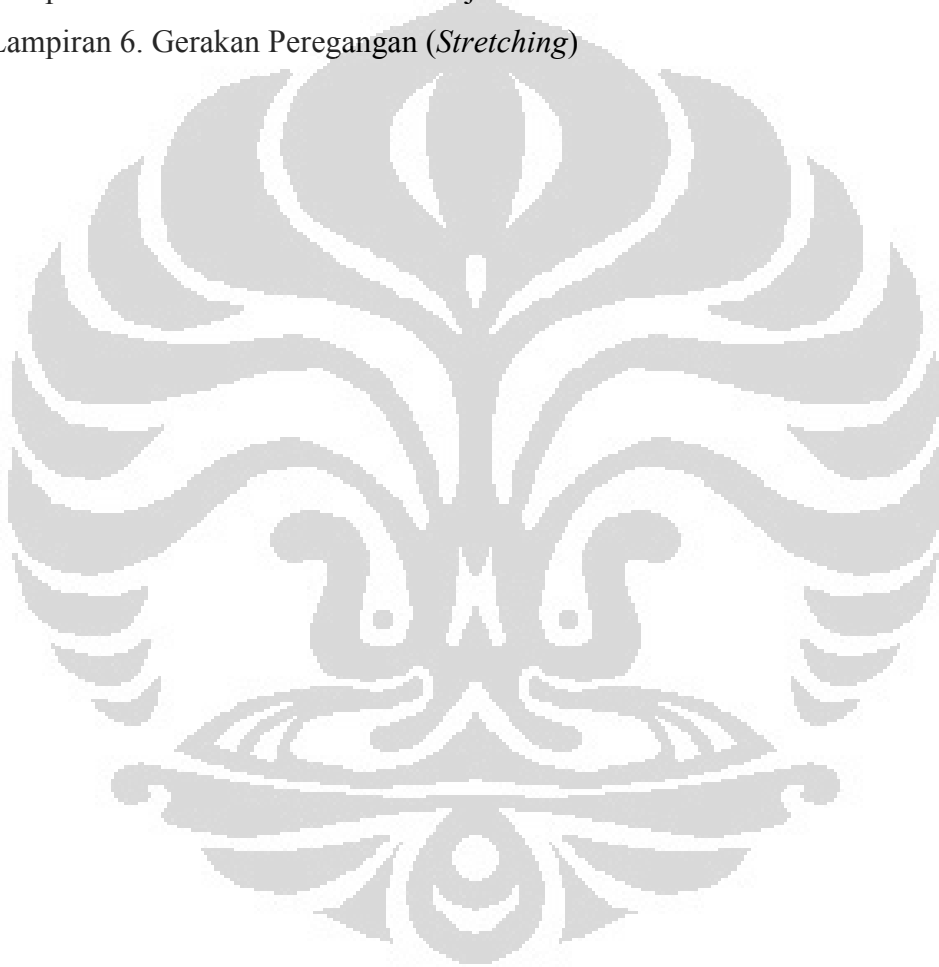
Lampiran 2. PT NGK Busi Indonesia *Plant*

Lampiran 3. Lembar RULA

Lampiran 4. Kuesioner Penelitian

Lampiran 5. Rekomendasi Posisi Kerja

Lampiran 6. Gerakan Peregangan (*Stretching*)



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pekerjaan di bidang manufaktur terus mengalami perkembangan seiring dengan berkembangnya teknologi dan meningkatnya permintaan pasar. Pekerjaan yang terdapat pada industri manufaktur menyimpan berbagai potensi bahaya, salah satunya adalah bahaya ergonomi yang menyebabkan gangguan kesehatan berupa *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs). *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs) merupakan gangguan pada jaringan lunak tubuh yang meliputi otot, tendon, *ligament*, saraf, dan pembuluh darah akibat dari tuntutan pekerjaan yang melebihi batas kemampuan tubuh secara fisik (*Washington State Department of Labor and Industries*, 2002). Menurut NIOSH (2000), *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs) merupakan sekumpulan kondisi patologi yang menyebabkan gangguan pada fungsi normal jaringan lunak dalam sistem muskuloskeletal yang meliputi saraf, tendon, otot, dan struktur penyokong, seperti *intervertebral discs*. Masalah ini dapat berdampak kepada para pekerja dan pihak manajemen, seperti menurunnya produktivitas dan kualitas kerja, tingginya angka absenteisme, dan *turnover* pada pekerja. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Eklund (1995) pada bagian *assembly* sebuah industri otomotif, diketahui adanya hubungan antara ergonomi dengan kualitas hasil kerja yang dihasilkan. Penelitian yang dilakukan terhadap pekerja bagian *assembly* dan *quality control* ini menyimpulkan bahwa tingkat kualitas yang dihasilkan pada pekerjaan di mana terdapat masalah ergonomi adalah tiga kali lebih rendah jika dibandingkan dengan pekerjaan lain yang telah menerapkan prinsip ergonomi.

*Cumulative Trauma Disorders* (CTDs) pada pekerja di industri manufaktur adalah masalah kesehatan kerja yang terjadi di berbagai negara. Data dari BLS (*Bureau of Labor Statistics*), Departemen Tenaga Kerja Amerika menyebutkan bahwa pada studi yang dilakukan tahun 1994, sebanyak 92.576 kasus cedera maupun gangguan kesehatan terjadi akibat gerakan berulang (*repetitive motion*), *repetitive placing*, ataupun aktivitas menggenggam. Dari

semua kasus ini, sebanyak 55% berpengaruh pada pergelangan tangan, 7% pada pundak, dan 6% pada bagian tulang belakang (Bernard, 1997). Di tahun 2006, terjadi sebanyak 21.770 kasus *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja Amerika dengan *rate* 39 kasus per 10.000 pekerja *full-time* (United States Department of Labor, 2008). NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) pada tahun 1990 mengestimasi sebanyak 15-20% pekerja di Amerika berisiko untuk menderita *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs). Dari penelitian yang dilakukan oleh Kuorinka dan Koskinen pada tahun 1979, ditemukan perbedaan yang signifikan pada gangguan *musculoskeletal* di bagian leher antara pekerja *assembly-line* dengan *shop assistants*, di mana didapatkan nilai *odds ratio* (OR) sebesar 4,1. Artinya, pekerja pada bagian *assembly-line* (pekerjaan repetitif) memiliki risiko 4,1 kali lebih besar untuk mengalami gangguan *musculoskeletal* pada bagian leher jika dibandingkan dengan *shop assistants* (pekerjaan tidak repetitif) (Bernard, 1997). Di samping itu, OSHA (2000) menyatakan bahwa pekerjaan di bagian *assembling* adalah salah satu jenis pekerjaan yang berisiko mengalami CTDs. Berdasarkan *WA State Fund Claims Data* (1993), diketahui bahwa biaya *compensable claim*, yaitu biaya atas klaim karena pekerja tidak dapat bekerja selama lebih dari tiga hari karena keluhan *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs) mencapai nilai rata-rata hampir dua puluh kali lebih besar dibandingkan dengan biaya *non-compensable claim*, yaitu biaya dari klaim karena kehilangan hari kerja selama tiga hari atau kurang.

Di Eropa, prevalensi kasus CTDs yang terkait dengan gangguan pada tubuh bagian atas (*upper limb*) yang meliputi tangan, pergelangan tangan, lengan, siku, pundak, dan leher mencapai 198.000 kasus pada tahun 2001/2002. Di Inggris, menurut data dari *Labour Force Survey* untuk kurun waktu tahun 2010 hingga 2011, industri manufaktur mampu menyerap sebanyak 10% dari seluruh tenaga kerja yang ada di negara tersebut. Namun, diestimasi bahwa industri ini menyumbang sebanyak 32.000 kasus gangguan kesehatan yang terkait dengan pekerjaan dan kehilangan hari kerja sebanyak 1.900.000 hari kerja akibat gangguan tersebut. Untuk gangguan muskuloskeletal, dalam kurun waktu tahun 2010 sampai dengan 2011 telah terjadi 508.000 kasus dari total 1.152.000 kasus penyakit terkait kerja yang terjadi di Inggris (*Health and Safety Executive*, 2011).

Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Kementerian Kesehatan pada tahun 2005, diketahui bahwa sekitar 40,5% dari penyakit yang diderita oleh pekerja di Indonesia berhubungan dengan pekerjaan. Menurut studi yang dilakukan terhadap 482 pekerja pada 12 kabupaten di Indonesia, gangguan kesehatan yang dialami oleh pekerja di Indonesia antara lain gangguan *musculoskeletal* (16%), gangguan *cardiovascular* (8%), gangguan saraf (6%), gangguan pernafasan (3%), dan gangguan THT (1,5%) (Wandansari, 2010).

PT NGK Busi Indonesia adalah salah satu perusahaan yang bergerak dalam industri pembuatan busi dan *plug cap* (penutup busi), di mana dalam melaksanakan pekerjaannya para pekerja berisiko untuk menderita CTDs terkait dengan masalah ergonomi. Dari sebelas bagian proses produksi yang ada, salah satu di antaranya, yaitu bagian *Assembly Line* merupakan bagian proses dengan pekerjaan yang *sedentary*, repetitif dengan postur statis dan postur janggal, dan melibatkan 30% dari semua pekerja pabrik di Departemen Produksi dengan jumlah pekerja paling banyak jika dibandingkan dengan bagian lainnya. Selain itu, dari data kunjungan poliklinik PT NGK Busi Indonesia untuk bulan Maret sampai dengan Desember 2011 diketahui bahwa keluhan *myalgia* atau nyeri otot merupakan gangguan kesehatan yang selalu muncul setiap bulan dan dilaporkan oleh 24 orang pekerja dari bagian *Assembly Line*. Hal inilah yang melatarbelakangi dilakukannya penelitian tentang Gambaran Risiko Ergonomi dan Keluhan *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs) pada Pekerja Bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia, Ciracas Tahun 2012.

## 1.2 Rumusan Masalah

Aktivitas kerja di PT NGK Busi Indonesia pada bagian *Assembly Line* berisiko untuk terjadinya CTDs. Hasil observasi yang dilakukan pada tanggal 5 Maret 2012 menunjukkan bahwa bagian *Assembly Line* merupakan bagian proses dengan pekerjaan statis dengan posisi duduk yang terus-menerus, pergerakan yang repetitif dengan postur statis dan postur janggal, dan melibatkan 30% dari semua pekerja pabrik di Departemen Produksi. Hal ini tidak kondusif sehingga perlu dilakukan penelitian untuk menilai dan menganalisis risiko ergonomi dan keluhan CTDs pada bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia tahun 2012.

### 1.3 Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana gambaran aktivitas kerja di bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia?
2. Bagaimana gambaran karakteristik individu pekerja di bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia tahun 2012?
3. Bagaimana gambaran risiko ergonomi pada pekerja bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia tahun 2012?
4. Bagaimana gambaran keluhan CTDs pada pekerja bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia tahun 2012?

### 1.4 Tujuan Penelitian

#### 1.4.1 Tujuan Umum

Menggambarkan tingkat risiko dan keluhan CTDs pada pekerja bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia tahun 2012.

#### 1.4.2 Tujuan Khusus

1. Menggambarkan aktivitas kerja di bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia tahun 2012.
2. Menggambarkan karakteristik individu pekerja di bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia tahun 2012.
3. Menggambarkan tingkat risiko ergonomi pada pekerja bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia tahun 2012.
4. Menggambarkan keluhan CTDs pada pekerja bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia tahun 2012.

### 1.5 Manfaat Penelitian

#### 1.5.1 Bagi Perusahaan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran kepada pihak PT NGK Busi Indonesia tentang risiko dan keluhan CTDs pada pekerja bagian *Assembly Line* sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan dalam menyusun program terkait dengan ergonomi pada industri manufaktur.

### 1.5.2 Bagi Institusi Pendidikan

Memberikan masukan pengetahuan dan informasi, khususnya tentang ergonomi di industri manufaktur, serta untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan penelitian terkait dengan ergonomi.

### 1.5.3 Bagi Peneliti

Memperluas wawasan dan meningkatkan kemampuan dalam mengidentifikasi bahaya ergonomi, menganalisis risiko ergonomi dan keluhan CTDs, serta memberikan rekomendasi tindakan pengendalian sebagai salah satu sarana menerapkan teori yang diperoleh dari perkuliahan.

## 1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam ruang lingkup ergonomi yang dilakukan untuk menganalisis tingkat risiko *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs) pada pekerja bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia, Ciracas tahun 2012 karena memiliki risiko untuk mengalami CTDs. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret sampai dengan April 2012 dengan desain studi *cross sectional* menggunakan metode observasi, pengisian kuesioner *Nordic Body Map*, dan penilaian risiko ergonomi menggunakan metode RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*).

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ergonomi

#### 2.1.1 Definisi dan Sejarah Ergonomi

Istilah ergonomi berasal dari Bahasa Yunani dan terdiri dari dua kata, yaitu *ergon* yang berarti kerja dan *nomos* yang berarti hukum (Bridger, 2003). Secara sederhana, ergonomi didefinisikan sebagai studi tentang interaksi antara manusia dengan objek yang digunakannya dan dengan lingkungan di mana interaksi tersebut terjadi (Pulat, 1992). Menurut *International Ergonomic Association*, ergonomi merupakan sesuatu mengenai aspek anatomi, fisiologi, dan psikologi manusia dalam hubungannya dengan lingkungan kerjanya. ACGIH mendefinisikan ergonomi sebagai suatu istilah untuk menunjukkan studi dan desain mesin terhadap manusia untuk mencegah penyakit atau cedera sehingga pada akhirnya akan meningkatkan produktivitas kerja. Ergonomi juga dapat diartikan sebagai ilmu yang penerapannya berupaya untuk menyasrakan pekerjaan dan lingkungan terhadap orang atau sebaliknya dengan tujuan untuk tercapainya produktivitas dan efisiensi yang setinggi-tingginya dan pemanfaatan faktor manusia dengan seoptimal mungkin (Suma'mur, 1989). Secara umum, ergonomi adalah disiplin ilmu tentang *human work* dengan mempertimbangkan kapabilitas dan limitasi fisik dan mental manusia dalam interaksinya dengan peralatan, metode kerja, tugas, dan lingkungan kerja (*Office Ergonomics Advisory Committee*, 2002). Secara praktis, ergonomi didefinisikan sebagai *design for human use*. Artinya, ergonomi menekankan pada penggunaan objek, peralatan, mesin, dan sistem buatan manusia. Terdapat tiga pendekatan dalam ergonomi, yaitu *central focus*, *objectives*, dan *central approach*. *Central focus* merupakan pertimbangan bagi kesejahteraan manusia terhadap desain objek, mesin, dan lingkungan. *Objective* atau tujuan adalah meningkatkan efektivitas dari sistem *human-machine* dalam menjaga kesejahteraan manusia sebagai pengguna. *Central approach* adalah aplikasi sistematis dari karakteristik manusia, yaitu kapabilitas dan keterbatasan terhadap desain sistem atau prosedur (Pulat, 1992).

Konsep ergonomi dimulai saat masyarakat primitif menciptakan alat dari batu untuk memotong hewan buruan sebagai makanan (Santoso, 2004). Selanjutnya, konsep ergonomi diaplikasikan pada dunia industri dengan adanya revolusi industri sekitar tahun 1900-an. Istilah “ergonomits” dicetuskan oleh F.W. Taylor, Frank, dan Lilian Gilberth. Taylor adalah seorang insinyur dari Amerika yang menerapkan metode ilmiah untuk menentukan cara terbaik dalam melakukan pekerjaan, sedangkan Frank dan Gilberth menfokuskan pada studi gerak dalam melakukan pekerjaan di industri sehingga gerakan dapat dilakukan dengan nyaman. Mereka menganjurkan untuk tidak menggunakan otot pada kedua tangan secara bersamaan, berposisi simetris dalam bekerja, dan bergerak pelan, serta mengurangi gerakan-gerakan yang berlebihan. Dalam bukunya yang berjudul *Motion Study* pada tahun 1911, Gilberth menunjukkan bagaimana postur membungkuk dapat dikendalikan dengan mendesain sistem kerja yang *adjustable* atau dapat diatur ketinggiannya (Nurmianto, 2004). Sejak 12 Juli 1949, ergonomi dinilai sebagai suatu interdisiplin ilmu untuk menyelesaikan masalah dalam melakukan pekerjaan. Selanjutnya, pada 16 Februari 1950 istilah ergonomi diadopsi menjadi disiplin ilmu yang digunakan dalam berbagai aktivitas (Edhloom dan Murrell, 1977 dalam Santoso, 2004).

### 2.1.2 Manfaat Ergonomi

Manfaat dari penerapan ergonomi di tempat kerja antara lain:

- a. Memperbaiki keselamatan dan kesehatan kerja
- b. Meningkatkan moral melalui tempat kerja
- c. Memperbaiki kualitas kerja
- d. Memperbaiki produktivitas
- e. Memperbaiki daya saing
- f. Menurunkan angka absensi dan *turnover*

(Pheasant, 1999)

Sebaliknya, jika ergonomi tidak diterapkan dengan benar di tempat kerja, beberapa efek yang dapat terjadi di antaranya:

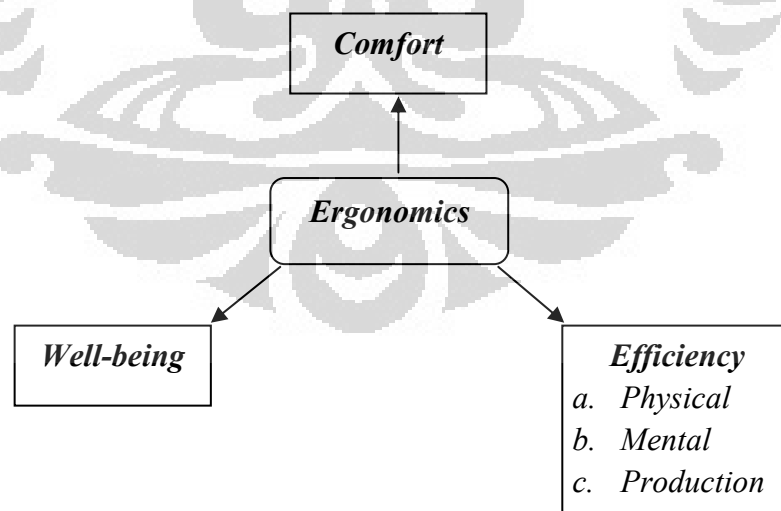
- a. Rendahnya *output* dari produksi
- b. Meningkatnya waktu kerja yang hilang



- c. Biaya pengobatan yang besar
- d. Biaya material yang besar
- e. Meningkatnya angka absenteisme
- f. Rendahnya kualitas kerja
- g. Terjadinya cedera
- h. Meningkatnya probabilitas kecelakaan dan *error*

(Pulat, 1992)

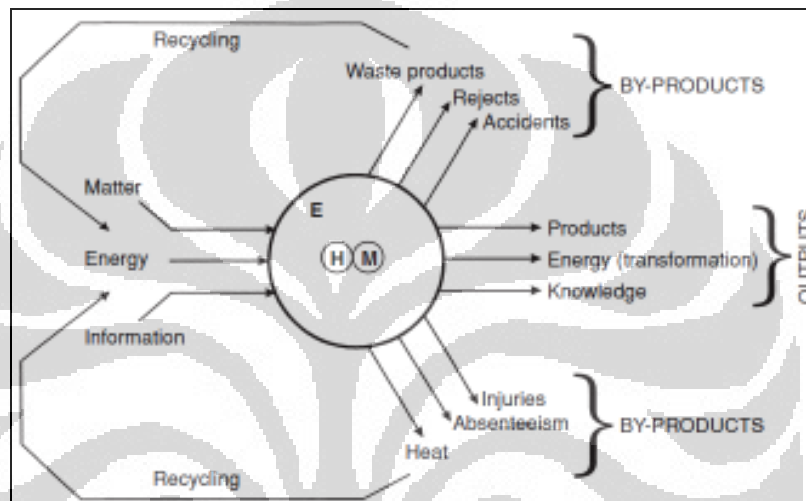
Pada prinsipnya, ergonomi bertujuan untuk menyesuaikan tugas atau pekerjaan terhadap pekerja. Timbulnya cedera dan penurunan kinerja adalah akibat dari ketidaksesuaian antara manusia dengan peralatan kerja dan tata letak tempat kerja atau lingkungan kerja. Pada dasarnya, kualitas hidup manusia adalah tujuan utama dari penerapan ergonomi, yaitu untuk mencapai keseimbangan antara tercapainya produktivitas dengan kesejahteraan pekerja. Maka, seiring dengan berkembangnya teknologi perlu dilakukan penyesuaian antara sistem, manusia, dan peralatan atau mesin (Oborne, 1995). Tujuan utama dari ergonomi digambarkan oleh Pulat (1992) pada Gambar 2. yang menjelaskan bahwa ergonomi memiliki tiga tujuan, yaitu kenyamanan bagi penggunaanya (*comfort*), kesejahteraan (*well-being*), dan efisiensi (*efficiency*) dari segi fisik, mental, dan produksi (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Tujuan Utama Ergonomi  
(Sumber: Pulat, 1992)

### 2.1.3 Konsep Dasar Ergonomi

Ergonomi berfokus pada interaksi antara manusia dengan mesin dan desain *interface* di antara keduanya, seperti yang digambarkan dalam sistem kerja di bawah ini. Dalam sebuah sistem kerja, manusia berinteraksi dengan mesin untuk menghasilkan *output* dengan memanfaatkan *input* yang ada (Gambar 2.2). Sistem kerja yang efisien akan meminimisasi *by-product*, baik dari *environment* (E), *machine* (M), maupun *human* (H) (Bridger, 2003).



Gambar 2.2 Gambaran Sistem Kerja  
(Sumber: Bridger, 2003)

Dari sebuah sistem yang terdiri dari satu manusia (*human*), satu mesin (*machine*), dan satu lingkungan (*environment*), terdapat enam kemungkinan interaksi yang terjadi, di antaranya interaksi *human* terhadap *machine* ( $H > M$ ), *human* terhadap *environment* ( $H > E$ ), *machine* terhadap *human* ( $M > H$ ), *machine* terhadap *environment* ( $M > E$ ), *environment* terhadap *human* ( $E > H$ ), dan *environment* terhadap *machine* ( $E > M$ ) (Tabel 2.1).

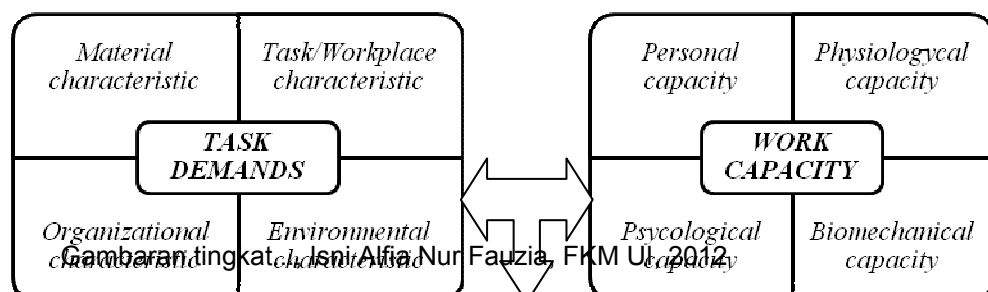
Tabel 2.1 Interaksi Dasar dan Evaluasinya dalam Sebuah Sistem Kerja

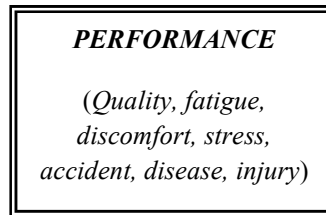
Interaksi	Evaluasi
$H > M$ : Tindakan pengendalian dasar dilakukan oleh manusia yang menggunakan mesin, misalnya penanganan material, <i>maintenance</i> , dan sebagainya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anatomi (postur dan pergerakan tubuh, besarnya kekuatan, waktu dan frekuensi pergerakan, dan kelelahan otot)</li> <li>▪ Fisiologis (<i>work rate</i>, yaitu konsumsi</li> </ul>

Interaksi	Evaluasi
	<p>oksigen dan detak jantung, kebugaran, dan kelelahan fisiologis)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Psikologis (<i>skill</i> yang dibutuhkan, beban mental, proses informasi yang paralel atau <i>sequential</i>)</li> </ul>
H > E : Efek manusia dalam suatu lingkungan, di mana manusia menghasilkan panas, kebisingan, CO <sub>2</sub> , dan sebagainya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fisik (pengukuran lingkungan kerja yang objektif dengan implikasi berupa pemenuhan standard yang berlaku)</li> </ul>
M > H : Umpan balik dan <i>display</i> informasi. Mesin dapat memberikan efek terhadap manusia dari getaran dan akselerasi yang dihasilkan. Permukaan mesin yang panas atau dingin dapat mempengaruhi kesehatan manusia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anatomi (desain control dan peralatan)</li> <li>Fisik (pengukuran getaran, kekuatan mesin, kebisingan, dan temperatur permukaan di area kerja secara objektif)</li> <li>Fisiologis (penerapan prinsip pengelompokan desain dari <i>faceplates</i>, panel, dan <i>display</i> grafis)</li> </ul>
M > E : Mesin dapat mengubah lingkungan kerja dengan menghasilkan kebisingan, panas, maupun gas-gas berbahaya.	Dilakukan oleh <i>Industrial/Site Engineers</i> dan <i>Industrial Hygienist</i> .
E > H : Lingkungan dapat mempengaruhi kemampuan manusia untuk berinteraksi dengan mesin ataupun sistem kerja, seperti kebisingan, panas, dan sebagainya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fisik/fisiologis (emper kebisingan, pencahayaan, dan emperature dari semua fasilitas yang digunakan)</li> </ul>
E > M : Lingkungan dapat mempengaruhi fungsi dari mesin, misalnya menyebabkan <i>overheating</i> maupun pembekuan pada komponen mesin.	Dilakukan oleh <i>Industrial/Site Engineers</i> , personel untuk <i>maintenance</i> , manajemen fasilitas, dan sebagainya.

Sumber: Bridger (2003)

Dalam ilmu ergonomi, diperlukan keseimbangan antara tuntutan tugas (*task demand*) dengan kapasitas kerja (*work capacity*) untuk menghasilkan performa kerja yang optimal. Tuntutan tugas harus sesuai dengan prinsip penyerasian jenis pekerjaan terhadap pekerjaanya (*fit the job to the man*). Jika kapasitas dan tuntutan kerja tidak sesuai, maka dapat menjadi penyebab terjadinya kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja, maupun stress kerja (Febriyanti, 2008). Hubungan antara *task demand*, *work capacity*, dan performa kerja sebagai konsep dasar ergonomi dapat dijelaskan melalui bagan berikut ini (Gambar 2.3).





Gambar 2.3 Konsep Keseimbangan Ergonomi  
(Sumber: Manuaba, 2000)

a. *Task demands* atau tuntutan tugas

Tuntutan tugas dipengaruhi oleh karakteristik tugas dan material yang ditentukan oleh karakteristik peralatan dan mesin, tipe, kecepatan, dan irama kerja; karakteristik organisasi yang berhubungan dengan waktu kerja dan waktu istirahat, kerja malam dan bergilir, cuti dan libur, kebijakan manajemen, dan sebagainya; serta karakteristik lingkungan yang berkaitan dengan rekan kerja, suhu dan kelembaban, bising dan getaran, pencahayaan, sosial-budaya, adat dan kebiasaan.

b. *Work capacity* atau kapasitas kerja

Kapasitas kerja seseorang ditentukan oleh karakteristik individu yang meliputi usia, jenis kelamin, antropometri, tingkat pendidikan, pengalaman, status sosial, dan status kesehatan; kapasitas fisiologis yang meliputi kemampuan dan daya tahan *cardiovascular*, saraf, dan panca indra; kapasitas psikologis, seperti kapasitas mental, waktu reaksi, kemampuan adaptasi, dan sebagainya; serta kapasitas biomekanik yang berhubungan dengan kemampuan dan daya tahan persendian, tendon, dan tulang.

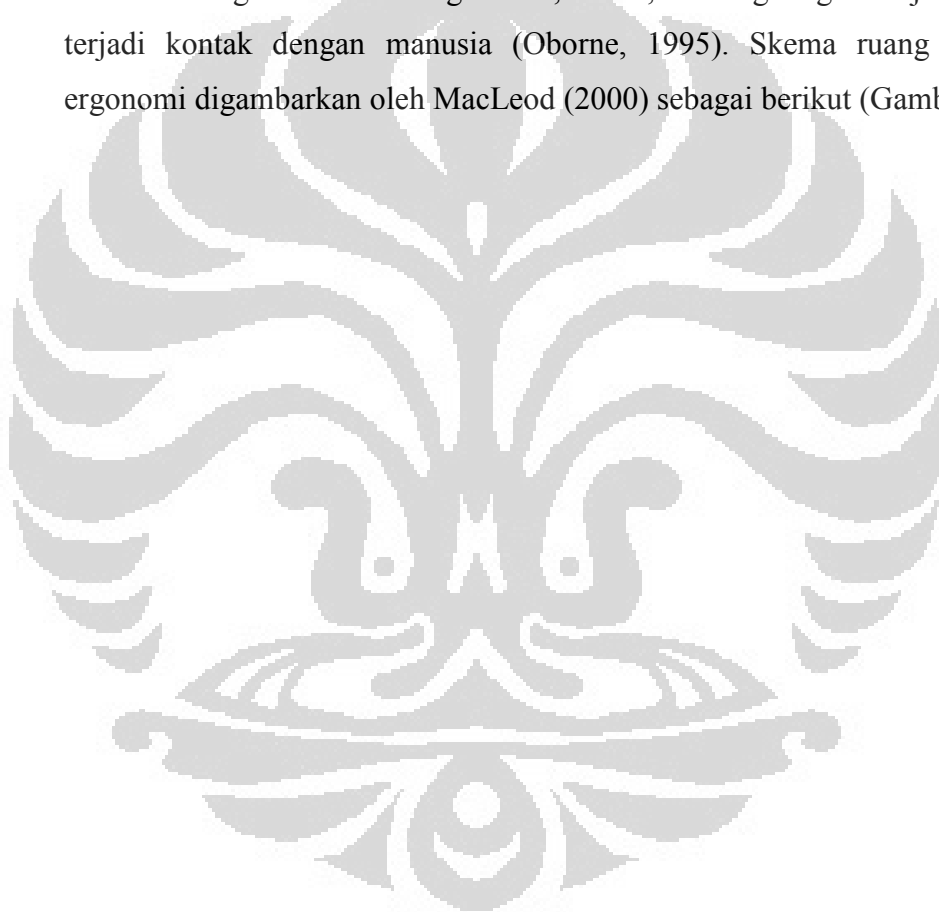
c. Performa

Performa kerja seseorang tergantung pada rasio dari besarnya tuntutan tugas terhadap besarnya kemampuan individu yang bersangkutan. Agar dapat dicapai performa kerja yang optimal, maka perlu adanya keseimbangan antara tuntutan tugas dengan kapasitas yang dimiliki.

(Manuaba, 2000 dalam Febriyanti, 2008)

#### 2.1.4 Ruang Lingkup Ergonomi

Ergonomi merupakan ilmu multidisiplin, yaitu perpaduan antara ilmu anatomi, fisiologi, psikologi, fisika, dan teknik. Ilmu anatomi memberikan informasi tentang struktur tubuh, kemampuan dan keterbatasan fisik, dimensi tubuh, kemampuan mengangkat, dan ketahanan tubuh. Ilmu fisiologi memberikan gambaran tentang fungsi sistem otak dan saraf yang berkaitan dengan tingkah laku, sedangkan ilmu psikologis mempelajari tentang konsep dasar pengambilan sikap, proses mengingat, memahami, belajar, dan mengendalikan proses motorik. Ilmu fisika dan teknik memberikan gambaran tentang desain, mesin, dan lingkungan kerja di mana terjadi kontak dengan manusia (Osborne, 1995). Skema ruang lingkup ergonomi digambarkan oleh MacLeod (2000) sebagai berikut (Gambar 2.4).



### ***Motivating Factors***

Meningkatkan kesejahteraan manusia:

- *Safety*
- Kenyamanan

Meningkatkan performa kerja:

- Produktivitas
- Kualitas

Mengurangi *costs*:

- Cedera
- *Error*

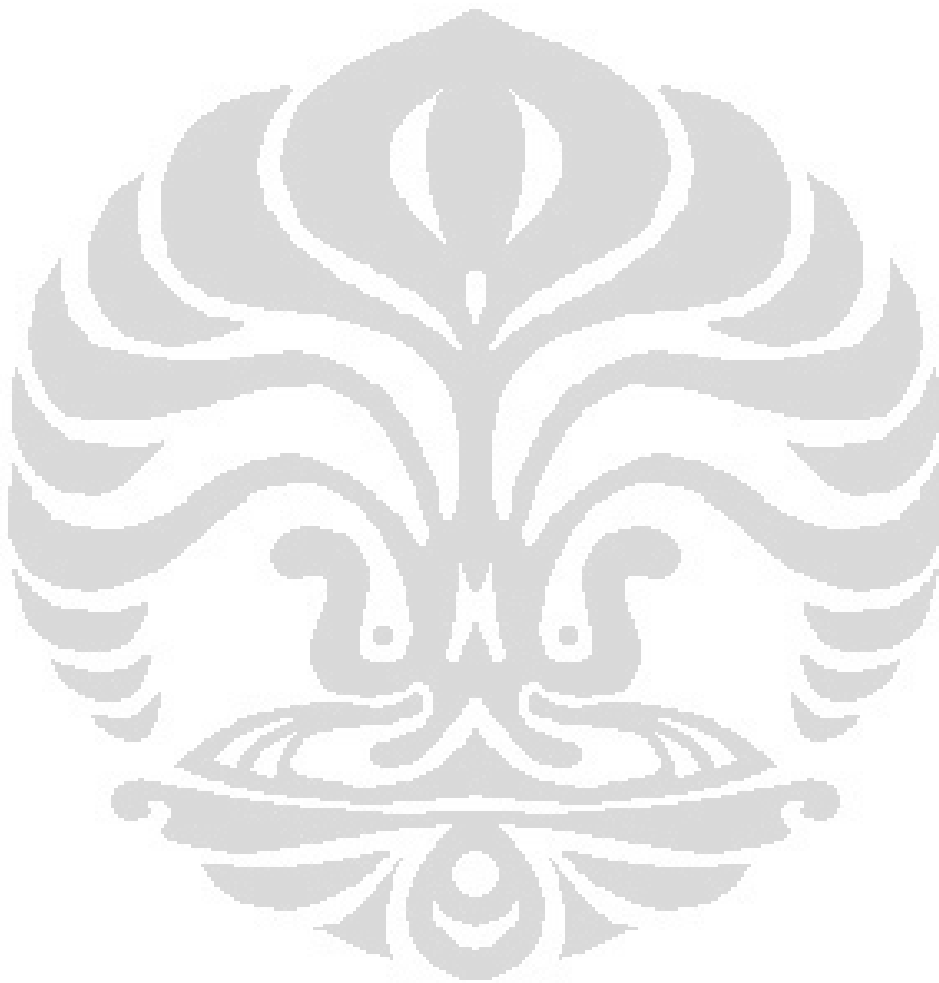
Memenuhi tren SDM:

- ~~Berkas kerja~~
- Pertumbuhan pekerja yang lebih lambat

### ***Results***

- a. Meningkatkan kesejahteraan manusia
- b. Meningkatkan efisiensi
- c. Mengurangi cedera
- d. Mengurangi *errors* dan *accidents*
- e. Mengurangi *costs*
- f. Inovasi
- g. Meningkatkan angka penjualan
- h. Memperbesar keuntungan





Gambar 2.4 Skema Ruang Lingkup Ergonomi  
(Sumber: MacLeod, 2000)

## **2.2 Sistem Muskuloskeletal Manusia**

### **2.2.1 Tulang dan Jaringan Penghubung**

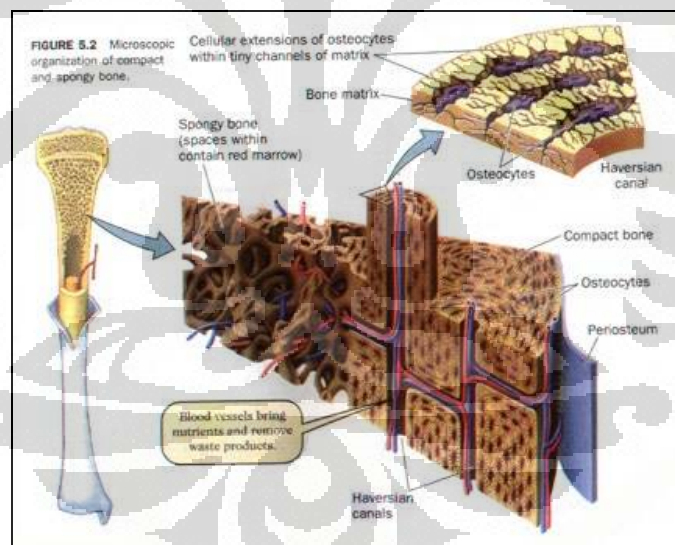
Dalam tubuh manusia, terdapat 206 tulang yang membentuk struktur kerangka yang berperan sebagai penyokong dan pelindung (Wickens *et al*, 2004). Bersama otot, tulang memungkinkan mobilitas tubuh, misalnya tulang pada tubuh

bagian atas dan bawah (Pulat, 1992). Komponen penyusun tulang terdiri dari *osteoblast*, *osteocytes* untuk memelihara kelangsungan hidup tulang sebagai jaringan hidup, dan *osteoclasts* untuk penyerapan kembali tulang (Astrand, 1977). Sistem muskuloskeletal memiliki beberapa fungsi (Tabel 2.2).

Tabel 2.2 Fungsi Sistem Muskuloskeletal

Sistem Skeletal	Sistem Muskular
1. <i>Support</i>	1. Menghasilkan pergerakan tubuh atau bagian-bagian tubuh
2. Pelindung (misalnya, tulang tengkorak adalah pelindung bagi otak dan tulang rusuk adalah pelindung bagi jantung dan paru-paru)	2. Menjaga postur tubuh
3. Pergerakan (otot-otot melekat pada tulang sehingga jika terjadi kontraksi otot, terjadi pergerakan dengan adanya tulang dan sendi)	3. Memproduksi panas (sel-sel pada otot memproduksi panas sebagai hasil sampingan dan merupakan mekanisme yang penting untuk menjaga kestabilan temperatur tubuh)
4. <i>Homopoiesis</i> (jenis tulang tertentu dapat memproduksi sel darah merah melalui bagian sum-sumnya)	

Sumber: Bridger (2003)



Gambar 2.5 Struktur Tulang  
(Sumber: [www.physioweb.org](http://www.physioweb.org))

### 2.2.2 Otot (*Muscle*)

Otot manusia tersusun dari fiber dengan panjang 10 hingga 400 mm dan diameter 0,01 sampai dengan 0,1 mm, di mana fiber ini terdiri dari *myofibril* yang disusun dari sel-sel filamen dari molekul *myosin* yang saling tumpang tindih (*overlap*) dengan filamen dari molekul aktin. Serabut otot bervariasi antara satu

otot dengan yang lainnya. Beberapa di antaranya memiliki gerakan yang lebih cepat, misalnya pada otot pembentuk postur tubuh yang berfungsi untuk mempertahankan kontraksi badan (Nurmianto, 2004).

Otot manusia terdiri dari tiga jenis (Bridger, 2003), yaitu:

a. Otot polos

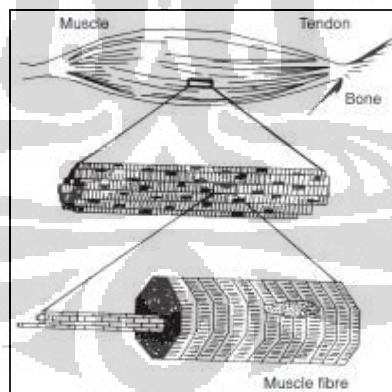
Di dalam tubuh, otot polos terdapat pada usus untuk memungkinkan gerakan peristaltik usus dan pada dinding pembuluh darah untuk mengatur tekanan dan aliran darah.

b. Otot jantung

Otot jantung memiliki struktur khusus dan memiliki fungsi penting bagi jantung.

c. Otot rangka

Otot rangka merupakan jenis otot yang terhubung dengan tulang dan persendian sehingga memungkinkan fungsi tulang sebagai suatu pengungkit saat otot berkontraksi (Bridger, 2003). Otot rangka adalah jaringan terbesar dalam tubuh dengan massa 40% dari berat badan, di mana pergerakannya dapat memungkinkan dilakukannya aktivitas fisik (Wickens *et al*, 2004).



Gambar 2.6 Struktur Otot Rangka  
(Sumber: Bridger, 2003)

### 2.2.2.1 Aktivitas Otot

Otot memiliki kemampuan untuk kontraksi dan relaksasi. Selama pergerakan yang pelan dan terkendali, baik otot penggerak utama maupun otot antagonis (bergerak berlawanan dengan otot lain) berada pada posisi tegang (*tension*). Sebaliknya, dalam pergerakan yang cepat otot antagonis akan relaks



secara otomatis, misalnya otot *triceps* yang dalam keadaan antagonis terhadap otot *biceps* selama gerakan fleksi pada siku saat tangan mengangkat beban. Di samping itu, terdapat beberapa otot lain dalam pergerakan otot, misalnya otot *biceps* yang dibantu oleh *brachialis* selama gerakan fleksi pada siku, fiksator yang berfungsi untuk memberikan keseimbangan saat terjadi gerakan, dan sinergis yang berfungsi untuk mengontrol sambungan-sambungan (*joints*) sehingga gerakan dapat dilakukan secara efisien (Nurmianto, 2004).

#### 2.2.2.2 Sumber Energi Otot

Aktivitas fisik hanya dapat dilakukan jika terdapat energi untuk kontraksi otot (Wickens *et al*, 2004). Sumber energi utama otot berasal dari pemecahan senyawa *phosphate* kaya energi berupa ATP (*adenosine triphosphate*) dari kondisi energi tinggi ke energi rendah, di mana pada saat bersamaan akan menghasilkan muatan elektron statis yang menyebabkan gerakan dari molekul *actin* dan *myosin*, seperti pada proses berikut ini.



Untuk melanjutkan proses ini, ATP harus disintesis ulang untuk mendapatkan energi melalui metabolisme *aerobic* dan *anaerobic* (Nurmianto, 2004).

##### a. *Aerobic*

Metabolisme *aerobic* adalah proses perubahan ATP menjadi ADP dan energi dengan bantuan oksigen yang cukup. Ketika oksigen berada dalam kadar yang cukup dan aktivitas otot sedang, ATP yang dibutuhkan akan disuplai melalui proses *oxidative phosphorylation* (pembentukan ATP secara oksidatif). Pada proses ini, nutrisi dari karbohidrat dan lemak dioksidasi yang selanjutnya akan melepaskan energi untuk membentuk ATP (Wickens *et al*, 2004). Asam laktat yang dihasilkan dari kontraksi otot dioksidasi secara cepat menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O dalam kondisi *aerobic* (Nurmianto, 2004).

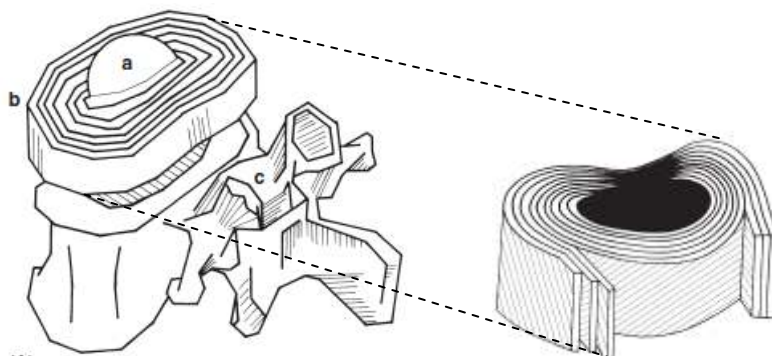
##### b. *Anaerobic*

Metabolisme *anaerobic* merupakan proses perubahan ATP menjadi ADP dan energi tanpa bantuan oksigen. Glikogen pada otot akan terpecah

menjadi energi dan membentuk asam laktat. Pada proses ini, asam laktat memberikan indikasi adanya kelelahan otot lokal karena kurangnya oksigen akibat kurangnya suplai darah dari jantung. Hal ini juga dapat terjadi karena terhambatnya aliran darah kaya oksigen akibat beban otot statis atau karena aliran darah yang tidak cukup mensuplai oksigen dan glikogen sehingga akan melepaskan asam laktat (Nurmianto, 2004).

### 2.2.3 Jaringan Penghubung

Dalam sistem muskuloskeletal, jaringan-jaringan penghubung utama antara lain *ligament*, *tendon*, dan *fasciae* yang terdiri dari *collagen* dan serabut elastis. *Tendon* berfungsi sebagai penghubung antara otot dengan tulang dan terdiri dari sekelompok serabut *collagen* yang terletak paralel dengan panjang *tendon*. *Tendon* bergerak dalam sekelompok serabut, di mana gaya gesek harus diminimalkan. Bagian dalam jaringan ini mengeluarkan cairan *synovial* sebagai pelumas. *Ligament* berfungsi sebagai penghubung antartulang untuk stabilitas sambungan dan tersusun dari serabut yang letaknya tidak paralel. Tegangan yang konstan akan memperpanjang *ligament* sehingga menjadi kurang efektif dalam menstabilkan sambungan (*joints*) (Nurmianto, 2004). Dua atau lebih tulang dihubungkan oleh sendi (*joints*) yang terdiri dari tiga jenis, yaitu *synovial joints* (seperti yang terdapat pada tangan dan kaki untuk pergerakan atau perputaran bebas), *fibrous joints* (misalnya pada penghubung antara tulang tengkorak yang berupa jaringan fibrosa), dan *cartilaginous joints* (misalnya pada penghubung antara ruas-ruas tulang belakang dengan *intervertebral discs*) (Pulat, 1992). Jaringan penghubung yang lainnya adalah jaringan *fasciae*, yaitu jaringan yang menjadi pengumpul dan pemisah otot dan terdiri dari sebagian besar serabut elastis dan mudah terdeformasi (Nurmianto, 2004).



Gambar 2.7 Anatomi intervertebral disc. (a) *Nucleus pulposus* atau inti *intervertebral disc*, (b) *Annulus fibrosus*

(Sumber: Bridger, 2003)

### 2.3 *Sitting*

Menurut Coury (1998), posisi kerja duduk (*sitting*) yang terus-menerus menyebabkan berbagai efek bagi fungsi tubuh, di antaranya:

- a. Menurunkan *lumbar curvature* atau kelengkungan lumbar.
- b. Meningkatkan tekanan dalam *intervertebral disc*.
- c. Memperpanjang struktur spinal posterior.
- d. Menurunkan sirkulasi darah pada bagian kaki sehingga menyebabkan pembengkakan pada telapak dan pergelangan kaki.
- e. Meningkatkan ketidaknyamanan pada bagian leher saat bekerja dengan posisi yang statis, serta ketidaknyamanan dan gangguan pada bagian *upper limb* saat melakukan pekerjaan yang berulang dan terdapat beban.

Bekerja dengan posisi duduk memerlukan lebih sedikit energi dari pada berdiri karena lebih rendahnya beban otot statis pada kaki. Namun, sikap duduk yang janggal akan menyebabkan gangguan pada punggung. Tekanan pada bagian tulang belakang akan meningkat pada saat duduk (Nurmianto, 2004). Jika dibandingkan dengan posisi berdiri, bekerja dengan posisi duduk memiliki beberapa kelebihan dan kelemahan (Tabel 2.3).

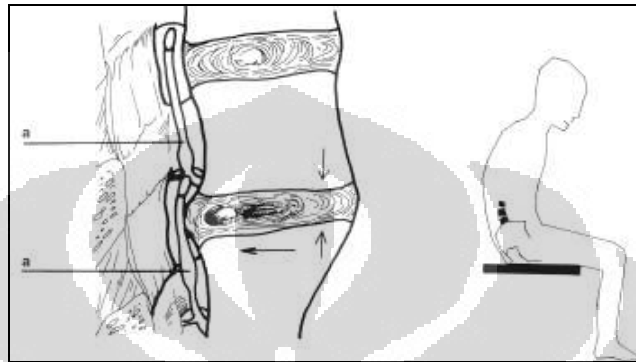
Tabel 2.3 Kelebihan dan Kelemahan Bekerja dengan Posisi Duduk

Kelebihan	Kelemahan
a. Menahan beban kaki	a. Gerakan tubuh terbatas
b. Menahan postur tubuh bagian atas yang lemah	b. Menimbulkan masalah pada tulang belakang, yaitu <i>intervertebral discs</i>
c. Mengurangi konsumsi energy	c. Adanya <i>disc pressure</i> pada beberapa posisi
d. Tingkat kebutuhan sirkulasi rendah	d. Melembeknya otot-otot perut
e. Lebih stabil	e. Berdampak buruk bagi organ pencernaan
f. Sesuai untuk jenis pekerjaan yang membutuhkan ketelitian	

(Setiawaty, 2010)

Postur duduk yang membungkuk dapat menyebabkan ketidaknyamanan pada *anterior intervertebral discs*. Ketika momen fleksi pada *spinal lumbar*

meningkat, ligamen spinal pada bagian *posterior* akan tertekan sehingga *intervertebral discs* bagian *anterior* akan terjepit (Gambar 2.8). Hal inilah yang selanjutnya mengakibatkan rasa nyeri. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Nachemson and Rohlmann *et al* (1966), tekanan pada *disc* lebih rendah pada orang yang duduk di kursi yang dilengkapi dengan *backrest* dibandingkan dengan yang duduk tanpa *backrest* (Bridger, 2003).



Gambar 2.8 Terjepitnya *Anterior Intervertebral Discs* Akibat Postur Duduk (Bridger, 2003)

Untuk pekerjaan statis, ISO 11226 2000 tentang *Evaluation of Static Work Posture* memberikan standard sudut inklinasi tulang belakang dan durasi postur statis. Sudut inklinasi tulang belakang yang lebih dari  $60^{\circ}$  pada postur statis tidak diperbolehkan pada standard ini. Untuk sudut  $0^{\circ}$ - $20^{\circ}$ , batas durasi yang diperbolehkan adalah 5 menit, sedangkan untuk sudut  $20^{\circ}$ - $60^{\circ}$  hanya diperbolehkan selama 1 hingga 4 menit (Bridger, 2003).

Untuk mencegah adanya postur janggal pada posisi duduk, kursi kerja harus dirancang sesuai dengan kriteria berikut ini (Nurmianto, 2004) :

a. Stabilitas kursi

Kursi yang stabil memiliki empat atau lima kaki dan dirancang dengan posisi kaki berada pada bagian luar proyeksi tubuh.

b. Kekuatan kursi

Kursi kerja harus dirancang sedemikian rupa sehingga kuat untuk menahan beban 99th persentil seorang pekerja laki-laki.

c. *Adjustable*

Ketinggian kursi kerja sebaiknya mudah diatur saat bekerja tanpa harus meninggalkan kursi untuk mengatur ketinggiannya.

d. Sandaran punggung

Sandaran punggung berfungsi untuk menahan beban punggung ke arah belakang (*lumbar spine*) sehingga harus fleksibel.

e. Fungsional

Rancangan kursi yang baik tidak menyebabkan terhambatnya pekerja saat ingin mengubah postur duduk.

f. Bahan

Dudukan dan sandaran kursi harus dilapisi dengan bahan yang lunak.

g. Kedalaman kursi

Kedalaman kursi (depan-belakang) harus sesuai dengan dimensi panjang antara lipatan lutut (*popliteal*) dan pantat (*buttock*).

h. Lebar kursi

Lebar kursi minimal adalah sama dengan lebar pinggul wanita 5 persentil populasi.

i. Lebar sandaran punggung

Standar untuk lebar sandaran punggung adalah sama dengan lebar punggung wanita 5 persentil populasi. Jika terlalu lebar, sandaran punggung dapat mengganggu kebebasan gerak pada siku.

j. Bangku tinggi

Kursi untuk bangku yang tinggi harus dilengkapi dengan sandaran kaki yang dapat digerakkan naik-turun.

## 2.4 *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs)

### 2.4.1 Pengertian

*Cumulative Trauma Disorders* (CTDs) atau yang disebut juga dengan *Repetitive Motion Illness* (RMIs) atau *Repetitive Strain Injuries* (RSIs) merupakan gangguan kronik pada otot, tendon, dan saraf yang disebabkan oleh penggunaan tenaga secara repetitif, pergerakan yang cepat, penggunaan tenaga yang besar, kontak dengan tekanan, postur janggal atau ekstrim, getaran, dan temperatur yang

rendah (ACGIH, 2010). *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs) juga didefinisikan sebagai sekumpulan kondisi patologi yang menyebabkan gangguan pada fungsi normal jaringan lunak dalam sistem muskuloskeletal yang meliputi saraf, tendon, otot, dan struktur penyokong, seperti *intervertebral discs* (NIOSH, 2000). Secara singkat, *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs) adalah gangguan pada jaringan lunak yang terutama disebabkan oleh penggunaan secara berulang. Tingkatan CTDs dimulai dari inflamasi pada sendi hingga rasa sakit pada otot. CTDs adalah masalah yang paling banyak dilaporkan sebagai gangguan pada tendon dan saraf tangan yang meliputi jari tangan, pergelangan tangan, lengan bawah, lengan atas, dan pundak (Pulat, 1992).

### 2.3.2 Jenis CTDs

ILO (1996) mengklasifikasikan CTDs dalam beberapa jenis (Tabel 2.4).

Tabel 2.4 Jenis, Gejala, dan Penyebab *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs)

NO.	JENIS CTDs	GEJALA	PENYEBAB
1.	<b><i>Bursitis</i></b> (inflamasi pada rongga yang berisi cairan pelumas sendi yang terdapat di antara otot dan tulang, atau tulang dan tendon. <i>Bursitis</i> dapat terjadi pada bagian lutut, siku, maupun pundak. Istilah lain dari <i>Bursitis</i> berdasarkan lokasinya adalah <i>Beat Knee</i> , <i>Beat Elbow</i> , atau <i>Frozen Shoulder</i> )	Rasa nyeri dan bengkak pada bagian tubuh yang terkena <i>Bursitis</i> .	Postur tubuh berlutut, tekanan pada bagian siku, atau pergerakan pundak yang repetitif atau berulang.
2.	<b><i>Carpal Tunnel Syndrome (CTS)</i></b> (cedera akibat penekanan pada jaringan saraf <i>carpal tunnel</i> yang melalui pergelangan tangan)	Sensasi gatal ( <i>tingling</i> ), rasa nyeri dan mati rasa pada ibu jari dan jari lainnya, terutama ketika malam hari.	Pekerjaan yang repetitif dengan posisi pergelangan tangan yang menekuk serta penggunaan peralatan kerja yang menghasilkan getaran. CTS dapat berkembang menjadi <i>Tenosynovitis</i> .
3.	<b><i>Cellulitis</i> atau <i>Beat Hand</i></b> (infeksi pada telapak tangan karena luka memar yang terjadi berulang-ulang)	Rasa nyeri dan bengkak pada telapak tangan.	Penggunaan <i>hand tools</i> , seperti palu dan <i>shovel</i> , di mana telapak tangan tergores dengan debu dan tanah.
4.	<b><i>Epicondylitis</i></b>	Rasa nyeri dan	Pekerjaan yang

NO.	JENIS CTDs	GEJALA	PENYEBAB
	(inflamasi pada area di mana tulang dan tendon saling terhubung, disebut juga dengan <i>Tennis Elbow</i> jika terjadi pada bagian siku)	bengkak pada bagian tubuh yang terkena <i>Epicondylitis</i> .	repetitif, seperti pada tukang batu, <i>plastering</i> , dan <i>joinery</i> .
5.	<b>Ganglion</b> (kista pada persendian atau selubung tendon, biasanya terjadi pada bagian belakang tangan atau pergelangan tangan)	Bagian yang terkena <i>Ganglion</i> terasa keras, mengecil, bengkak di sekelilingnya, namun biasanya tanpa rasa sakit.	Pergerakan tangan yang repetitif.
6.	<b>Osteoarthritis</b> (kerusakan pada persendian akibat luka atau goresan pada sendi dan perkembangan tulang secara berlebihan)	Rasa kaku dan sakit pada tulang belakang dan leher, serta persendian lainnya.	Membawa beban yang berlebihan dalam jangka waktu lama pada tulang belakang dan persendian lainnya.
7.	<b>Tendonitis</b> (inflamasi pada area di mana otot dan tendon saling terhubung)	Rasa nyeri, bengkak, lunak, dan kemerahan pada telapak dan pergelangan tangan, dan/atau lengan bawah, serta kesulitan dalam menggunakan tangan.	Pergerakan yang repetitif.
8.	<b>Tenosynovitis</b> (inflamasi pada tendon dan/atau selubung tendon)	Rasa sakit, lunak, bengkak, nyeri yang kuat, dan kesulitan dalam menggunakan tangan.	Pergerakan yang repetitif, termasuk pada pekerjaan ringan. Dapat terjadi karena meningkatnya beban kerja secara tiba-tiba atau karena melakukan proses kerja baru.
9.	<b>Tension Neck or Shoulder</b> (inflamasi otot dan tendon pada leher dan pundak)	Rasa nyeri pada leher dan pundak.	Keharusan untuk melakukan pekerjaan dengan postur yang sulit.
10.	<b>Trigger Finger</b> (inflamasi tendon dan/atau selubung tendon pada jari-jari tangan)	Ketidakmampuan untuk menggerakkan jari tangan secara perlahan dengan atau tanpa rasa nyeri.	Pergerakan yang repetitif, menggenggam terlalu lama, kuat, atau sering.

Sumber: ILO (1996)

Terjadinya CTDs pada bagian leher disebabkan oleh penekanan dan posisi leher. Struktur tulang belakang bagian leher dimulai dari ujung tengkorak, di mana terdapat tujuh ruas tulang belakang (*vertebrae*) dengan delapan pasang urat saraf yang berfungsi untuk mengontrol bagian leher, lengan, dan anggota tubuh

bagian atas lainnya. Tulang leher berfungsi untuk menyangga berat kepala, sebagai saluran saraf, dan tempat terdapatnya otot yang mengontrol posisi kepala. Posisi kepala dikatakan seimbang apabila seseorang menghadapkan kepalanya ke depan. Fleksi statis pada tulang leher akan meningkatkan beban jaringan lunak di area leher dan otot leher bagian belakang yang berfungsi menjaga keseimbangan kepala agar tetap tegak melawan arah gravitasi. Meningkatnya beban statis pada bagian ini menyebabkan penekanan dan terjadi kekurangan oksigen pada otot. Hal inilah yang menyebabkan nyeri pada leher dan pundak (Bridger, 2003).

### 2.3.3 Faktor Risiko CTDs

CTDs dapat terjadi karena beberapa faktor risiko, yaitu:

#### 2.3.3.1 Faktor Ergonomi

Kurniawidjaja (2011) menyatakan bahwa CTDs dapat terjadi karena faktor risiko berikut ini.

##### a. Postur janggal

Postur janggal merupakan sikap atau posisi tubuh yang menyimpang dari posisi netral atau normal. Adanya deviasi yang signifikan ini akan meningkatkan beban kerja otot sehingga dibutuhkan tenaga yang lebih besar. Postur janggal dapat menimbulkan CTDs jika dilakukan lebih dari dua jam dalam sehari. Beberapa contoh postur janggal antara lain:

1. Posisi tangan di atas kepala atau siku di atas bahu saat bekerja.
2. Leher atau punggung membungkuk  $>30^{\circ}$  tanpa adanya penahan atau kemampuan mengubah postur saat bekerja.
3. Posisi jongkok, membungkuk, atau berlutut saat bekerja.
4. Menjinjing beban seberat 1 kg dengan satu tangan tanpa pegangan atau penyanggah, atau seberat 2 kg dengan satu tangan meskipun terdapat pegangan atau penyanggah.
5. Menjepit beban yang lebih dari 5 kg dengan satu tangan tanpa penyanggah.
6. Posisi pergelangan tangan berdeviasi tinggi saat bekerja.

##### b. Beban berat



Beban yang berat dapat menyebabkan iritasi, inflamasi, kelelahan otot, dan kerusakan otot, tendon, serta jaringan di sekitarnya. Pengerahan tenaga yang paling berat terjadi ketika mengangkat benda berat. Misalnya, mengangkat beban lebih dari 35 kg satu kali perhari atau lebih dari 25 kg lebih dari 10 kali per hari, mengangkat objek dengan berat lebih dari 5 kg sebanyak lebih dari 2 kali per menit dengan total lebih dari 2 jam per hari, dan mengangkat objek dengan berat lebih dari 12,5 kg di atas bahu, di bawah dengkul, atau sepanjang pelukan lebih dari 25 kali per hari.

c. Frekuensi

Frekuensi tinggi atau gerakan yang repetitif dengan sedikit variasi dapat menyebabkan kelelahan dan ketegangan otot dan tendon karena kurangnya istirahat untuk pemulihan dari penggunaan otot, tendon dan sendi yang berlebihan akibat terjadi inflamasi atau radang sendi dan tendon. Radang ini akan meningkatkan tekanan pada saraf. Misalnya, mengetik lebih dari 7 jam per hari.

d. Durasi

Durasi kerja merupakan lama waktu yang dihabiskan oleh pekerja untuk bekerja dengan postur janggal, membawa atau mendorong beban, atau melakukan pekerjaan berulang tanpa istirahat.

e. Postur statis

Postur statis adalah postur kerja fisik dalam posisi sama dan pergerakan yang sangat minimal. Kondisi ini dapat menimbulkan peningkatan beban otot dan tendon, terhalangnya aliran darah pada otot, dan menyebabkan kelelahan, rasa kebas dan rasa nyeri.

f. Vibrasi

Vibrasi adalah energi mekanik osilasi yang ditransfer ke dalam tubuh. Besarnya efek dari vibrasi tergantung pada lokasi kontak (sebagian atau seluruh tubuh), tingkat vibrasi, dan durasi kontak. Efek ini antara lain terhambatnya aliran darah, mati rasa, dan meningkatnya sensitivitas terhadap rasa dingin. Efek jangka panjang progresif dari pajanan vibrasi di

antaranya mati rasa, perubahan warna pada kulit, dan menurunnya ketangkasan tangan.

g. Kontak dengan penekanan

Kontak yang terjadi antara tubuh dengan benda di luar tubuh yang menekan jaringan tubuh secara terus-menerus maupun berulang-ulang dapat menghambat tidak hanya aliran darah, tetapi juga gerakan otot dan tendon, serta impuls saraf, dan menyebabkan CTDs.

h. Temperatur ekstrem

Temperatur ekstrem yang dingin dapat menghambat aliran darah sehingga menyebabkan gangguan dalam menjaga suhu tubuh yang akan memperberat kondisi CTDs dan menurunkan ketangkasan dan sensitivitas tangan.

CTDs merupakan gangguan kronik pada otot, tendon, dan saraf yang disebabkan oleh penggunaan tenaga secara repetitif, pergerakan yang cepat, penggunaan tenaga yang besar, kontak dengan tekanan, postur janggal atau ekstrem, getaran, dan temperatur yang rendah. Di samping itu, kejadian CTDs juga dipengaruhi oleh faktor-faktor di luar pekerjaan, antara lain penyakit *Rheumatoid arthritis*, *Endocrinological disorders*, trauma akut, obesitas, kehamilan, usia, jenis kelamin, kondisi fisik, riwayat cedera, penyakit *Diabetes*, dan aktivitas dalam *leisure time* (ACGIH, 2010).

Menurut Bridger (2003), faktor risiko utama yang menyebabkan CTDs terdiri dari tenaga (*force*), postur, gerakan berulang (*repetition*), dan durasi.

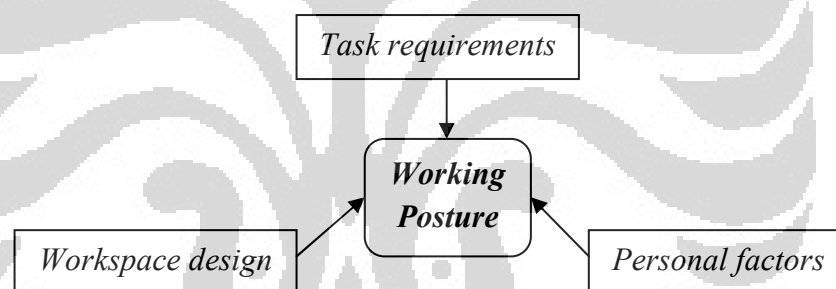
a. Beban (*Force*)

Beban menjadi salah satu faktor risiko karena otot dan tendon dapat mengalami *overload* saat dibutuhkan tenaga yang besar untuk menyesuaikan dengan beban. Risiko ini juga akan terjadi saat pekerja melakukan pekerjaan dengan beban yang lebih ringan secara berulang (CAPP and CPPI, 2000).

b. Postur

Postur merupakan orientasi relatif bagian tubuh manusia di dalam ruang. Postur manusia dalam melakukan pekerjaan ditentukan oleh hubungan

antara dimensi tubuh dan dimensi tempat kerja. Jika terdapat ketidakselarasan antara kedua dimensi tersebut, maka akan timbul dampak jangka panjang dan jangka pendek bagi tubuh manusia (Pheasant, 2003). Postur dalam bekerja merupakan resultan dari tuntutan tugas (*task requirements*), desain tempat kerja (*workspace design*), dan karakteristik personal pekerja (*personal factors*). Yang termasuk dalam tuntutan tugas adalah adanya kebutuhan visual, aktivitas kerja secara manual, *cycle times*, waktu istirahat, dan pekerjaan yang berulang-ulang. Desain tempat kerja adalah dimensi dan desain kursi, meja kerja, dimensi area kerja (*headroom, legroom, dan footroom*), serta pencahayaan. Karakteristik pekerja yang mempengaruhi postur kerja antara lain usia, antropometri, berat badan, adanya gangguan muskuloskeletal, dan obesitas. Ketiga hal tersebut digambarkan oleh Bridger (2003) dalam *postural triangle* (Gambar 2.9).



Gambar 2.9 Postural Triangle  
(Sumber: Bridger, 2003)

Secara umum, postur kerja yang bervariasi lebih baik jika dibandingkan dengan postur kerja yang statis. Namun, jika kondisi kerja mengharuskan untuk bekerja dengan postur yang statis, efek yang akan timbul akan meningkat seiring dengan tingkatan posisi statis yang dibutuhkan untuk menjaga posisi tubuh (Pheasant, 2003). Beberapa bentuk postur janggal antara lain:

1. Postur janggal pada tulang belakang
  - a. Membungkuk (*bent forward*), yaitu ketika punggung dan dada lebih condong ke depan membentuk sudut  $\geq 20^{\circ}$  terhadap garis vertikal.

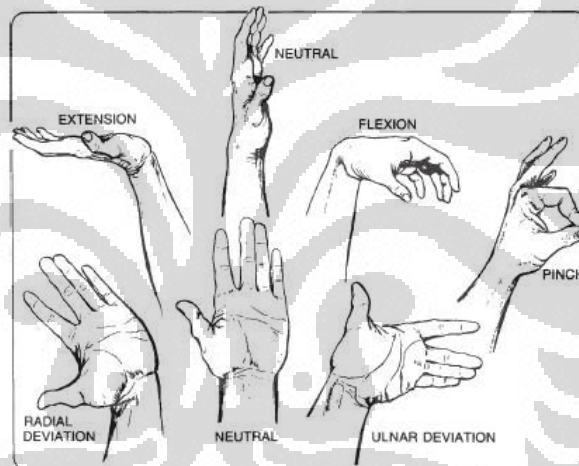
- b. Berputar (*twisted*), yaitu posisi tubuh yang berputar ke kanan atau kiri, di mana garis vertikal adalah sumbu rotasinya.
- c. Miring (*bent sideway*), yaitu deviasi bidang tengah tubuh dari garis vertikal tanpa memperhitungkan besarnya sudut yang terbentuk.

(Humantech, 1995 dalam Kurniawati, 2009)

2. Postur janggal pada tangan dan pergelangan tangan

- a. Memegang objek dengan posisi mencubit (*pinch grip*)
- b. Adanya tekanan jari tangan terhadap objek (*finger press*)
- c. Menggenggam dengan kuat (*power grip*)
- d. Fleksi atau ekstensi pada pergelangan tangan dengan sudut  $\geq 45^{\circ}$
- e. Deviasi pada pergelangan tangan

(Humantech, 1995 dalam Kurniawati, 2009)



Gambar 2.10 Postur Tangan dan Pergelangan Tangan  
(Sumber: Pheasant, 2003)

3. Postur janggal pada bahu

Postur janggal bahu terjadi ketika melakukan pekerjaan dengan lengan atas membentuk sudut  $\geq 45^{\circ}$  ke samping atau depan tubuh selama lebih dari 10 detik dengan frekuensi  $\geq 2$  kali/menit dan beban  $\geq 4,5$  kg (Humantech, 1995 dalam Kurniawati, 2009).

4. Postur janggal pada lengan bawah

Postur janggal lengan bawah adalah ketika posisi siku membentuk sudut  $135^{\circ}$  dan ketika menggunakan gerakan penuh (Humantech, 1995 dalam Kurniawati, 2009).

### 5. Postur janggal pada leher

Postur janggal leher terjadi ketika membungkukkan leher  $\geq 20^\circ$  terhadap garis vertikal, menekuk kepala atau menoleh ke kanan atau kiri, dan menengadah (Humantech, 1995 dalam Kurniawati, 2009).

### 6. Postur janggal pada kaki

a. Jongkok (*squatting*), yaitu posisi ketika perut yang menempel pada paha dan terjadi fleksi maksimal pada lutut, pangkal paha, dan tulang lumbal.

b. Berlutut (*kneeling*), yaitu posisi sendi lutut yang menekuk, permukaan lutut menyentuh lantai, dan berat badan bertumpu pada lutut dan jari kaki.

c. Berdiri pada satu kaki (*stand on one leg*)  
(Humantech, 1995 dalam Kurniawati, 2009)

### c. Repetition

*Repetition tasks* atau pekerjaan yang berulang dengan durasi singkat memiliki risiko yang lebih besar dibandingkan dengan pekerjaan lainnya. Jika pekerjaan yang berulang dilakukan selama beberapa bulan atau beberapa tahun, risiko untuk terjadinya CTDs akan semakin meningkat (Pulat, 1992).

### d. Durasi

Durasi kerja dihitung dari total waktu dalam satu hari di mana pekerja terpajan dengan faktor risiko (Kurniawati, 2009).

### 2.3.3.2 Faktor Individu

Faktor individu terjadinya CTDs menurut Cole *and* Rivilis (2006) antara lain (Tabel 2.5):

Tabel 2.5 Faktor Individu Terjadinya CTDs

No.	Faktor Individu	Potensi Dampak
1.	Jenis kelamin	Perbedaan peluang kerja dan pembagian tugas, kapasitas

No.	Faktor Individu	Potensi Dampak
		kerja, dan reaksi terhadap tekanan.
2.	Usia	Terakumulasinya pajanan.
3.	<i>Work-style</i>	Perbedaan pajanan biomekanis.
4.	Tinggi dan berat badan	Ketidaksesuaian antara ukuran tubuh dengan peralatan kerja, perbedaan kebutuhan jaringan tubuh.
	Personalitas	Perbedaan kinematika dan kapasitas untuk <i>coping</i> .
5.	Aktivitas fisik, hobi, dan olahraga	Bertambahnya beban atau pajanan.
6.	Merokok dan konsumsi obat-obatan	Bertambahnya pajanan eksternal.
7.	<i>Diabetes</i> dan kehamilan	Bertambahnya pajanan internal.
8.	Stres dan depresi	Berubahnya biokimia dalam tubuh, perbedaan persepsi tentang rasa nyeri.
9.	Riwayat gangguan muskuloskeletal	Lebih rendahnya toleransi tubuh.
10.	Perceraian	Lebih rendahnya dukungan sosial.
	Minoritas ras	Terjadinya diskriminasi.
11.	Kemiskinan	Kompleksnya masalah <i>socio-health</i> .

(Cole and Rivilis, 2006)

Dari penelitian yang dilakukan oleh Punnet *and* Wegman (2004), diketahui bahwa gangguan muskuloskeletal bervariasi menurut usia, jenis kelamin, status sosioekonomi, dan suku bangsa. Faktor lainnya yang juga berpengaruh adalah obesitas, kebiasaan merokok, kekuatan otot, dan riwayat penyakit, seperti *Rheumatoid Arthritis*, *Gout*, *Lupus*, atau *Diabetes*. Payne (1988) dalam Bernard (1997) menyimpulkan bahwa faktor individu untuk terjadinya CTDs diklasifikasikan dalam tiga kategori, yaitu genetik (jenis kelamin), *acquired aspects* (kelas sosial, budaya, dan tingkat pendidikan), serta *dispositional factors* (sifat personal, kepuasan kerja, dan sikap pekerja). Pada usia 20 – 29 tahun, kekuatan otot berada dalam kondisi terbaik. Kekuatan otot akan menurun sebanyak 22% pada 10 tahun berikutnya, 26% pada 20 tahun berikutnya, dan 42% pada 30 tahun berikutnya. Pada usia 60 tahun atau lebih, kekuatan otot akan menurun hingga 53% (Bridger, 2003). Faktor risiko lainnya adalah masa kerja. Masa kerja merupakan faktor risiko yang sangat mempengaruhi seorang pekerja untuk meningkatkan risiko terjadinya CTDs, terutama untuk jenis pekerjaan yang menggunakan kekuatan kerja yang tinggi. Masa kerja mempunyai hubungan yang kuat dengan keluhan otot. Dan pada penelitian ini mengklasifikasikan masa kerja

berdasarkan tingkat adaptasi dan ketahanan otot yaitu 0-5 tahun, 6-10 tahun dan lebih dari 11 tahun (Tarwaka *et al*, 2004).

## 2.5 Metode Penilaian Risiko Ergonomi

### 2.5.1 *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*

RULA adalah salah satu metode penilaian untuk menginvestigasi faktor risiko ergonomi di tempat kerja yang memungkinkan menyebabkan *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs), di mana metode ini mengkaji risiko postur pada leher dan anggota tubuh bagian atas (*upper limb*). Metode yang dikembangkan oleh Dr. E. Nigel Corlett dan Dr. Lynn McAtamney dari University of Nottingham's Institute (*Occupational Ergonomics*) ini digunakan untuk menilai pekerjaan yang bersifat menetap atau tidak berpindah-pindah, seperti pada pekerjaan mengoperasikan komputer, manufaktur, dan kasir (OHSCO, 1993). Risiko dihitung kedalam sebuah skor dari 1 (terendah) sampai 7 (tertinggi). Skor ini di kelompokkan kedalam empat tingkatan tindakan yang mendasari sebuah indikasi batasan waktu di mana kontrol terhadap risiko harus dilakukan (Stanton, 2005). Metode RULA diperkenalkan pertama kali pada tahun 1993 di dalam jurnal *Applied Ergonomics* (Laraswati, 2009). Manfaat Metode RULA menurut OHSCO (1993) antara lain:

- a. Menghitung risiko pada sistem *musculoskeletal*.
- b. Membandingkan beban *musculoskeletal* yang ada dan modifikasi desain kerja.
- c. Mengevaluasi *output*, seperti produktivitas kerja dan keserasian peralatan kerja yang digunakan.
- d. Meningkatkan pemahaman dan mendidik pekerja tentang risiko pada *musculoskeletal* akibat postur kerja yang tidak benar.

Di samping manfaat di atas, metode ini juga memiliki beberapa keterbatasan, yaitu (OHSCO, 1993):

- a. Tidak dapat mengkaji kegiatan *manual material handling* atau pekerjaan dengan pergerakan yang signifikan.

- b. Tidak sesuai untuk mengkaji pekerjaan dengan postur yang tidak beraturan atau dengan variasi tugas yang jauh berbeda.
- c. Mengkaji postur tubuh bagian kiri dan kanan secara terpisah dan tidak memiliki metode untuk menggabungkan hasil skor dari kedua perhitungannya.
- d. Hanya dapat mengamati postur kerja pada suatu waktu atau pada kondisi terburuk saja.
- e. Tidak memperhitungkan efek kumulatif dari rangkaian *task* secara keseluruhan.
- f. Tidak memperhitungkan durasi waktu *task* yang diamati.
- g. Hasil perhitungan adalah tingkat risiko secara umum sehingga tidak dapat memastikan *injury* yang terjadi pada pekerja.
- h. Tidak memperhitungkan faktor risiko individu, seperti umur, jenis kelamin, dan riwayat kesehatan pekerja.

#### 2.5.1.1 Prosedur Penilaian pada Metode RULA

Dalam penilaian risiko menggunakan metode RULA, terdapat 3 prosedur menurut Stanton (2005), yaitu:

- a. Menentukan postur yang akan dinilai  
Postur yang diobservasi adalah postur di sepanjang siklus kerja atau periode kerja yang signifikan untuk selanjutnya menentukan postur yang akan dinilai. Postur yang dipilih adalah postur yang paling lama dilakukan saat bekerja atau postur terburuk berdasarkan hasil observasi (McAtamney and Corlett, 1992 dalam Stanton, 2005).
- b. Menilai postur menggunakan *scoring sheet*, diagram bagian tubuh, dan tabel  
Sebelum dilakukan penilaian, terlebih dahulu ditentukan sisi bagian tubuh kiri, kanan, atau kedua sisi yang berisiko. Selanjutnya, dilakukan penilaian terhadap setiap bagian tubuh (*Group A* untuk lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan dan perputaran pergelangan tangan, dan *Group B* untuk leher, batang tubuh dan kaki) dengan berpedoman pada *scoring sheet* yang meliputi postur, beban, dan penggunaan otot. Setelah skor atau



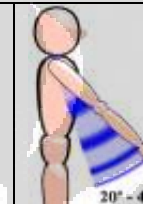

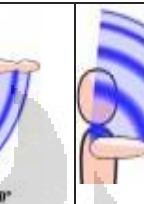
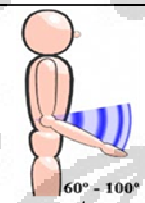
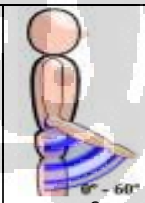

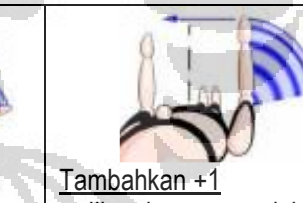
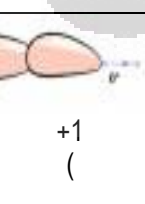
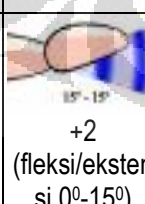

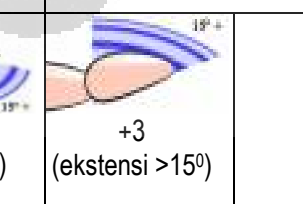



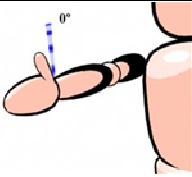

nilai pada *Group A* dan *B* diperoleh, digunakan Tabel C untuk menentukan skor akhir.

c. Skor akhir dikelompokkan dalam 4 *action level*

Skor akhir yang diperoleh dari Tabel C dikelompokkan dalam 4 *action level* berdasarkan batas waktu dilakukannya tindakan terhadap risiko (Tabel 2.6).

Tabel 2.6 Penilaian Postur *Group A*

Group A						
Lengan atas	Posisi	    				
	Skor	+1 (ekstensi/ fleksi 20°)	+2 (ekstensi >20°)	+2 (fleksi 20°-45°)	+3 (fleksi 45°-90°)	+4 (fleksi >90°)
		Tambahkan +1 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Jika bahu terangkat</li> <li>▪ Lengan atas abduksi</li> </ul>			Kurangi 1 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Jika posisi tubuh netral atau lengan memiliki penyanggah</li> </ul>	
Lengan bawah	Posisi	   				
	Skor	+1 (fleksi 60°- 100°)	+2 (fleksi 0°- 60°)	+2 (fleksi >100°)	Tambahkan +1 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Jika lengan melalui garis tengah tubuh atau ke arah luar tubuh</li> </ul>	
Pergelangan tangan	Posisi	   				
	Skor	+1 ( )	+2 (fleksi/eksten si 0°-15°)	+3 (fleksi >15°)	+3 (ekstensi >15°)	
		 Add +1	Tambahkan +1 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Jika terjadi <i>bending</i> pada pergelangan tangan</li> </ul>			

Perputaran pergelangan tangan	Posisi		
	Skor	+1 (perputaran di sekitar garis tengah pergelangan tangan)	+2 (perputaran menjauhi garis tengah pergelangan tangan)
Penggunaan otot	<u>Tambahkan +1</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Jika postur statis berlangsung selama 10 menit atau lebih</li> <li>▪ Jika gerakan berulang 4 kali atau lebih dalam 1 menit</li> </ul>		
Beban	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Skor 0 jika beban &lt; 2 kg, intermitten</li> <li>▪ Skor 1 jika beban 2-10 kg, intermitten</li> <li>▪ Skor 2 jika beban 2-10 kg, statis atau repetitif</li> <li>▪ Skor 3 jika beban &gt;10 kg, repetitif atau dengan kejutan</li> </ul>		

Nilai postur lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, dan perputaran pergelangan tangan selanjutnya dimasukkan dalam Tabel A (Tabel 2.7) untuk mendapatkan skor postur A.

Tabel 2.7 Skor Postur A

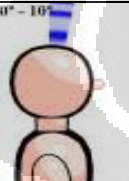









Upper Arm	Lower Arm	Wrist Posture Score			
		1	2	3	4
		Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
		1 2	1 2	1 2	1 2
1	1	1 2	2 2	2 3	3 3
	2	2 2	2 2	3 3	3 3
	3	2 3	3 3	3 3	4 4
2	1	2 3	3 3	3 4	4 4
	2	3 3	3 3	3 4	4 4
	3	3 4	4 4	4 4	5 5
3	1	3 3	4 4	4 4	5 5
	2	3 4	4 4	4 4	5 5
	3	4 4	4 4	4 5	5 5
4	1	4 4	4 4	4 5	5 5
	2	4 4	4 4	4 5	5 5
	3	4 4	4 5	5 5	6 6
5	1	5 5	5 5	5 6	6 7
	2	5 6	6 6	6 7	7 7
	3	6 6	6 7	7 7	7 8
6	1	7 7	7 7	7 8	8 9
	2	8 8	8 8	8 9	9 9
	3	9 9	9 9	9 9	9 9

Skor postur A kemudian ditambahkan dengan skor penggunaan otot dan beban sehingga didapatkan skor pergelangan tangan dan tangan sebagai skor yang akan dimasukkan dalam Tabel C (Tabel 2.8).

Tabel 2.8 Skor Pergelangan Tangan dan Tangan pada Tabel C

	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Tabel 2.9 Penilaian Postur *Group B*

<b>Group B</b>					
<b>Leher</b>	Posisi				
	Skor	+1 (fleksi 0 <sup>0</sup> -10 <sup>0</sup> )	+2 (fleksi 10 <sup>0</sup> -20 <sup>0</sup> )	+3 (fleksi >20 <sup>0</sup> )	+4 (ekstensi)
		Tambahkan +1 ■ Jika leher berputar ( <i>twisting</i> ) ■ Jika leher <i>side bending</i>			
<b>Batang tubuh</b>	Posisi				
	Skor	+1 (tegak)	+2 (fleksi 0 <sup>0</sup> -20 <sup>0</sup> )	+3 (fleksi 20 <sup>0</sup> -60 <sup>0</sup> )	+4 (fleksi >60 <sup>0</sup> )
		Tambahkan +1 ■ Jika batang tubuh berputar ( <i>twisting</i> ) ■ Jika batang tubuh <i>side bending</i>			
<b>Kaki</b>	Posisi				
	Skor	+1 (kedua kaki seimbang dan dapat menapak dengan baik)		+2 (kaki tidak seimbang dan tidak dapat menapak dengan baik)	

<b>Penggunaan otot</b>	<u>Tambahkan +1</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Jika postur statis berlangsung selama 10 menit atau lebih</li> <li>▪ Jika gerakan berulang 4 kali atau lebih dalam 1 menit</li> </ul>
<b>Beban</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Skor 0 jika beban &lt; 2 kg, intermitten</li> <li>▪ Skor 1 jika beban 2-10 kg, intermitten</li> <li>▪ Skor 2 jika beban 2-10 kg, statis atau repetitif</li> <li>▪ Skor 3 jika beban &gt;10 kg, repetitif atau dengan kejutan</li> </ul>

Nilai postur leher, batang tubuh, dan kaki selanjutnya dimasukkan dalam Tabel B (Tabel 2.10) untuk mendapatkan skor postur B.

Tabel 2.10 Tabel B

Neck Posture Score	Table B: Trunk Posture Score											
	1		2		3		4		5		6	
	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Skor postur B kemudian ditambahkan dengan skor penggunaan otot dan beban sehingga didapatkan skor leher, batang tubuh, dan kaki sebagai skor yang akan dimasukkan dalam Tabel C (Tabel 2.11).

Tabel 2.11 Skor Leher, Batang Tubuh, dan Kaki pada Tabel C

Wrist and Arm Score	Neck, trunk and leg score						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Skor yang didapatkan dari Tabel C merupakan skor akhir yang kemudian diklasifikasikan dalam 4 *action level* (Tabel 2.12).

Tabel 2.12 RULA *Action Level*

Skor RULA	Action Level	Tindakan
1 atau 2	1	Postur dapat diterima
3 atau 4	2	Investigasi lebih lanjut, mungkin perlu perbaikan
5 atau 6	3	Investigasi lebih lanjut, perbaikan segera
7	4	Investigasi lebih lanjut, perbaikan sekarang

(McAtamney and Corlett, 1993)

### 2.5.2 *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*

Metode REBA yang dikembangkan oleh Highnett *and* McAtamney (2000) digunakan untuk mengkaji postur kerja pada industri pelayanan kesehatan dan pelayanan lainnya. Data yang dikumpulkan adalah postur tubuh, kekuatan yang digunakan, tipe pergerakan, gerakan berulang, dan gerakan berangkai. Skor akhir REBA menunjukkan tingkat risiko ergonomi dan pada bagian mana yang harus dilakukan tindakan penanggulangan. Metode REBA dapat mengkaji risiko ergonomi di tempat kerja yang meliputi:

- a. Seluruh tubuh yang sedang digunakan
- b. Postur statis, dinamis, kecepatan perubahan, atau postur yang tidak stabil
- c. Pengangkatan yang sedang dilakukan dan seberapa sering frekuensinya
- d. Modifikasi tempat kerja, peralatan, pelatihan, atau perilaku pekerja

Penilaian dengan Metode REBA memiliki 6 prosedur (Highnett *and* McAtamney, 2000), yaitu:

- a. Observasi tugas
- b. Menentukan postur yang akan dinilai
- c. Menilai postur
- d. Memproses nilai atau skor
- e. Menetapkan skor REBA
- f. Menetapkan *action level*

### 2.5.3 *Ergonomics Assessment Survey (EASY)*

*Ergonomi Assessment Survey* (EASY) adalah suatu metode yang mengidentifikasi dan merangking kegiatan atau operasi dengan tingkatan (frekuensi dan prioritas) dari faktor-faktor ergonomi. Metode EASY merupakan bagian pusat dari proses ergonomi. Metode EASY berguna untuk mengidentifikasi masalah berdasarkan tujuan yang dapat dipercaya dan menjadi pendukung dari identifikasi masalah berdasarkan skala prioritas. Rangking dari EASY akan mengidentifikasi nilai total yang berkisar antara 1 – 7. Berdasarkan persetujuan dari sumber data, maka pendekatan masalah yang lebih sistematis dan dengan pendekatan yang logis menjadi faktor utama dalam menentukan rangking dari EASY (Humantech, 1995 dalam Kurniawati, 2009).

#### 2.5.4 *Baseline Risk Identification of Ergonomics Factors (BRIEF)*

*Baseline Risk Identification of Ergonomi Factors (BRIEF)* adalah alat penyaring awal dalam menggunakan struktur dan bentuk sistem tingkatan untuk mengidentifikasi penerimaan tiap tugas dalam suatu pekerjaan. BRIEF digunakan untuk menentukan Sembilan bagian tubuh yang dapat berisiko terjadinya gangguan musculoskeletal. Bagian tubuh yang dianalisa meliputi: tangan dan pergelangan tangan kiri, siku kiri, bahu kiri, leher, punggung, tangan dan pergelangan tangan kanan, siku kanan, bahu kanan dan kaki. *Survey* dengan metode BRIEF ini dapat mengidentifikasi risiko-risiko yang berhubungan dengan postur, tenaga, durasi dan frekuensi ketika mengamati kesembilan bagian tubuh tersebut. Penilaian risiko dapat diklasifikasikan ke dalam risiko tinggi, sedang dan rendah (Humantech, 1995 dalam Utomo, 2011). Kelebihan dari BRIEF *survey* adalah:

1. Dapat mengkaji hampir seluruh bagian tubuh (9 bagian tubuh)
2. Dapat menentukan risiko terhadap terjadinya CTDs (*Cumulative Trauma Disorders*)
3. Dapat menentukan bagian tubuh mana yang memiliki beban paling berat
4. Dapat mengidentifikasi awal penyebab CTDs.
5. Telah memenuhi persyaratan sebagai sebuah sistem analisa bahaya CTDs yang diakui OSHA
6. Tidak membutuhkan seorang ahli ergonomi untuk melakukan penilaian pekerjaan menggunakan BRIEF *Survey*

Kekurangan BRIEF *Survey* antara lain:

1. Tidak dapat mengetahui total skor secara menyeluruh dari suatu pekerjaan, karena skor yang dihitung berdasarkan bagian tubuh yang dinilai
2. Banyak faktor yang harus dikaji
3. Membutuhkan waktu pengamatan yang lebih lama
4. Tidak dapat digunakan untuk *manual handling*

#### 2.5.5 *Quick Exposure Checklist (QEC)*

*Quick Exposure Checklist (QEC)* merupakan suatu metode untuk penilaian terhadap risiko kerja yang berhubungan dengan gangguan otot di tempat kerja.

Metode ini menilai gangguan risiko yang terjadi pada bagian belakang punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher. QEC membantu untuk mencegah terjadinya WMSDs seperti gerak *repetitive*, gaya tekan, postur yang salah, dan durasi kerja. (Stanton, 2004) . Li dan Buckle (1999) dalam Penilaian pada QEC dilakukan pada tubuh statis (*body static*) dan kerja dinamis (*dynamic task*) untuk memperkirakan tingkat risiko dari postur tubuh dengan melibatkan unsur pengulangan gerakan, tenaga/beban dan lama tugas untuk area tubuh yang berbeda (Laraswati 2009). Brown & Li ( 2003) dalam konsep dasar dari metode ini sebenarnya adalah mengetahui seberapa besar *exposure score* untuk bagian tubuh tertentu dibandingkan dengan bagian tubuh lainnya. *Exposure score* dihitung untuk masing-masing bagian tubuh seperti pada punggung, bahu/lengan atas, pergelangan tangan, maupun pada leher dengan mempertimbangkan  $\pm 5$  kombinasi/interaksi, misalnya postur dengan gaya/beban., pergerakan dengan gaya /beban, durasi dengan gaya/beban, postur dengan durasi, pergerakan dengan durasi (Laraswati 2009). Lie dan Buckle (1999) menyatakan salah satu karakteristik yang penting dalam metode ini adalah penilaian dilakukan oleh peneliti dan pekerja, dimana faktor risiko yang ada dipertimbangkan dan digabungkan dalam implementasi dengan tabel skor yang ada (Laraswati 2009).

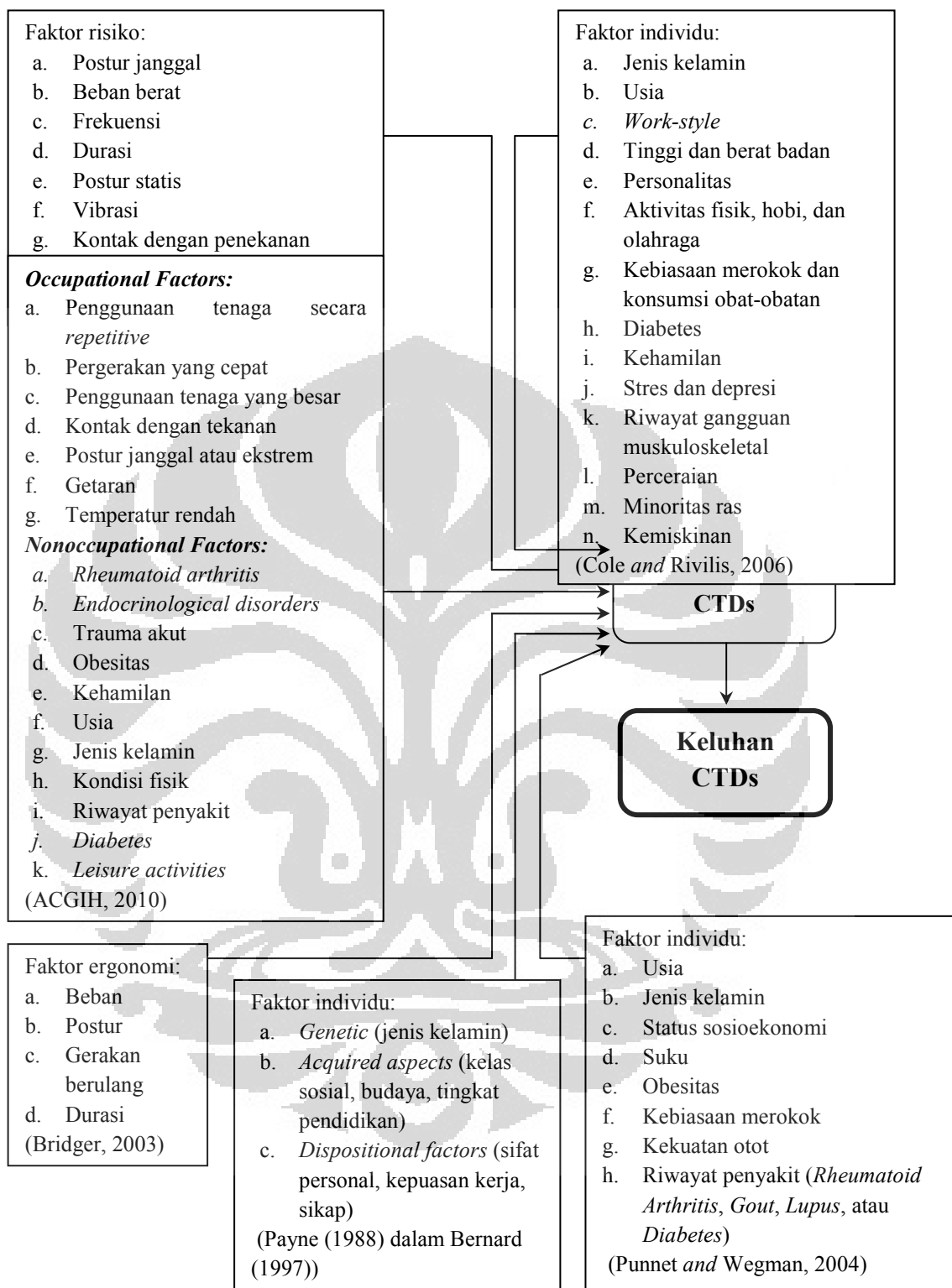
## BAB III

### KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DAN DEFINISI OPERASIONAL

#### 3.1 Kerangka Teori

Terdapat beberapa teori yang terkait dengan keluhan CTDs. Bridger (2003) menyatakan bahwa beban, postur, gerakan berulang, dan durasi adalah faktor risiko terjadinya CTDs. Menurut Kurniawidjaja (2011), faktor risiko untuk terjadinya CTDs terdiri dari postur janggal, beban yang berat, frekuensi dan durasi (aktivitas), postur statis, getaran, kontak dengan penekanan, dan temperatur ekstrem. ACGIH (2010) menjelaskan bahwa CTDs dapat terjadi karena faktor pekerjaan dan faktor selain pekerjaan. Faktor lain terjadinya CTDs adalah faktor individu, antara lain jenis kelamin, usia, *work-style*, tinggi dan berat badan, personalitas, aktivitas fisik, hobi, olahraga, kebiasaan merokok dan konsumsi obat-obatan, penyakit *Diabetes*, kehamilan, stres dan depresi, riwayat gangguan sistem muskuloskeletal, perceraian, minoritas ras, dan kemiskinan (Cole and Rivilis, 2006). Faktor individu lainnya yang dikemukakan oleh Punnet and Wegman (2004) adalah usia, jenis kelamin, status sosioekonomi, suku, obesitas, kebiasaan merokok, kekuatan otot, dan adanya riwayat penyakit *Rheumatoid Arthritis*, *Gout*, *Lupus*, atau *Diabetes*. Payne (1988) dalam Bernard (1997) menyebutkan faktor individu untuk terjadinya CTDs adalah faktor genetik, *acquired aspects*, dan *dispositional factors* (Gambar 3.1).

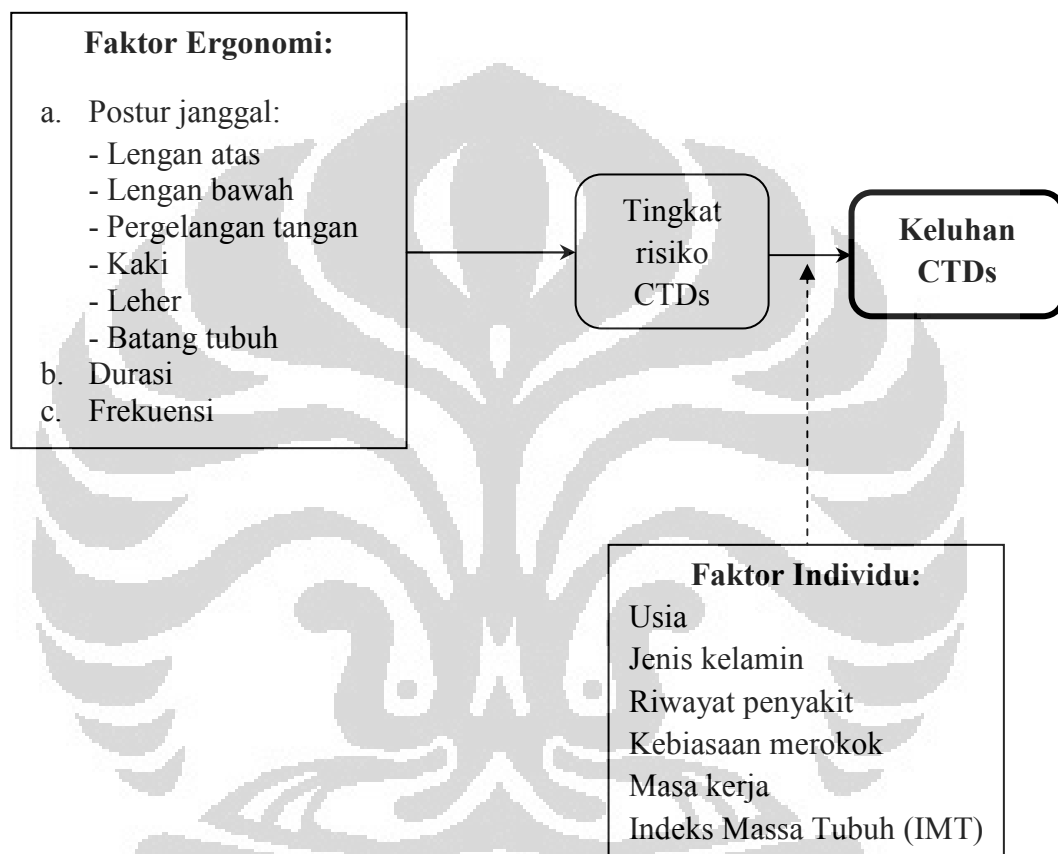




Gambar 3.1 Kerangka Teori

### 3.2 Kerangka Konsep

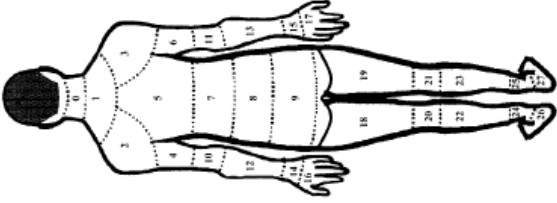
Kerangka konsep dikembangkan berdasarkan kerangka teori di atas dan disesuaikan dengan kondisi di lokasi penelitian. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah keluhan CTDs, sedangkan variabel independennya adalah faktor ergonomi. Faktor individu berperan sebagai variabel *moderating* (Gambar 3.2).

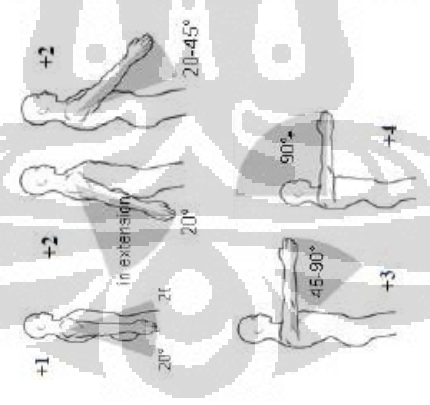


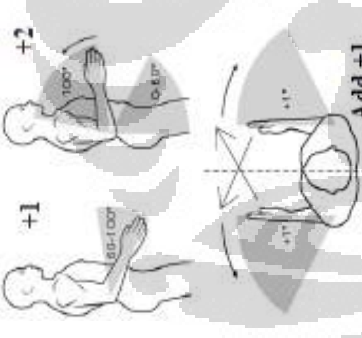
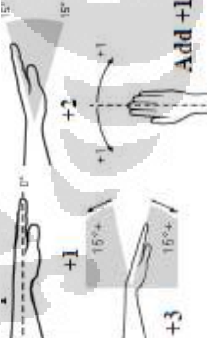
Gambar 3.2 Kerangka Konsep

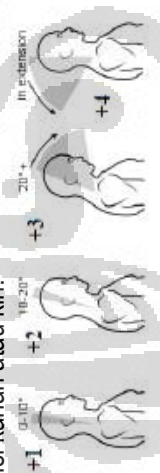
### 3.3 Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
1.	Keluhan CTDs	Keluhan yang dirasakan responden terkait dengan gangguan pada sistem muskuloskeletal akibat kerja berupa rasa sakit atau nyeri, kesemutan, mati rasa, dan pegal.	Pengisian kuesioner	Kuesioner <i>Nordic Body Map</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ya</li> <li>▪ Tidak</li> </ul>	Ordinal
						
2.	Tingkat risiko CTDs	Hasil akhir dari proses penilaian terhadap postur tubuh, penggunaan otot, dan gerakan yang dilakukan responden yang menunjukkan besarnya kemungkinan untuk terjadinya CTDs. <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Skor 1 atau 2 : postur dapat diterima jika tidak terus-menerus atau berulang dalam periode panjang.</li> <li>▪ Skor 3 atau 4 : perlu investigasi lebih lanjut dan mungkin dibutuhkan perbaikan.</li> </ul>	Kalkulasi dan scoring	Lembar ( <i>Rapid Limb Assessment</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Action Level 1</li> <li>▪ Action Level 2</li> <li>▪ Action Level 3</li> <li>▪ Action Level 4</li> </ul>	Ordinal

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
3.	Faktor Ergonomi					
3.1	Postur Janggal					
a.	Postur janggal lengan atas	<p>Sikap atau posisi lengan atas yang memiliki sudut ekstrem terhadap posisi normal, yaitu sejajar batang tubuh.</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fleksi atau ekstensi 0-20° = +1</li> <li>▪ Fleksi 20-45° atau ekstensi &gt;20° = +2</li> <li>▪ Fleksi 45-90° = +3</li> <li>▪ Fleksi &gt;90° = +4</li> <li>▪ Jika akumulasi nilai = 1, tidak ada postur janggal</li> <li>▪ Jika akumulasi nilai &gt;1 dengan maksimal nilai adalah 6, ada postur janggal</li> </ul>	Observasi	Kamera digital, MB-Ruler, dan lembar RULA	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tidak ada</li> <li>▪ Ada</li> </ul>	Ordinal
b.	Postur janggal lengan bawah	<p>Sikap atau posisi lengan bagian bawah yang berada lebih dari -15° hingga +15° dari posisi lengan bawah</p>	Observasi	Kamera digital, MB-Ruler, dan	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tidak ada</li> <li>▪ Ada</li> </ul>	Ordinal

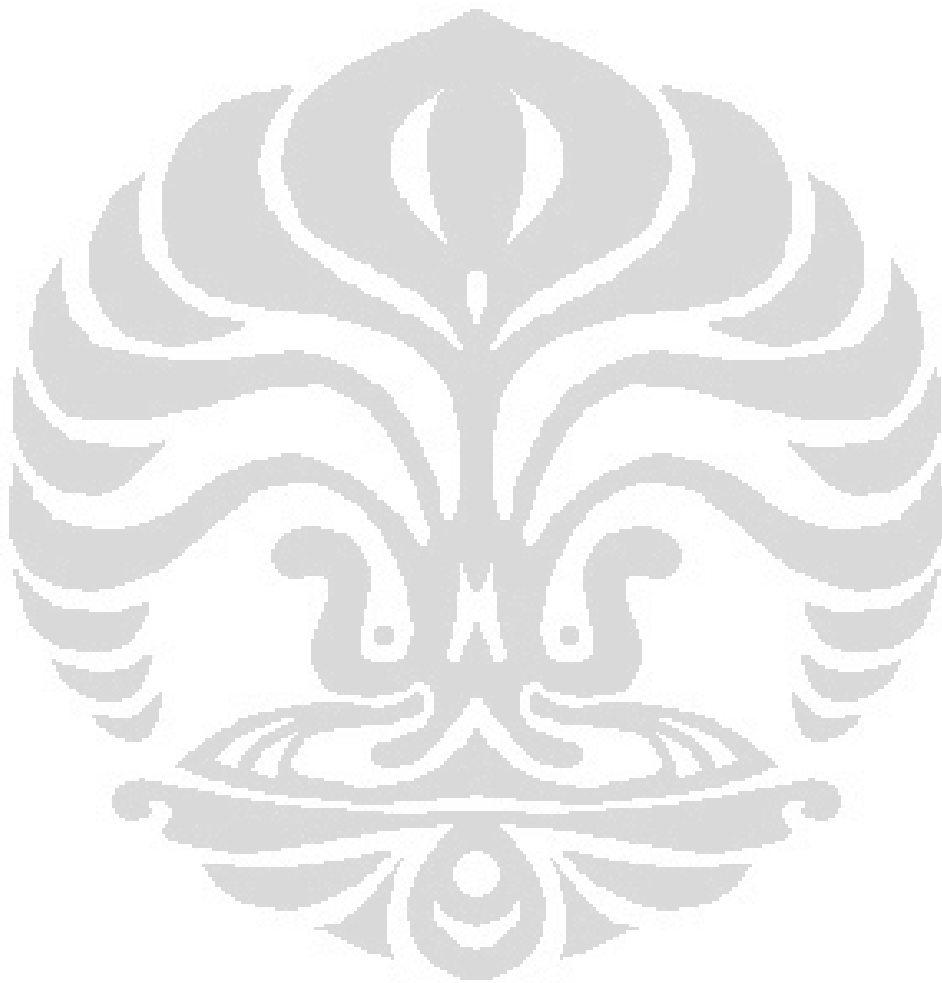
No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
		<p>tegak lurus terhadap lengan atas.</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fleksi 60-100°= +1</li> <li>▪ Fleksi &gt;60° atau fleksi &gt;100° = +2</li> <li>▪ Jika lengan bawah melewati garis tengah tubuh atau ke sisi samping tubuh, ditambahkan nilai +1</li> <li>▪ Jika akumulasi nilai = 1, tidak ada postur janggal</li> <li>▪ Jika akumulasi nilai &gt;1 dengan maksimal nilai adalah 3, ada postur janggal</li> </ul>		lembar RULA		
c.	Postur janggal pergelangan tangan	<p>Sikap atau posisi pergelangan tangan yang membentuk sudut ekstrim dari posisi normal, yaitu lurus dengan lengan bawah.</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fleksi atau ekstensi 0-15°= +2</li> </ul>	Observasi	Kamera digital, MB-Ruler, dan lembar RULA	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tidak ada</li> <li>▪ Ada</li> </ul>	Ordinal

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
d.	Postur janggal kaki	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fleksi atau ekstensi <math>&gt;15^{\circ} = +3</math></li> <li>▪ Jika terdapat penyimpangan pada pergelangan tangan, ditambahkan nilai +1</li> <li>▪ Jika akumulasi nilai = 1, tidak ada postur janggal</li> <li>▪ Jika akumulasi nilai <math>&gt;1</math> dengan maksimal nilai adalah 6, ada postur janggal</li> </ul> <p>Sikap atau posisi kaki yang tidak sesuai, yaitu tidak ada penyangga kaki, kedua kaki tidak dalam kondisi sejajar, atau berada dalam permukaan yang tidak rata.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Jika kedua kaki seimbang dan dapat menapak dengan baik, nilai +1</li> <li>▪ Jika kaki tidak dapat menapak dengan baik, nilai +2</li> <li>▪ Jika akumulasi nilai = 1, tidak ada postur janggal</li> <li>▪ Jika akumulasi nilai <math>&gt;1</math> dengan maksimal nilai adalah 2, ada postur janggal</li> </ul>	Observasi	Kamera digital, MB-Ruler, dan lembar RULA	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tidak ada</li> <li>▪ Ada</li> </ul>	Ordinal
e.	Postur janggal leher	 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fleksi <math>0-10^{\circ} = +1</math></li> <li>▪ Fleksi <math>10-20^{\circ} = +2</math></li> <li>▪ Fleksi <math>&gt;20^{\circ} = +3</math></li> <li>▪ Ekstensi = +4</li> <li>▪ Jika leher berputar, ditambahkan nilai +1</li> <li>▪ Jika leher <i>side bending</i>, ditambahkan nilai +1</li> <li>▪ Jika akumulasi nilai = 1, tidak ada postur janggal</li> <li>▪ Jika akumulasi nilai <math>&gt;1</math> dengan maksimal nilai adalah 6, ada postur janggal</li> </ul> <p>Sikap atau posisi leher yang tidak normal, seperti menunduk dengan sudut <math>&gt;10^{\circ}</math>, berputar, dan miring pada sisi kanan atau kiri.</p>	Observasi	Kamera digital, MB-Ruler, dan lembar RULA	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tidak ada</li> <li>▪ Ada</li> </ul>	Ordinal

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
f.	Postur janggal batang tubuh	<p>Sikap atau posisi batang tubuh yang tidak normal, seperti posisi yang terlalu ke belakang atau membungkuk, berputar, dan membengkok ke arah samping.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tegak = +1</li> <li>▪ Fleksi 0-20° = +2</li> <li>▪ Fleksi 20-60° = +3</li> <li>▪ Fleksi &gt;60° = +4</li> <li>▪ Jika berputar, ditambahkan nilai +1</li> <li>▪ Jika <i>side bending</i>, ditambahkan nilai +1</li> <li>▪ Jika akumulasi nilai = 1, tidak ada postur janggal</li> <li>▪ Jika akumulasi nilai &gt;1 dengan maksimal nilai adalah 6, ada postur janggal</li> </ul>	Observasi	Kamera digital, MB-Ruler, dan lembar RULLA	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tidak ada</li> <li>▪ Ada</li> </ul>	Ordinal
3.2	Durasi dan frekuensi	<p>Durasi adalah jumlah waktu responden terpajan faktor risiko.</p> <p>Frekuensi adalah jumlah gerakan repetitif atau berulang yang dilakukan responden per menit saat bekerja.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Postur kerja statis selama lebih dari 10 menit, nilai = +1</li> <li>▪ Gerakan berulang terjadi 4 kali/menit, nilai = +1</li> </ul>	Observasi	Kamera digital, stopwatch, dan lembar RULLA	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tidak ada</li> <li>▪ Ada</li> </ul>	Ordinal
4.	Faktor Individu					
a.	Usia	Usia responden saat dilakukan penelitian yang dihitung sejak lahir sampai saat penelitian dilakukan.	Pengisian kuesioner	Kuesioner	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ &lt; 20 tahun</li> <li>▪ 20 – 29 tahun</li> <li>▪ 30 – 39 tahun</li> </ul>	Interval

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
b.	Jenis kelamin	Jenis kelamin dari responden dalam penelitian.	Pengisian kuesioner	Kuesioner	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 40 – 49 tahun</li> <li>▪ &gt;50 tahun</li> <li>▪ Laki-laki</li> <li>▪ Perempuan</li> </ul>	Nominal
c.	Riwayat kesehatan	Kondisi patologis yang pernah dialami responden terkait dengan ergonomi, baik yang masih dirasakan sekarang maupun yang sudah tidak dirasakan.	Pengisian kuesioner	Kuesioner	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ada</li> <li>▪ Tidak ada</li> </ul>	Ordinal
d.	Kebiasaan merokok	Kondisi yang menggambarkan kebiasaan merokok responden, yaitu masih merokok minimal 1 batang per hari dalam 1 tahun terakhir.	Pengisian kuesioner	Kuesioner	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ya</li> <li>▪ Tidak</li> </ul>	Ordinal
e.	Masa kerja	Masa responden bekerja yang dihitung sejak pekerja diterima bekerja hingga dilakukannya penelitian ini.	Pengisian kuesioner	Kuesioner	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ &lt; 6 tahun</li> <li>▪ 6-10 tahun</li> <li>▪ &gt;10 tahun</li> </ul>	Interval
f.	Indeks Massa Tubuh (IMT)	Rasio berat badan (dalam kg) terhadap kuadrat tinggi badan (m <sup>2</sup> ) responden.	Pengisian kuesioner	Kuesioner	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Underweight</i> (&lt;18,5)</li> <li>▪ Normal (18,5-24,9)</li> <li>▪ <i>Overweight</i> (25,0-29,9)</li> <li>▪ <i>Obesitas</i> (≥30,0)</li> </ul>	Interval





## BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

### 1.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan observasional menggunakan desain studi *cross sectional* atau potong lintang, di mana semua variabel diteliti dalam waktu bersamaan. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis risiko dan keluhan CTDs pada *sedentary workers* di area pabrik Departemen Produksi PT NGK Busi Indonesia tahun 2012 menggunakan metode RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) dan kuesioner *Nordic Body Map*.

### 1.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret sampai dengan April 2012 di area pabrik Departemen Produksi PT NGK Busi Indonesia, Jalan Raya Jakarta-Bogor Km 26,6 Ciracas, Jakarta Timur.

### 1.3 Populasi dan Sampel

#### 1.3.1 Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah pekerja di area pabrik Departemen Produksi PT NGK Busi Indonesia yang bekerja di bagian *Assembly Line*.

#### 1.3.2 Sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Simple Random Sampling*, yaitu pengambilan sampel secara acak dari populasi penelitian. Besar sampel penelitian ditentukan dengan menggunakan rumus estimasi proporsi (Azwar, 1987).

$$n = \frac{z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 \cdot P(1-P)}{d^2}$$

dan

$$n_1 = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

di mana:

$n$  = besar sampel awal

$n_1$  = besar sampel sebenarnya

$N$  = besar populasi

$P$  = proporsi populasi (jika tidak diketahui,  $P=50\%$ )

$d$  = *limit dari error* atau presisi absolut ( $d=0,05$ )

$\alpha = 5\%$  ( $z_{1-\frac{\alpha}{2}}=1,96$ )

Berdasarkan data kepegawaian PT NGK Busi Indonesia tahun 2011, diketahui bahwa pekerja pada bagian *Assembly Line* berjumlah 79 orang. Melalui perhitungan di atas, didapatkan besar sampel awal ( $n$ ) sebanyak 400 orang dan besar sampel yang digunakan dalam penelitian ( $n_1$ ) sebanyak 66 orang.

### 1.3.2.1 Kriteria Inklusi

Kriteria sampel yang diambil dalam penelitian ini di antaranya :

1. Pekerja PT NGK Busi Indonesia dari Departemen Produksi yang bekerja di bagian *Assembly Line*.
2. Bekerja secara statis dengan posisi duduk.
3. Bersedia menjadi responden.

### 1.3.2.2 Kriteria Eksklusi

Kriteria sampel yang tidak termasuk dalam penelitian ini di antaranya :

1. Pekerja PT NGK Busi Indonesia yang bukan pekerja di bagian *Assembly Line* dan/atau bekerja di luar area pabrik PT NGK Busi Indonesia.
2. Bekerja dengan aktivitas yang dinamis atau berpindah-pindah.
3. Tidak bersedia menjadi responden.

## 1.4 Teknik Pengumpulan Data

### 1.4.1 Sumber Data

#### a. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini didapatkan dari hasil observasi, pengukuran tingkat risiko dengan lembar RULA, dan kuesioner *Nordic Body Map*. Observasi dilakukan dengan pengambilan gambar postur tubuh dan pengamatan terhadap aktivitas kerja responden, sedangkan untuk mengetahui karakteristik responden dan keluhan CTDs digunakan kuesioner *Nordic Body Map*. Metode yang digunakan dalam perhitungan risiko ergonomi adalah RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*).

#### b. Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan adalah data jumlah pekerja PT NGK Busi Indonesia, data kunjungan Poliklinik PT NGK Busi Indonesia, dan literatur-literatur yang terkait dengan ergonomi.

### 1.4.2 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan antara lain:

- a. Kamera *digital* untuk pengambilan gambar postur kerja dan video aktivitas kerja responden.
- b. Lembar RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) dan alat tulis untuk perhitungan risiko ergonomi pada masing-masing responden.
- c. *Stop watch* untuk menghitung durasi dan frekuensi kerja responden.
- d. *MB-Ruler* untuk mengukur sudut yang terbentuk pada postur kerja.
- e. Kuesioner tentang karakteristik responden (umur, jenis kelamin, lama bekerja, riwayat penyakit, kebiasaan merokok, Indeks Massa Tubuh (IMT)) dan kuesioner *Nordic Body Map* untuk mengetahui keluhan CTDs.

### 1.4.3 Cara Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini diperoleh melalui:

- a. Observasi untuk mengamati postur tubuh, gerakan, durasi, dan frekuensi kerja responden.
- b. Perhitungan dengan berpedoman pada lembar RULA untuk menentukan tingkat risiko ergonomi pada responden.
- c. Kuesioner untuk mengetahui karakteristik responden dan *Nordic Body Map* untuk mengetahui keluhan responden terkait dengan CTDs.

## 1.5 Pengolahan Data

### 1.5.1 Mengkode Data (*Data Coding*)

Data yang telah diperoleh dari hasil observasi dan pengisian kuesioner diberi kode untuk memudahkan dalam pengolahan data. Pemberian kode dilakukan pada setiap jawaban dari kuesioner.

### 1.5.2 Menyunting Data (*Data Editing*)

Penyuntingan data dilakukan dengan memeriksa kembali pengisian pada lembar RULA dan kuesioner untuk dapat diproses lebih lanjut.

### 1.5.3 Memasukkan Data (*Data Entry*)

Data yang sudah disunting kemudian dimasukkan ke dalam *data file* dengan menggunakan perangkat lunak SPSS 13.0 dan *Microsoft Excel* 2007.

### 1.5.4 Membersihkan Data (*Data Cleaning*)

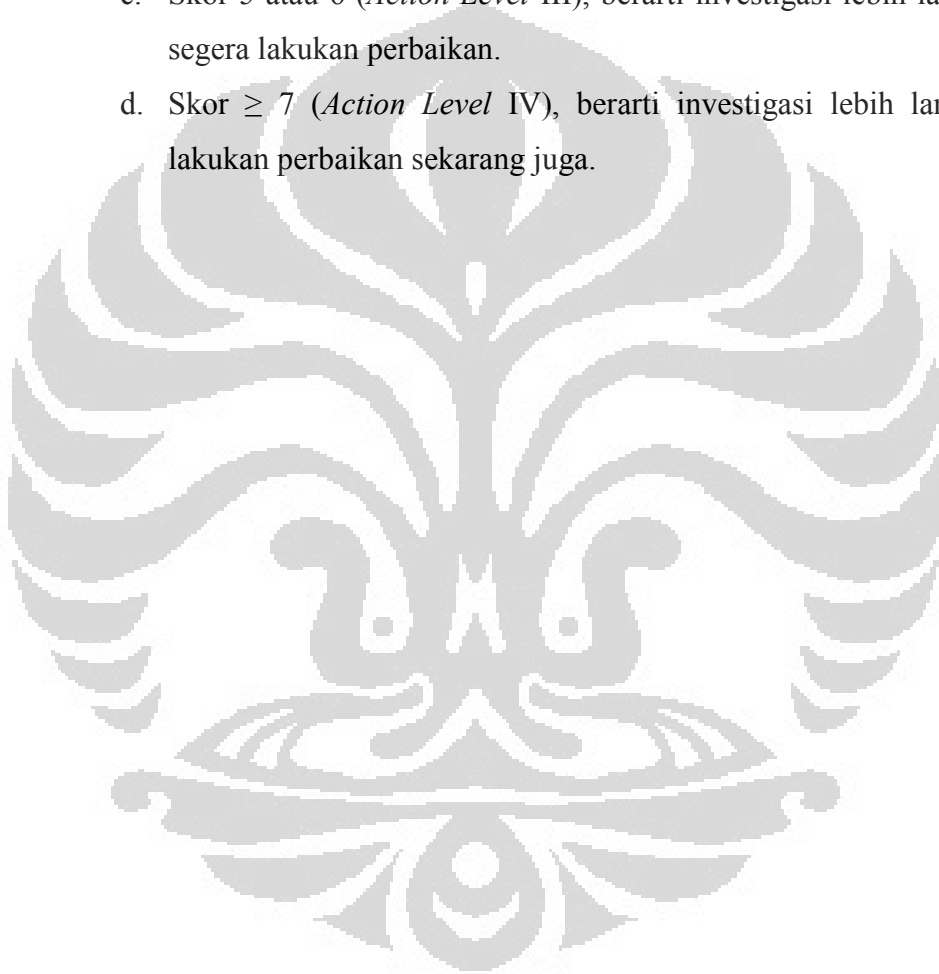
Pembersihan data dilakukan untuk memastikan tidak ada kesalahan pada data yang telah dimasukkan.

## 1.6 Analisis Data

Analisis data yang digunakan adalah analisis univariat menggunakan perangkat lunak SPSS 13.0 untuk mengetahui distribusi frekuensi dan persentase dari setiap variabel pada karakteristik responden, perangkat lunak *Microsoft Excel* 2007 untuk menghitung

jumlah keluhan CTDs dari kuesioner *Nordic Body Map*, dan lembar RULA untuk menganalisis tingkat risiko CTDs. Tingkat risiko CTDs dianalisis berdasarkan kriteria penilaian pada metode RULA, yaitu :

- a. Skor 1 atau 2 (*Action Level I*), berarti postur dapat diterima jika tidak terus-menerus atau berulang dalam periode panjang.
- b. Skor 3 atau 4 (*Action Level II*), berarti perlu investigasi lebih lanjut dan mungkin dibutuhkan perbaikan.
- c. Skor 5 atau 6 (*Action Level III*), berarti investigasi lebih lanjut dan segera lakukan perbaikan.
- d. Skor  $\geq 7$  (*Action Level IV*), berarti investigasi lebih lanjut dan lakukan perbaikan sekarang juga.



## BAB V

### GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

#### 5.1 Profil PT NGK Busi Indonesia

PT NGK Busi Indonesia adalah perusahaan manufaktur busi dan *plug cap* (penutup busi) yang berdiri pada 6 Juli 1977 di atas lahan seluas 27.720 m<sup>2</sup> dengan bangunan seluas 8.750 m<sup>2</sup> yang berlokasi di Jl. Raya Jakarta-Bogor Km 26,6 Ciracas, Jakarta Timur. Perusahaan ini merupakan perusahaan patungan antara PT Pendawa Sempurna di Indonesia dan NGK Spark Plug Co. Ltd. PT NGK Busi Indonesia mulai beroperasi pada bulan Februari 1978 dan mulai memproduksi secara komersial pada bulan April 1978. Kapasitas produksi perusahaan ini adalah 40.000.000 busi/tahun, 50.000.000 *metal shell*/tahun, dan 10.000.000 *plug cap*/tahun. Produk yang dihasilkan PT NGK Busi Indonesia hingga saat ini digunakan untuk mesin mobil, sepeda motor, *scooter*, motor tempel, dan mesin-mesin pada generator dan gergaji, serta telah diekspor ke Jepang, Malaysia, Thailand, Taiwan, Shanghai, dan Afrika.

##### 5.1.1 Visi dan Misi

Visi:

- a. Menjadi produsen busi terkemuka di dunia dengan kualitas terbaik dan selalu menjadi pilihan pertama yang dipakai oleh pelanggan.
- b. Menjadi pemimpin pada area pengembangan teknologi, biaya produksi, logistik, keselamatan kerja, mutu, dan pertumbuhan keuntungan.

Misi:

- a. Menciptakan lingkungan kerja yang terbaik dan aman sehingga karyawan dapat mewujudkan potensi mereka seutuhnya.
- b. Mengembangkan dan menyediakan barang yang secara sosial menguntungkan dan aman dengan memanfaatkan sepenuhnya teknologi yang paling sesuai dengan pengalaman yang telah kami miliki selama ini.

- c. Membangun komunikasi yang baik bukan hanya dengan pemegang saham, akan tetapi juga dengan lembaga-lembaga pemerintahan dan masyarakat luas.
- d. Mendukung penuh kegiatan positif dalam masalah lingkungan yang merupakan aspek penting bagi kegiatan perusahaan.
- e. Mematuhi peraturan perundang-undangan yang berlaku yang terkait dengan kegiatan perusahaan.

### 5.1.2 Struktur Organisasi

Bagan Struktur organisasi PT NGK Busi Indonesia terdapat pada Lampiran.

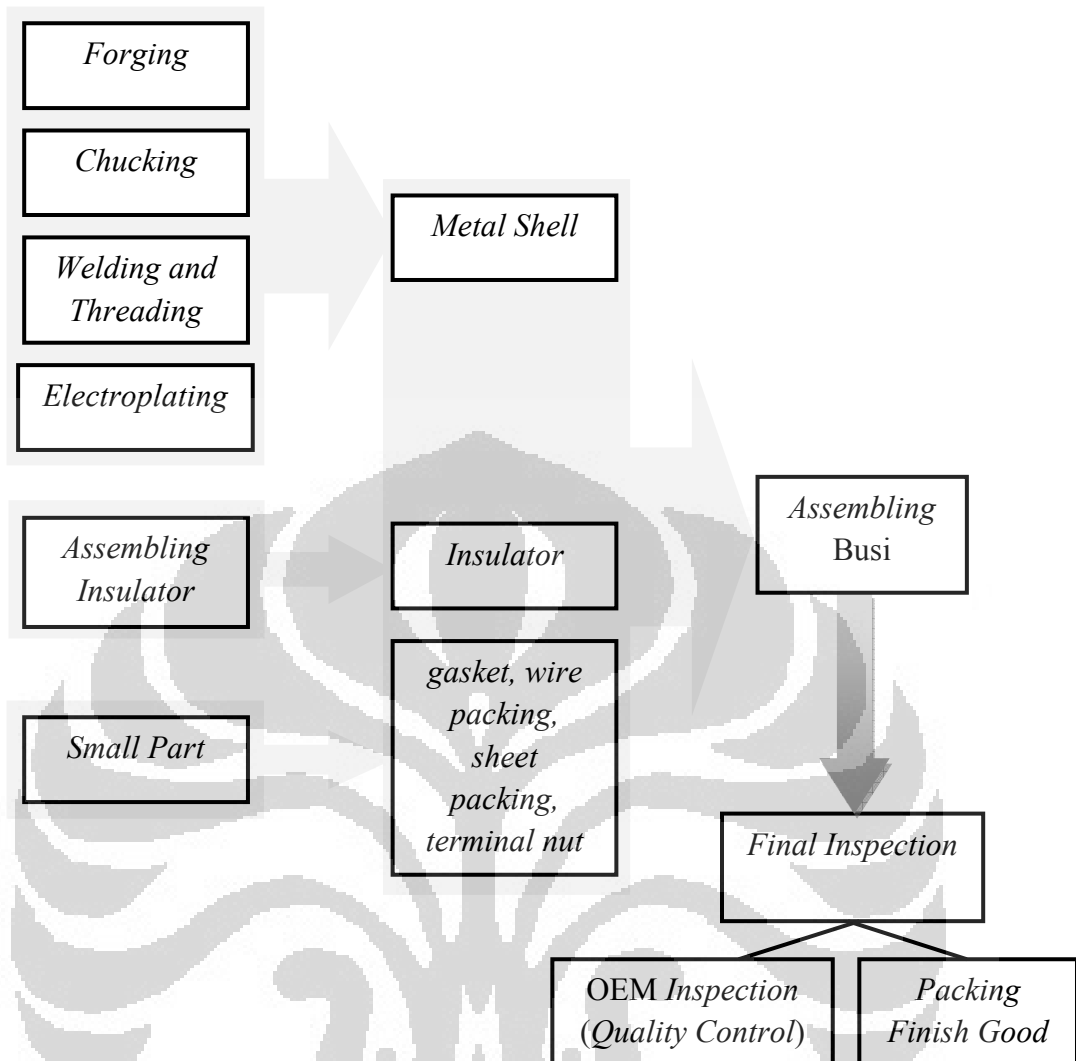
### 5.1.3 Proses Produksi di PT NGK Busi Indonesia

Proses produksi yang terdapat di PT NGK Busi Indonesia terdiri dari proses produksi busi dan produksi *plug cap* atau penutup busi.

#### a. Proses Produksi Busi

Alur proses pembuatan busi dapat digambarkan seperti bagan di bawah ini.





Gambar 5.1 Bagan Proses Produksi Busi

### 1. *Forging*

Dalam proses ini, dilakukan perubahan bentuk bahan baku berupa *steel coil* yang masih berupa gulungan menjadi bentuk *forged* atau potongan-potongan kecil.

### 2. *Chucking*

Proses *chucking* dilakukan untuk menyempurnakan bentuk *forged* agar sesuai standar yang telah ditentukan dengan melakukan pembubutan *forged* di dalam *chucking machine*.

### 3. *Welding and Threading*

*Welding and Threading* adalah menempatkan elektroda luar dengan ukuran panjang sesuai dengan standar untuk selanjutnya membuat ulir.

### 4. *Electroplating*

*Electroplating* dilakukan untuk memberikan warna krom pada *forged* yang telah memiliki ulir dan melindungi *metal shell* agar tidak berkarat.

### 5. *Small Part*

Pada tahap ini, dilakukan pembuatan bahan busi lainnya, seperti *gasket*, *wire packing*, *sheet packing*, dan *terminal nut*.

### 6. *Assembling*

*Assembling* merupakan proses perakitan komponen-komponen busi yang dilakukan di atas meja *assembling* (*assembly line*).

Terdapat dua jenis proses *assembling*, yaitu:

#### a. *Assembling Insulator*

Merupakan proses pemasangan berbagai jenis elektroda, seperti platina, tembaga, dan lainnya pada insulator.

#### b. *Assembling Busi*

Merupakan proses perakitan semua bahan (*metal shell*, *insulator*, dan *small part*) menjadi busi.

### 7. *Final Inspection*

*Final inspection* adalah melakukan pemeriksaan terhadap hasil proses perakitan busi dan melakukan pemisahan jika terdapat hasil yang tidak sempurna atau tidak sesuai dengan standar produk.

### 8. *Packaging*

*Packaging* adalah tahap memasukkan produk busi yang siap dipasarkan ke dalam kemasan dan *box* untuk kemudian didistribusikan.

## 9. OEM Inspection (Quality Control)

*Quality Control* dilakukan untuk menguji kualitas produk busi yang dihasilkan agar sesuai dengan standar produk yang ditentukan.

### b. Proses Produksi *Plug Cap*

*Plug cap* atau penutup busi diproses pada bagian *Plug Cap* dengan aktivitas kerja yang dilakukan secara terpisah dengan proses produksi busi. Proses ini bertujuan untuk menghasilkan produk *plug cap* yang siap untuk dipasarkan dari bahan utama berupa *body plug cap* dan bahan-bahan pelengkapannya, di antaranya *screw*, *inner clip A*, *inner clip C*, *spring* dan *resistor*, *water proof rubber*, dan *terminal silling rubber*.

Pada bagian *Plug Cap*, proses kerja dimulai dari *incoming material* berupa *Body Plug Cap* yang sebelumnya disimpan di area *warehouse* atau gudang. Material ini selanjutnya diproses dengan memberikan tulisan nomor dan tipe *plug cap* menggunakan mesin proses. Dalam proses ini, terdapat seorang pekerja yang bertugas menyusun *Body Plug Cap* pada mesin proses. Tahap selanjutnya adalah merakit *screw* dan *washer A* (*inner clip A*) dengan menggunakan alat berupa *Bowl Feeder* yang juga dilakukan oleh seorang pekerja. Kemudian, secara berurutan *Body Plug Cap* diisi dengan *spring*, *resistor*, serta *screw* dan *washer A* yang telah dirakit. Tahap berikutnya adalah melakukan pengepresan (*pressing*) bagian dalam *Body Plug Cap* tersebut agar tidak terlepas untuk kemudian diisi dengan *washer C*. Setelah *washer C* diisi, dilakukan *pressing* kembali. Selanjutnya, dilakukan pengujian pada *Body Plug Cap* yang telah diisi untuk memastikan tidak ada *Body Plug Cap* yang bocor atau rusak dengan menggunakan alat *BG Test*. Pada *Body Plug Cap* yang telah melalui tahap pengujian selanjutnya dipasang *water proof rubber* dengan mengoleskan air sabun yang diresapkan pada *sponge* untuk memudahkan dalam proses pemasangannya. Pada bagian lain *Body Plug Cap*, dipasangkan *terminal silling rubber* juga dengan mengoleskan air sabun.

Tahapan akhir dari proses ini adalah menginspeksi *plug cap* yang sudah selesai diproses dan kemudian dilakukan pengemasan dalam plastik.

#### 5.1.4 Komposisi Pekerja

Secara keseluruhan, hingga bulan April 2011 pekerja di PT NGK Busi Indonesia berjumlah 357 orang (Tabel 5.1). Berdasarkan pembagian *shift* kerjanya, pekerja PT NGK Busi Indonesia terdiri dari pekerja *shift* dan *non shift*. *Shift* kerja untuk pekerja *shift* terbagi menjadi tiga, yaitu *shift* I (pukul 06.00-14.00 WIB), *shift* II (pukul 14.00-22.00 WIB), dan *shift* III (pukul 22.00-06.00 WIB). Untuk pekerja *non shift*, waktu kerja yang berlaku adalah pukul 08.00-17.00 WIB. Pekerja yang tergolong sebagai pekerja *shift* adalah pekerja pada Departemen Produksi, yaitu bagian *Cold Forming*, *Chucking Machine*, *Welding Threading*, *Plating*, *Inspection Metal Shell*, *Assembling Line*, *Small Part*, *Assembling Insulator*, dan *Plug Cap*. Pekerja *non shift* adalah pekerja pada Departemen HRD dan GA, *Finance and Accounting*, IT, HSE, dan satu bagian dari Departemen Produksi, yaitu bagian OEM Inspection. Berdasarkan statusnya, pekerja PT NGK Busi Indonesia terbagi menjadi pekerja tetap dan kontrak.

Tabel 5.1 Komposisi Pekerja PT NGK Busi Indonesia

	Departemen	Jumlah Pekerja
Administrasi	HRD & GA	6
	IT	2
	<i>Finance and Accounting</i>	4
	<i>Security</i>	6
	<i>Driver</i>	9
	HSE	3
	<i>Cleaning Service</i>	4
	<i>Service Building</i>	4
	<i>Sales &amp; Marketing</i>	9
	<i>Deliveryman</i>	5
Pabrik	<i>Factory Office</i>	9
	<i>Purchasing &amp; Import</i>	2
	PPIC & Spare Part	4
	<i>Supply Chain</i>	11
	<i>Maintenance</i>	8
	QC-OEM ( <i>Indirect</i> )	8
	<i>Cold Forming</i>	7
	<i>Chucking Machine</i>	26
	<i>Welding Threading</i>	10
	<i>Plating</i>	10

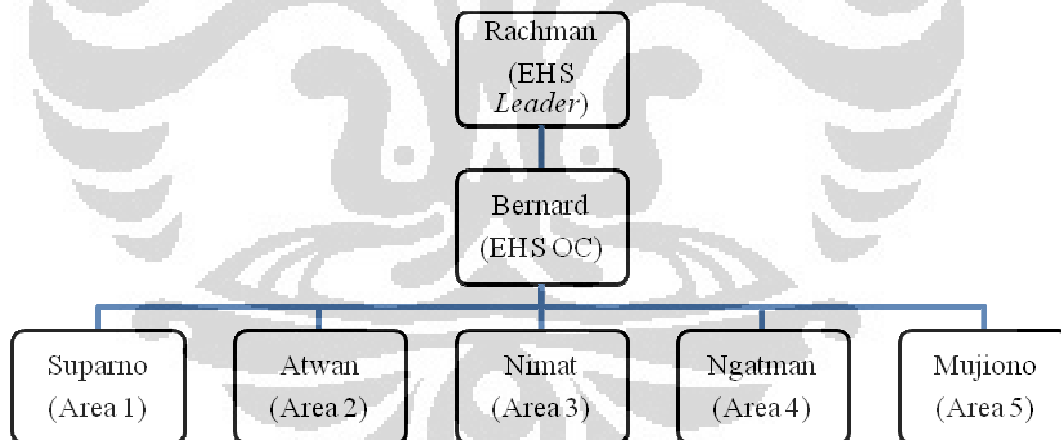
Departemen	Jumlah Pekerja
<i>Inspection Metal Shell</i>	10
<i>QC-OEM (Direct)</i>	26
<i>Assembling Line</i>	79
<i>QC-Final Inspection</i>	55
<i>Small Part</i>	3
<i>Insulator Assy</i>	5
<i>Plug Cap</i>	32
<b>Total</b>	<b>357</b>

Sumber: *Man Power Report* PT NGK Busi Indonesia (2011)

## 5.2 Departemen HSE (*Health, Safety, and Environment*) PT NGK Busi Indonesia

### 5.2.1 Struktur Organisasi

Departemen HSE PT NGK Busi Indonesia dipimpin oleh seorang EHS *Leader* dan pelaksanaannya oleh EHS *Operating Committee* (OC) yang dibantu oleh EHS *Area Leader* sebagai penanggung jawab pada masing-masing area (Gambar 5.2).



Gambar 5.2 Struktur Organisasi Departemen HSE  
Tanggung jawab area untuk masing-masing EHS *Area Leader* adalah:

- Area 1: Bagian *Cold Forming, Welding and Threading*, dan *Chucking Machine*.
- Area 2: Bagian *Plating, Small Part*, dan *Assembly Insulator*.
- Area 3: Bagian *V Cut, Assembly Line*, dan *Quality Control*.
- Area 4: Bagian *Assembly Plug* dan *Inventory*.
- Area 5: Lingkungan

### 5.2.2 Visi

Melakukan *support* kepada perusahaan dalam pengendalian lingkungan kerja, untuk mencapai keselamatan dan kesehatan bagi pekerja dan area kerja.

### 5.2.3 Fungsi

1. Mendorong kerja sama manajemen dan pekerja mengenali masalah K3 dan mencari penyelesaiannya.
2. Menyediakan suatu forum dialog yang konstruktif dan reguler antara manajemen dan pekerja tentang kepedulian mereka terhadap K3.
3. Memainkan peranan yang penting dalam pengembangan program pengendalian bahaya di tempat kerja.
4. Mengkomunikasikan dan menyebarluaskan informasi K3.
5. Menyampaikan rekomendasi K3 kepada manajemen.
6. Membantu perusahaan dalam:
  - a. Mengevaluasi cara kerja, proses dan lingkungan kerja.
  - b. Mengembangkan sistem pengendalian bahaya.
  - c. Mengevaluasi penyebab kecelakaan.
  - d. Mengembangkan penyuluhan dan penelitian K3.
  - e. Memantau gizi dan penyelenggaraan makanan.
  - f. Memeriksa kelengkapan peralatan K3.
  - g. Mengembangkan pelayanan kesehatan kerja.
  - h. Mengembangkan pelayanan laboratorium K3.
  - i. Menyelenggarakan administrasi K3.

### 5.2.4 Tanggung Jawab EHS *Operating Committee*

1. Melibatkan semua anggota komite EHS dalam pelaksanaan K3 di tempat kerja.
2. Memanfaatkan keterampilan dan pengalaman bersama dalam penyelesaian masalah K3.
3. Mendorong anggota untuk memberikan kontribusi peningkatan K3 di tempat kerja.

4. Menghadirkan anggota dan memimpin langsung pertemuan reguler komite EHS.
5. Mendistribusikan informasi hasil pertemuan reguler dan tindak lanjutnya.

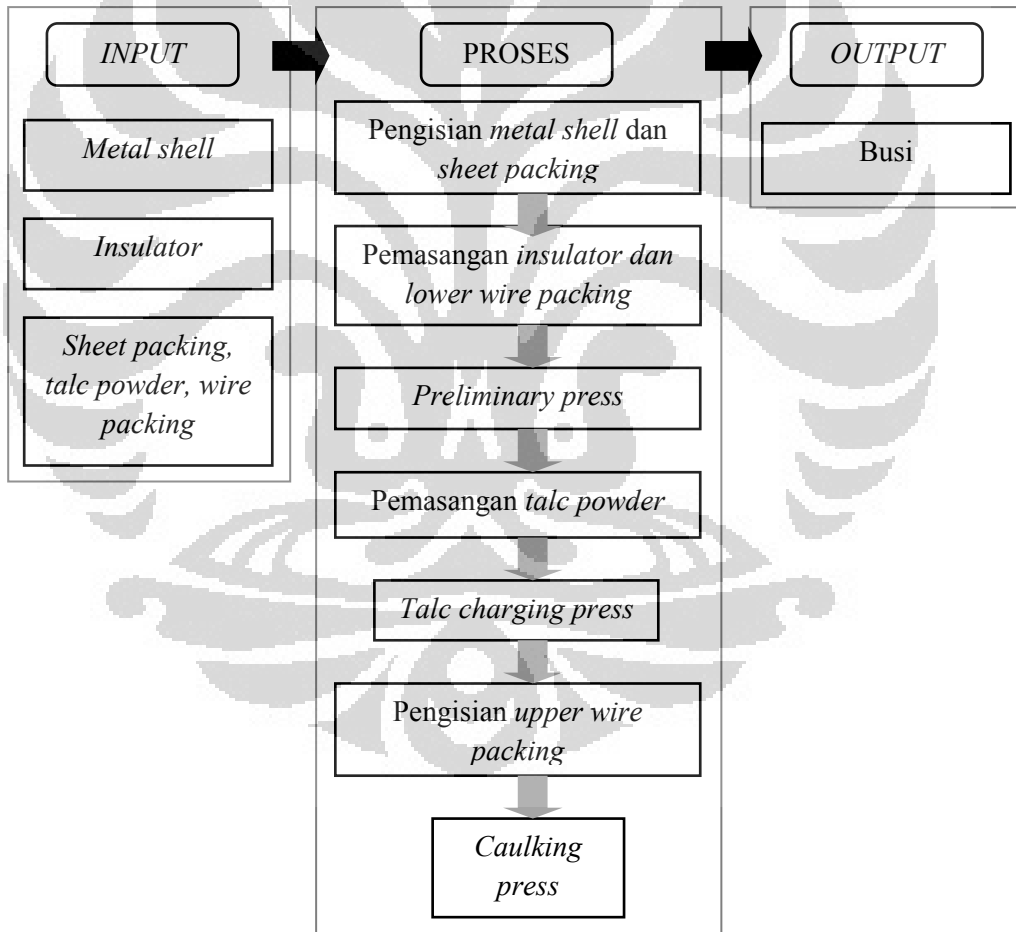
#### **5.2.5 Tanggung Jawab EHS Area Leader**

1. Memberikan kontribusi ide, saran dan pengalaman dalam pertemuan komite EHS.
2. Menghimpun dan mendapatkan informasi apabila ditugaskan oleh pertemuan komite EHS.
3. Mengkaji masalah K3 yang ada di tempat kerja.
4. Mempelajari usul dan saran karyawan untuk dibawa dalam pertemuan komite EHS.
5. Mengkomunikasikan hasil pertemuan komite EHS di unit masing-masing.
6. Membantu melakukan inspeksi K3 di masing-masing area.
7. Investigasi kecelakaan kerja yang terjadi dan membuat rencana perbaikan.

## BAB VI HASIL PENELITIAN

### 6.1 Gambaran Proses Kerja Bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia

Pada bagian *Assembly Line* yang terdiri dari 4 *line*, dilakukan perakitan komponen-komponen busi melalui beberapa tahapan (Gambar 6.1). Penggunaan mesin terdapat pada proses *preliminary press*, *talc charging press*, dan *caulking press*, sedangkan proses pengisian *metal shell* dan *sheet packing*, pemasangan *insulator* dan *lower wire packing*, pemasangan *talc powder*, dan pengisian *upper wire packing* dilakukan secara manual.



Gambar 6.1 Alur Proses Kerja di Bagian *Assembly Line*



### 6.1.1 Pengisian *Metal Shell* dan *Sheet Packing*

Proses perakitan busi di bagian *Assembly Line* dimulai dari pengisian *metal shell* yang sebelumnya telah melalui tahap *electroplating* dan *sheet packing* pada lubang-lubang *conveyor*. Proses ini dilakukan oleh 1 orang pekerja pada masing-masing *line* menggunakan *supplier* untuk memudahkan dalam pengisiannya karena bentuk *sheet packing* yang menyerupai cincin. Pekerja menggunakan kedua tangannya secara repetitif, di mana satu tangan digunakan untuk menempatkan *metal shell* pada lubang *conveyor* dan tangan yang lainnya digunakan untuk menggenggam *supplier* saat memasukkan *sheet packing* (Gambar 6.2). Untuk setiap *sheet packing* yang dipasang, pekerja harus menggenggam *supplier* di sepanjang waktu kerjanya.



Gambar 6.2 Proses Pengisian *Metal Shell* dan *Sheet Packing*

### 6.1.2 Pemasangan *Insulator* dan *Lower Wire Packing*

*Insulator* adalah komponen busi yang terbuat dari bahan keramik berwarna putih yang dipasang pada lubang *metal shell* berisi *sheet packing* yang disusun pada *conveyor*. Pemasangan *insulator* dilakukan secara manual menggunakan kedua tangan secara bersamaan (Gambar 6.3). Pekerja harus dapat memperhitungkan kecepatan yang dibutuhkan untuk memasang setiap *insulator* karena *metal shell* ditempatkan pada *conveyor* yang berjalan secara otomatis selama proses produksi berlangsung.



Gambar 6.3 Proses Pemasangan *Insulator* dan *Lower Wire Packing*



Gambar 6.4 Proses *Preliminary Press*

### 6.1.3 *Preliminary Press*

*Metal shell* yang berisi *sheet packing* dan *insulator* selanjutnya di-press dengan mesin *Preliminary Press* untuk menyatukan *sheet packing*, *lower wire packing* dan *insulator* yang telah dipasang pada *metal shell*. Pada proses ini, seorang pekerja mengoperasikan mesin *Preliminary Press* pada masing-masing *line* dengan posisi duduk untuk menempatkan setiap *metal shell* pada bagian mesin. *Metal shell* yang berisi *sheet packing*, *lower wire packing* dan *insulator* yang telah di-press kemudian ditempatkan pada lubang-lubang *conveyor* untuk proses selanjutnya, yaitu pemasangan *talc powder* (Gambar 6.4).

### 6.1.4 Pemasangan *Talc Powder*

*Metal shell* berisi *sheet packing* dan *insulator* yang berasal dari proses *Preliminary Press* selanjutnya dilengkapi dengan *talc powder* yang berbentuk seperti cincin berwarna putih. *Talc powder* yang nantinya akan di-press ini berfungsi untuk menjaga posisi *center* pada *insulator* dengan mengisi rongga kosong antara *insulator* dan *metal shell* dan agar gas hasil pembakaran tidak keluar saat busi digunakan. Kumpulan *talc powder* ditempatkan di samping tempat duduk pekerja dan secara manual masing-masing *talc powder* ini dipasang pada setiap *metal shell* yang berjajar di lubang-lubang *conveyor* (Gambar 6.5).



Gambar 6.5 Proses Pemasangan *Talc Powder*



Gambar 6.6 Proses *Talc Charging Pres*

#### 6.1.5 *Talc Charging Press*

*Talc charging press* adalah proses memadatkan *talc powder* ke dalam *metal shell* menggunakan mesin *Talc Press*. Pada proses ini, kedua tangan pekerja digunakan secara bersamaan, di mana tangan kanan digunakan untuk menempatkan *metal shell* berisi *sheet packing*, *insulator* dan *talc powder* yang akan di-*press* pada mesin, sedangkan tangan kiri digunakan untuk mengambil *metal shell* yang sudah di-*press* dan menemukannya pada lubang-lubang *conveyor* untuk kemudian diisi dengan *upper wire packing* pada proses berikutnya (Gambar 6.6).

#### 6.1.6 *Pengisian Upper Wire Packing*

*Wire packing* merupakan *small part* berbentuk seperti cincin yang berfungsi untuk menutup bagian yang telah di-*press* dari proses *talc charging press*. Proses ini dilakukan oleh seorang pekerja pada masing-masing *line* secara manual menggunakan kedua tangan secara bersamaan (Gambar 6.7). Kecepatan pekerja untuk memasang *wire packing* harus sesuai dengan kecepatan Bergeraknya *conveyor*, terutama jika busi yang sedang dalam proses perakitan berjajar cukup banyak di *conveyor*.



Gambar 6.7 Proses Pengisian *Upper Wire Packing*



Gambar 6.8 Proses *Caulking Press*

### 6.1.7 *Caulking Press*

Setelah dilengkapi dengan *upper wire packing*, busi yang sedang dalam proses perakitan ini di-press menggunakan mesin *Caulking Press* untuk menyatukan *upper wire packing* dengan bagian busi. Pekerja pada proses ini menggunakan kedua tangannya secara bersamaan, di mana tangan kanan digunakan untuk menempatkan busi yang akan di-press pada mesin dan tangan kiri untuk mengambil kemudian menempatkan setiap busi yang telah di-press pada lubang *conveyor* (Gambar 6.8).

## 6.2 Gambaran Karakteristik Individu Pekerja Bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia

Tabel 6.1 Distribusi Pekerja Menurut Karakteristik Individu di Bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Karakteristik Individu	N	%
<b>Usia</b>		
< 20 tahun	10	15,2
20 – 29 tahun	30	45,5
30 – 39 tahun	14	21,2
40 – 49 tahun	12	18,2
>50 tahun	0	0,0
Total	66	100,0
<b>Jenis Kelamin</b>		
Laki-laki	59	89,4

Karakteristik Individu	N	%
Perempuan	7	10,6
Total	66	100,0
<b>Riwayat Penyakit</b>		
Tidak ada	64	97,0
Ada	2	3,0
Total	66	100,0
<b>Kebiasaan Merokok</b>		
Ya	37	56,1
Tidak	29	43,9
Total	66	100,0
<b>Masa Kerja</b>		
0 – 5 tahun	38	57,6
6 – 10 tahun	12	18,2
>11 tahun	16	24,2
Total	66	100,0
<b>IMT</b>		
< 18,5 ( <i>underweight</i> )	11	16,7
18,5 – 24,9 ( <i>normal</i> )	47	71,2
25,0 – 29,9 ( <i>overweight</i> )	8	12,1
≥ 30,0 ( <i>obesitas</i> )	0	0,0
Total	66	100,0

### 6.2.1 Usia

Dari hasil analisis didapatkan kelompok usia responden yang terbanyak adalah 20 – 29 tahun sebanyak 30 orang (45,5%), sedangkan untuk kelompok usia < 20 tahun, 30 – 39 tahun, 40 – 49 tahun, dan >50 tahun masing-masing adalah 10 orang (15,2%), 14 orang (21,2%), 12 orang (18,2%), dan tidak ada responden yang berumur >50 tahun.

### 6.2.2 Jenis Kelamin

Dari hasil analisis didapatkan responden terbanyak berjenis kelamin laki-laki, yaitu 59 orang (89,4%), sedangkan responden yang berjenis kelamin perempuan berjumlah 7 orang (10,6%).

### 6.2.3 Riwayat Penyakit

Dari hasil analisis didapatkan sebanyak 2 orang responden (3%) memiliki riwayat penyakit berupa patah tulang dan gangguan kelenjar tiroid, sedangkan sebanyak 64 responden (97%) tidak memiliki riwayat penyakit yang berhubungan dengan keluhan CTDs.

#### 6.2.4 Kebiasaan Merokok

Dari hasil analisis didapatkan responden yang memiliki kebiasaan merokok sebanyak 37 orang (56,1%), sedangkan sebanyak 29 orang (43,9%) responden tidak tergolong sebagai perokok.

#### 6.2.5 Masa Kerja

Dari hasil analisis didapatkan sebagian besar responden memiliki masa kerja antara 0 – 5 tahun, yaitu 38 orang (57,6%), sedangkan responden dengan masa kerja 6 – 10 tahun dan >11 tahun masing-masing berjumlah 12 orang (18,2%) dan 16 orang (24,2%).

#### 6.2.6 Indeks Massa Tubuh (IMT)

Dari hasil analisis didapatkan sebanyak 11 orang responden (16,7%) memiliki IMT yang tergolong *underweight*, sedangkan responden dengan IMT yang tergolong normal adalah yang terbanyak, yaitu 47 orang (71,2%). Selanjutnya, responden dengan IMT yang tergolong *overweight* berjumlah 8 orang (12,1%) dan tidak ada responden dengan IMT yang tergolong obesitas.

### 6.3 Gambaran Tingkat Risiko Ergonomi pada Pekerja *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia

#### 6.3.1 Proses Pengisian *Metal Shell* dan *Sheet Packing*



Gambar 6.9 Postur pada Proses Pengisian *Metal Shell* dan *Sheet Packing*  
Tabel 6.2 Penilaian Postur pada Proses Pengisian *Metal Shell* dan *Sheet Packing*  
di Bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

#### Group A

Bagian Tubuh	Skor		Keterangan	
	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri
a. Lengan atas	3	3	Fleksi 69° (45°-90°); tidak terjadi abduksi.	Fleksi 75° (45°-90°); tidak terjadi abduksi.
b. Lengan bawah	1	2	Fleksi 84° (60°-100°).	Fleksi 52° (0°-60°).
c. Pergelangan tangan	3	3	Fleksi 30° (>15°).	Ekstensi 31° (>15°).
d. Perputaran pergelangan tangan	2	1	Terjadi perputaran saat menggenggam <i>supplier</i> .	Terjadi perputaran untuk menempatkan <i>metal shell</i> .
Skor Group A dari Tabel A	4	4		
a. Beban	0	0	Berat busi < 2 kg.	Berat alat <2 kg.
b. Penggunaan otot	1	1	Gerakan berulang >4 kali/menit.	Gerakan berulang >4 kali/menit.
<b>Skor total Group A</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		

#### Group B

Bagian Tubuh	Skor	Keterangan
a. Leher	3	Fleksi $21^{\circ}$ ( $>20^{\circ}$ ).
b. Batang tubuh	3	<i>Bending</i> pada batang tubuh sebesar $31^{\circ}$ ; tidak terjadi <i>side bending</i> .
c. Kaki	2	Salah satu kaki tidak menapak dengan baik.
Skor <i>Group B</i> dari Tabel B	<b>5</b>	
a. Beban	0	Tidak ada beban pada <i>Group B</i> .
b. Penggunaan otot	1	Postur statis $>10$ menit.
<b>Skor total <i>Group B</i> = 6</b>		

Selanjutnya, didapatkan skor akhir RULA berdasarkan Tabel C untuk postur pada proses pengisian *metal shell* dan *sheet packing* sebesar 7 untuk tubuh bagian kanan dan kiri (Tabel 6.3).

Tabel 6.3 Skor Akhir RULA pada Proses Pengisian *Metal Shell* dan *Sheet Packing* di Bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Sisi Tubuh	Skor Akhir	Action Level	Tindakan
Kanan	7	4	Investigasi lebih lanjut dan perbaikan sekarang juga
Kiri	7	4	Investigasi lebih lanjut dan perbaikan sekarang juga

### 6.3.2 Proses Pemasangan *Insulator* dan *Lower Wire Packing*



Gambar 6.10 Postur pada Proses Pemasangan *Insulator* dan *Lower Wire Packing*



Tabel 6.4 Penilaian Postur pada Proses Pemasangan *Insulator* dan *Lower Wire Packing* di Bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

<b>Group A</b>				
Bagian Tubuh	Skor		Keterangan	
	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri
a. Lengan atas	3	3	Fleksi 60° (45°-90°); tidak terjadi abduksi.	Fleksi 54° (45°-90°); tidak terjadi abduksi.
b. Lengan bawah	2	1	Fleksi 53° (0°-60°).	Fleksi 92° (60°-100°).
c. Pergelangan tangan	3	3	Fleksi 42° (>15°).	Fleksi 74° (>15°).
d. Perputaran pergelangan tangan	1	1	Terjadi perputaran saat memasukkan <i>insulator</i> .	Terjadi perputaran saat memasukkan <i>insulator</i> .
Skor <i>Group A</i> dari Tabel A	4	4		
a. Beban	0	0	Berat <i>insulator</i> < 2 kg.	Berat <i>insulator</i> < 2 kg.
b. Penggunaan otot	1	1	Gerakan berulang >4 kali/menit.	Gerakan berulang >4 kali/menit.
<b>Skor total <i>Group A</i></b>	<b>5</b>	<b>5</b>		
<b>Group B</b>				
Bagian Tubuh	Skor		Keterangan	
a. Leher	3		Fleksi 39° (>20°).	
b. Batang tubuh	3+1		<i>Bending</i> pada batang tubuh sebesar 23° (20°-60°); terjadi <i>side bending</i> .	
c. Kaki	2		Kaki tidak menapak dengan baik.	
Skor <i>Group B</i> dari Tabel B	<b>6</b>			
a. Beban	0		Tidak ada beban pada <i>Group B</i> .	
b. Penggunaan otot	1		Postur statis >10 menit.	
<b>Skor total <i>Group B</i></b>	<b>7</b>			

Selanjutnya, didapatkan skor akhir RULA berdasarkan Tabel C untuk postur pada proses pemasangan *insulator* dan *lower wire packing* sebesar 7 untuk tubuh bagian kanan dan kiri (Tabel 6.5).

Tabel 6.5 Skor Akhir RULA pada Proses Pemasangan *Insulator* dan *Lower Wire Packing* di Bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Sisi Tubuh	Skor Akhir	Action Level	Tindakan
Kanan	7	4	Investigasi lebih lanjut dan perbaikan

			sekarang juga
Kiri	7	4	Investigasi lebih lanjut dan perbaikan sekarang juga

### 6.3.3 Proses *Preliminary Press*



Gambar 6.11 Postur pada Proses *Preliminary Press*

Tabel 6.6 Penilaian Postur pada Proses *Preliminary Press* di Bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Bagian Tubuh	Skor		Keterangan	
	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri
a. Lengan atas	3	3	Fleksi 64° (45°-90°); tidak terjadi abduksi.	Fleksi 54° (45°-90°); tidak terjadi abduksi.
b. Lengan bawah	2	2	Fleksi 54° (0°-60°).	Fleksi 49° (0°-60°).
c. Pergelangan tangan	3	3	Fleksi 42° (>15°).	Fleksi 33° (>15°).
d. Perputaran pergelangan tangan	1	1	Terjadi perputaran saat penempatan ke mesin <i>Preliminary Press</i> .	Terjadi perputaran saat mengambil hasil <i>pressing</i> .
Skor <i>Group A</i> dari Tabel A	4	4		
a. Beban	0	0	Berat busi < 2 kg.	Berat alat < 2 kg.
b. Penggunaan otot	1	1	Gerakan berulang >4 kali/menit.	Gerakan berulang >4 kali/menit.
<b>Skor total <i>Group A</i></b>	<b>5</b>	<b>5</b>		

**Group B**

Bagian Tubuh	Skor	Keterangan
a. Leher	3	Fleksi $26^{\circ}$ ( $>20^{\circ}$ ).
b. Batang tubuh	2	<i>Bending</i> pada batang tubuh sebesar $13^{\circ}$ ( $0^{\circ}$ - $20^{\circ}$ ); tidak terjadi <i>side bending</i> .
c. Kaki	2	Kaki tidak menapak dengan baik.
Skor Group B dari Tabel B	<b>4</b>	
a. Beban	0	Tidak ada beban pada Group B.
b. Penggunaan otot	1	Postur statis $>10$ menit.
<b>Skor total Group B = 5</b>		

Selanjutnya, didapatkan skor akhir RULA berdasarkan Tabel C untuk postur pada proses *preliminary press* sebesar 6 untuk tubuh bagian kanan dan kiri (Tabel 6.7).

Tabel 6.7 Skor Akhir RULA pada Proses *Preliminary Press* di Bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Sisi Tubuh	Skor Akhir	Action Level	Tindakan
Kanan	6	3	Investigasi lebih lanjut dan segera dilakukan perbaikan
Kiri	6	3	Investigasi lebih lanjut dan segera dilakukan perbaikan

### 6.3.4 Proses Pemasangan *Talc Powder*



Gambar 6.12 Postur pada Proses Pemasangan *Talc Powder*

Tabel 6.8 Penilaian Postur pada Proses Pemasangan *Talc Powder* di Bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

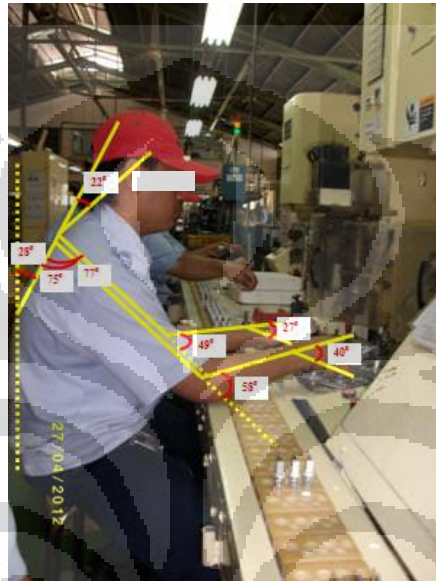
<b>Group A</b>				
Bagian Tubuh	Skor		Keterangan	
	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri
a. Lengan atas	3+1	2	Fleksi 67° (45°-90°); terjadi abduksi saat mengambil <i>talc powder</i> .	Fleksi 44° (20°-45°); tidak terjadi abduksi.
b. Lengan bawah	2	2	Fleksi 37° (0°-60°).	Fleksi 19° (0°-60°).
c. Pergelangan tangan	3	2	Fleksi 27° (>15°).	Fleksi 12° (<15°).
d. Perputaran pergelangan tangan	1	1	Terjadi perputaran saat memasukkan <i>talc powder</i> .	Terjadi perputaran saat memasukkan <i>talc powder</i> .
Skor <i>Group A</i> dari Tabel A	4	3		
a. Beban	0	0	Berat <i>talc powder</i> < 2 kg.	Berat <i>talc powder</i> < 2 kg.
b. Penggunaan otot	1	1	Gerakan berulang >4 kali/menit.	Gerakan berulang >4 kali/menit.
<b>Skor total <i>Group A</i></b>	<b>5</b>	<b>4</b>		
<b>Group B</b>				
Bagian Tubuh	Skor		Keterangan	
a. Leher	3+1		Fleksi 27° (>20°); terjadi <i>side bending</i> pada leher ke sisi kiri.	
b. Batang tubuh	3		<i>Bending</i> pada batang tubuh sebesar 25° (20°-60°); tidak terjadi <i>side bending</i> .	
c. Kaki	2		Salah satu kaki tidak menapak dengan baik.	
Skor <i>Group B</i> dari Tabel B	7			
a. Beban	0		Tidak ada beban pada <i>Group B</i> .	
b. Penggunaan otot	1		Postur statis >10 menit.	
<b>Skor total <i>Group B</i></b>	<b>8</b>			

Selanjutnya, didapatkan skor akhir RULA berdasarkan Tabel C untuk postur pada proses pemasangan *talc powder* sebesar 7 untuk tubuh bagian kanan dan 6 untuk tubuh bagian kiri (Tabel 6.9).

Tabel 6.9 Skor Akhir RULA pada Proses Pemasangan *Talc Powder* di Bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Sisi Tubuh	Skor Akhir	Action Level	Tindakan
Kanan	7	4	Investigasi lebih lanjut dan perbaikan sekarang juga
Kiri	6	3	Investigasi lebih lanjut dan segera dilakukan perbaikan

### 6.3.5 Proses *Talc Charging Press*



Gambar 6.13 Postur pada Proses *Talc Charging Press*

Tabel 6.10 Penilaian Postur pada Proses *Talc Press* di Bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Bagian Tubuh	Skor		Keterangan	
	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri
a. Lengan atas	3	3	Fleksi 75° (45°-90°); tidak terjadi abduksi.	Fleksi 77° (45°-90°); tidak terjadi abduksi.
b. Lengan bawah	2	2	Fleksi 58° (0°-60°).	Fleksi 49° (0°-60°).
c. Pergelangan tangan	3	3	Fleksi 40° (>15°).	Fleksi 27° (>15°).
d. Perputaran pergelangan tangan	1	1	Terjadi perputaran saat memasukkan <i>talc powder</i> .	Terjadi perputaran saat memasukkan <i>talc powder</i> .
Skor Group A dari Tabel A	4	4		
a. Beban	0	0	Berat busi < 2 kg.	Berat busi < 2 kg.
b. Penggunaan otot	1	1	Gerakan berulang >4 kali/menit.	Gerakan berulang >4 kali/menit.

Bagian Tubuh	Skor		Keterangan	
	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri
<b>Skor total Group A</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		

### Group B

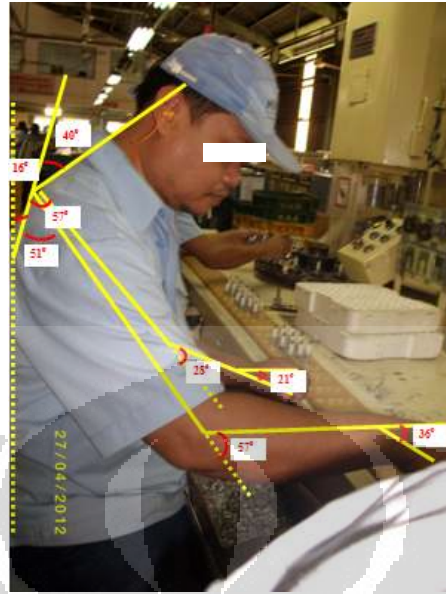
Bagian Tubuh	Skor	Keterangan
a. Leher	3	Fleksi $22^{\circ}$ ( $>20^{\circ}$ ); tidak terjadi <i>side bending</i> .
b. Batang tubuh	3	<i>Bending</i> pada batang tubuh sebesar $28^{\circ}$ ( $20^{\circ}$ - $60^{\circ}$ ); tidak terjadi <i>side bending</i> .
c. Kaki	2	Kaki tidak menapak dengan baik.
<b>Skor Group B dari Tabel B</b>	<b>5</b>	
a. Beban	0	Tidak ada beban pada Group B.
b. Penggunaan otot	1	Postur statis $>10$ menit.
<b>Skor total Group B = 6</b>		

Selanjutnya, didapatkan skor akhir RULA berdasarkan Tabel C untuk postur pada proses *talc press* sebesar 7 untuk tubuh bagian kanan dan kiri (Tabel 6.11).

Tabel 6.11 Skor Akhir RULA pada Proses *Talc Press* di Bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Sisi Tubuh	Skor Akhir	Action Level	Tindakan
Kanan	7	4	Investigasi lebih lanjut dan perbaikan sekarang juga
Kiri	7	4	Investigasi lebih lanjut dan perbaikan sekarang juga

### 6.3.6 Proses Pengisian *Wire Packing*



Gambar 6.14 Postur pada Proses Pengisian *Wire Packing*  
Tabel 6.12 Penilaian Postur pada Proses Pengisian *Wire Packing* di Bagian  
*Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

#### Group A

Bagian Tubuh	Skor		Keterangan	
	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri
a. Lengan atas	3	3	Fleksi 51° (45°-90°); tidak terjadi abduksi.	Fleksi 57° (45°-90°); tidak terjadi abduksi.
b. Lengan bawah	2	2	Fleksi 57° (0°-60°).	Fleksi 28° (0°-60°).
c. Pergelangan tangan	3	3	Fleksi 36° (>15°).	Ekstensi 21° (>15°).
d. Perputaran pergelangan tangan	1	1	Terjadi perputaran saat memasukkan <i>wire packing</i> .	Terjadi perputaran saat memasukkan <i>wire packing</i> .
Skor Group A dari Tabel A	4	4		
a. Beban	0	0	Berat <i>wire packing</i> < 2 kg.	Berat <i>wire packing</i> < 2 kg.
b. Penggunaan otot	1	1	Gerakan berulang >4 kali/menit.	Gerakan berulang >4 kali/menit.
<b>Skor total Group A</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		

#### Group B

Bagian Tubuh	Skor	Keterangan
a. Leher	3	Fleksi 40° (>20°); tidak terjadi <i>side bending</i> .

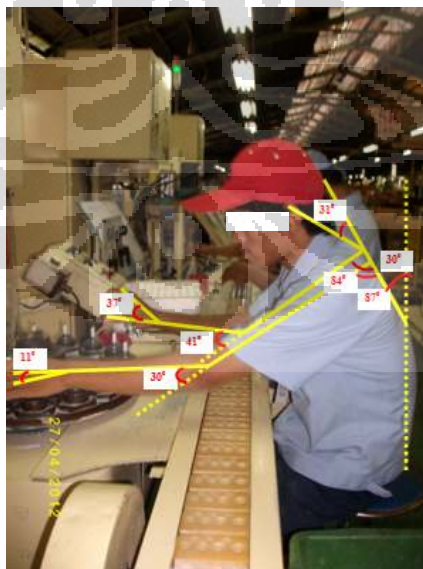
Bagian Tubuh	Skor	Keterangan
b. Batang tubuh	2	<i>Bending</i> pada batang tubuh sebesar $16^{\circ}$ ( $10^{\circ}$ - $20^{\circ}$ ); tidak terjadi <i>side bending</i> .
c. Kaki	2	Kaki tidak menapak dengan baik.
Skor <i>Group B</i> dari Tabel B	4	
a. Beban	0	Tidak ada beban pada <i>Group B</i> .
b. Penggunaan otot	1	Postur statis >10 menit.
<b>Skor total <i>Group B</i> = 5</b>		

Selanjutnya, didapatkan skor akhir RULA berdasarkan Tabel C untuk postur pada proses pengisian *wire packing* sebesar 6 untuk tubuh bagian kanan dan kiri (Tabel 6.13).

Tabel 6.13 Skor Akhir RULA pada Proses Pengisian *Wire Packing* di Bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Sisi Tubuh	Skor Akhir	Action Level	Tindakan
Kanan	6	3	Investigasi lebih lanjut dan segera dilakukan perbaikan
Kiri	6	3	Investigasi lebih lanjut dan segera dilakukan perbaikan

### 6.3.7 Proses *Caulking Press*



Gambar 6.15 Postur pada Proses *Caulking Press*



Tabel 6.14 Penilaian Postur pada Proses *Caulking Press* di Bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

<b>Group A</b>				
Bagian Tubuh	Skor		Keterangan	
	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri
a. Lengan atas	3	3	Fleksi 84° (45°-90°); tidak terjadi abduksi.	Fleksi 87° (45°-90°); tidak terjadi abduksi.
b. Lengan bawah	2	2	Fleksi 41° (0°-60°).	Fleksi 30° (0°-60°).
c. Pergelangan tangan	3	2	Ekstensi 37° (>15°).	Fleksi 11° (<15°).
d. Perputaran pergelangan tangan	1	1	Terjadi perputaran saat mengambil dan menempatkan busi pada conveyor.	Terjadi perputaran saat mengambil dan menempatkan busi pada mesin.
Skor Group A dari Tabel A	4	4		
a. Beban	0	0	Berat busi < 2 kg.	Berat busi < 2 kg.
b. Penggunaan otot	1	1	Gerakan berulang >4 kali/menit.	Gerakan berulang >4 kali/menit.
<b>Skor total Group A</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		
<b>Group B</b>				
Bagian Tubuh	Skor		Keterangan	
a. Leher	3		Fleksi 31° (>20°); tidak terjadi <i>side bending</i> .	
b. Batang tubuh	3		<i>Bending</i> pada batang tubuh sebesar 30° (20°-60°); tidak terjadi <i>side bending</i> .	
c. Kaki	2		Kaki tidak menapak dengan baik.	
Skor Group B dari Tabel B	5			
a. Beban	0		Tidak ada beban pada Group B.	
b. Penggunaan otot	1		Postur statis >10 menit.	
<b>Skor total Group B = 6</b>				

Selanjutnya, didapatkan skor akhir RULA berdasarkan Tabel C untuk postur pada proses *caulking press* sebesar 7 untuk tubuh bagian kanan dan kiri (Tabel 6.15).

Tabel 6.15 Skor Akhir RULA pada Proses *Caulking Press* di Bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

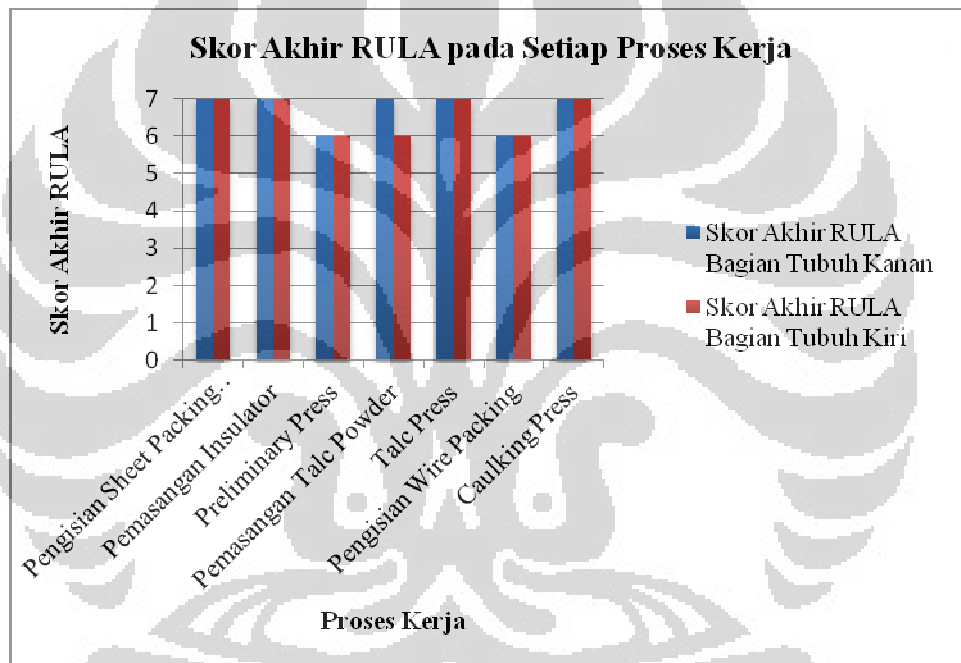
Sisi Tubuh	Skor Akhir	Action Level	Tindakan
Kanan	7	4	Investigasi lebih lanjut dan perbaikan

			sekarang juga
Kiri	7	4	Investigasi lebih lanjut dan perbaikan sekarang juga

## 6.4 Perbandingan Skor Akhir RULA pada Setiap Proses Kerja

### 6.4.1 Perbandingan Skor Akhir RULA Berdasarkan Proses Kerja

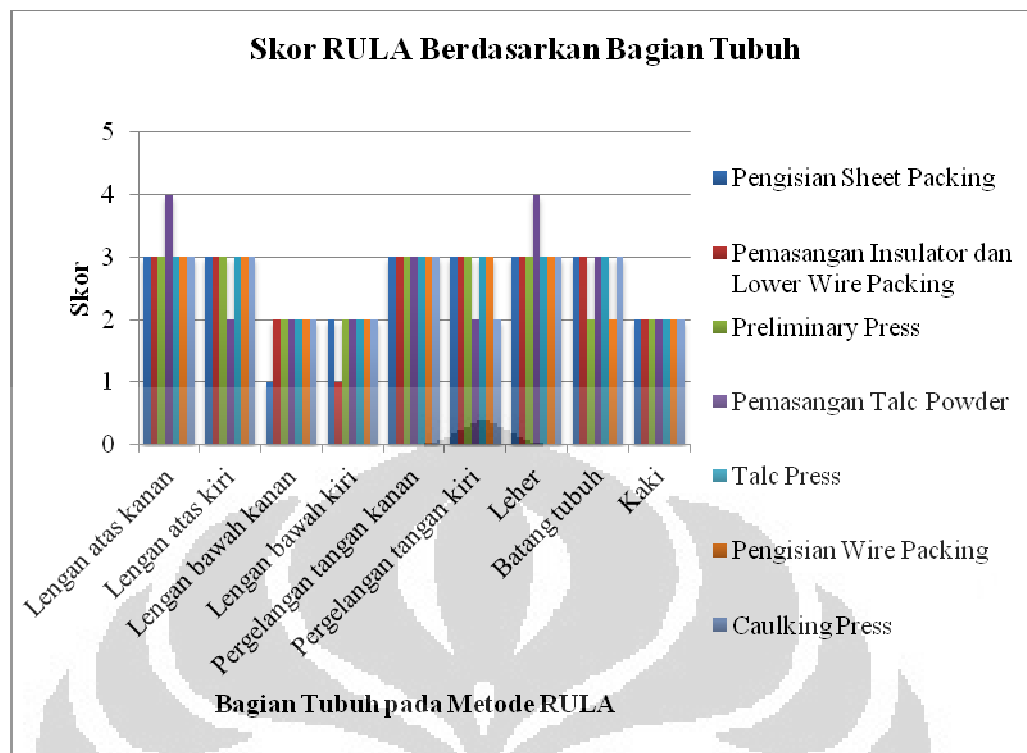
Berdasarkan hasil perhitungan skor dengan metode RULA pada masing-masing proses kerja, dapat dibandingkan tingkatan tindakan pada setiap proses kerja (Gambar 6.16).



Gambar 6.16 Grafik Perbandingan Skor Akhir RULA pada Setiap Proses Kerja

### 6.4.2 Perbandingan Skor Akhir RULA Berdasarkan Bagian Tubuh

Berdasarkan bagian tubuh yang dinilai dalam metode RULA, dapat dibandingkan skor pada masing-masing bagian tubuh kanan dan kiri yang terdiri dari lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, leher, batang tubuh, dan kaki (Gambar 6.17).



Gambar 6.17 Grafik Skor RULA Berdasarkan Bagian Tubuh

Dari hasil telitian, didapatkan skor yang tertinggi pada postur lengan atas kanan dan leher pada proses pemasangan *talc powder* dengan skor masing-masing adalah 4. Tingginya skor pada proses ini disebabkan karena posisi lengan atas yang menjauh dari tubuh (*abduksi*) dan terjadinya *side bending* pada leher. Terdapat dua bagian tubuh yang bernilai sama untuk semua bagian proses dengan skor masing-masing 3 untuk pergelangan tangan kanan dan 2 untuk kaki karena pada pergelangan tangan kanan hampir selalu terjadi fleksi dengan besar sudut  $>15^{\circ}$ , sedangkan bagian kaki tidak dapat menapak dengan baik karena tidak tersedianya *footrest* dan *legroom* yang sesuai standard. Skor terendah, yaitu 1 terdapat pada lengan bawah kanan pada proses pengisian *sheet packing* dan pada lengan bawah kiri untuk proses pemasangan *insulator* dan *lower wire packing* (Gambar 6.17).

## 6.5 Rangkuman Skor Akhir RULA

Berdasarkan hasil penilaian dengan metode RULA, dapat dirangkum skor akhir RULA pada setiap proses kerja berikut bagian tubuh dan penyebab tingginya skor (Tabel 6.16).

Tabel 6.16 Rangkuman Skor Akhir RULA pada Pekerja *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Proses Kerja	Skor Akhir RULA		Bagian Tubuh yang Berisiko	Penyebab
	Kiri	Kanan		
1. Pengisian <i>metal shell</i> dan <i>sheet packing</i>	7	7	Lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, leher, bahu, dan punggung.	Fleksi, ekstensi, <i>bent forward</i> , perputaran pergelangan tangan, dan gerakan berulang.
2. Pemasangan <i>insulator</i> dan <i>lower wire packing</i>	7	7	Lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, leher, bahu, dan punggung.	Fleksi, <i>bent forward</i> dan <i>side bending</i> , perputaran pergelangan tangan, dan gerakan berulang.
3. <i>Preliminary press</i>	6	6	Lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, leher, bahu, dan punggung.	Fleksi, <i>bent forward</i> , perputaran pergelangan tangan, dan gerakan berulang.
4. Pemasangan <i>talc powder</i>	6	7	Lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, leher, bahu, dan punggung.	Fleksi, abduksi, <i>bent forward</i> dan <i>side bending</i> , perputaran pergelangan tangan, dan gerakan berulang.
5. <i>Talc charging press</i>	7	7	Lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, leher, bahu, dan punggung.	Fleksi, <i>bent forward</i> , perputaran pergelangan tangan, dan gerakan berulang.
6. Pengisian <i>wire packing</i>	6	6	Lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, leher, bahu, dan punggung.	Fleksi, ekstensi, <i>bent forward</i> , perputaran pergelangan tangan, dan gerakan berulang.
7. <i>Caulking press</i>	7	7	Lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, leher, bahu, dan punggung.	Fleksi, ekstensi, <i>bent forward</i> , perputaran pergelangan tangan, dan gerakan berulang.

## 6.6 Gambaran Keluhan CTDs pada Pekerja *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia

### 6.6.1 Gambaran Keluhan CTDs Berdasarkan Lokasi Keluhan

Berdasarkan lokasi, keluhan CTDs diklasifikasikan pada 28 bagian tubuh sesuai dengan pembagian lokasi keluhan pada *Nordic Body Map*. Dari jumlah keluhan yang dirasakan oleh 66 responden, dapat digambarkan lokasi di mana terdapat keluhan terbanyak.

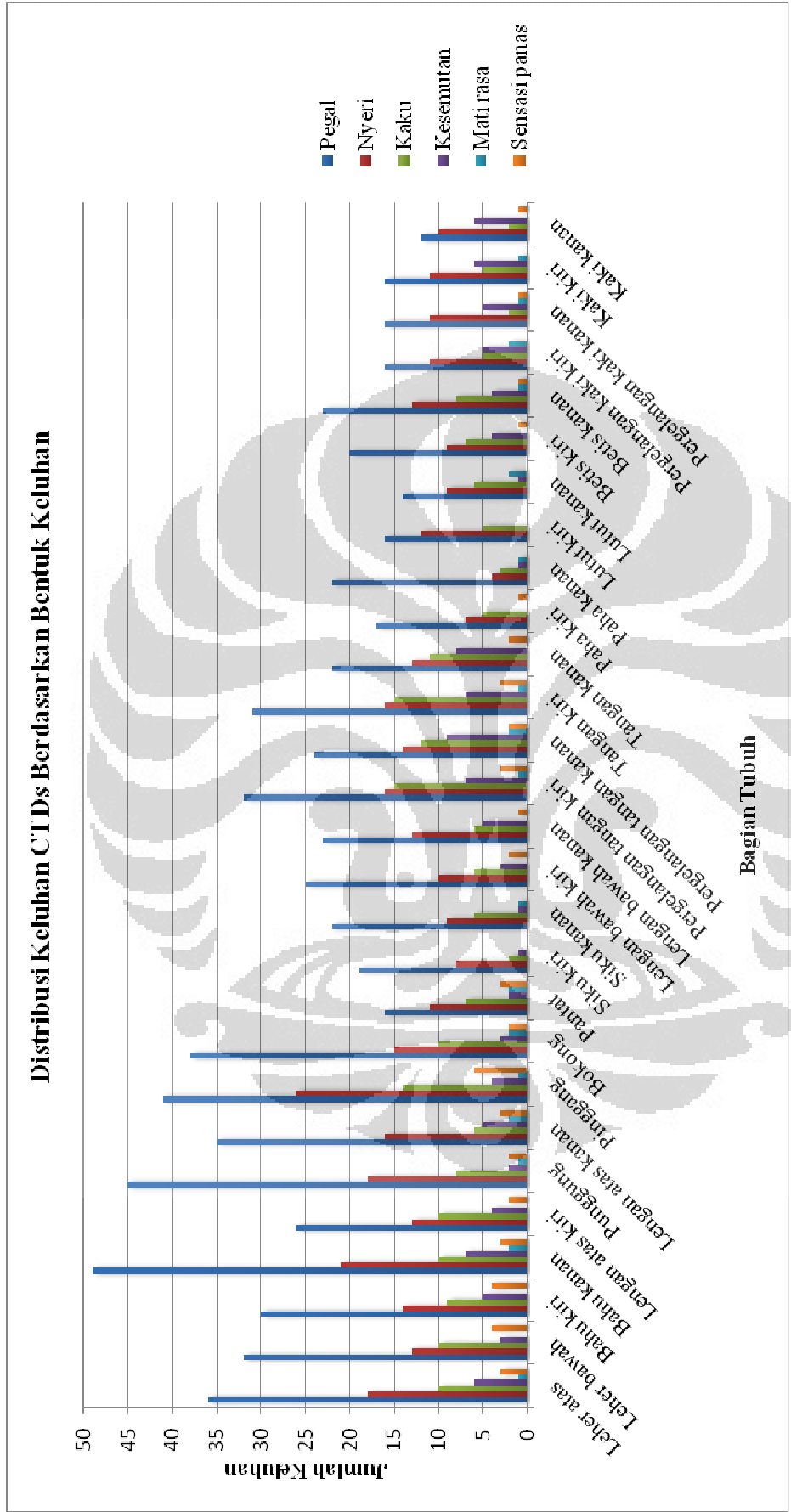
Tabel 6.17 Distribusi Keluhan CTDs Berdasarkan Lokasi Keluhan pada Pekerja *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Lokasi Keluhan	Total	
	n	%
Leher atas	37	56.1
Leher bawah	33	50.0
Bahu kiri	31	47.0
Bahu kanan	<b>51</b>	<b>77.3</b>
Lengan atas kiri	26	39.4
Punggung	<b>48</b>	<b>72.7</b>
Lengan atas kanan	40	60.6
Pinggang	<b>47</b>	<b>71.2</b>
Bokong	40	60.6
Pantat	21	31.8
Siku kiri	23	34.8
Siku kanan	28	42.4
Lengan bawah kiri	25	37.9
Lengan bawah kanan	26	39.4
Pergelangan tangan kiri	36	54.5
Pergelangan tangan kanan	29	43.9
Tangan kiri	35	53.0
Tangan kanan	26	39.4
Paha kiri	22	33.3
Paha kanan	26	39.4
Lutut kiri	23	34.8
Lutut kanan	23	34.8
Betis kiri	23	34.8
Betis kanan	29	43.9
Pergelangan kaki kiri	22	33.3
Pergelangan kaki kanan	20	30.3
Kaki kiri	22	33.3
Kaki kanan	16	24.2

Dari hasil penelitian diketahui bahwa responden mengalami keluhan CTDs terbanyak pada bahu kanan (77,3%), pada leher atas (56,1%), leher bawah (50,0%), punggung (72,7%), lengan atas kanan (60,6%), pinggang (71,2%), bokong (60,6%), pergelangan tangan kiri (54,5%), dan tangan kiri (53,0%). Sesuai dengan karakteristik pekerjaan di bagian *Assembly Line* di mana pekerjaan dilakukan dengan posisi duduk statis, keluhan CTDs terbanyak terdapat pada tubuh bagian atas (*upper limb*) karena lebih banyak gerakan berulang dan postur janggal yang terjadi.

### 6.5.2 Gambaran Keluhan CTDs Berdasarkan Bentuk Keluhan

Gambaran keluhan CTDs didapatkan dari pengisian kuesioner *Nordic Body Map* yang terdiri dari 28 bagian tubuh. Pengumpulan data dilakukan menjelang waktu istirahat atau saat berakhirnya jam kerja responden. Keluhan responden diklasifikasikan berdasarkan bentuknya, yaitu pegal, nyeri, kaku, kesemutan, mati rasa, dan sensasi panas (Gambar 6.19).



Gambar 6.18 Grafik Distribusi Keluhan CTDs Berdasarkan Bentuk Keluhan

**a. Leher**

Pada bagian leher atas, sebanyak 36 orang (54,5%) mengeluhkan pegal, sedangkan keluhan pegal pada leher bawah dirasakan oleh 32 orang (48,5%). Pada leher atas, keluhan nyeri, kaku, kesemutan, mati rasa, dan sensasi panas masing-masing dirasakan oleh 18 orang (27,3%), 10 orang (15,1%), 6 orang (9,1%), 1 orang (1,5%), dan 3 orang (4,5%). Pada leher bawah, keluhan nyeri, kaku, kesemutan, dan sensasi panas masing-masing dirasakan oleh 32 orang (48,5%), 13 orang (19,7%), 10 orang (15,1%), 3 orang (4,5%), dan 4 orang (6,1%). Pada bagian ini, tidak ada responden yang mengeluhkan mati rasa.

**b. Bahu**

Pada bagian bahu kiri, sebanyak 30 orang (45,4%) mengeluhkan pegal, 14 orang (21,2%) mengeluhkan nyeri, 9 orang (13,6%) merasakan kaku, 5 orang (7,6%) merasakan kesemutan, dan 4 orang (6,1%) merasakan sensasi panas. Pada bagian ini, tidak ada responden yang mengeluhkan mati rasa. Untuk bahu kanan, sebanyak 49 orang (74,2%) mengeluhkan pegal, 21 orang (31,8%) mengeluhkan nyeri, 10 orang (15,1%) merasakan kaku, 7 orang (10,6%) merasakan kesemutan, 2 orang (3,0%) merasakan mati rasa, dan 3 orang (4,5%) merasakan sensasi panas.

**c. Lengan Atas**

Pada bagian lengan atas kiri, sebanyak 26 orang (39,4%) mengeluhkan pegal, 13 orang (19,7%) mengeluhkan nyeri, 10 orang (15,1%) mengeluhkan kaku, 4 orang (6,1%) merasakan kesemutan, 2 orang (3,0%) mengeluhkan sensasi panas, dan tidak ada responden yang mengeluhkan mati rasa. Pada lengan atas bagian kanan, sebanyak 35 orang (53,0%) merasakan pegal, 16 orang (24,2%) mengeluhkan nyeri, 6 orang (9,1%) mengeluhkan kaku, 5 orang (7,6%) mengeluhkan kesemutan, 2 orang (3,0%) merasakan mati rasa, dan 3 orang (4,5%) merasakan sensasi panas.



**d. Lengan Bawah**

Pada bagian lengan bawah kiri, sebanyak 25 orang (37,9%) mengeluhkan pegal, 10 orang (15,1%) mengeluhkan nyeri, 6 orang (9,1%) merasakan kaku, 3 orang (4,5%) merasakan kesemutan, dan 2 orang (3,0%) merasakan sensasi panas. Pada bagian ini, tidak ada responden yang mengeluhkan mati rasa. Untuk lengan bawah kanan, sebanyak 23 orang (34,8%) mengeluhkan pegal, 13 orang (19,7%) mengeluhkan nyeri, 6 orang (9,1%) merasakan kaku, 5 orang (7,6%) merasakan kesemutan, dan 1 orang (1,5%) merasakan sensasi panas. Seperti halnya pada lengan bawah kiri, pada bagian ini tidak ada responden yang mengeluhkan mati rasa.

**e. Punggung**

Pada bagian punggung atas, sebanyak 25 orang (37,9%) mengeluhkan pegal, 10 orang (15,1%) mengeluhkan nyeri, 6 orang (9,1%) merasakan kaku, 3 orang (4,5%) merasakan kesemutan, dan 2 orang (3,0%) merasakan sensasi panas. Pada bagian ini, tidak ada responden yang mengeluhkan mati rasa. Untuk lengan bawah kanan, sebanyak 23 orang (34,8%) mengeluhkan pegal, 13 orang (19,7%) mengeluhkan nyeri, 6 orang (9,1%) merasakan kaku, 5 orang (7,6%) merasakan kesemutan, dan 1 orang (1,5%) merasakan sensasi panas. Seperti halnya pada lengan bawah kiri, pada bagian ini tidak ada responden yang mengeluhkan mati rasa.

**f. Pinggang**

Pada bagian pinggang, sebanyak 41 orang (62,1%) mengeluhkan pegal, 26 orang (39,4%) mengeluhkan nyeri, 14 orang (21,2%) merasakan kaku, 4 orang (6,1%) merasakan kesemutan, 1 orang (1,5%) merasakan mati rasa dan 6 orang (9,1%) merasakan sensasi panas.

#### **g. Bokong dan Pantat**

Pada bagian bokong, sebanyak 38 orang (57,6%) mengeluhkan pegal, 15 orang (22,7%) mengeluhkan nyeri, 10 orang (15,1%) merasakan kaku, 3 orang (4,5%) merasakan kesemutan, 2 orang (3,0%) merasakan mati rasa dan sensasi panas. Untuk bagian pantat (*buttocks*), sebanyak 16 orang (24,2%) mengeluhkan pegal, 11 orang (16,7%) mengeluhkan nyeri, 7 orang (10,6%) merasakan kaku, 2 orang (3,0%) merasakan kesemutan, 2 orang (3,0%) merasakan mati rasa, dan 3 orang (4,5%) merasakan sensasi panas.

#### **h. Siku**

Pada bagian siku kiri, sebanyak 19 orang (28,8%) mengeluhkan pegal, 8 orang (12,1%) mengeluhkan nyeri, 2 orang (3,0%) merasakan kaku, 1 orang (1,5%) merasakan kesemutan, dan tidak ada responden yang merasakan sensasi panas dan mati rasa. Untuk siku kanan, sebanyak 22 orang (33,3%) mengeluhkan pegal, 9 orang (13,6%) mengeluhkan nyeri, 6 orang (9,1%) merasakan kaku, 1 orang (1,5%) merasakan kesemutan, dan 1 orang (1,5%) merasakan mati rasa. Seperti halnya pada siku kiri, pada bagian ini tidak ada responden yang mengeluhkan sensasi panas.

#### **i. Pergelangan Tangan**

Pada bagian pergelangan tangan kiri, sebanyak 32 orang (48,5%) mengeluhkan pegal, 16 orang (24,2%) mengeluhkan nyeri, 15 orang (22,7%) merasakan kaku, 7 orang (10,6%) merasakan kesemutan, 1 orang (1,5%) merasakan mati rasa, dan 3 orang (4,5%) merasakan sensasi panas. Untuk pergelangan tangan kanan, sebanyak 24 orang (36,4%) mengeluhkan pegal, 14 orang (21,2%) mengeluhkan nyeri, 12 orang (18,2%) merasakan kaku, 9 orang (13,6%) merasakan kesemutan, dan 2 orang (3,0%) merasakan mati rasa dan sensasi panas.

**j. Tangan**

Pada bagian tangan kiri, sebanyak 31 orang (47,0%) mengeluhkan pegal, 16 orang (24,2%) mengeluhkan nyeri, 15 orang (22,7%) merasakan kaku, 7 orang (10,6%) merasakan kesemutan, 1 orang (1,5%) merasakan mati rasa, dan 3 orang (4,5%) merasakan sensasi panas. Untuk tangan kanan, sebanyak 22 orang (33,3%) mengeluhkan pegal, 13 orang (19,7%) mengeluhkan nyeri, 11 orang (16,7%) merasakan kaku, 8 orang (12,1%) merasakan kesemutan, dan 2 orang (3,0%) merasakan sensasi panas, dan tidak ada responden yang merasakan mati rasa.

**k. Paha**

Pada bagian paha kiri, sebanyak 17 orang (25,7%) mengeluhkan pegal, 7 orang (10,6%) mengeluhkan nyeri, 5 orang (7,6%) merasakan kaku, 1 orang (1,5%) merasakan sensasi panas, dan tidak ada responden yang mengeluhkan kesemutan dan mati rasa. Untuk paha kanan, sebanyak 22 orang (33,3%) mengeluhkan pegal, 4 orang (6,1%) mengeluhkan nyeri, 3 orang (4,5%) merasakan kaku, 1 orang (1,5%) merasakan kesemutan dan mati rasa, dan tidak ada responden yang merasakan sensasi panas.

**l. Lutut**

Pada bagian lutut kiri, sebanyak 16 orang (24,2%) mengeluhkan pegal, 12 orang (18,2%) mengeluhkan nyeri, 5 orang (7,6%) merasakan kaku, dan tidak ada responden yang mengeluhkan kesemutan, mati rasa, dan sensasi panas. Untuk lutut kanan, sebanyak 14 orang (21,2%) mengeluhkan pegal, 9 orang (13,6%) mengeluhkan nyeri, 6 orang (9,1%) merasakan kaku, 1 orang (1,5%) merasakan kesemutan, 2 orang (3,0%) merasakan mati rasa, dan tidak ada responden yang mengeluhkan sensasi panas.

**m. Betis**

Pada bagian betis kiri, sebanyak 20 orang (30,3%) mengeluhkan pegal, 9 orang (13,6%) mengeluhkan nyeri, 7 orang (10,6%) merasakan kaku, 4 orang (6,1%) merasakan kesemutan, 1 orang (1,5%) merasakan sensasi

panas, dan tidak ada responden yang mengeluhkan mati rasa. Untuk betis kanan, sebanyak 23 orang (34,8%) mengeluhkan pegal, 13 orang (19,7%) mengeluhkan nyeri, 8 orang (12,1%) merasakan kaku, 4 orang (6,1%) merasakan kesemutan, 1 orang (1,5%) merasakan mati rasa dan sensasi panas.

#### **n. Pergelangan Kaki**

Pada bagian pergelangan kaki kiri, sebanyak 16 orang (24,2%) mengeluhkan pegal, 11 orang (16,7%) mengeluhkan nyeri, 5 orang (7,6%) merasakan kaku dan kesemutan, 2 orang (3,0%) merasakan mati rasa, dan tidak ada responden yang merasakan sensasi panas. Untuk pergelangan kaki kanan, sebanyak 16 orang (24,2%) mengeluhkan pegal, 11 orang (16,7%) mengeluhkan nyeri, 2 orang (3,0%) merasakan kaku, 5 orang (7,6%) merasakan kesemutan, dan 1 orang (1,5%) merasakan mati rasa dan sensasi panas.

#### **o. Kaki**

Pada bagian kaki kiri, sebanyak 16 orang (24,2%) mengeluhkan pegal, 12 orang (18,2%) mengeluhkan nyeri, 5 orang (7,6%) merasakan kaku, 6 orang (9,1%) merasakan kesemutan, 1 orang (1,5%) merasakan mati rasa, dan tidak ada responden yang mengeluhkan sensasi panas. Untuk kaki kanan, sebanyak 12 orang (18,2%) mengeluhkan pegal, 10 orang (15,1%) mengeluhkan nyeri, 2 orang (3,0%) merasakan kaku, 6 orang (9,1%) merasakan kesemutan, dan 1 orang (1,5%) merasakan sensasi panas, dan tidak ada responden yang mengeluhkan mati rasa.

### **6.5.3 Gambaran Keluhan CTDs Berdasarkan Karakteristik Pekerja**

#### **6.5.3.1 Gambaran Keluhan CTDs Berdasarkan Usia**

Berdasarkan usia pekerja yang diklasifikasikan dalam 5 kelompok usia, yaitu usia < 20 tahun, 20 – 29 tahun, 30 – 39 tahun, 40 – 49 tahun dan  $\geq$  50 tahun

sehingga dapat digambarkan keluhan CTDs berdasarkan usia responden (Tabel 6.18).

Tabel 6.18 Distribusi Keluhan CTDs Berdasarkan Usia pada Pekerja *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Lokasi Keluhan	Jumlah Keluhan							
	< 20 tahun		20-29 tahun		30-39 tahun		40-49 tahun	
	N	%	n	%	n	%	n	%
Leher atas	5	50,0	17	56,7	9	64,3	8	66,7
Leher bawah	5	50,0	6	20,0	8	57,1	2	16,7
Bahu kiri	3	30,0	18	60,0	7	50,0	3	25,0
Bahu kanan	<b>8</b>	<b>80,0</b>	21	70,0	<b>12</b>	<b>85,7</b>	<b>10</b>	<b>83,3</b>
Lengan atas kiri	4	40,0	13	43,3	6	42,9	3	25,0
Punggung	7	70,0	20	66,7	11	78,6	9	75,0
Lengan atas kanan	4	40,0	20	66,7	9	64,3	7	58,3
Pinggang	6	60,0	<b>23</b>	<b>76,7</b>	11	78,6	6	50,0
Bokong	7	70,0	19	63,3	10	71,4	4	33,3
Pantat	2	20,0	10	33,3	5	35,7	4	33,3
Siku kiri	4	40,0	11	36,7	5	35,7	3	25,0
Siku kanan	1	10,0	11	36,7	11	78,6	5	41,7
Lengan bawah kiri	3	30,0	12	40,0	7	50,0	3	25,0
Lengan bawah kanan	2	20,0	10	33,3	9	64,3	5	41,7
Pergelangan tangan kiri	6	60,0	16	53,3	10	71,4	4	33,3
Pergelangan tangan kanan	1	10,0	14	46,7	9	64,3	5	41,7
Tangan kiri	6	60,0	16	53,3	9	64,3	4	33,3
Tangan kanan	0	0,0	13	43,3	8	57,1	5	41,7
Paha kiri	4	40,0	9	30,0	6	42,9	3	25,0
Paha kanan	3	30,0	12	40,0	8	57,1	3	25,0
Lutut kiri	3	30,0	12	40,0	5	35,7	3	25,0
Lutut kanan	2	20,0	11	36,7	7	50,0	3	25,0
Betis kiri	2	20,0	9	30,0	5	35,7	6	50,0
Betis kanan	3	30,0	12	40,0	10	71,4	4	33,3
Pergelangan kaki kiri	2	20,0	12	40,0	4	28,6	4	33,3
Pergelangan kaki kanan	3	30,0	8	26,7	5	35,7	4	33,3
Kaki kiri	1	10,0	12	40,0	5	35,7	4	33,3
Kaki kanan	2	20,0	7	23,3	3	21,4	4	33,3

Berdasarkan hasil analisis terhadap keluhan CTDs berdasarkan usia, diketahui bahwa keluhan CTDs pada semua bagian tubuh paling banyak dirasakan oleh responden pada kelompok usia 30 – 39 tahun dengan keluhan paling banyak pada bagian pinggang, yaitu 12 orang (85,7%) dari total responden yang berusia 30 – 39 tahun.

### 6.5.3.2 Gambaran Keluhan CTDs Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis kelamin responden diklasifikasikan dalam 2 kategori, yaitu laki-laki dan perempuan sehingga dapat digambarkan distribusi keluhan CTDs berdasarkan jenis kelamin responden (Tabel 6.19).

Tabel 6.19 Distribusi Keluhan CTDs Berdasarkan Jenis Kelamin pada Pekerja *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Lokasi Keluhan	Jumlah Keluhan			
	Laki-laki		Perempuan	
	n	%	n	%
Leher atas	33	55.9	3	42.9
Leher bawah	28	47.5	5	71.4
Bahu kiri	26	44.1	4	57.1
Bahu kanan	45	76.3	5	71.4
Lengan atas kiri	21	35.6	5	71.4
Punggung	44	74.6	3	42.9
Lengan atas kanan	37	62.7	2	28.6
Pinggang	43	72.9	4	57.1
Bokong	35	59.3	5	71.4
Pantat	17	28.8	4	57.1
Siku kiri	21	35.6	2	28.6
Siku kanan	28	47.5	0	0.0
Lengan bawah kiri	23	39.0	2	28.6
Lengan bawah kanan	26	44.1	0	0.0
Pergelangan tangan kiri	32	54.2	4	57.1
Pergelangan tangan kanan	28	47.5	0	0.0
Tangan kiri	31	52.5	4	57.1
Tangan kanan	25	42.4	0	0.0
Paha kiri	20	33.9	2	28.6

Lokasi Keluhan	Jumlah Keluhan			
	Laki-laki		Perempuan	
	n	%	n	%
Paha kanan	25	42.4	1	14.3
Lutut kiri	22	37.3	1	14.3
Lutut kanan	21	35.6	2	28.6
Betis kiri	22	37.3	1	14.3
Betis kanan	27	45.8	2	28.6
Pergelangan kaki kiri	21	35.6	1	14.3
Pergelangan kaki kanan	18	30.5	2	28.6
Kaki kiri	21	35.6	1	14.3
Kaki kanan	14	23.7	2	28.6

Berdasarkan hasil analisis terhadap keluhan CTDs menurut jenis kelamin, diketahui bahwa pada responden laki-laki keluhan CTDs yang terbanyak terdapat pada bahu kanan, punggung, dan pinggang dengan jumlah masing-masingnya 45 orang (76,3%), 44 orang (74,6%), dan 43 orang (72,9%) dari total 59 orang responden laki-laki. Pada responden perempuan, keluhan CTDs terbanyak adalah pada leher bawah, bahu kanan, lengan atas kiri, dan bokong dengan jumlah masing-masing yang sama, yaitu 5 orang (71,4%) dari total 7 orang responden perempuan.

### 6.5.3.3 Gambaran Keluhan CTDs Berdasarkan Riwayat Penyakit

Berdasarkan riwayat penyakit yang sedang atau pernah diderita, responden diklasifikasikan dalam 2 kategori, yaitu responden yang memiliki riwayat penyakit dan responden yang tidak memiliki riwayat penyakit sehingga dapat digambarkan distribusi keluhan CTDs berdasarkan ada atau tidaknya riwayat penyakit responden (Tabel 6.20).

Tabel 6.20 Distribusi Keluhan CTDs Berdasarkan Riwayat Penyakit pada Pekerja *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Lokasi Keluhan	Jumlah Keluhan			
	Tidak ada Riwayat		Ada Riwayat	
	n	%	n	%
Leher atas	36	56.3	0	0.0
Leher bawah	33	51.6	<b>2</b>	<b>100.0</b>
Bahu kiri	29	45.3	<b>2</b>	<b>100.0</b>
Bahu kanan	<b>49</b>	<b>76.6</b>	1	50.0
Lengan atas kiri	25	39.1	1	50.0
Punggung	47	73.4	1	50.0
Lengan atas kanan	39	60.9	0	0.0
Pinggang	45	70.3	<b>2</b>	<b>100.0</b>
Bokong	40	62.5	1	50.0
Pantat	20	31.3	1	50.0
Siku kiri	23	35.9	0	0.0
Siku kanan	28	43.8	1	50.0
Lengan bawah kiri	25	39.1	0	0.0
Lengan bawah kanan	25	39.1	1	50.0
Pergelangan tangan kiri	34	53.1	1	50.0
Pergelangan tangan kanan	26	40.6	<b>2</b>	<b>100.0</b>
Tangan kiri	34	53.1	1	50.0
Tangan kanan	24	37.5	<b>2</b>	<b>100.0</b>
Paha kiri	22	34.4	0	0.0
Paha kanan	25	39.1	1	50.0
Lutut kiri	22	34.4	1	50.0
Lutut kanan	23	35.9	0	0.0
Betis kiri	22	34.4	1	50.0
Betis kanan	29	45.3	0	0.0
Pergelangan kaki kiri	21	32.8	1	50.0
Pergelangan kaki kanan	20	31.3	0	0.0
Kaki kiri	21	32.8	1	50.0
Kaki kanan	16	25.0	0	0.0

Dari hasil analisis terhadap keluhan CTDs berdasarkan riwayat penyakit responden, diketahui bahwa 2 orang (100%) responden dengan riwayat penyakit memiliki keluhan CTDs dengan keluhan terbanyak pada leher bawah, bahu kiri,



pinggang, pergelangan tangan kanan, dan tangan kanan. Pada responden yang tidak memiliki riwayat penyakit, keluhan terbanyak terdapat pada bahu kanan, punggung, dan pinggang dengan jumlah masing-masing 49 orang (76,6%), 47 orang (73,4%), dan 45 orang (70,3%) dari 64 responden yang tidak memiliki riwayat penyakit.

#### 6.5.3.4 Gambaran Keluhan CTDs Berdasarkan Kebiasaan Merokok

Berdasarkan kebiasaan dalam merokok, responden diklasifikasikan dalam 2 kategori, yaitu responden yang merokok dan yang tidak merokok sehingga dapat digambarkan distribusi keluhan CTDs berdasarkan kebiasaan merokok pada responden (Tabel 6.21).

Tabel 6.21 Distribusi Keluhan CTDs Berdasarkan Kebiasaan Merokok pada Pekerja *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Lokasi Keluhan	Jumlah Keluhan			
	Merokok		Tidak merokok	
	n	%	n	%
Leher atas	20	54.1	16	55.2
Leher bawah	16	43.2	16	55.2
Bahu kiri	19	51.4	12	41.4
Bahu kanan	<b>29</b>	<b>78.4</b>	<b>21</b>	<b>72.4</b>
Lengan atas kiri	8	21.6	8	27.6
Punggung	28	75.7	19	65.5
Lengan atas kanan	24	64.9	15	51.7
Pinggang	25	67.6	<b>21</b>	<b>72.4</b>
Bokong	21	56.8	19	65.5
Pantat	11	29.7	9	31.0
Siku kiri	10	27.0	13	44.8
Siku kanan	13	35.1	9	31.0
Lengan bawah kiri	14	37.8	11	37.9
Lengan bawah kanan	17	45.9	9	31.0
Pergelangan tangan kiri	20	54.1	16	55.2
Pergelangan tangan kanan	18	48.6	11	37.9
Tangan kiri	19	51.4	16	55.2
Tangan kanan	17	45.9	9	31.0

Lokasi Keluhan	Jumlah Keluhan			
	Merokok		Tidak merokok	
	n	%	n	%
Paha kiri	10	27.0	12	41.4
Paha kanan	14	37.8	12	41.4
Lutut kiri	13	35.1	10	34.5
Lutut kanan	11	29.7	12	41.4
Betis kiri	13	35.1	10	34.5
Betis kanan	17	45.9	12	41.4
Pergelangan kaki kiri	12	32.4	10	34.5
Pergelangan kaki kanan	10	27.0	10	34.5
Kaki kiri	13	35.1	9	31.0
Kaki kanan	9	24.3	7	24.1

Dari hasil analisis diketahui bahwa sebagian besar responden yang memiliki kebiasaan merokok mengalami keluhan CTDs lebih banyak dibandingkan dengan responden yang tidak merokok dengan keluhan terbanyak pada bahu kanan, punggung, dan pinggang dengan jumlah masing-masing 29 orang (78,4%), 28 orang (75,7%), dan 25 orang (67,6%).

#### 6.5.3.5 Gambaran Keluhan CTDs Berdasarkan Masa Kerja

Berdasarkan masa kerja, responden diklasifikasikan dalam 3 kelompok, yaitu responden dengan masa kerja 0 – 5 tahun, 6 – 10 tahun, dan  $\geq 11$  tahun sehingga dapat digambarkan distribusi keluhan CTDs berdasarkan masa kerja responden (Tabel 6.22).

Tabel 6.22 Distribusi Keluhan CTDs Berdasarkan Masa Kerja pada Pekerja *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Lokasi Keluhan	Jumlah Keluhan					
	0-5 tahun		6-10 tahun		$\geq 11$ tahun	
	n	%	n	%	n	%
Leher atas	20	52.6	6	50.0	11	68.8
Leher bawah	22	57.9	6	50.0	5	31.3
Bahu kiri	20	52.6	7	58.3	4	25.0
Bahu kanan	27	71.1	11	91.7	13	81.3

Lokasi Keluhan	Jumlah Keluhan					
	0-5 tahun		6-10 tahun		≥ 11 tahun	
	n	%	n	%	n	%
Lengan atas kiri	17	44.7	5	41.7	4	25.0
Punggung	27	71.1	10	83.3	11	68.8
Lengan atas kanan	23	60.5	8	66.7	9	56.3
Pinggang	<b>28</b>	<b>73.7</b>	10	83.3	9	56.3
Bokong	25	65.8	10	83.3	6	37.5
Pantat	11	28.9	5	41.7	4	25.0
Siku kiri	15	39.5	5	41.7	3	18.8
Siku kanan	11	28.9	10	83.3	7	43.8
Lengan bawah kiri	15	39.5	5	41.7	5	31.3
Lengan bawah kanan	11	28.9	10	83.3	5	31.3
Pergelangan tangan kiri	21	55.3	8	66.7	7	43.8
Pergelangan tangan kanan	13	34.2	10	83.3	6	37.5
Tangan kiri	21	55.3	7	58.3	7	43.8
Tangan kanan	10	26.3	9	75.0	6	37.5
Paha kiri	13	34.2	5	41.7	4	25.0
Paha kanan	14	36.8	9	75.0	3	18.8
Lutut kiri	15	39.5	5	41.7	3	18.8
Lutut kanan	12	31.6	7	58.3	4	25.0
Betis kiri	12	31.6	5	41.7	6	37.5
Betis kanan	14	36.8	10	83.3	5	31.3
Pergelangan kaki kiri	14	36.8	4	33.3	4	25.0
Pergelangan kaki kanan	10	26.3	5	41.7	5	31.3
Kaki kiri	13	34.2	5	41.7	4	25.0
Kaki kanan	8	21.1	4	33.3	4	25.0

Dari hasil analisis diketahui bahwa keluhan CTDs terbanyak dialami oleh responden dengan masa kerja 6 – 10 tahun dengan keluhan terbanyak pada bahu kanan sebanyak 11 orang (91,7%). Selanjutnya, pada masa kerja  $\geq 11$  tahun terdapat 13 orang (81,3%) responden yang mengalami keluhan pada bahu kanan, dan pada masa kerja 0 – 5 tahun terdapat 28 orang (73,7%) mengalami keluhan pada bagian pinggang.

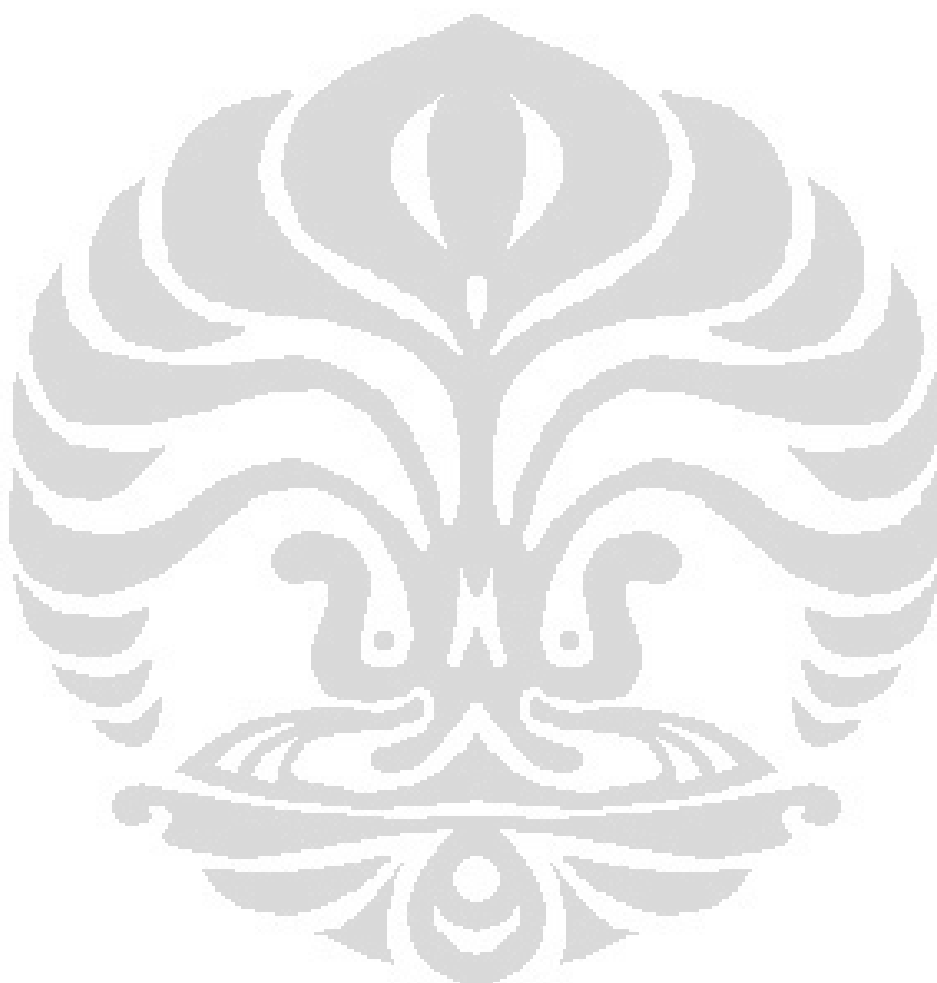
### 6.5.3.6 Distribusi Keluhan CTDs Berdasarkan Indeks Massa Tubuh (IMT)

Berdasarkan IMT, responden diklasifikasikan dalam 4 kategori, yaitu responden yang tergolong *underweight* ( $IMT < 18,5$ ), normal ( $18,5 \leq IMT \leq 24,9$ ), *overweight* ( $25,0 \leq IMT \leq 29,9$ ), dan obesitas ( $IMT \geq 30,0$ ) sehingga dapat digambarkan distribusi keluhan CTDs berdasarkan IMT responden (Tabel 6.23).

Tabel 6.23 Distribusi Keluhan CTDs Berdasarkan IMT Pekerja *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Lokasi Keluhan	Jumlah Keluhan					
	<i>Underweight</i>		Normal		<i>Overweight</i>	
	n	%	n	%	n	%
Leher atas	6	54.5	28	59.6	3	37.5
Leher bawah	7	63.6	22	46.8	4	50.0
Bahu kiri	6	54.5	23	48.9	2	25.0
Bahu kanan	9	81.8	35	74.5	7	87.5
Lengan atas kiri	3	27.3	21	44.7	2	25.0
Punggung	7	63.6	33	70.2	6	75.0
Lengan atas kanan	8	72.7	28	59.6	4	50.0
Pinggang	7	63.6	34	72.3	6	75.0
Bokong	6	54.5	29	61.7	5	62.5
Pantat	1	9.1	19	40.4	1	12.5
Siku kiri	4	36.4	16	34.0	3	37.5
Siku kanan	4	36.4	21	44.7	3	37.5
Lengan bawah kiri	4	36.4	19	40.4	2	25.0
Lengan bawah kanan	5	45.5	17	36.2	4	50.0
Pergelangan tangan kiri	7	63.6	27	57.4	2	25.0
Pergelangan tangan kanan	3	27.3	22	46.8	4	50.0
Tangan kiri	7	63.6	26	55.3	2	25.0
Tangan kanan	3	27.3	19	40.4	4	50.0
Paha kiri	3	27.3	17	36.2	2	25.0
Paha kanan	4	36.4	19	40.4	3	37.5
Lutut kiri	2	18.2	21	44.7	0	0.0
Lutut kanan	3	27.3	15	31.9	5	62.5
Betis kiri	2	18.2	19	40.4	2	25.0
Betis kanan	4	36.4	22	46.8	3	37.5
Pergelangan kaki kiri	4	36.4	17	36.2	1	12.5
Pergelangan kaki kanan	1	9.1	15	31.9	4	50.0
Kaki kiri	4	36.4	17	36.2	1	12.5
Kaki kanan	0	0.0	13	27.7	3	37.5

Dari hasil analisis diketahui bahwa keluhan CTDs terbanyak dialami oleh responden yang tergolong *overweight* yang dikeluhkan oleh 7 orang (87,5%) pada bahu kanan dan 6 orang (75,0%) pada punggung dan pinggang. Pada responden yang tergolong *underweight*, terdapat 9 orang (81,8%) responden yang mengeluhkan pada bagian bahu kanan. Selanjutnya, pada responden yang tergolong normal terdapat 35 orang (74,5%) responden yang mengalami keluhan pada bahu kanan.



## BAB VII PEMBAHASAN

### 7.1 Keterbatasan Penelitian

1. Penelitian ini adalah penelitian deskriptif yang menggambarkan risiko dan keluhan CTDs terkait dengan faktor risiko sehingga tidak dapat diketahui hubungan antara variabel dependen dengan variabel independennya.
2. Penilaian faktor risiko pada penelitian ini meliputi faktor ergonomi dan faktor individu tanpa menilai faktor psikososial dan lingkungan kerja, termasuk dimensi area kerja.
3. Tempat duduk pekerja yang saling berdekatan menyebabkan pengambilan foto dan video pada sebagian proses kerja tidak terambil dari sisi samping yang tepat.
4. Pengisian kuesioner *Nordic Body Map* dipengaruhi oleh subjektivitas dan daya ingat responden sehingga berpeluang terjadinya bias.
5. Pekerja memiliki waktu yang terbatas jika pengisian kuesioner dilakukan pada jam istirahat. Namun, jika dilakukan setelah jam kerja pekerja cenderung terburu-buru untuk pulang.
6. Metode RULA yang digunakan tidak memperhitungkan durasi pekerjaan yang diamati.

### 7.2 Analisis Proses Kerja di Bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia

Pekerjaan yang diobservasi dalam penelitian ini adalah pekerjaan pada bagian *Assembly Line* yang terdiri dari proses pengisian *metal shell* dan *sheet packing*, pemasangan *insulator* dan *lower wire packing*, *preliminary press*, pemasangan *talc powder*, *talc charging press*, pengisian *upper wire packing*, dan *caulking press*. Semua proses kerja ini dilakukan dengan posisi duduk statis dengan pergerakan yang lebih dominan pada tubuh bagian atas. Aktivitas kerja pada bagian *Assembly Line* memiliki *hazard* ergonomi terkait dengan postur kerja,

frekuensi, dan durasi yang dapat menyebabkan risiko berupa keluhan CTDs (Tabel 7.1).

Tabel 7.1 Identifikasi *Hazard* Ergonomi di Bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia Tahun 2012

Jenis Pekerjaan	Deskripsi Pekerjaan	<i>Hazard</i> Ergonomi
Mengisi <i>metal shell</i> dan <i>sheet packing</i>	Menempatkan <i>metal shell</i> pada <i>conveyor</i> secara manual dan mengisi <i>lower wire packing</i> pada <i>metal shell</i> menggunakan <i>supplier</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Gerakan repetitif pada kedua tangan</li> <li>b. Postur statis, terutama pada punggung dan leher</li> <li>c. Postur janggal pada leher (<i>bending</i>), punggung (<i>bending</i>), dan tangan (posisi menggenggam <i>supplier</i> dan pinch grip saat memegang <i>metal shell</i>)</li> </ul>
Memasang <i>insulator</i> dan <i>lower wire packing</i>	Memasang <i>insulator</i> dan <i>lower wire packing</i> pada <i>metal shell</i> secara manual	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Gerakan repetitif pada kedua tangan</li> <li>b. Postur statis, terutama pada punggung dan leher</li> <li>c. Postur janggal pada leher (<i>bending</i>), punggung (<i>bending</i>), dan tangan (<i>pinch grip</i>)</li> </ul>
<i>Preliminary press</i>	Melakukan <i>pressing</i> untuk setiap rangkaian <i>metal shell</i> , <i>sheet packing</i> , <i>insulator</i> , dan <i>lower wire packing</i> dengan mesin <i>Preliminary Press</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Gerakan repetitif pada kedua tangan</li> <li>b. Postur statis, terutama pada punggung dan leher</li> <li>c. Postur janggal pada leher (<i>bending</i>), punggung (<i>bending</i>), bahu (<i>raised</i>), dan tangan (abduksi)</li> </ul>
Memasang <i>talc powder</i>	Memasang <i>talc powder</i> pada setiap rangkaian secara manual	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Gerakan repetitif pada tangan</li> <li>b. Postur statis, terutama pada punggung dan leher</li> <li>c. Postur janggal pada leher (<i>bending</i>), punggung (<i>bending</i>), dan tangan (abduksi dan <i>pinch grip</i>)</li> </ul>
<i>Talc charging press</i>	Memadatkan <i>talc powder</i> ke dalam <i>metal shell</i> menggunakan mesin <i>Talc Press</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Gerakan repetitif pada tangan</li> <li>b. Postur statis, terutama pada punggung dan leher</li> <li>c. Postur janggal pada leher (<i>bending</i>), punggung (<i>bending</i>), bahu (<i>raised</i>), dan tangan (abduksi)</li> </ul>
Mengisi <i>upper wire packing</i>	Mengisikan <i>upper wire packing</i> pada bagian yang telah di- <i>press</i> dari proses <i>talc</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Gerakan repetitif pada tangan</li> <li>b. Postur statis, terutama pada punggung dan leher</li> </ul>

Jenis Pekerjaan	Deskripsi Pekerjaan	Hazard Ergonomi
	<i>charging press</i>	c. Postur janggal pada leher ( <i>bending</i> ), punggung ( <i>bending</i> ), dan tangan ( <i>pinch grip</i> )
<i>Caulking press</i>	Melakukan <i>pressing</i> untuk menyatukan <i>upper wire packing</i> secara permanen menggunakan mesin <i>Caulking Press</i>	a. Gerakan repetitif pada tangan b. Postur statis, terutama pada punggung dan leher c. Postur janggal pada leher ( <i>bending</i> ), punggung ( <i>bending</i> ), bahu ( <i>raised</i> ), dan tangan (abduksi)

Pada proses pengisian *metal shell* dan *sheet packing*, pekerja menggunakan alat berupa *supplier* yang harus digenggam selama melakukan pekerjaan. Pekerja menggunakan kedua tangannya secara bergantian untuk menempatkan *metal shell* pada *conveyor* dan memasukkan *sheet packing* menggunakan *supplier*. Pada aktivitas ini, terdapat faktor ergonomi berupa gerakan repetitif pada kedua tangan, postur statis pada leher dan punggung, postur janggal pada leher, punggung, lengan atas dan lengan bawah, pergelangan tangan, dan posisi kaki yang tidak menapak dengan baik.

Pada proses pemasangan *insulator* dan *lower wire packing*, terdapat faktor risiko ergonomi berupa gerakan repetitif pada tangan, postur statis pada leher dan punggung, postur janggal pada leher dan punggung di mana terjadi *bent forward*, tangan, dan kaki yang tidak menapak dengan baik. Sama halnya dengan proses sebelumnya, gerakan repetitif pada proses pemasangan *insulator* dan *lower wire packing* ini juga terjadi di sepanjang waktu kerja. Selanjutnya, postur janggal pada punggung terjadi karena tidak terdapatnya *backrest* pada kursi kerja sehingga mempengaruhi sikap duduk yang akan menyebabkan gangguan pada punggung. Tekanan pada bagian tulang belakang akan meningkat pada saat bekerja dengan posisi duduk (Nurmianto, 2004). Postur janggal tangan terdapat pada posisi memegang *lower wire packing* dengan cara mencubit (*pinch grip*) karena ukuran dan bentuknya yang kecil dan menyerupai cincin. Hal ini terus dilakukan untuk memasukkan satu *lower wire packing* pada setiap rakitan busi selama waktu kerja.



Pada proses *preliminary press*, posisi penempatan busi pada mesin *Preliminary Press* menyebabkan terjadinya fleksi pada lengan atas dan lengan bawah, serta *bent forward* pada punggung. Hal ini diperberat dengan tidak adanya *backrest* pada kursi kerja sehingga pekerja tidak dapat merelaksasikan punggung. Pada proses ini, kedua tangan pekerja bergerak bersamaan secara repetitif, di mana tangan kanan digunakan untuk menempatkan rakitan busi pada mesin dan tangan kiri digunakan untuk mengambil dan menempatkan rakitan busi yang telah di-*press* pada lubang *conveyor*. Di samping gerakan yang repetitif, dapat juga terjadi abduksi pada kedua lengan atas ketika mengambil dan menempatkan rakitan busi pada *conveyor*. Pada proses pemasangan *talc powder* dan proses selanjutnya, gerakan repetitif, postur statis pada leher dan punggung, postur janggal pada leher, punggung, tangan, dan kaki juga terdapat dalam aktivitas kerjanya. Tingginya frekuensi gerakan berulang disebabkan karena pekerja harus menyesuaikan kecepatan kerjanya dengan *conveyor* yang berjalan dengan kecepatan 84 cm/menit dan target produksi yang telah ditetapkan.

### **7.3 Analisis Risiko Ergonomi dengan Metode RULA**

Dalam penelitian ini, observasi dilakukan terhadap beberapa orang pekerja pada masing-masing proses kerja di setiap *line* dan selanjutnya ditentukan postur pada pekerja yang akan dinilai, yaitu postur yang paling sering dilakukan dan/atau postur terburuk pekerja. Selanjutnya, dilakukan analisis berdasarkan hasil penilaian menggunakan metode RULA yang didapatkan.

#### **7.3.1 Risiko Sangat Tinggi**

Berdasarkan hasil perhitungan RULA, didapatkan 5 proses kerja dengan tingkat risiko sangat tinggi dan berada pada *action level 4* yang berarti harus dilakukan investigasi lebih lanjut dan perbaikan sekarang juga, yaitu:

##### **a. Proses Pengisian *Metal Shell* dan *Sheet Packing***

Pada proses ini, didapatkan skor akhir RULA sebesar 7 untuk bagian tubuh kanan maupun kiri.

### **i. Analisis Lengan dan Pergelangan Tangan**

Untuk lengan dan pergelangan tangan, didapatkan skor RULA sebesar 5. Skor akhir ini dipengaruhi oleh postur janggal terutama pada lengan atas dan pergelangan tangan di mana terjadi fleksi. Perputaran pada pergelangan tangan kanan (*wrist twist*) terjadi ketika pekerja menggenggam dan menggunakan *supplier* untuk mengisi *sheet packing* pada setiap *metal shell*. Pada bagian tangan, gerakan repetitif dengan posisi pergelangan tangan yang menekuk merupakan salah satu penyebab terjadinya *Carpal Tunnel Syndrome* (ILO, 1996). Ketika menempatkan *metal shell* pada *conveyor*, pekerja melakukan postur janggal berupa posisi memegang *metal shell* dengan cara mencubit (*pinch grip*). Untuk beban pada bagian lengan dan pergelangan tangan mendapatkan skor 0 karena berat *metal shell* maupun *supplier* yang kurang dari 2 kg, sedangkan untuk penggunaan otot diberikan skor 1 karena gerakan repetitif yang terjadi sebanyak lebih dari 4 kali/menit. Frekuensi pergerakan tangan yang lebih dari 4 kali per menit ini terus berlangsung hingga berakhirnya jam kerja, yaitu setelah bekerja selama 7,5 jam per hari. Tingginya frekuensi gerakan repetitif ini disebabkan karena pekerja harus dapat memperhitungkan kecepatan kerjanya untuk setiap *sheet packing* dan *metal shell* yang dirakit pada *conveyor* yang berjalan secara otomatis dan terus-menerus.

### **ii. Analisis Leher, Batang Tubuh, dan Kaki**

Untuk bagian leher, batang tubuh dan kaki, didapatkan skor akhir RULA sebesar 6. Pada bagian leher, terjadi fleksi lebih dari  $20^{\circ}$  atau posisi menunduk karena letak *conveyor* yang dekat dengan tubuh pekerja, yaitu sejajar dengan dada pekerja sehingga pekerja harus menundukkan kepala ketika mengisi *metal shell* dan *sheet packing* pada *conveyor*. Pada bagian batang tubuh, postur statis dalam posisi membungkuk (*bent forward*) disebabkan karena tidak terdapatnya *backrest* pada kursi kerja sehingga pekerja tidak dapat merelaksasikan punggung atau batang tubuh dan terbentuk postur statis selama lebih dari 10 menit untuk mempertahankan posisi tubuh. Pada bagian kaki, terjadi postur janggal karena salah satu

kaki tidak menapak dengan baik di mana pekerja menumpukan kaki pada ujung jari kaki. Hal ini terjadi karena tidak terdapatnya *footrest*.

## **b. Proses Pemasangan *Insulator* dan *Lower Wire Packing***

Pada proses ini, didapatkan skor akhir RULA sebesar 7 untuk bagian tubuh kanan maupun kiri.

### **i. Analisis Lengan dan Pergelangan Tangan**

Untuk lengan dan pergelangan tangan, didapatkan skor RULA sebesar 5. Skor akhir ini dipengaruhi oleh postur janggal terutama pada lengan atas dan pergelangan tangan di mana terjadi fleksi. Perputaran pada pergelangan tangan (*wrist twist*) terjadi ketika pekerja memasukkan *insulator* pada setiap *metal shell*. Ketika menempatkan *lower wire packing* pada *metal shell*, pekerja melakukan postur janggal berupa posisi memegang *lower wire packing* dengan cara mencubit (*pinch grip*). Untuk beban pada bagian lengan dan pergelangan tangan mendapatkan skor 0 karena berat *insulator* yang kurang dari 2 kg, sedangkan untuk penggunaan otot diberikan skor 1 karena gerakan repetitif yang terjadi sebanyak lebih dari 4 kali/menit. Seperti pada proses sebelumnya, frekuensi pergerakan tangan yang lebih dari 4 kali per menit ini terus berlangsung hingga berakhirnya jam kerja, yaitu setelah bekerja selama 7,5 jam per hari. Tingginya frekuensi gerakan repetitif ini disebabkan karena perakitan dilakukan pada *conveyor* yang berjalan secara otomatis dan terus-menerus.

### **ii. Analisis Leher, Batang Tubuh, dan Kaki**

Untuk bagian leher, batang tubuh dan kaki, didapatkan skor akhir RULA sebesar 6. Pada bagian leher, terjadi fleksi atau posisi membungkuk dan pada batang tubuh terjadi *bent forward* atau posisi membungkuk ke depan. Posisi membungkuk pada batang tubuh terjadi karena tidak adanya backrest pada kursi kerja sehingga pekerja tidak dapat menyandarkan batang tubuhnya setelah duduk dengan posisi statis. Pada bagian kaki,

tidak terdapat *footrest* ataupun pijakan kaki yang baik sehingga salah satu kaki tidak menapak dengan baik dan pekerja menumpukan kaki pada ujung jari kaki. Selama bekerja, terbentuk postur statis pada bagian leher dan batang tubuh selama lebih dari 10 menit untuk mempertahankan posisi tubuh.

### c. Proses Pemasangan *Talc Powder*

Pada proses ini, didapatkan skor akhir RULA sebesar 7 untuk bagian tubuh kanan.

#### i. Analisis Lengan dan Pergelangan Tangan

Untuk bagian lengan kanan dan pergelangan tangan kanan, didapatkan skor RULA sebesar 5. Skor akhir ini dipengaruhi oleh postur janggal terutama pada lengan atas kanan di mana terjadi fleksi dan abduksi, lengan bawah kanan, serta pergelangan tangan kanan di mana terjadi fleksi. Perputaran pada pergelangan tangan (*wrist twist*) terjadi ketika pekerja memasang *talc powder*. Selain itu, ketika memasang *talc powder* pada *metal shell*, pekerja melakukan postur janggal berupa posisi memegang *talc powder* dengan cara mencubit (*pinch grip*). Untuk beban pada bagian lengan dan pergelangan tangan mendapatkan skor 0 karena berat *talc powder* yang kurang dari 2 kg, sedangkan untuk penggunaan otot diberikan skor 1 karena gerakan repetitif yang terjadi sebanyak lebih dari 4 kali/menit. Frekuensi pergerakan tangan yang lebih dari 4 kali per menit ini terus berlangsung hingga berakhirnya jam kerja, yaitu setelah bekerja selama 7,5 jam per hari. Tingginya frekuensi gerakan repetitif ini disebabkan karena perakitan dilakukan pada *conveyor* yang berjalan secara otomatis dan terus-menerus.

#### ii. Analisis Leher, Batang Tubuh, dan Kaki

Untuk bagian leher, batang tubuh dan kaki, didapatkan skor akhir RULA sebesar 8. Pada bagian leher, terjadi fleksi sebesar  $27^{\circ}$  dan *side bending* karena penempatan *talc powder* di samping tubuh pekerja, pada

batang tubuh terjadi *bent forward* atau posisi membungkuk ke depan, dan bagian kaki tidak menapak dengan baik di mana pekerja menumpukan kaki pada ujung jari kaki karena tidak terdapatnya *footrest* sebagai pijakan. Pada bagian leher dan batang tubuh, postur statis dalam posisi membungkuk (*bent forward*) disebabkan karena tidak terdapatnya *backrest* pada kursi kerja sehingga pekerja tidak dapat merelaksasikan punggung atau batang tubuh dan terbentuk postur statis selama lebih dari 10 menit untuk mempertahankan posisi tubuh.

#### **d. Proses *Talc Charging Press***

Pada proses ini, didapatkan skor akhir RULA sebesar 7 untuk bagian tubuh kanan maupun kiri.

##### **i. Analisis Lengan dan Pergelangan Tangan**

Untuk bagian lengan kanan dan pergelangan tangan kanan, didapatkan skor RULA sebesar 5. Skor akhir ini dipengaruhi oleh postur janggal terutama pada lengan atas, lengan bawah, serta pergelangan tangan di mana terjadi fleksi. Sudut yang terbentuk pada lengan atas akan semakin besar ketika pekerja menjangkau bagian mesin *Talc Press* untuk menempatkan maupun mengambil rakitan busi. Perputaran pada pergelangan tangan (*wrist twist*) terjadi ketika pekerja memasukkan rakitan busi yang akan di-*press* dan mengambil rakitan busi yang telah di-*press* untuk selanjutnya ditempatkan pada lubang *conveyor*. Selain itu, ketika menempatkan rakitan busi pada mesin, pekerja melakukan postur janggal berupa posisi memegang rakitan busi dengan cara mencubit (*pinch grip*) dan terjadi gerakan repetitif pada jari-jari tangan. Untuk beban pada bagian lengan dan pergelangan tangan mendapatkan skor 0 karena berat rakitan busi yang kurang dari 2 kg, sedangkan untuk penggunaan otot diberikan skor 1 karena gerakan repetitif yang terjadi sebanyak lebih dari 4 kali/menit. Frekuensi pergerakan tangan yang lebih dari 4 kali per menit ini terus berlangsung hingga berakhirnya jam kerja, yaitu setelah bekerja selama 7,5 jam per hari. Tingginya frekuensi gerakan repetitif ini

disebabkan karena perakitan dilakukan pada *conveyor* yang berjalan secara otomatis dan terus-menerus.

## ii. Analisis Leher, Batang Tubuh, dan Kaki

Untuk bagian leher, batang tubuh dan kaki, didapatkan skor akhir RULA sebesar 6. Pada bagian leher, terjadi fleksi atau posisi menunduk dengan sudut yang lebih kecil jika dibandingkan dengan proses lainnya karena posisi mesin *Talc Press* tidak terlalu dekat dengan tubuh pekerja. Namun, hal ini dapat mempengaruhi posisi batang tubuh untuk terjadinya *bent forward* atau posisi membungkuk ke depan. Sebagian besar pekerja pada proses ini tidak menapakkan kakinya dengan baik di mana pekerja menumpukan kaki pada ujung jari kaki karena tidak terdapatnya *footrest* sebagai pijakan. Pada bagian leher dan batang tubuh, postur statis dalam posisi membungkuk (*bent forward*) disebabkan karena tidak terdapatnya *backrest* pada kursi kerja sehingga pekerja tidak dapat merelaksasikan punggung atau batang tubuh dan terbentuk postur statis selama lebih dari 10 menit untuk mempertahankan posisi tubuh selama bekerja.

## e. Proses Caulking Press

Pada proses ini, didapatkan skor akhir RULA sebesar 7 untuk bagian tubuh kanan maupun kiri.

### i. Analisis Lengan dan Pergelangan Tangan

Untuk bagian lengan kanan dan pergelangan tangan kanan, didapatkan skor RULA sebesar 5. Skor akhir ini dipengaruhi oleh postur janggal terutama pada lengan atas di mana terjadi fleksi pada sudut antara  $45^{\circ}$ - $90^{\circ}$ , lengan bawah, serta pergelangan tangan kanan di mana juga terjadi fleksi. Perputaran pada pergelangan tangan (*wrist twist*) terjadi ketika pekerja menempatkan rakitan busi yang akan di-press pada mesin dan ketika mengambil rakitan busi yang telah di-press. Selain itu, ketika menempatkan rakitan busi pada mesin maupun mengambil rakitan busi, pekerja melakukan postur janggal berupa posisi memegang rakitan busi

dengan cara mencubit (*pinch grip*). Untuk beban pada bagian lengan dan pergelangan tangan mendapatkan skor 0 karena berat busi yang kurang dari 2 kg, sedangkan untuk penggunaan otot diberikan skor 1 karena gerakan repetitif yang terjadi sebanyak lebih dari 4 kali/menit. Frekuensi pergerakan tangan yang lebih dari 4 kali per menit ini terus berlangsung hingga berakhirnya jam kerja, yaitu setelah bekerja selama 7,5 jam per hari. Tingginya frekuensi gerakan repetitif ini disebabkan karena perakitan dilakukan pada *conveyor* yang berjalan secara otomatis dan terus-menerus selama waktu kerja.

#### ii. Analisis Leher, Batang Tubuh, dan Kaki

Untuk bagian leher, batang tubuh dan kaki, didapatkan skor akhir RULA sebesar 6. Pada bagian leher, terjadi fleksi sebesar  $31^{\circ}$  karena pekerja harus menunduk untuk melihat rakitan busi pada *conveyor* yang akan ditempatkan pada mesin *Caulking Press*. Pada batang tubuh terjadi *bent forward* atau posisi membungkuk ke depan, dan bagian kaki tidak menapak dengan baik di mana pekerja menumpukan kaki pada ujung jari kaki karena tidak terdapatnya *footrest* sebagai pijakan. Pada bagian leher dan batang tubuh, postur statis dalam posisi membungkuk (*bent forward*) disebabkan karena tidak terdapatnya *backrest* pada kursi kerja sehingga pekerja tidak dapat merelaksasikan punggung atau batang tubuh dan terbentuk postur statis selama lebih dari 10 menit untuk mempertahankan posisi tubuh.

### 7.3.2 Risiko Tinggi

Berdasarkan hasil perhitungan RULA, didapatkan 2 proses kerja dengan tingkat risiko tinggi dan berada pada *action level 3* yang berarti harus dilakukan investigasi lebih lanjut dan segera dilakukan perbaikan, yaitu:

#### a. Proses *Preliminary Press*

Pada proses ini, didapatkan skor akhir RULA sebesar 6 untuk bagian tubuh kanan maupun kiri.

### **i. Analisis Lengan dan Pergelangan Tangan**

Untuk bagian lengan kanan dan pergelangan tangan kanan, didapatkan skor RULA sebesar 5. Skor akhir ini dipengaruhi oleh postur janggal terutama pada lengan atas di mana terjadi fleksi pada sudut antara  $45^0-90^0$ , lengan bawah dengan fleksi antara  $0^0-60^0$ , serta pergelangan tangan kanan di mana terjadi fleksi  $>15^0$ . Sudut yang terbentuk pada lengan atas akan semakin besar ketika pekerja menjangkau bagian mesin untuk menempatkan rakitan. Perputaran pada pergelangan tangan (*wrist twist*) kanan terjadi ketika pekerja menempatkan rakitan *metal shell*, *insulator* dan *lower wire packing* yang akan di-*press* pada mesin *Preliminary Press*. Perputaran pada pergelangan tangan kiri terjadi ketika pekerja mengambil rakitan yang telah di-*press* untuk ditempatkan pada *conveyor* berjalan. Selain itu, ketika menempatkan rakitan pada mesin maupun mengambil rakitan busi, pekerja melakukan postur janggal berupa posisi memegang rakitan dengan cara mencubit (*pinch grip*). Untuk beban pada bagian lengan dan pergelangan tangan mendapatkan skor 0 karena berat rakitan yang kurang dari 2 kg, sedangkan untuk penggunaan otot diberikan skor 1 karena gerakan repetitif yang terjadi sebanyak lebih dari 4 kali/menit. Frekuensi pergerakan tangan yang lebih dari 4 kali per menit ini terus berlangsung hingga berakhirnya jam kerja, yaitu setelah bekerja selama 7,5 jam per hari. Tingginya frekuensi gerakan repetitif ini disebabkan karena perakitan dilakukan pada *conveyor* yang berjalan secara otomatis dan terus-menerus selama waktu kerja.

### **ii. Analisis Leher, Batang Tubuh, dan Kaki**

Untuk bagian leher, batang tubuh dan kaki, didapatkan skor akhir RULA sebesar 6. Pada bagian leher, terjadi fleksi sebesar  $31^0$  karena pekerja harus menunduk untuk melihat rakitan busi pada *conveyor* yang akan ditempatkan pada mesin *Caulking Press*. Pada batang tubuh terjadi *bent forward* atau posisi membungkuk ke depan, dan bagian kaki tidak menapak dengan baik di mana pekerja menumpukan kaki pada ujung jari kaki karena tidak terdapatnya *footrest* sebagai pijakan. Pada bagian leher



dan batang tubuh, postur statis dalam posisi membungkuk (*bent forward*) disebabkan karena tidak terdapatnya *backrest* pada kursi kerja sehingga pekerja tidak dapat merelaksasikan punggung atau batang tubuh dan terbentuk postur statis selama lebih dari 10 menit untuk mempertahankan posisi tubuh.

## **b. Proses Pemasangan *Talc Powder***

Pada proses ini, didapatkan skor akhir RULA sebesar 6 untuk tubuh bagian kiri.

### **i. Analisis Lengan dan Pergelangan Tangan**

Untuk bagian lengan kiri dan pergelangan tangan kiri, didapatkan skor RULA sebesar 4. Pekerja pada proses ini lebih cenderung untuk menggunakan tangan kanan karena kumpulan *talc powder* ditempatkan di sebelah kanan pekerja sehingga skor untuk lengan kiri lebih kecil dibandingkan dengan lengan kanan. Perputaran pada pergelangan tangan (*wrist twist*) kiri terjadi ketika pekerja memasukkan *talc powder* pada rakitan busi. Ketika menempatkan *talc powder* pada rakitan busi, pekerja melakukan postur janggal berupa posisi memegang *talc powder* dengan cara mencubit (*pinch grip*). Untuk beban pada bagian lengan dan pergelangan tangan mendapatkan skor 0 karena berat *talc powder* yang kurang dari 2 kg, sedangkan untuk penggunaan otot diberikan skor 1 karena gerakan repetitif yang terjadi sebanyak lebih dari 4 kali/menit. Frekuensi pergerakan tangan yang lebih dari 4 kali per menit ini terus berlangsung hingga berakhirnya jam kerja, yaitu setelah bekerja selama 7,5 jam per hari seperti pada proses lainnya. Tingginya frekuensi gerakan repetitif ini disebabkan karena perakitan dilakukan pada *conveyor* yang berjalan secara otomatis dan terus-menerus selama waktu kerja.

### **ii. Analisis Leher, Batang Tubuh, dan Kaki**

Untuk bagian leher, batang tubuh dan kaki, didapatkan skor akhir RULA sebesar 8. Pada bagian leher, terjadi fleksi sebesar  $26^{\circ}$  atau lebih dari  $20^{\circ}$  dan *side bending* ke arah kiri sehingga menambah skor RULA untuk bagian leher. Pada batang tubuh terjadi *bent forward* atau posisi membungkuk ke depan pada sudut antara  $20^{\circ}$ - $60^{\circ}$ . Pada bagian kaki tidak menapak dengan baik di mana pekerja menumpukan kaki pada ujung jari kaki atau pada bagian siku penyangga kursi karena tidak terdapatnya *footrest* yang sesuai sebagai pijakan. Pada bagian meja terdapat *footrest*, namun belum didesain dengan kemiringan tertentu sesuai dengan standar. Pada bagian leher dan batang tubuh, postur statis dalam posisi membungkuk (*bent forward*) disebabkan karena tidak terdapatnya *backrest* pada kursi kerja sehingga pekerja tidak dapat merelaksasikan punggung atau batang tubuh dan terbentuk postur statis selama lebih dari 10 menit untuk mempertahankan posisi tubuh.

#### 7.4 Analisis Keluhan CTDs

Untuk mengetahui keluhan CTDs pada pekerja, dilakukan penyebaran kuesioner *Nordic Body Map* kepada 66 pekerja bagian *Assembly Line* yang terdiri dari 4 *line*. Keempat *line* ini memiliki karakteristik dan jenis aktivitas yang sama sehingga kuesioner disebarkan secara *random* menurut kriteria inklusi yang telah ditetapkan. Selain itu, pekerja dapat memilih untuk bekerja pada proses apa saja yang ada di *assembly line* sehingga masing-masing pekerja tidak secara tetap bekerja pada satu proses. Penyebaran kuesioner ini dilakukan setelah berakhirnya jam kerja untuk mengidentifikasi keluhan pada 28 bagian tubuh, baik pada bagian tubuh kanan maupun kiri. Keluhan yang dirasakan bervariasi, antara lain rasa pegal, nyeri, kaku, kesemutan, mati rasa, dan sensasi panas. Klasifikasi bentuk keluhan ini didasarkan pada evaluasi *hazard* kesehatan yang pernah dilakukan NIOSH pada tahun 1993 terhadap keluhan di tubuh bagian atas (*upper limb*) pada pekerja surat kabar yang melakukan pekerjaan dengan posisi duduk statis seperti pada pekerja bagian *Assembly Line*.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap 66 pekerja pada bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia, didapatkan hasil bahwa sebagian besar pekerja *Assembly Line* mengalami keluhan CTDs dengan jumlah keluhan terbanyak berupa rasa pegal pada bahu kanan (74,2%), punggung (68,2%), dan pinggang (62,1%). Terkait dengan pekerjaan yang dilakukan dengan posisi duduk statis, pekerja *Assembly Line* mengalami lebih banyak keluhan pada tubuh bagian atas (*upper limb*), antara lain bahu, punggung, pinggang, leher, lengan atas dan bawah, dan pergelangan tangan. Pada bagian tulang belakang, ketika momen fleksi pada *spinal lumbar* meningkat akibat posisi duduk, ligamen *spinal* pada bagian *posterior* akan tertekan sehingga *intervertebral discs* bagian *anterior* akan terjepit. Hal inilah yang selanjutnya mengakibatkan rasa nyeri (Bridger, 2003).

Pada pekerja yang melakukan pekerjaan dengan posisi duduk, biasanya bagian tubuh yang dikeluhkan pada bagian pinggang, punggung dan leher. Pada posisi duduk, tulang belakang (*vertebral*) terutama pada pinggang (*sacrum*, *lumbar*, dan *thoracic*) harus dapat ditahan oleh sandaran kursi agar terhindar dari nyeri (*back pain*) dan kelelahan (*fatigue*). Selain itu, ketika duduk kaki harus menapak dengan baik pada *footrest* dan memungkinkan dilakukannya peregangan otot. Namun, berdasarkan observasi terhadap pekerjaan dengan posisi duduk di bagian *Assembly Line*, tidak terdapat sandaran kursi atau sesuatu yang dapat menahan punggung atau pinggang pekerja sehingga banyak ditemukan postur janggal berupa *bent forward* atau membungkuk ke depan dan sikap duduk yang statis. Hal inilah yang selanjutnya menyebabkan tingginya keluhan CTDs pada bagian punggung dan pinggang.

#### **7.4.1 Analisis Keluhan CTDs Berdasarkan Karakteristik Individu**

##### **7.4.1.1 Analisis Keluhan CTDs Berdasarkan Usia**

Berdasarkan usia, responden dikelompokkan dalam 5 kategori, yaitu responden yang berusia < 20 tahun, 20 – 29 tahun, 30 – 39 tahun, 40 – 49 tahun, dan > 50 tahun. Pengelompokan usia ini didasarkan pada kekuatan otot yang semakin menurun untuk setiap bertambahnya 10 tahun usia. Pada usia 20 – 29

tahun, kekuatan otot berada dalam kondisi terbaik. Kekuatan otot akan menurun sebanyak 22% pada 10 tahun berikutnya, 26% pada 20 tahun berikutnya, dan 42% pada 30 tahun berikutnya. Pada usia 60 tahun atau lebih, kekuatan otot akan menurun hingga 53% (Bridger, 2003). Dari hasil penelitian didapatkan kelompok usia terbanyak di bagian *Assembly Line* adalah antara 20 – 29 tahun, yaitu 30 orang (45,5%). Dominannya jumlah responden pada kelompok usia ini dapat disebabkan karena diberlakukannya sistem kontrak untuk pekerja baru selama 2 tahun pertama. Jika seorang pekerja tidak dapat melalui masa kontraknya dengan baik, pihak perusahaan dapat memutuskan untuk tidak memperpanjang kontrak pekerja tersebut sehingga tidak semua pekerja dapat bekerja hingga usia di atas 30 tahun. Dalam kaitannya dengan keluhan CTDs, pekerja pada kelompok usia 30 – 39 tahun merasakan keluhan CTDs paling banyak pada bagian bahu kanan, yaitu 12 orang (85,7%) dari 14 pekerja usia 30 – 39 tahun. Keluhan yang cukup besar juga dirasakan pekerja pada kelompok usia 40 – 49 tahun, yaitu sebanyak 10 orang (83,3%) dari total pekerja pada usia 40 – 49 tahun. Hal ini berkaitan dengan semakin menurunnya kekuatan otot seiring bertambahnya usia (Bridger, 2003).

#### **7.4.1.2 Analisis Keluhan CTDs Berdasarkan Jenis Kelamin**

Distribusi pekerja bagian *Assembly Line* menurut jenis kelamin tidak merata karena jumlah pekerja laki-laki jauh lebih banyak dibandingkan dengan pekerja perempuan, yaitu 59 orang (89,4%) untuk pekerja laki-laki dan hanya 7 orang (10,6%) untuk pekerja perempuan. Hal ini disebabkan karena sebagian proses kerja di bagian *Assembly Line* menggunakan mesin, seperti mesin *Preliminary Press*, *Talc Press*, dan *Caulking Press*. Selain itu, sebagian besar pekerja perempuan di area pabrik ditempatkan pada bagian-bagian yang berhubungan dengan inspeksi atau pemeriksaan kualitas busi yang dihasilkan karena dibutuhkan ketelitian, yaitu pada bagian *Final Inspection*, *Export Inspection*, dan *OEM Inspection*. Rotasi pekerja yang tidak dilakukan secara berkala, namun disesuaikan dengan kebutuhan *man power* juga dapat menyebabkan tidak meratanya distribusi pekerja laki-laki dan perempuan pada beberapa proses. Dari hasil analisis diketahui bahwa keluhan CTDs pada pekerja

laki-laki lebih banyak dibandingkan dengan pekerja perempuan dengan keluhan terbanyak terdapat pada bahu kanan, punggung, dan pinggang dengan jumlah masing-masingnya 45 orang (76,3%), 44 orang (74,6%), dan 43 orang (72,9%) dari total 59 orang pekerja laki-laki. Pada pekerja perempuan, keluhan CTDs terbanyak adalah pada leher bawah, bahu kanan, lengan atas kiri, dan bokong dengan jumlah masing-masing 5 orang (71,4%) dari total 7 orang pekerja perempuan. Secara fisiologis, kemampuan otot perempuan lebih rendah dibandingkan dengan laki-laki. Astrand (1977) dalam Tarwaka dkk (2004) menjelaskan bahwa kekuatan otot perempuan hanya sekitar dua pertiga dari kekuatan otot laki-laki sehingga daya tahan otot pria lebih tinggi dibandingkan dengan wanita. Meskipun jumlah pekerja laki-laki jauh lebih banyak dibandingkan dengan pekerja perempuan, dalam penelitian ini didapatkan hampir semua pekerja perempuan mengalami keluhan CTDs.

#### **7.4.1.3 Analisis Keluhan CTDs Berdasarkan Riwayat Penyakit**

Dari penelitian ini didapatkan sebanyak 2 orang (3%) pekerja bagian *Assembly Line* memiliki riwayat penyakit berupa patah tulang dan gangguan kelenjar tiroid, sedangkan sebanyak 64 responden (97%) tidak memiliki riwayat penyakit yang berhubungan dengan keluhan CTDs. Pada pekerja yang memiliki riwayat gangguan *musculoskeletal* seperti patah tulang, toleransi tubuh terhadap aktivitas kerja menjadi lebih rendah sehingga lebih rentan mengalami CTDs (Cole and Rivilis, 2006). Dalam penelitian yang dilakukan Weislender *et al* (1989), ditemukan bahwa pekerja yang memiliki gangguan kelenjar tiroid berisiko 2,8 kali lebih besar untuk mengalami CTDs berupa *Carpal Tunnel Syndrome* jika dibandingkan dengan pekerja yang tidak memiliki riwayat gangguan kelenjar tiroid (Bernard, 1997). Kelainan pada kelenjar penghasil hormon tiroid merupakan salah satu penyebab terjadinya gangguan tulang berupa *osteoporosis* ([www.medicastrore.com](http://www.medicastrore.com)).

#### 7.4.1.4 Analisis Keluhan CTDs Berdasarkan Kebiasaan Merokok

Dari hasil pengisian kuesioner, diketahui bahwa jumlah pekerja *Assembly Line* yang merokok lebih banyak dibandingkan dengan yang tidak merokok, yaitu 37 orang (56,1%) pekerja yang merokok dan 29 orang (43,9%) pekerja yang tidak merokok. Secara umum, keluhan CTDs pada pekerja yang merokok lebih banyak dibandingkan dengan pekerja yang tidak merokok. Hal ini didukung oleh beberapa penelitian sebelumnya yang menjelaskan bahwa peningkatan keluhan CTDs berhubungan dengan lama dan tingkat kebiasaan merokok. Semakin tinggi frekuensi dan lama seseorang merokok, maka semakin tinggi tingkat keluhan otot yang dirasakan. Mekanismenya dimulai dari nikotin yang menyebabkan berkurangnya aliran darah ke jaringan dan kandungan rokok menyebabkan kandungan mineral tulang belakang berkurang dan menyebabkan *microfractures* (Deyo dan Bass, 1989; Frymoyer *et al*, 1980; Troup *et al*, 1987 dalam Maijunidah, 2010). Selain itu, keterkaitan antara kebiasaan merokok dan keluhan otot pinggang sebenarnya berkaitan dengan kesegaran jasmani seseorang karena kebiasaan merokok akan menurunkan kapasitas paru-paru, sehingga kemampuan untuk mengkonsumsi oksigen menurun dan akibatnya tingkat kesegaran tubuh juga menurun. Kelelahan akan lebih cepat dirasakan karena kandungan oksigen dalam darah rendah, pembakaran karbohidrat terhambat, dan terjadi penumpukan asam laktat yang akhirnya menimbulkan rasa nyeri pada otot (Tarwaka dkk, 2004).

#### 1.4.1.5 Analisis Keluhan CTDs Berdasarkan Masa Kerja

Dari hasil analisis diketahui bahwa keluhan CTDs terbanyak dialami oleh responden dengan masa kerja 6 – 10 tahun dengan keluhan terbanyak pada bahu kanan sebanyak 11 orang (91,7%). Pada masa kerja  $\geq 11$  tahun terdapat 13 orang (81,3%) responden yang mengalami keluhan pada bahu kanan, dan pada masa kerja 0 – 5 tahun terdapat 28 orang (73,7%) mengalami keluhan pada bagian pinggang. CTDs merupakan penyakit kronis yang membutuhkan waktu lama untuk berkembang dan bermanifestasi. Jadi, semakin lama masa kerja menyebabkan semakin lama pekerja terpajan faktor risiko CTDs sehingga

semakin besar pula risiko untuk mengalami CTDs (Guo, 2004). Namun, pada penelitian ini ditemukan keluhan pada pekerja dengan masa kerja 6 – 10 tahun lebih banyak dibandingkan dengan responden yang bermasa kerja  $\geq 11$  tahun. Hal ini dapat disebabkan karena pekerja dengan masa kerja 6 – 10 tahun memiliki tuntutan kerja relatif lebih besar dari pada pekerja yang telah bekerja 11 tahun atau lebih.

#### 1.4.1.6 Analisis Keluhan CTDs Berdasarkan Indeks Massa Tubuh (IMT)

Dari hasil analisis diketahui bahwa keluhan CTDs terbanyak dialami oleh responden yang tergolong *overweight* yang dikeluhkan oleh 7 orang (87,5%) pada bahu kanan dan 6 orang (75,0%) pada punggung dan pinggang. Pada responden yang tergolong *underweight*, terdapat 9 orang (81,8%) responden yang mengeluhkan pada bagian bahu kanan. Selanjutnya, pada responden yang tergolong normal terdapat 35 orang (74,5%) responden yang mengalami keluhan pada bahu kanan. Seseorang yang memiliki tubuh pendek lebih berisiko untuk mengalami keluhan CTDs, terutama pada bagian leher dan bahu. Meskipun pengaruhnya relatif kecil, indeks massa tubuh merupakan faktor yang dapat menyebabkan terjadinya keluhan otot skeletal (Schierhout, 1995 dalam Karuniasih, 2009). Winner *et al* (1994) menyatakan bahwa bagi pasien yang gemuk (IMT > 29) mempunyai risiko 2,5 kali lebih tinggi dibandingkan dengan yang tergolong kurus (IMT < 20) untuk mengalami keluhan otot.

#### 1.5 Analisis *Energy Expenditure* untuk Alternatif Posisi Kerja Duduk dan Berdiri

Berdasarkan karakteristik pekerjaan di bagian *Assembly Line* yang statis, terdapat dua alternatif posisi kerja, yaitu posisi duduk (*sitting*) dan berdiri (*standing*). Bekerja dengan posisi duduk memerlukan lebih sedikit energi dari pada berdiri karena lebih rendahnya beban otot statis pada kaki. Namun, sikap duduk yang janggal akan menyebabkan gangguan pada punggung. Tekanan pada bagian tulang belakang akan meningkat pada saat duduk (Nurmianto, 2004). Jika pekerjaan dilakukan dengan posisi berdiri, kecepatan kerja relatif lebih cepat karena memiliki jangkauan yang lebih luas dibandingkan dengan posisi duduk

yang terbatas pada kursi kerja. Namun, mengubah posisi kerja duduk menjadi berdiri dengan tetap menggunakan desain dan alat kerja yang sama akan meningkatkan kelelahan (*fatigue*). Pada dasarnya, posisi berdiri lebih melelahkan dibandingkan dengan posisi duduk, di mana energi yang dikeluarkan ketika berdiri adalah 10 – 15% lebih besar (Darlis *et al*, 2009). Wickens *et al* (2004) mengestimasi perbedaan pengeluaran energi (*energy expenditure*) pada berbagai jenis aktivitas kerja, di mana pada pekerjaan dengan posisi berdiri memiliki *energy expenditure rate* yang lebih besar dibandingkan dengan posisi duduk (Tabel 7.2).

Tabel 7.2 Estimasi *Energy Expenditure Rate* pada Berbagai Aktivitas

Aktivitas	Estimasi <i>Energy Expenditure Rate</i> (kkal/menit)
Tidur	1.3
<b>Duduk</b>	<b>1.6</b>
<b>Berdiri</b>	<b>2.3</b>
Berjalan (3 km/jam)	2.8
Berjalan (6 km/jam)	5.2
Merakit <i>furniture</i>	3.9
<i>Furniture packaging</i>	4.1
Menyetok barang	4.2
Mengelas	3.4
Menggergaji kayu	6.8
Memotong kayu	8.0
Aktivitas atletis	10.0

(Sumber: Wickens *et al*, 2004)

Pada aktivitas kerja duduk, diketahui *energy expenditure rate* sebesar 1.6 kkal per menit, sedangkan pada posisi berdiri sebesar 2.3 kkal per menit. Jadi, jika pekerjaan dilakukan dengan posisi duduk selama jam kerja, yaitu 7,5 jam per hari, maka pengeluaran energi pada pekerja diestimasi sebesar 720 kkal per 7,5 jam, sedangkan pengeluaran energi untuk posisi kerja berdiri sebesar 1.035 kkal per 7,5 jam. Hal ini dapat berpengaruh pada tingkat kelelahan pekerja.

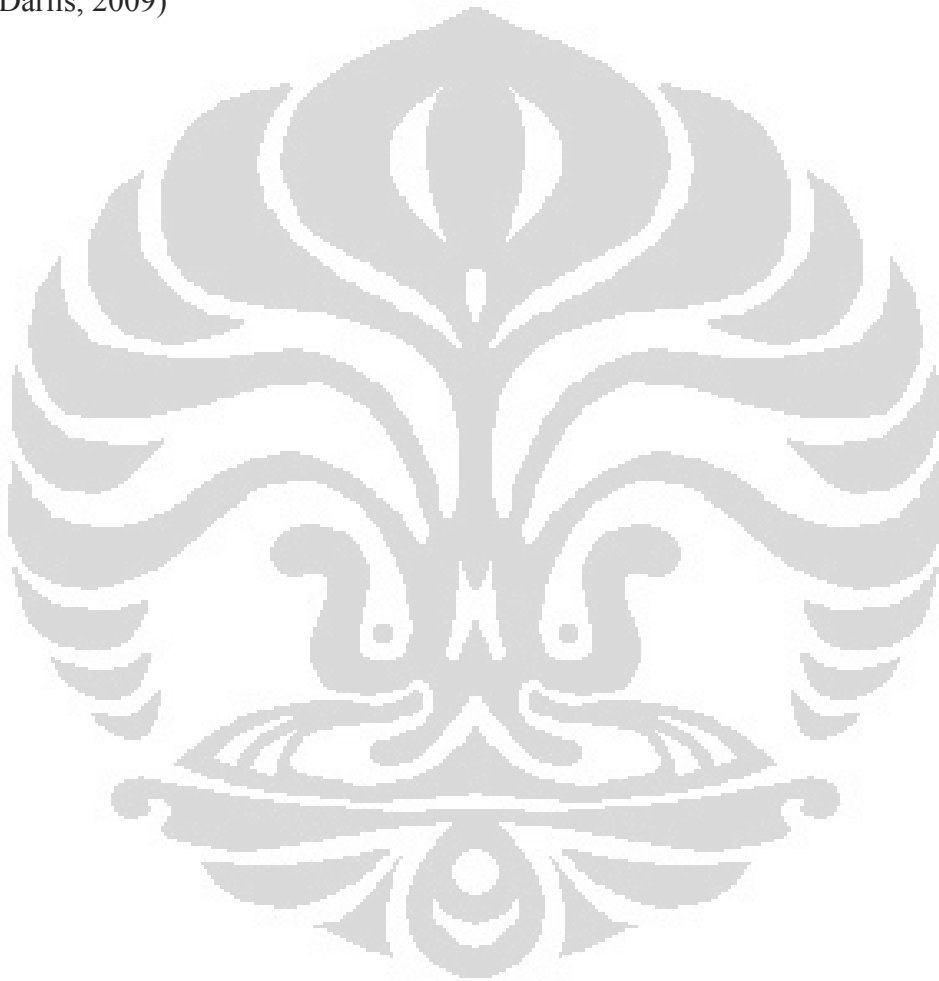
Untuk mengurangi risiko pada muskuloskeletal akibat posisi duduk statis, baik duduk maupun berdiri, dapat dilakukan kombinasi desain pekerjaan untuk posisi duduk berdiri (*sitting/standing*) sesuai dengan ukuran dan desain tempat kerja di *Assembly Line*. Pada beberapa industri, posisi kerja ini memberikan



tekanan pada tulang belakang dan pinggang 30% lebih rendah dibandingkan dengan posisi duduk atau berdiri statis. Beberapa pertimbangan dalam penerapan desain kerja duduk berdiri antara lain:

- a. Pekerjaan dilakukan dengan posisi duduk dan berdiri secara bergantian.
- b. Adanya gerakan menjangkau lebih dari 40 cm ke depan dan/atau 15 cm di atas landasan atau meja kerja.
- c. Tinggi landasan kerja antara 90 – 120 cm.

(Darlis, 2009)



## **BAB VIII**

### **PENUTUP**

#### **8.1 Simpulan**

Berdasarkan analisis yang dilakukan pada pekerja bagian *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia terhadap tingkat risiko dan keluhan CTDs, didapatkan beberapa simpulan.

1. Terdapat 7 proses kerja di bagian *Assembly Line* yang diteliti, di mana seluruh aktivitas tersebut dilakukan dengan posisi duduk statis dan berisiko terjadinya CTDs.
2. Karakteristik individu pekerja *Assembly Line* yang berpotensi meningkatkan risiko dan keluhan CTDs antara lain usia, jenis kelamin, riwayat penyakit, kebiasaan merokok, masa kerja, dan IMT.
3. Tingkat risiko pada pekerja *Assembly Line* terdiri dari risiko sangat tinggi dan risiko tinggi. Risiko sangat tinggi terdapat pada proses pengisian *metal shell* dan *sheet packing*, pemasangan *insulator* dan *lower wire packing*, pemasangan *talc powder* (tubuh bagian kanan), *talc press*, dan *caulking press*. Risiko tinggi terdapat pada proses *preliminary press*, pemasangan *talc powder* (tubuh bagian kiri), dan pengisian *wire packing*.
4. Keluhan CTDs terbanyak adalah pada bagian bahu kanan (77,3%), punggung (72,7%), dan pinggang (71,2%).

#### **8.2 Saran**

Dari hasil penelitian, untuk perbaikan dapat dilakukan dengan mengacu pada ACGIH (2010), yaitu dengan pengendalian secara *engineering* dan administratif.

##### **a. Engineering Control**

1. Menggunakan kursi kerja yang didesain untuk pekerjaan duduk dan berdiri (*sitting/standing*) yang sesuai standard dan dapat diatur ketinggiannya sehingga pekerja dapat mengubah posisi kerja setelah

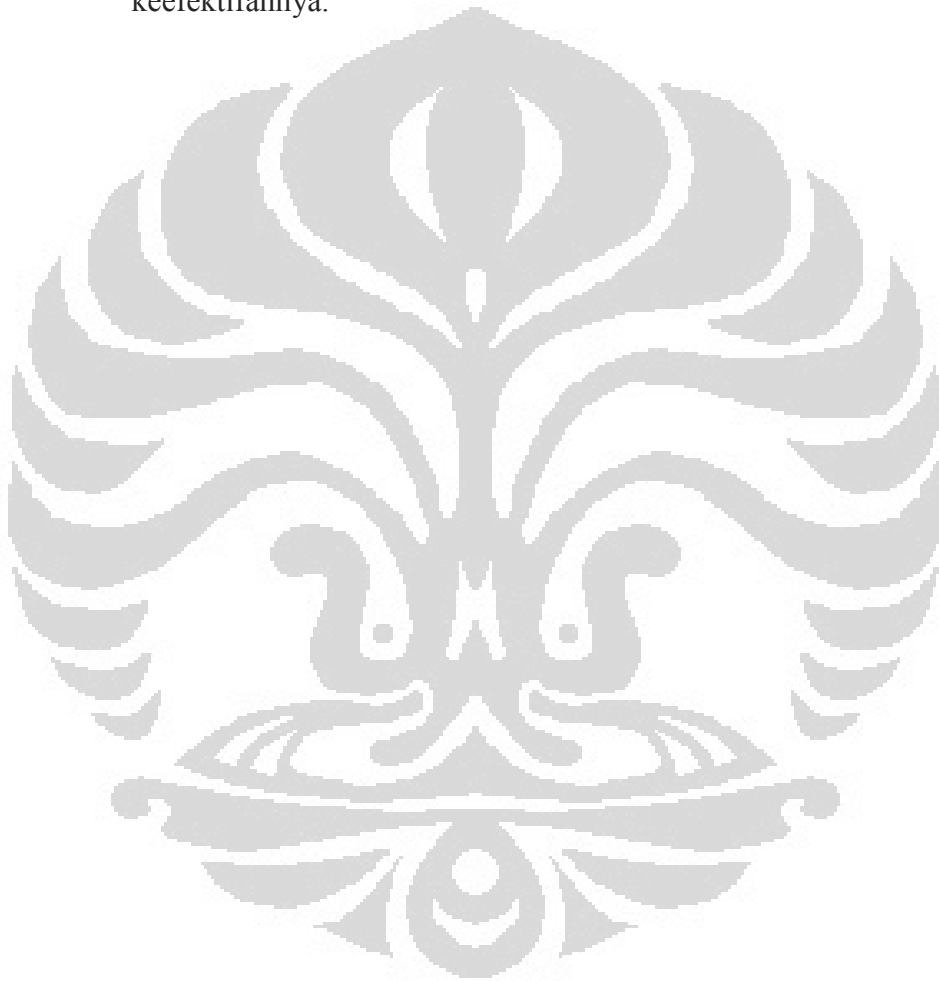
duduk dalam waktu lama. Hal ini juga dapat menurunkan tingkat risiko CTDs (Lampiran).

2. Mendesain alat dan area kerja yang dapat disesuaikan dengan pengguna sehingga mengurangi postur janggal, misalnya penempatan alat dan *part* dekat dengan tubuh pekerja untuk mencegah jangkauan yang berlebihan, abduksi, dan *side bending*.
3. Melengkapi *supplier* yang digunakan pada proses pengisian *sheet packing* dengan lapisan karet atau bahan yang lunak untuk mengurangi kontak antara tangan dengan *supplier* yang berbahan besi. Hal ini dapat mencegah rasa nyeri pada tangan saat menggenggam *supplier*.
4. Melengkapi stasiun kerja dengan *footrest* dan *legroom* yang sesuai standard sehingga kedua kaki dapat menapak dengan baik untuk mengurangi risiko dan keluhan pada bagian kaki.

#### **b. Administrative Control**

1. Pekerja sebaiknya melakukan *stretching* atau peregangan otot sejenak untuk relaksasi setidaknya 1 kali dalam 1 jam (Lampiran).
2. Menerapkan rotasi kerja untuk mencegah terakumulasinya pajanan faktor ergonomi pada pekerja. Para pekerja yang banyak melakukan gerakan berulang dan statis dapat dirotasi ke area kerja dengan gerakan yang dinamis.
3. Menyusun *Standard Operational Procedure* (SOP) terkait dengan pemasangan poster ergonomi sesuai dengan karakteristik pekerjaan pada setiap area kerja. Pada bagian *Assembly Line*, dapat dipasang poster ergonomi yang terkait dengan posisi duduk yang benar dan panduan gerakan *stretching*.
4. Memberikan *training* tentang ergonomi kepada para pekerja dan pengawas.
5. Memberikan *safety and health talk* paling tidak 1 kali dalam 1 minggu yang dilakukan oleh Departemen HSE. Kegiatan ini dapat dilakukan sebelum mulai bekerja atau setelah selesai bekerja dan dilanjutkan dengan senam bersama.

6. Melakukan *mapping* bahaya ergonomi untuk setiap area kerja sehingga dapat dilakukan perbaikan terutama pada area-area yang berisiko sangat tinggi dan tinggi.
7. Melakukan survei lebih lanjut terkait dengan faktor risiko CTDs lainnya, seperti getaran, beban berat, dan kebisingan, serta memantau adanya keluhan CTDs agar dapat secepatnya mengambil tindakan. Program ini selanjutnya dievaluasi secara berkala untuk mengetahui keefektifannya.



## DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_. "Examination of Bone Tissue," [www.physioweb.org](http://www.physioweb.org) (diunduh pada 18 Mei 2012).
- ACGIH. 2010. *TLVs and BEIs*. United States: Signature Publication.
- Astrand, Per-Olof, Rodahl, Kaare. 1977. *Textbook of Work Physiology*. Stockholm: McGraw-Hill Book Company.
- Azwar, Azrul. 1987. *Metodologi Penelitian Kedokteran dan Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: PT Binarupa Aksara.
- Bernard, B. P. 1997. *Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors: A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-related Musculoskeletal Disorders of The Neck, Upperextremity and Low Back (No. 97B141)*. Cincinnati: NIOSH.
- Bridger, R. S. 1995. *Introduction to Ergonomics*. Singapore: McGraw-Hill, Inc.
- Bridger, R. S. 2003. *Introduction to Ergonomics: Second Edition*. New York: Taylor and Francis.
- Coury *et al.* 1998. "Self-Administered Preventive Programme for Sedentary Workers: Reducing Musculoskeletal Symptoms or Increasing Awareness?". *Applied Ergonomics* 1998, Vol. 29.
- Darlis dkk. "Pertimbangan Ergonomi pada Perancangan Stasiun Kerja". *Sigma Epsilon*; November 2009; 13, 4; BATAN, pg. 109.
- Eklund J.A.E. "Relationships between ergonomics and quality in assembly work". *Applied Ergonomics* 1995, 26(1), pg. 15-20.
- Febriyanti, Dieta. 2008. *Kajian Risiko Cummulative Trauma Disorder (CTD) pada Karyawan Bagian Administrasi di Kantor Pusat PT Saptaindra Sejati Tahun 2008*. Depok: FKMUI.

- Health and Safety Executive. "Manufacturing: Work Related Injuries and Ill Health," [www.hse.gov.uk/statistics/](http://www.hse.gov.uk/statistics/) (diunduh pada 1 Februari 2012).
- Kurniawati, Ita. 2009. *Tinjauan Faktor Risiko Ergonomi dan Keluhan Terhadap Terjadinya Gangguan Muskuloskeletal pada Pekerja Pabrik Proses Finishing di Departemen PPC PT Southern Cross Textile Industry Ciracas Jakarta Timur tahun 2009*. Skripsi. Universitas Indonesia.
- Kurniawidjaja, L. Meily. 2011. *Teori dan Aplikasi Kesehatan Kerja*. Jakarta: UI-Press.
- Laraswati, Hervita. 2009. *Analisis Risiko Musculoskeletal Disorder (MSDs) pada Pekerja Laundry Tahun 2009 (Studi Kasus Pada 12 Laundry Sektor Usaha Informal di Kecamatan Beji Kota Depok)*. Skripsi. Universitas Indonesia.
- Lemeshow, Stanley *et al.* 1990. *Adequacy of Sample Size in Health Studies*. Chichester: World Health Organization.
- MacLeod, Dan. 2000. *The Rules of Work: A Practical Engineering Guide to Ergonomics*. New York: Taylor and Francis.
- Maijunidah. 2010. *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Pekerja Assembling PT X Bogor Tahun 2010*. Skripsi. UIN.
- Manuaba, A. 2000. *Ergonomi, Kesehatan, dan Keselamatan Kerja: Proceeding Seminar Nasional Ergonomi 2000*. Guna Wijaya, Surabaya: 1-4.
- McAtamney, L. and Corlett, E.N. "RULA: A Survey Method for Investigation of Work-Related Upper Limb Disorders". *Applied Ergonomics* 1993, 24(2), 91-99.
- Osborne, David J. 1995. *Ergonomics at Work. Third Edition*. England: John Wiley and Sons Ltd.

- Office Ergonomics Advisory Committee. 2002. *Office Ergonomics: Practical Solutions for A Safer Workplace*. Washington State Department of Labor and Industries.
- OSHA. 2000. *Ergonomics: The Study of Work*. New York: US Department of Labor.
- Pheasant, Stephen. 1999. *Bodyspaces*. Great Britain: TJ International Ltd. Padstow Cornwall.
- Pheasant, Stephen. 2003. *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*. London: Taylor and Francis.
- Pulat, B. Mustafa. 1992. *Fundamentals of Industrial Ergonomics*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Punnet and Wegman. 2004. "Work-related Musculoskeletal Disorders: The Epidemiologic Evidence and The Debate". *Applied Ergonomics* 2004, 14.
- Roskam, E. 1996. *Ergonomics*. Geneva: International Labour Office.
- Rowh, Mark. "Office Ergonomics in The 21<sup>st</sup> Century". *Office Solutions; January 2008; 25, 1; ProQuest, pg. 22*.
- Satrya, Chandra. 2007. *Modul Kuliah Ergonomi Program Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Depok: FKM UI.
- Stanton, Neville A. *et al.* 2005. *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. Florida: CRC Press.
- Suma'mur, P. K. 1989. *Ergonomi untuk Produktivitas Kerja*. Jakarta: CV Haji Mas Agung.
- Tarwaka, dkk. 2004. *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA Press.
- Wickens, Christopher D. *et al.* 2004. *An Introduction to Human Factors Engineering: Second Edition*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

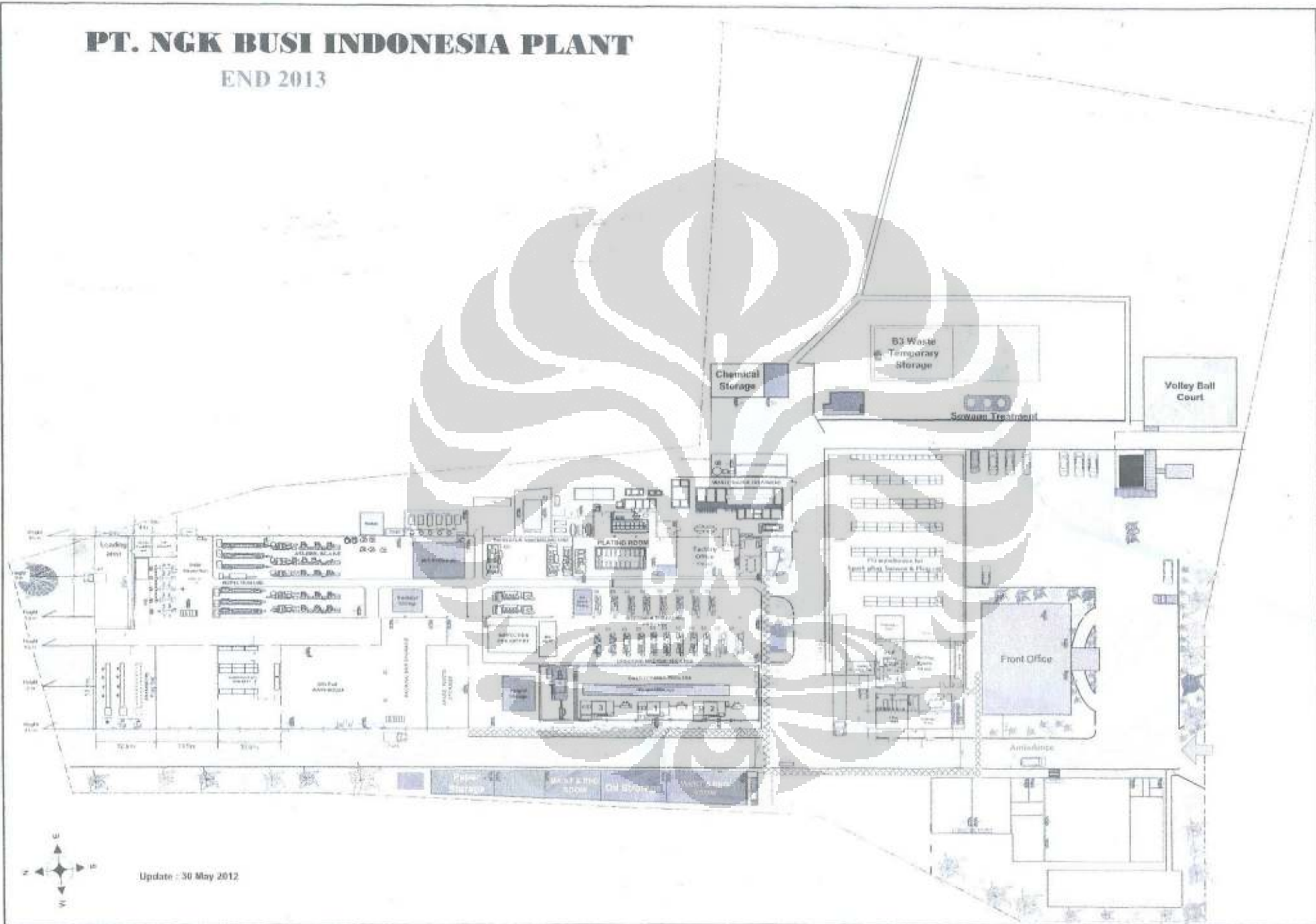






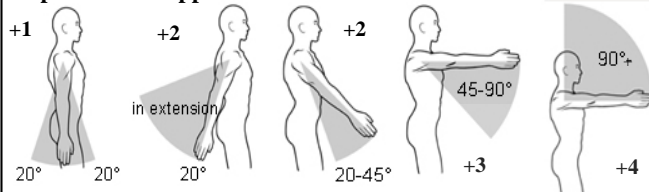
# PT. NGK BUSI INDONESIA PLANT

END 2013



## A. Arm and Wrist Analysis

### Step 1: Locate Upper Arm Position:



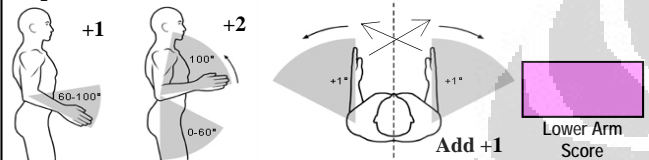
Step 1a: Adjust...

If shoulder is raised: +1

If upper arm is abducted: +1

If arm is supported or person is leaning: -1

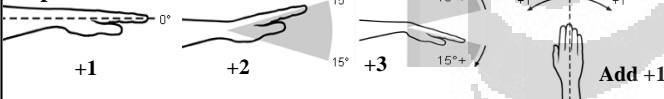
### Step 2: Locate Lower Arm Position:



Step 2a: Adjust...

If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

### Step 3: Locate Wrist Position:



Step 3a: Adjust...

If wrist is bent from midline: Add +1

### Step 4: Wrist Twist:

If wrist is twisted in mid-range: +1

If wrist is at or near end of range: +2

### Step 5: Look-up Posture Score in Table A:

Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

### Step 6: Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held >10 minutes),

Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

### Step 7: Add Force/Load Score

If load < .44 lbs (intermittent): +0

If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1

If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2

If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

### Step 8: Find Row in Table C

Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

## SCORES

Upper Arm	Lower Arm	1		2		3		4	
		Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Wrist and Arm Score	1 2 3 4 5 6 7+						
	1	1	2	3	3	4	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Scoring: (final score from Table C)

1 or 2 = acceptable posture

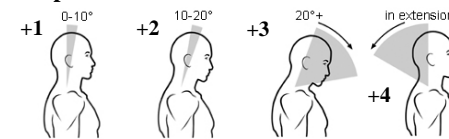
3 or 4 = further investigation, change may be needed

5 or 6 = further investigation, change soon

7 = investigate and implement change

## B. Neck, Trunk and Leg Analysis

### Step 9: Locate Neck Position:

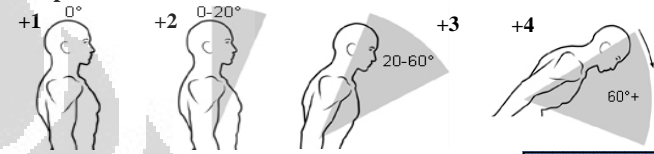


Step 9a: Adjust...

If neck is twisted: +1

If neck is side bending: +1

### Step 10: Locate Trunk Position:



Step 10a: Adjust...

If trunk is twisted: +1

If trunk is side bending: +1

### Step 11: Legs:

If legs and feet are supported: +1

If not: +2

Neck Posture Score	Table B: Trunk Posture Score											
	1		2		3		4		5		6	
	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

### Step 12: Look-up Posture Score in Table B:

Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

### Step 13: Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held >10 minutes),

Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

### Step 14: Add Force/Load Score

If load < .44 lbs (intermittent): +0

If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1

If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2

If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

### Step 15: Find Column in Table C

Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

Task name: \_\_\_\_\_ Reviewer: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

Gambaran tingkat... Isni Alfia Nur Fauzia, FKM UI, 2012

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in RULA.

© 2004 Neese Consulting, Inc

provided by Practical Ergonomics

rbarker@ergosmart.com (816) 444-1667



## KUESIONER PENELITIAN

**“GAMBARAN RISIKO ERGONOMI DAN KELUHAN CUMULATIVE TRAUMA DISORDERS (CTDs) PADA PEKERJA ASSEMBLY LINE PT NGK BUSI INDONESIA TAHUN 2012”**

Yth. Bapak/Ibu/Saudara,

Perkenalkan, saya Isni Alfia Nur Fauzia, mahasiswa tingkat akhir Jurusan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) FKM UI yang sedang melakukan penelitian. Saya mengucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu/Saudara untuk menjadi responden dalam penelitian ini. Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran risiko ergonomi dan keluhan CTDs pada pekerja *Assembly Line* PT NGK Busi Indonesia pada tahun 2012 yang melakukan pekerjaan dengan posisi duduk (*sedentary*). Peneliti sangat mengharapkan kelengkapan dan kejujuran dalam pengisian kuesioner ini.

**PETUNJUK PENGISIAN KUESIONER:**

1. Bacalah dengan seksama sebelum Anda mengisi kuesioner ini.
2. Isilah dengan memberikan tanda *checklist* (√) pada kolom jawaban yang tersedia.
3. Jawablah setiap pertanyaan berikut ini sesuai dengan kondisi yang sebenarnya.

**A. Karakteristik Individu**

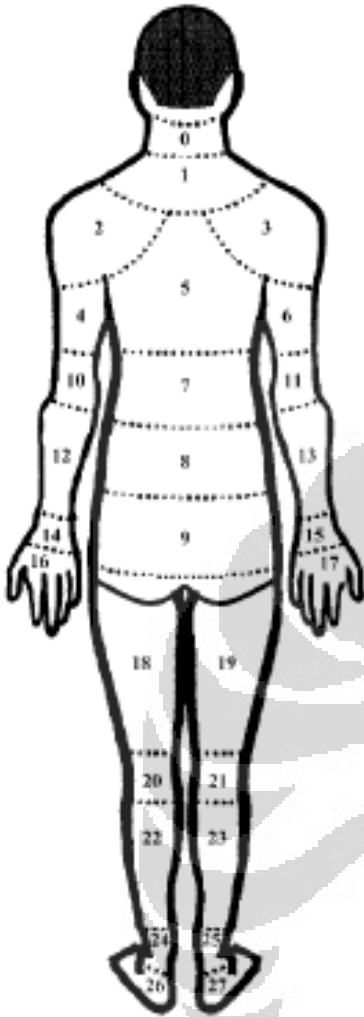
1. Nama	.....
2. Usia	..... tahun
3. Jenis kelamin	<input type="checkbox"/> Laki-laki <input type="checkbox"/> Perempuan
4. Pendidikan terakhir	<input type="checkbox"/> SMP <input type="checkbox"/> SMA/SMK <input type="checkbox"/> Perguruan Tinggi
5. Apakah Anda mempunyai riwayat penyakit?	<input type="checkbox"/> Ya (boleh memilih lebih dari 1) a. Diabetes b. Gangguan kelenjar tiroid/gondok c. Lupus d. Retak/patah tulang leher, tangan, punggung, atau kaki e. Radang sendi f. Alkoholik (gangguan karena terlalu banyak minum alkohol) g. Gagal ginjal <input type="checkbox"/> Tidak
6. Apakah Anda merokok?	<input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak
7. Masa/lama kerja	..... tahun ..... bulan
8. Berat badan	..... kg
9. Tinggi badan	..... cm
10. Pada bagian proses apa Anda bekerja?	<input type="checkbox"/> Pengisian sheet packing <input type="checkbox"/> Pemasangan insulator <input type="checkbox"/> Preliminary Test <input type="checkbox"/> Pemasangan talc powder <input type="checkbox"/> Talc press <input type="checkbox"/> Pengisian wire packing <input type="checkbox"/> Caulking press

**B. Keluhan CTDs**

Berilah tanda/arsiran pada gambar di bawah ini sesuai dengan bagian di mana Anda merasakan keluhan otot dan/atau tulang (pegal, nyeri, kaku, kesemutan, atau mati rasa) setelah Anda selesai bekerja atau saat beristirahat.

## Lampiran 4. Kuesioner Penelitian (lanjutan)

Sesuai dengan gambar, pilihlah dengan melingkari jawaban yang paling sesuai dengan kondisi Anda.

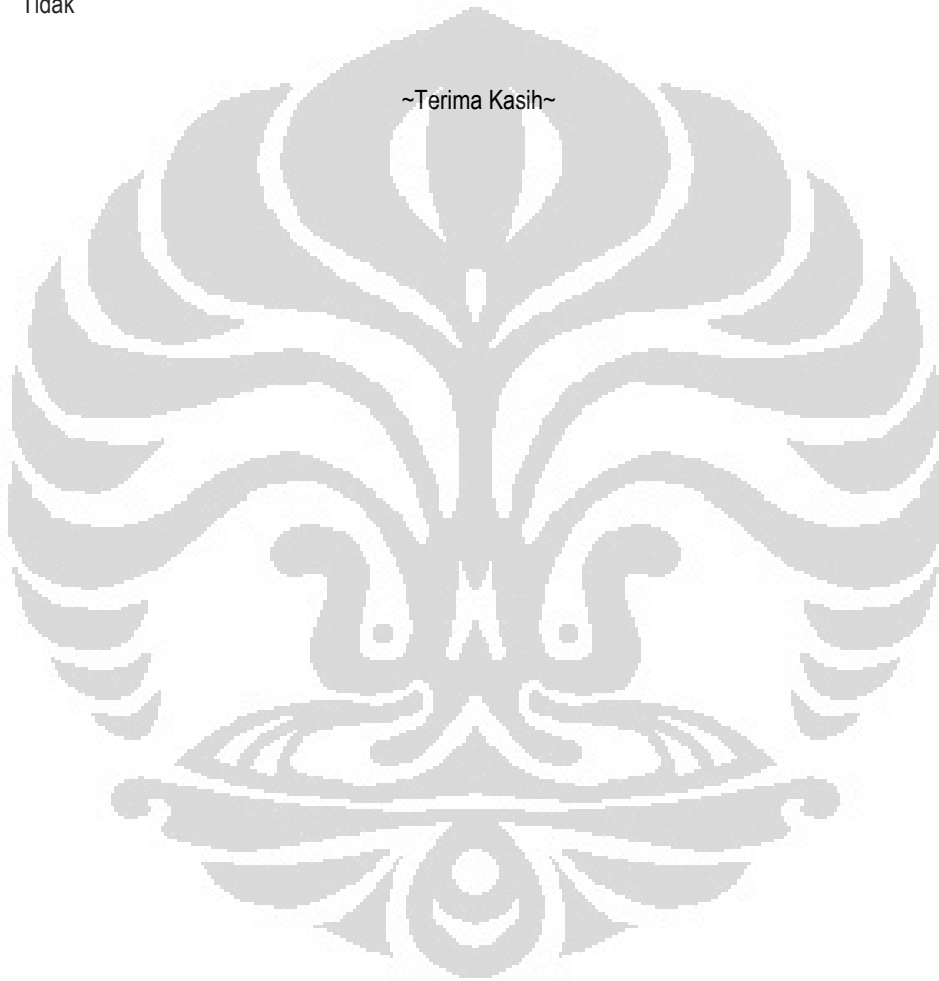


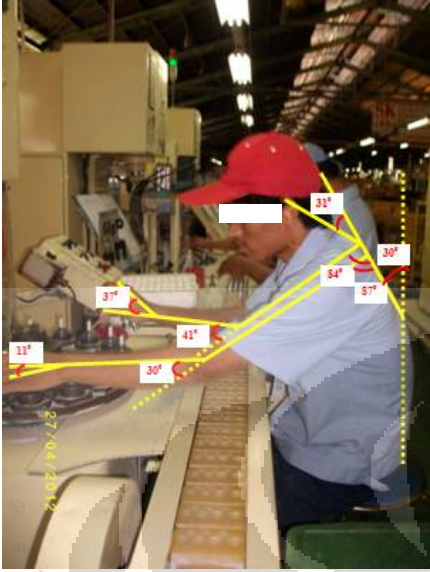
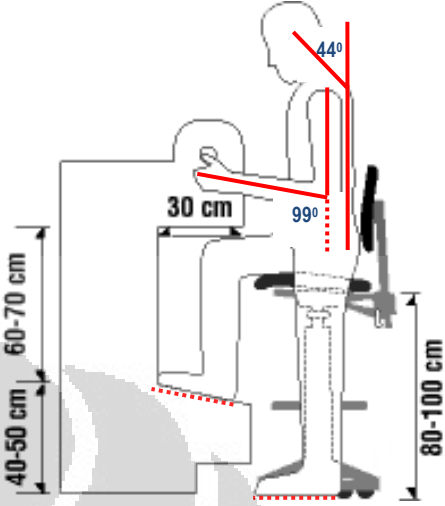

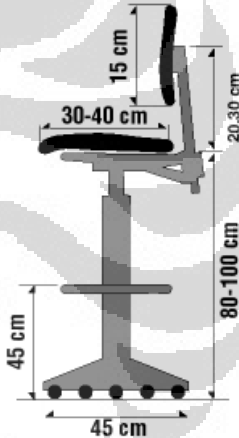
No.	Lokasi Keluhan	Bentuk Keluhan					
		Pegal	Nyeri	Kaku	Kesemutan	Mati rasa	Sensasi panas
0.	leher atas						
1.	leher bawah						
2.	bahu kiri						
3.	bahu kanan						
4.	lengan atas bagian kiri						
5.	Punggung						
6.	lengan atas bagian kanan						
7.	Pinggang						
8.	Bokong						
9.	Pantat						
10.	siku kiri						
11.	siku kanan						
12.	lengan bawah kiri						
13.	lengan bawah kanan						
14.	pergelangan tangan kiri						
15.	pergelangan tangan kanan						
16.	tangan kiri						
17.	tangan kanan						
18.	paha kiri						
19.	paha kanan						
20.	lutut kiri						
21.	lutut kanan						
22.	betis kiri						
23.	betis kanan						
24.	pergelangan kaki kiri						
25.	pergelangan kaki kanan						
26.	kaki kiri						
27.	kaki kanan						

#### Lampiran 4. Kuesioner Penelitian (lanjutan)


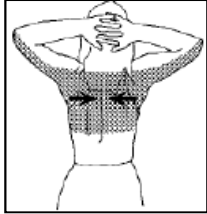
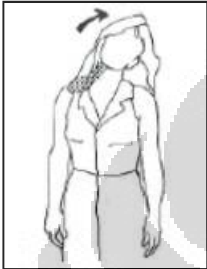
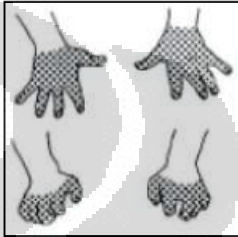




1. Berapa jam Anda bekerja dalam 1 hari ? .....jam
2. Berapa hari Anda bekerja dalam 1 minggu ? .....hari
3. Tangan apa yang paling sering Anda gunakan saat bekerja?
  - a. Kanan
  - b. Kiri
  - c. Kanan dan kiri
4. Apakah Anda melakukan senam peregangan otot selama/setelah bekerja?
  - a. Ya
  - b. Tidak

~Terima Kasih~



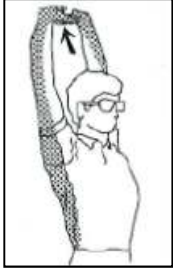


	Sebelum	Sesudah
		
		 <p>(<a href="http://www.ccohs.ca">www.ccohs.ca</a>)</p>
<b>Skor RULA</b>	7	4
<b>Tingkat Risiko</b>	Sangat tinggi	Sedang
<b>Action Level</b>	4 (investigasi lebih lanjut dan perbaikan sekarang juga)	2 (investigasi lebih lanjut dan mungkin perlu perbaikan)

Lampiran 6. Gerakan Peregangan (*Stretching*)

Bentuk Gerakan	Urutan Gerakan	Bentuk Gerakan	Urutan Gerakan
<p>1. Bahu</p> 	<p>a. Angkat bahu hingga mendekati telinga</p> <p>b. Tahan</p> <p>c. Relaksasikan kembali pada posisi normal</p>	<p>7. Punggung atas</p> 	<p>a. Pertemuan jari tangan di belakang kepala dengan posisi siku menjauh</p> <p>b. Tarik pundak ke belakang secara bersamaan</p> <p>c. Tahan selama 5 detik dan relaksasikan</p>
<p>2. Leher</p> 	<p>a. Posisikan bahu dan tangan dalam kondisi <i>relax</i></p> <p>b. Miringkan kepala ke sisi kiri dan kanan secara bergantian</p> <p>c. Tahan selama 5 detik untuk setiap sisi</p>	<p>8. Tangan dan jari</p> 	<p>a. Pisahkan dan luruskan setiap jari tangan</p> <p>b. Tahan selama 10 detik</p> <p>c. Lekukkan jari ke dalam dan tahan selama 10 detik</p> <p>d. Pisahkan dan luruskan kembali</p>
<p>3. Pergelangan tangan dan lengan bawah</p> 	<p>a. Pertemuan kedua telapak tangan</p> <p>b. Putar telapak tangan hingga pergelangan tangan menghadap ke depan</p> <p>c. Tahan selama 5 – 8 detik</p>	<p>9. Punggung</p> 	<p>a. Condongkan punggung ke depan</p> <p>b. Posisikan kepala di bawah dan leher tetap <i>relax</i></p> <p>c. Tahan selama 10 – 20 detik</p> <p>d. Gunakan tangan untuk mendorong ke posisi semula</p>
<p>4. Punggung dan pangkal paha</p> 	<p>a. Lekukkan kaki kiri di atas kaki kanan dan hadapkan bahu ke kiri</p> <p>b. Letakkan tangan kanan pada paha kiri dan tekan</p> <p>c. Ulangi gerakan ini untuk sisi kanan</p>	<p>10. Peregangan ke arah samping</p> 	<p>a. Tahan siku kiri dengan tangan kanan</p> <p>b. Tarik siku di belakang kepala untuk peregangan pada bahu dan belakang lengan atas</p> <p>c. Tahan selama 10 detik</p> <p>d. Jangan <i>overstretch</i> atau menahan nafas</p> <p>e. Ulangi gerakan untuk bagian kanan</p>



Lampiran 6. Gerakan Peregangan (*Stretching*) (lanjutan)

Bentuk Gerakan	Urutan Gerakan	Bentuk Gerakan	Urutan Gerakan
<p>5. <i>Upper body</i></p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>Pertemukan jari-jari tangan, tarik telapak tangan ke atas dan luruskan tangan di atas kepala</li> <li>Perpanjang tangan untuk peregangan</li> <li>Tahan selama 10 – 15 detik</li> <li>Ambil nafas dalam</li> </ol>	<p>11. Leher</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>Duduk atau berdirilah dengan posisi tangan <i>relax</i></li> <li>Miringkan kepala ke depan</li> <li>Posisikan bahu dala kondisi <i>relax</i></li> <li>Tahan selama 5 detik</li> </ol>
<p>6. Lutut</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>Duduk dan tahan kaki kiri di atas dan di belakang lutut</li> <li>Tarik lutut hingga mendekati dada</li> <li>Tahan selama 15 – 20 detik</li> <li>Ulangi gerakan untuk kaki kanan</li> </ol>		

Sumber: Diolah dari [www.uwo.ca](http://www.uwo.ca)