



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS FAKTOR RISIKO ERGONOMI PADA AKTIVITAS *MANUAL HANDLING LOADING BAGGED CEMENT* KE ATAS TRUK/ TRAILER DI BAGIAN *BAG PACKING* SEMEN PT X**

**TESIS**

**DENNY JUNIARTO P.S.**

**NPM : 0906503471**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
PROGRAM MAGISTER KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA**

**DEPOK**

**JANUARI 2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS FAKTOR RISIKO ERGONOMI PADA AKTIVITAS *MANUAL HANDLING LOADING BAGGED CEMENT* KE ATAS TRUK/ TRAILER DI BAGIAN *BAG PACKING* SEMEN PT X**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister  
Keselamatan dan Kesehatan Kerja**

**DENNY JUNIARTO P.S.**

**NPM : 0906503471**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
PROGRAM MAGISTER KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA**

**DEPOK**

**JANUARI 2012**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

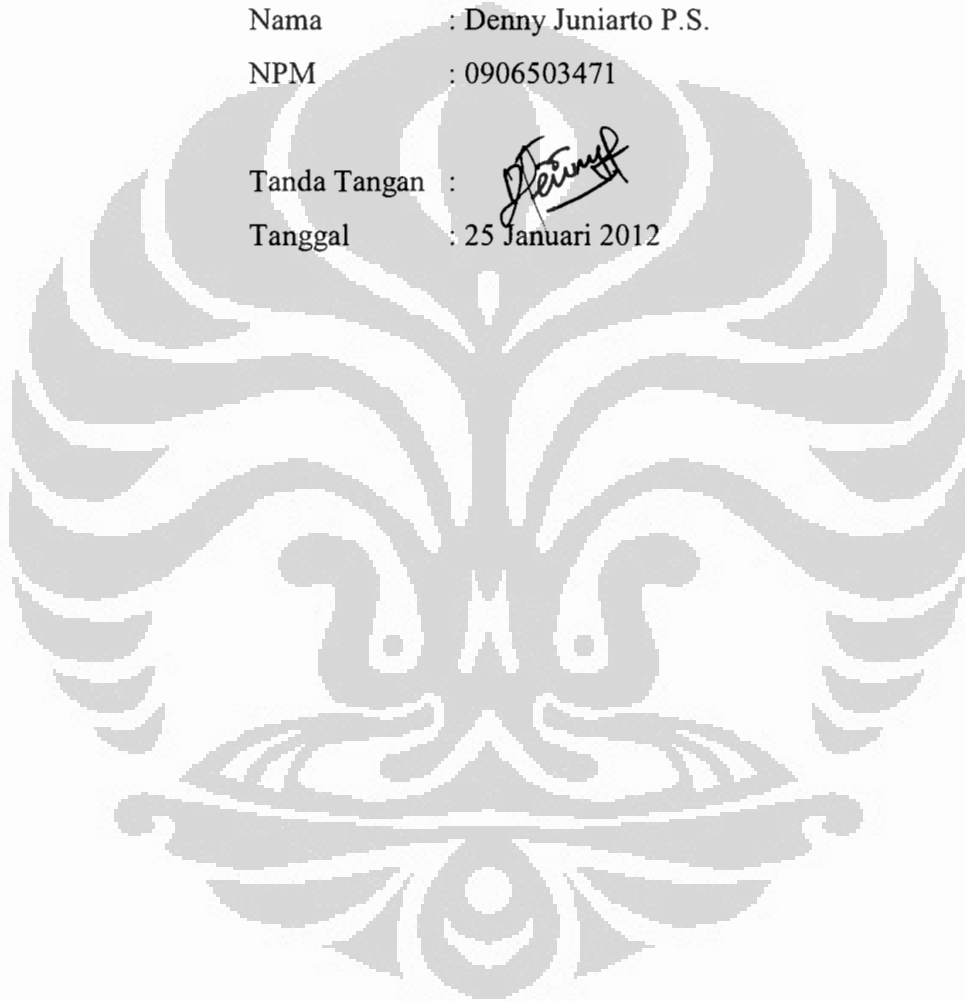
Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Denny Juniarto P.S.

NPM : 0906503471

Tanda Tangan :

Tanggal : 25 Januari 2012



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Denny Juniarto P.S.

NPM : 0906503471

Mahasiswa Program : S2 Reguler K3

Tahun Akademik : 2009

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

**Analisis faktor Resiko Ergonomi pada Aktivitas *Manual Handling Loading Bagged Cement* ke atas Truk/ Trailer di bagian *Bag Packing Cement PT X*.**

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 25 Januari 2012



(Denny Juniarto P.S.)

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : Denny Juniarto P.S.  
NPM : 0906503471  
Program Studi : Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja  
Judul Tesis : Analisis faktor Resiko Ergonomi pada Aktivitas  
*Manual Handling Loading Bagged Cement* ke atas  
Truk/ Trailer di bagian Bag Packing Cement PT X.

Ini telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : dr. Chandra Satrya, M. App. Sc. (  )  
Penguji : Dr. dr. L. Meily Kurniawidjaja, M. Sc., Sp. Ok (  )  
Penguji : Hendra, SKM., MKKK (  )  
Penguji : Neneng Churaeroh, SS., MKKK. (  )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 25 Januari 2012

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa karena dengan berkat dan kasih karunia-NYA saya dapat menyelesaikan tesis ini sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan S2 jurusan Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Universitas Indonesia.

Saya menyadari bahwa tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, maka akan sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu saya ucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Chandra Satrya, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan effort dan support serta waktunya dalam penyusunan tesis ini.
2. Ibu Meily Kurniawidjaja, selaku dosen penguji pada rangkaian sidang yang banyak sekali memberikan ilmu, membuka wawasan dan membentuk pola pikir baru bagi saya.
3. Bapak Hendra dan Ibu Neneng, selaku dosen penguji pada sidang akhir yang telah meluangkan waktunya dan memberikan kritik serta sumbang saran untuk penyempurnaan tesis say.
4. Bapak Ibu Dosen pengajar di Jurusan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Universitas Indonesia.
5. Kedua orangtua saya serta adik-adik yang saya cintai dan saya banggakan.
6. "All Masters" 2009 yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terimakasih atas dukungan dan bantuannya.
7. Teman-teman di PT X dan semua pihak yang telah banyak membantu.

Akhir kata, saya berdoa kiranya Tuhan yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi banyak pihak.

Depok, 25 Januari 2012

Penulis

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

---

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

Nama : Denny Juniarto P.S.

NPM : 0906503471

Program Studi : Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Departemen : Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Fakultas : Kesehatan Masyarakat

Jenis Karya : Tesis

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:

***Analisis Faktor Risiko Ergonomi pada Aktivitas Manual Handling Loading Bagged Cement ke atas truk/ Trailer di bagian Bag Packing cement PT X.***

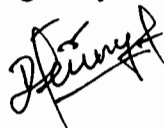
beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 25 Januari 2012

Yang menyatakan



(Denny Juniarto P.S.)

## ABSTRAK

Nama : Denny Juniarto P.S.

Program Studi : Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Judul Tesis : Analisis faktor Resiko Ergonomi pada Aktivitas *Manual Handling Loading Bagged Cement* ke atas Truk/ Trailer di bagian *Bag Packing Cement* PT X.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui risiko ergonomi terhadap kemungkinan timbulnya CTDs pada pekerja loading bagged cement di PT X. Penelitian ini merupakan studi observasional, deskriptif dan evaluatif. Analisis risiko ergonomi dilakukan dengan pengamatan secara langsung dan penggunaan *checklist*. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa faktor risiko ergonomi pada pekerjaan *loading bagged cement* dipengaruhi oleh faktor *task* yaitu *task* membawa *bagged cement* dan *task* menurunkan *bagged cement*, faktor *workplace* dan faktor *tools*. Faktor risiko ergonomi yang paling dominan dalam *task* membawa dan menurunkan *bagged cement* adalah postur janggal, beban dan frekuensi.

Kata kunci: Ergonomi, CTDs, Loading Bagged Cement.



## ABSTRACT

Name : Denny Juniarto P.S.  
Study Program : S2 Reguler K3  
Title : Ergonomic Risk Analysis on Manual Handling Loading  
Bagged Cement onto truck/ trailer at Cement Bag Packing PT  
X.

The purpose of this study is to determine the ergonomic risk possibilities of CTDs on manual handling loading bagged cement onto truck at cement bag packing PT X. This study is observasional, descriptive and evaluative. Ergonomic risk analysis is carried out by direct observational and using checklist. The result of this research revealed that ergonomic risk factor on loading bagged cement activity is influenced by task which is: carrying bagged cement task and lowering bagged cement task, environment and tools. The dominant ergonomic risk factor on carrying and lowering bagged cement are awkward posture, load and frequency.

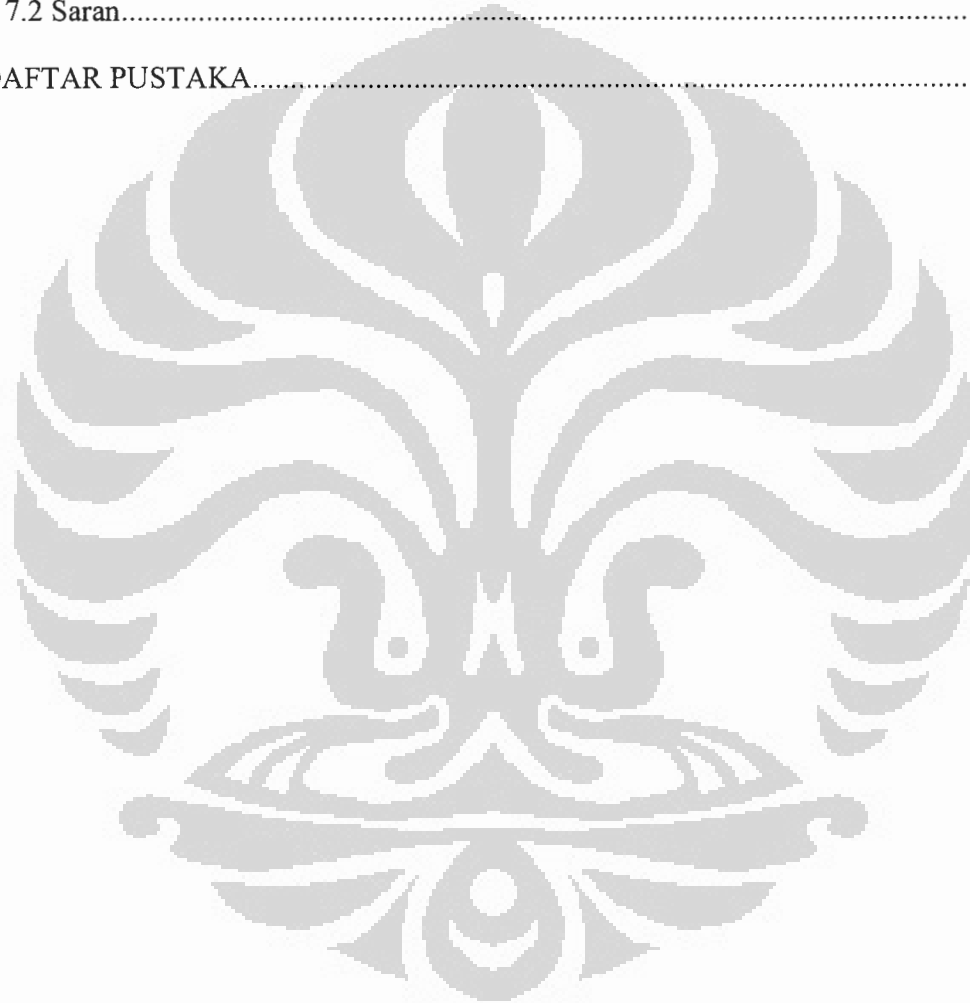
Keyword: Ergonomic, CTDs, Loading Bagged Cement.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS .....	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Pertanyaan Penelitian .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Defenisi ergonomi.....	5
2.2 Sistem Dalam Ergonomi .....	11
2.3 Faktor-Faktor Resiko Ergonomi .....	14
2.4 <i>Manual handling</i> .....	19

2.5 <i>Cumulative Trauma Disorders</i> (CTDs) .....	22
2.6 Beberapa Metode Asesmen Faktor Resiko Ergonomi. ....	25
2.7 <i>Task Analysis</i> .....	29
<b>BAB 3 KERANGKA TEORI DAN KONSEP SERTA DEFENISI OPERASIONAL</b> .....	31
3.1 Kerangka Teori.....	31
3.2 Kerangka Konsep.....	32
3.3 Defenisi Operasional.....	33
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b> .....	31
4.1 Disain Penelitian .....	35
4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	35
4.3 Populasi dan Sampel Penelitian .....	35
4.4 Instrumen Penelitian.....	35
4.5 Pengumpulan Data .....	35
4.6 Analisa Data .....	36
<b>BAB V HASIL</b> .....	37
5.1 Gambaran umum <i>packhouse</i> .....	37
5.2 Waktu Kerja .....	38
5.3 Task Pemuatan <i>bagged cement</i> .....	39
5.4 <i>Tools</i> .....	45
5.5 Lingkungan Kerja.....	48
5.6 Gambaran Faktor Resiko Ergonomi .....	49
<b>BAB VI PEMBAHASAN</b> .....	54
6.1 Pengaturan posisi <i>belt conveyor</i> .....	54

6.2 Membawa <i>bagged cement</i> .....	56
6.3 Menurunkan <i>bagged cement</i> .....	60
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>64</b>
7.1 Kesimpulan.....	64
7.2 Saran.....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>67</b>



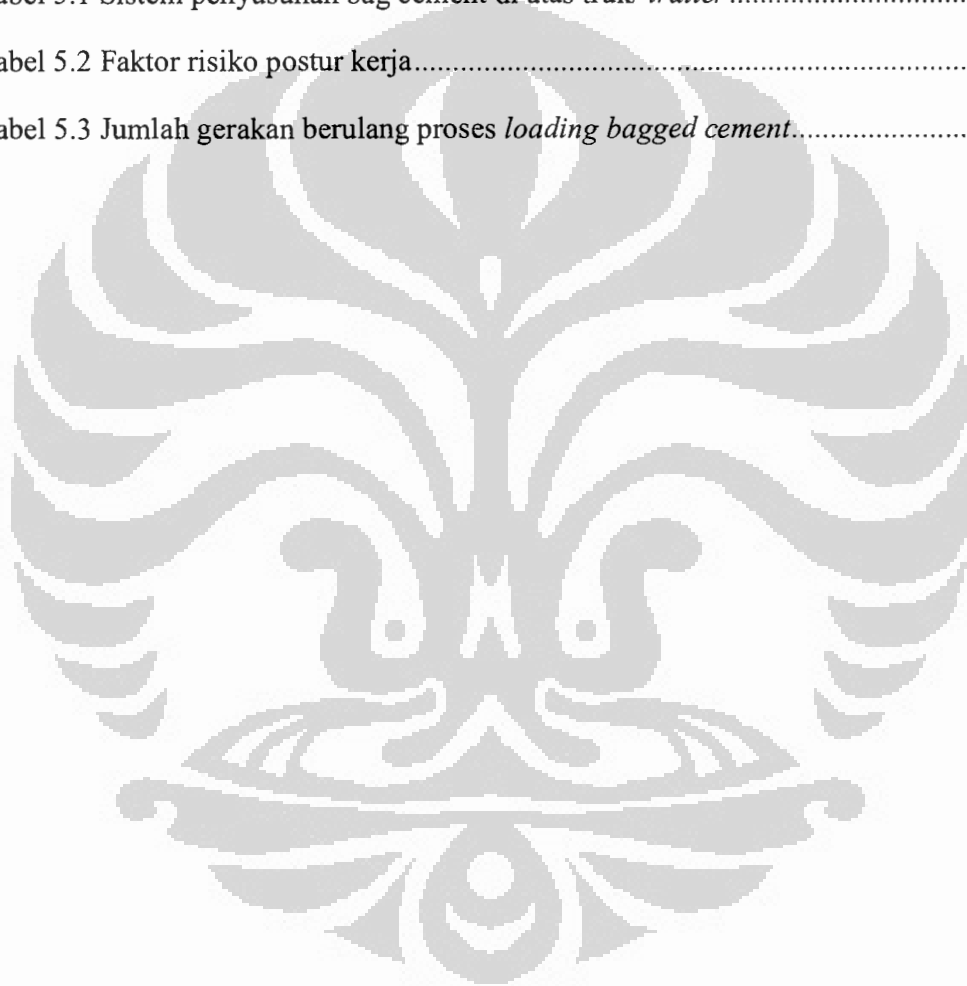
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.0 Konsep Dasar Ergonomi .....	6
Gambar 2.1 Sasaran Ergonomi .....	9
Gambar 2.2 Skema Objektif dari Ergonomi .....	9
Gambar 2.3 Ergosistem Sederhana .....	11
Gambar 2.4 Ergosistem Kompleks .....	11
Gambar 2.5 Interaksi Antar elemen dalam <i>Worksystem</i> .....	13
Gambar 2.6 <i>Human-Machine-Environment System</i> .....	14
Gambar 2.7 Segitiga postur .....	15
Gambar 2.8 Postur tangan dan Pergelangan tangan yang menjadi faktor resiko .....	16
Gambar 2.9 Postur siku yang menjadi faktor resiko .....	16
Gambar 2.10 Postur bahu yang menjadi faktor resiko .....	17
Gambar 2.11 Postur leher yang menjadi faktor resiko .....	17
Gambar 2.12 Postur tulang punggung yang menjadi faktor resiko .....	17
Gambar 2.13 Postur kaki yang menjadi faktor resiko .....	18
Gambar 2.14 Nordic Body Map .....	29
Gambar 5.1 <i>Lay out pack house</i> PT X .....	38
Gambar 5.2 Pengaturan <i>belt conveyor</i> .....	41
Gambar 5.3 Postur janggal pada saat membawa semen dari <i>belt conveyor</i> .....	41
Gambar 5.4 Proses membawa semen dari <i>belt conveyor</i> .....	42

Gambar 5.5 Postur pada saat pemuatan semen pada sisi tengah .....	43
Gambar 5.6 Postur janggal (bending) pada saat pemuatan sisi paling kiri / kanan truk .....	44
Gambar 5.7 Postur janggal posisi kaki membentuk pada saat pemuatan sisi paling kiri / kanan truk.....	44
Gambar 5. 8 <i>Belt conveyor</i> .....	45
Gambar 5.9 <i>Control box</i> .....	46
Gambar 5.10 Posisi <i>control box</i> untuk mengatur posisi <i>belt conveyo</i> .....	46
Gambar 5.11 Tempat kerja pemuatan semen (truk/trailer).....	47
Gambar 5.12 Sarung tangan kain.....	48
Gambar 5.13 Proses penurunan semen dari <i>belt conveyor</i> ke permukaan truk (tidak ada handel).....	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.0 Interaksi Antarelemen dan Evaluasi dalam Worksystem .....	12
Tabel 2.1 Faktor – faktor yang mempengaruhi kapabilitas <i>manual handling</i> .....	19
Tabel 5.1 Sistem penyusunan bag cement di atas truk/ <i>trailer</i> .....	39
Tabel 5.2 Faktor risiko postur kerja .....	49
Tabel 5.3 Jumlah gerakan berulang proses <i>loading bagged cement</i> .....	53



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Semen merupakan salah satu komoditas strategis bagi Indonesia. Seiring dengan meningkatnya pembangunan infrastruktur, penggunaan semen semakin meningkat dari tahun ke tahun. Hingga akhir tahun 2011 diperkirakan terjadi peningkatan volume 6 – 8 % dari tahun 2010 (Trimuryo, 2011). Pada akhir tahun 2010 lalu industri semen mencapai volume 40 juta ton, maka hingga akhir 2011 ini diperkirakan mencapai 43 juta hingga 44 juta ton. Salah satu divisi dalam industri semen adalah divisi logistik, distribusi semen. Distribusi semen dapat dilakukan melalui truk *bulk* (curah) atau dengan *bag*. Distribusi semen dalam kantong sudah ada yang dilakukan dengan mesin dan langsung dimuat ke dalam *container*, namun masih banyak yang dilakukan dengan manual oleh pekerja dan kemudian *bag* dimuat ke dalam truk *tronton/ trailer*.

Aktivitas *manual handling* yang dilakukan oleh pekerja meliputi: mengangkat, menurunkan, mendorong, menarik, membawa, atau memindahkan, memegang atau menahan seseorang, hewan atau benda. *Health and Safety Authority*, 2005, menyebutkan terjadi peningkatan luka akibat aktivitas *manual handling* dari tahun 1993 – 2003 dan pada tahun 2003 disebutkan bahwa 34 % dari kecelakaan yang dilaporkan adalah akibat aktivitas *manual handling*.

Salah satu aktivitas *manual handling* di industri semen adalah proses pengantongan semen dan pemuatan ke atas truk. Dengan penerapan ilmu ergonomi dalam aktivitas *manual handling* di bagian *bag packing* industri semen dapat diketahui faktor-faktor risiko ergonomik yang berpotensi menjadi penyebab cedera maupun penyakit akibat kerja serta mengukur tingkat risikonya untuk dapat mengendalikannya. Dalam *cement sustainability initiative* tahun 2004 disebutkan bahwa 18 % dari *lost time injury* disebabkan karena *lifting* dan *overload*.



Beberapa fakta yang menunjukkan akibat buruk dari aktivitas *manual handling* yang salah adalah sebagai berikut:

1. Aktivitas *manual handling* yang paling sering menyebabkan cedera adalah mengangkat (*manual lifting*) dan membawa objek yaitu sebesar 61,3 %. Dari jumlah tersebut sekitar 60% adalah cedera/ nyeri punggung (*lifting-related low back pain*) (Bridger, 1995).
2. NIOSH, 1981 menyebutkan sekitar 500.000 pekerja menderita cedera akibat penggunaan tenaga yang berlebih, 60% disebabkan oleh aktivitas mengangkat, 20% karena mendorong dan menarik (Bridger, 1995).
3. Menurut Grieve dan pheasant, 1982 (Bridger, 1995), postur punggung yang salah dapat mengakibatkan otot dan ligament dari tulang belakang mengalami gangguan, bagian dada (*abdominal*) juga dapat mengalami gangguan karena tekanan yang berlebih pada bagian tersebut.
4. Di New South Wales, sekitar 37 % dari total klaim kesehatan disebabkan oleh kejadian akibat aktivitas *manual handling* (anonim, 2000).

Dari informasi dan fakta tersebut, diketahui bahwa aktivitas *manual handling* merupakan salah satu faktor yang cukup berperan sebagai penyebab cedera dan penyakit akibat kerja. Kejadian cedera akibat *manual handling* kebanyakan disebabkan oleh kejadian tunggal, namun dapat juga disebabkan oleh karena melakukan aktivitas yang sama berulang-ulang (*repetitive*), dan berakibat secara kumulatif dengan postur kerja yang buruk.

Proses pemuatan *bagged cement* ke atas truk di PT X dilakukan oleh dua orang operator pemuatan untuk setiap truk yang akan diisi semen. Dalam proses ini semen yang sudah diisi di *rotary roto packer machine* dibawa dengan *belt conveyor* menuju *line* pemuatan, tepat di atas truk. Dua orang operator pemuatan yang sudah siap di atas truk menarik dan kemudian meletakkan *bagged cement* tersebut ke atas permukaan truk. Dalam proses pemuatan ini terjadi aktivitas membawa (*carrying*) *bagged cement* dari *belt conveyor*; gerakan memutar (*twisting*) dan menurunkan dengan mengangkat (*lifting*) *bagged cement* ke atas permukaan truk, yang dilakukan secara berulang-ulang sesuai dengan jumlah *bagged cement* yang harus dimuat. Pada

saat memuat *bagged cement* pada tumpukan pertama, operator *loading* harus membungkuk karena ketinggian *belt conveyor* diatur pada posisi 90 - 120 cm sesuai tinggi badan si operator.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pengamatan dari tahun 2008 sampai saat ini, terdapat aktivitas *manual handling* pemuatan *bagged cement* ke atas truk di bagian *bag packing* semen PT X. Berdasarkan fakta yang didapat dari berbagai sumber menyebutkan bahwa salah satu faktor yang berkontribusi terhadap risiko *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs) adalah aktivitas *manual handling*. Dari survey awal diketahui bahwa operator terdapat yang mengalami keluhan pada bagian pinggang, leher dan lengan. Oleh karena itu peneliti ingin melihat faktor risiko terkait CTDs pada aktivitas *manual handling* yang dilakukan oleh tenaga kerja pemuatan semen.

## 1.3 Pertanyaan Penelitian

- a. Apa saja faktor risiko ergonomi pada aktivitas *manual handling loading bagged cement* di bagian *bag packing cement* PT X.
- b. Apa saja *task* dengan risiko ergonomik pada pekerjaan *manual handling* di bagian *bag packing* semen PT X?
- c. Faktor apa sajakah yang menyebabkan aktivitas *manual handling* berisiko, berkaitan dengan aspek disain pekerjaan, tempat kerja dan peralatan yang digunakan.

## 1.4 Tujuan Penelitian

### 1.4.1 Tujuan Umum

Diketuinya apa saja faktor risiko ergonomi (durasi, frekuensi, postur dan tenaga) pada pekerja *manual handling* bagian loading *bagged cement* di bagian *packing* semen PT X.

### 1.4.2 Tujuan khusus

- a. Diketuinya *task* yang mempunyai *hazard* ergonomi pada pekerja *manual handling* pada bagian *bag packing* semen PT X.

- b. Diperolehnya saran perbaikan baik dalam hal spesifikasi disain pekerjaan, tempat pekerjaan dan peralatan yang digunakan.

## 1.5 Manfaat Penelitian

### 1.5.1 Manfaat Bagi Perusahaan

Menjadi bahan masukan dalam pemikiran, evaluasi dan referensi dalam pengambilan kebijakan dalam merancang dan mengatur pekerjaan yang terkait dengan faktor risiko ergonomi (durasi, frekuensi, postur dan tenaga) pada pekerjaan secara *manual handling* di bagian *bag packing* semen.

### 1.5.2 Manfaat Bagi Peneliti

- a. Mengaplikasikan ilmu yang diperoleh di bangku perkuliahan ke dalam praktek nyata di perusahaan.
- b. Meningkatkan pengetahuan peneliti di bidang keselamatan dan kesehatan kerja, khususnya di bidang ergonomi, yang terkait dengan pekerjaan secara *manual handling*.

### 1.5.3 Manfaat Bagi Institusi Pendidikan

- a. Menambah khasanah keilmuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja di lingkungan pendidikan.
- b. Menjadi suatu masukan dalam pengetahuan keilmuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja, khususnya mengenai faktor risiko ergonomi pada pekerja *manual handling* di bagian *bag packing* semen.

## 1.6 Ruang Lingkup Penelitian

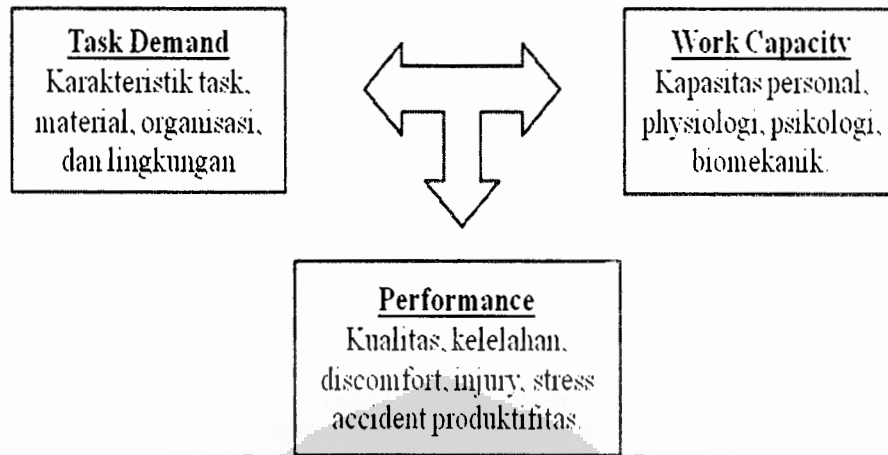
Penelitian ini dilakukan pada aktivitas pekerja *manual handling loading bagged cement* pada bagian *bag packing* semen PT X pada bulan Mei 2011. Penelitian dilakukan untuk melihat faktor risiko ergonomi yang meliputi : beban, durasi, frekuensi dan postur dengan pendekatan *task analysis*. penelitian ini adalah studi observasional, deskriptif, evaluatif yang dilakukan dengan mengambil data primer melalui pengukuran dan observasi.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Defenisi ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani, '*ergos*' yang berarti kerja dan '*nomos*' yang berarti aturan-aturan. Menurut badan asosiasi ergonomi internasional, ergonomi adalah suatu disiplin ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dengan elemen – elemen lain dalam suatu system dan merupakan suatu profesi yang mengaplikasikan teori, prinsip, data dan metode untuk mendisain yang bertujuan untuk mengoptimalkan kesejahteraan manusia dan kinerja sistem secara keseluruhan. Prinsipnya ergonomi merupakan ilmu yang mempelajari keserasian kerja dalam suatu sistem (*worksistem*). Sistem ini terdiri dari manusia, mesin dan lingkungan kerja. Penerapan Ergonomi sangat luas, tidak terbatas hanya industri tertentu saja, namun juga dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari (Bridger, 1995). Ilmu ergonomi berfokus pada manusia, dan merupakan multidisiplin ilmu yang lebih berorientasi pada aplikasi (Pulat, 1995). Ergonomi bukan merupakan disiplin ilmu yang berdiri sendiri, karena pada ergonomi terjadi tumpang tindih dari berbagai disiplin ilmu. Dalam Tarwaka, 2000, ergonomi merupakan suatu ilmu, seni dan teknologi yang berupaya untuk menyasikan alat, cara dan lingkungan kerja terhadap kemampuan, kebolehan dan segala keterbatasan manusia, sehingga manusia dapat berkarya secara optimal tanpa pengaruh buruk dari pekerjaannya. Dari sudut pandang ergonomi, antara tuntutan tugas dan kapasitas kerja harus selalu dalam garis keseimbangan sehingga dicapai performansi kerja yang tinggi. Dalam kata lain, tuntutan tugas pekerjaan tidak boleh terlalu rendah (*underload*) dan juga tidak boleh terlalu tinggi (*overload*). Karena keduanya, baik *underload* maupun *overload* akan menyebabkan stress. Konsep keseimbangan antara kapasitas kerja dengan tuntutan tugas tersebut dapat diilustrasikan seperti pada gambar berikut:



Gambar 2.1 Konsep dasar dalam ergonomi

Sumber : Tarwaka,2000

- Kemampuan Kerja. Kemampuan seseorang sangat ditentukan oleh:
  1. *Personal capacity* (karakteristik pribadi): meliputi faktor usia, jenis kelamin, antropometri, pendidikan, pengalaman, status sosial, agama dan kepercayaan, status kesehatan, kesegaran tubuh, dsb.
  2. *Physiological capacity* (kemampuan fisiologis): meliputi kemampuan dan daya tahan cardio-vaskuler, syaraf otot dan panca indra, dsb.
  3. *Psychological capacity* (kemampuan psikologis): berhubungan dengan kemampuan mental, waktu reaksi, kemampuan adaptasi, stabilitas emosi, dsb.
  4. *Biomechanical capacity* (kemampuan bio-mekanik) berkaitan dengan kemampuan dan daya tahan sendi dan persediaan, tendon dan jalinan tulang.
- Tuntutan Tugas. Tuntutan tugas pekerjaan/ aktivitas tergantung pada:
  1. *Task and material characteristic* (karakteristik tugas dan material); ditentukan oleh karakteristik peralatan dan mesin, tipe dan kecepatan dan irama kerja, dsb.
  2. *Organization characteristic*; berhubungan dengan jam kerja dan jam istirahat, kerja malam dan bergilir, cuti dan libur, manajemen, dsb.

3. *Environmental Characteristic*; berkaitan dengan manusia, teman setugas, suhu dan kelembapan, bising dan getaran, penerangan, sosio budaya, tabu, norma, adat dan kebiasaan, bahan-bahan pencemar, dsb.
- Performansi. Performansi atau tampilan seseorang sangat tergantung kepada rasio dari besarnya tuntutan tugas dengan besarnya kemampuan yang bersangkutan. Dengan demikian apabila:
1. Bila rasio tuntutan tugas lebih besar dari kemampuan seseorang atau kapasitas kerjanya, maka akan terjadi penampilan akhir berupa: ketidaknyamanan, “*overstress*”, kelelahan, kecelakaan, cedera, rasa sakit, penyakit, dan tidak produktif.
  2. Sebaliknya, bila tuntutan tugas lebih rendah daripada kemampuan seseorang atau kapasitas kerjanya, maka akan terjadi penampilan akhir berupa “*understress*”, kebosanan, kejemuhan kelesuan, sakit dan tidak produktif.
  3. Agar penampilan menjadi optimal maka perlu adanya keseimbangan dinamis antara tuntutan tugas dengan kemampuan yang dimiliki sehingga tercapai kondisi dan lingkungan yang sehat, aman, nyaman, dan produktif.

Penerapan ergonomi berprinsip bahwa semua aktivitas pekerjaan dapat menyebabkan pekerja mengalami tekanan (*stress*) fisik dan mental. Ergonomi mengupayakan agar tekanan ini masih dalam batas toleransi, hasil kinerja memuaskan, dan kesehatan dan kesejahteraan pekerja dapat meningkat. Jika tekanan yang dialami pekerja berlebihan. hal-hal yang tidak diinginkan dapat terjadi, seperti kesalahan (*error*), kecelakaan, cedera, atau penurunan kesehatan fisik dan mental. Cidera dan penyakit yang terkait ergonomi bervariasi, mulai dari kelelahan mata, sakit kepala, sampai gangguan otot rangka (*musculoskeletal disorder*). *Muskuloskeletal disorders* atau *cummulative trauma disorders* (CTD) diterjemahkan sebagai kerusakan kumulatif. Penyakit ini terjadi karena proses penumpukan cedera/ kerusakan kecil-kecil pada sistem muskuloskeletal akibat trauma berulang yang setiap kalinya tidak sempat sembuh sempurna, sehingga membentuk kerusakan cukup besar untuk menimbulkan rasa sakit (Humantech, 1995). Tujuan/

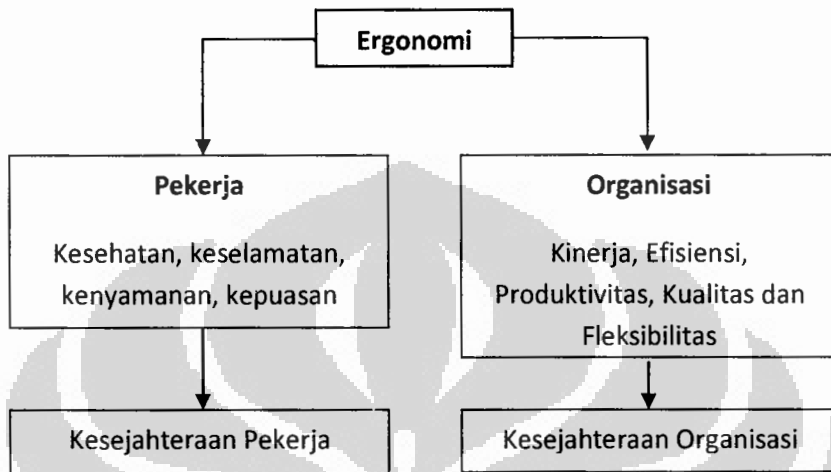
manfaat dari ilmu ergonomi adalah membuat pekerjaan menjadi aman bagi pekerja/ manusia dan meningkatkan efisiensi kerja untuk mencapai kesejahteraan manusia. Keberhasilan aplikasi ilmu ergonomi dilihat dari adanya perbaikan produktifitas, efisiensi, keselamatan dan dapat diterimanya sistem disain yang dihasilkan (mudah, nyaman, dan sebagainya) (Pheasant, 1999).

Keuntungan yang dapat diperoleh jika memanfaatkan ilmu ergonomi adalah (Pheasant, 1999):

1. Peningkatan hasil produksi, yang berarti menguntungkan secara ekonomi. Hal ini antara lain disebabkan oleh:
  - a. Efisiensi waktu kerja yang meningkat
  - b. Meningkatnya kualitas kerja
  - c. Kecepatan pergantian pegawai (*labour turnover*) yang relatif rendah
2. Menurunnya probabilitas terjadinya kecelakaan, yang berarti:
  - a. Dapat mengurangi biaya pengobatan yang tinggi. Hal ini cukup berarti karena biaya untuk pengobatan lebih besar daripada biaya untuk pencegahan.
  - b. Dapat mengurangi penyediaan kapasitas untuk keadaan gawat darurat
3. Dengan menggunakan antropometri dapat direncanakan/ didesain:
  - a. Pakaian kerja
  - b. *Workspace*
  - c. Lingkungan kerja
  - d. Peralatan/ mesin
  - e. *Consumer product*

Dengan menerapkan ergonomi di bidang industri, maka akan diperoleh keuntungan baik secara finansial maupun non finansial, serta diperoleh efisiensi kerja yang cukup tinggi yang merupakan tujuan dari industri tersebut. Kerugian yang berkaitan dengan ergonomi adalah sebagai konsekuensi langsung maupun tidak langsung dari *task demand* yang dikerjakan oleh operator (Pheasant, 1999). Berdasarkan uraian di atas, dapat

disimpulkan bahwa ergonomi tidak hanya memperhatikan aspek pekerja saja, tapi juga memperhatikan aspek industri. Hal ini dapat dilihat pada diagram berikut:



Gambar 2.1 Sasaran Ergonomi

Sumber: Pulat, 1995

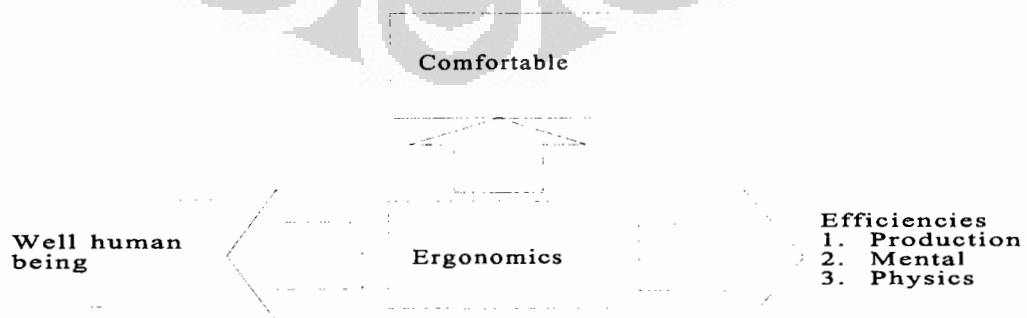
Pendekatan pada ilmu ergonomi dapat dilakukan melalui 3 (tiga) cara, yaitu (Pulat, 1995):

a. Fokus utama/ *central focus*

Mempertimbangkan karakteristik manusia dalam mendesain objek/ alat, mesin, dan lingkungannya.

b. Objektif

Meningkatkan keefektifan sistem antara manusia-mesin dalam rangka meningkatkan kesejahteraan manusia.



Gambar 2.2 Skema Objektif dari Ergonomi

Sumber: Pulat, B. Mustafa, 1995.



c. Pendekatan utama/ *central approach*

Penggunaan secara sistematis data-data karakteristik (kemampuan, keterbatasan, dan lain-lain) manusia dalam mendesain sistem atau prosedur. Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa ergonomi adalah ilmu yang mempelajari interaksi kompleks antara manusia, aspek fisik dan psikologis lingkungan kerja (misalnya fasilitas, peralatan, dan mesin), pekerjaan, dan tata cara kerja. Bidang ilmu yang erat kaitannya adalah *human science* (anatomi, fisiologi, dan psikologi) untuk menyeraskan antara pekerjaan, system, produk, dan lingkungan kerja dengan kapasitas dan keterbatasan fisik maupun mental manusia. Istilah ergonomi banyak digunakan di beberapa negara Eropa. Sedangkan di Amerika, istilah *human factor* lebih banyak digunakan. Pada perkembangannya, istilah *human factor* lebih banyak mempertimbangkan faktor psikologis manusia (ergonomi kognitif).

Fokus utama ergonomi adalah *user* / manusia maka dalam penggunaan ilmu ergonomi kita harus mengenal dulu *user* kita. Manusia banyak memiliki keterbatasan-keterbatasan dan tidak ada satu manusia pun yang sama persis baik secara fisik atau psikis. Dalam ergonomi kita menyebutnya dengan istilah '*human diversity*'. *Human diversity* dapat terjadi dikarenakan 6 hal, yaitu:

1. Jenis kelamin
2. Etnik
3. *Seculer trend*
4. Umur
5. Pertumbuhan dan perkembangan
6. Kelas sosial dan pekerjaan

## 2.2 Sistem Dalam Ergonomi

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya, ergonomi merupakan ilmu yang mempelajari keserasian kerja dalam suatu sistem (*worksystem*). Sistem ini terdiri dari manusia, mesin dan lingkungan kerja (Bridger, 1995).

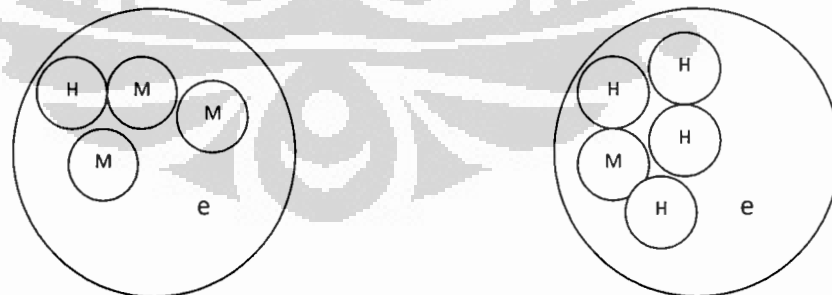
Ergosistem sederhana dapat terdiri dari seorang individu dalam lingkungan kerja, ataupun seorang individu dengan sebuah mesin dalam lingkungan kerja. Jika dalam suatu lingkungan kerja terdapat satu atau beberapa individu dengan beberapa mesin/ peralatan, maka disebut ergosistem kompleks (Bridger, 1995).



Gambar 2.3 Ergosistem Sederhana

(H= *Human component*, M = *Machine component*, e = *local environment*)

*Sumber: Bridger, 1995*



Gambar 2.4 Ergosistem Kompleks

(H= *Human component*, M = *Machine component*, e = *local environment*)

*Sumber: Bridger, 1995*

Komponen-komponen dalam ergosistem tersebut mengalami interaksi yang pada prinsipnya dibagi menjadi enam kelompok (lihat tabel).

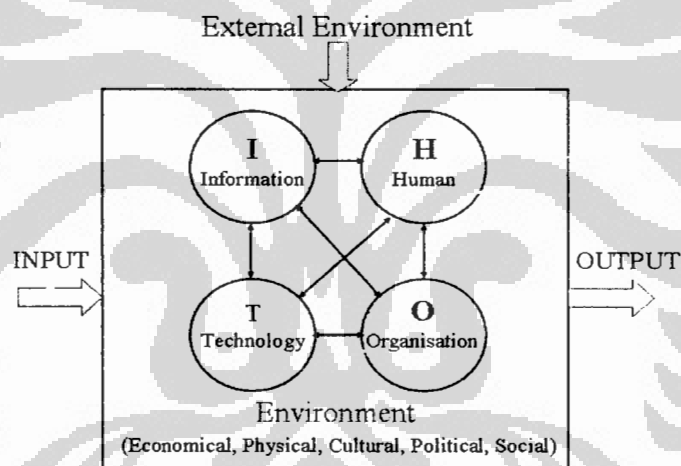
Tabel 2.0 Interaksi Antarelemen dan Evaluasi dalam *Worksystem*

INTERAKSI	EVALUASI
<p><b>H &gt; M</b> Interaksi antara manusia dan mesin. Penggunaan tenaga, pengendalian pada alat kontrol, perawatan alat, dll.</p>	<p><b>Anatomi</b> Postur kerja dan tulang belakang, pergerakan, besar tenaga yang digunakan, siklus kerja, frekuensi kerja, kelelahan otot.</p> <p><b>Fisiologi</b> <i>Work rate (oxygen consumption, denyut nadi), fitness of workforce, physiological fatigue.</i></p> <p><b>Psikologi</b> Keterampilan yang dibutuhkan, beban kerja mental, dll.</p>
<p><b>H &gt; E</b> Efek manusia terhadap lingkungan kerja. Manusia mengeluarkan panas, bising, karbon dioksida, dll.</p>	<p><b>Fisik</b> Pengukuran objektif lingkungan kerja. Implikasi untuk memenuhi standar.</p>
<p><b>M &gt; H</b> Umpan balik/ dampak dan informasi pada <i>display</i>. Mesin dapat memberikan pengaruh pada manusia, seperti vibrasi, akselerasi yang dikeluarkan oleh mesin. Permukaan mesin yang panas atau dingin mungkin dapat memberikan dampak terhadap kesehatan manusia.</p>	<p><b>Anatomi</b> Desain kontrol dan peralatan.</p> <p><b>Fisik</b> Pengukuran objektif terhadap vibrasi, tenaga, kebisingan dan temperatur yang dikeluarkan/ terdapat pada mesin.</p> <p><b>Psikologi</b> Apakah sensor umpan balik melebihi ambang batas psikologi? Aplikasi dalam menentukan prinsip desain panel, <i>graphic display</i>. Beban informasi. Disesuaikan dengan ekspektasi pengguna.</p>
<p><b>M &gt; E</b> Mesin dapat merubah lingkungan kerja dengan mengeluarkan bising, panas, gas, dll.</p>	<p>Dilakukan oleh <i>industrial engineers</i> dan <i>industrial hygienists</i>.</p>
<p><b>E &gt; H</b> Lingkungan, sebaliknya, juga dapat mempengaruhi kemampuan manusia untuk berinteraksi dengan mesin ataupun mempengaruhi manusia sebagai bagian dari <i>worksystem</i> (akibat asap, bising, panas, dll).</p>	<p><b>Fisik-psikologi</b> Survei terhadap kebisingan, cahaya, dan temperatur.</p>
<p><b>E &gt; M</b> Lingkungan dapat mempengaruhi fungsi mesin. Hal ini dapat</p>	<p>Dilakukan oleh <i>industrial engineers</i>, personil perawatan, manajemen</p>

INTERAKSI	EVALUASI
disebabkan karena panas berlebih atau pembekuan komponen.	fasilitas, dll.

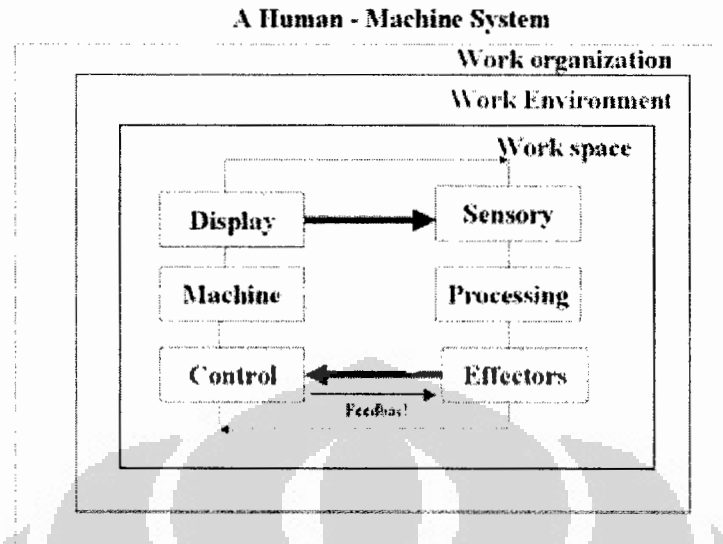
Keterangan: (H= *human component*, M = *machine component*, E = *local environment*)

Penerapan interaksi antar elemen ini dapat dijelaskan dalam diagram berikut. Dalam suatu sistem, terdapat *input*, proses, dan *output*. Pada proses ini terdapat elemen manusia, informasi, teknologi, dan organisasi. Elemen-elemen ini saling berinteraksi baik secara langsung maupun tidak langsung. Interaksi antar elemen ini dipengaruhi oleh lingkungan, baik *internal environment* maupun *external environment*. *Output* merupakan hasil *input* yang telah mengalami proses.



Gambar 2.5 Interaksi Antar elemen dalam *Worksystem*

Sumber: Bridger, 1995



Gambar 2.6 *Human-Machine-Environment System*

*Sumber: Bridger, 1995*

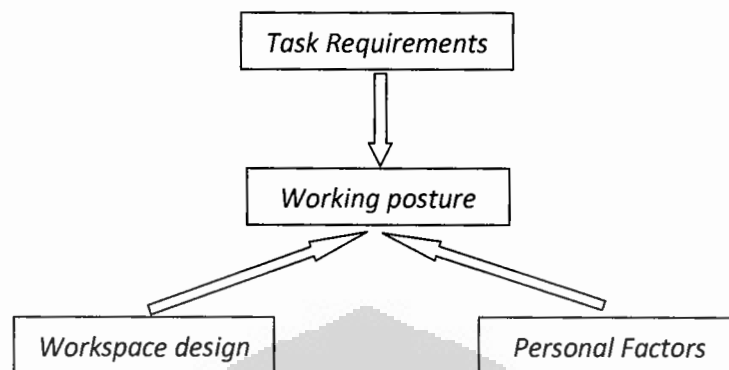
### 2.3 Faktor-Faktor Risiko Ergonomi

Faktor-faktor risiko ergonomik terdiri dari:

#### 2.3.1 Postur

Postur tubuh dalam hal ini diartikan sebagai postur tubuh ketika melakukan pekerjaan. Postur tubuh dapat dibagi menjadi postur tubuh statis dan postur tubuh dinamis. Faktor-faktor yang mempengaruhi postur tubuh saat bekerja (Bridger, 1995):

1. Karakteristik pengguna, meliputi: umur, antropometri, berat badan, kebugaran, pergerakan sendi, cedera atau operasi awal, penglihatan, *handedness*.
2. Kebutuhan pekerjaan/ kegiatan, meliputi: kebutuhan visual, kebutuhan manual (tenaga), waktu, periode istirahat, pekerjaan *mobile/* tidak atau kecepatan dalam bekerja.
3. Desain tempat kerja, meliputi: dimensi tempat duduk, dimensi permukaan tempat kerja, dimensi ruang kerja, keleluasaan, kualitas tingkat iluminasi.



Gambar 2.7 Segitiga postur

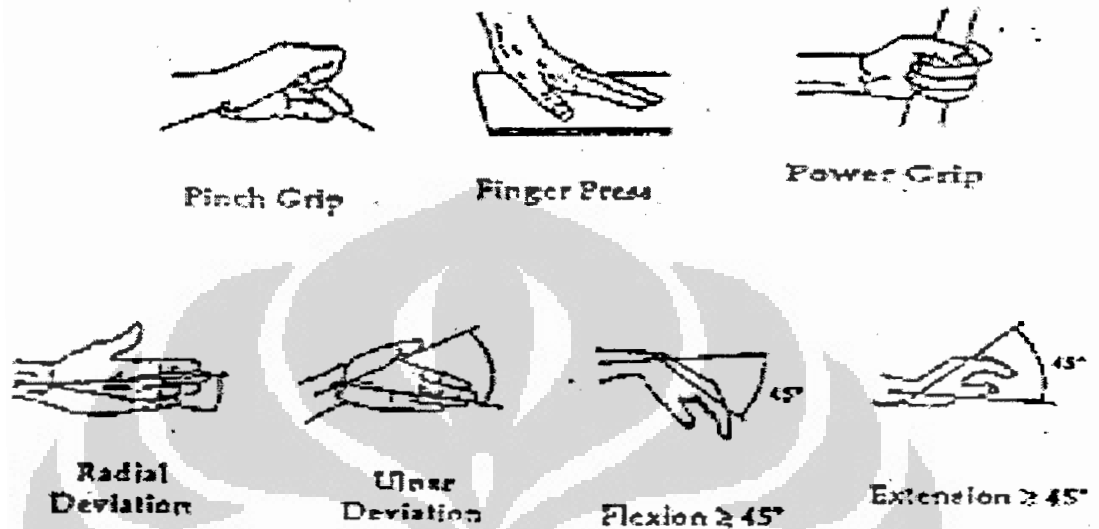
Sumber: Bridger, 1995

Menurut Pheasant, 1991, postur tubuh yang baik dalam bekerja adalah postur yang mengandung tenaga statis yang minimum atau secara umum dikatakan bahwa variasi dari postur saat bekerja lebih baik dibandingkan dengan satu postur saja saat bekerja. Ada beberapa postur janggal yang perlu diperhatikan pada saat bekerja:

1. Menahan atau memegang beban jatuh dari tubuh
2. Menjangkau ke atas dan mengenai beban di atas ketinggian bahu
3. Membungkuk dan menangani beban di bawah pertengahan paha
4. Berputar
5. Membungkuk ke samping dan menangani beban dengan satu tangan
6. Mendorong dan menarik beban yang berlebihan.

Postur janggal adalah posisi tubuh yang menyimpang secara signifikan terhadap posisi normal saat melakukan pekerjaan (Department of EH & S Iowa State University, 2002). Yang termasuk dalam posisi janggal adalah pengulangan atau dalam waktu lama dalam kondisi menggapai, berputar (*twisting*), memiringkan badan, berlutut, jongkok, memegang dalam kondisi statis dan menjepit dengan tangan. Bekerja dengan postur janggal akan meningkatkan jumlah energi yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan. Postur punggung merupakan faktor risiko jika membungkukkan badan sehingga membentuk sudut  $20^{\circ}$

terhadap vertical dan berputar dengan beban. Gambar – gambar berikut menunjukkan beberapa postur janggal yang dapat menyebabkan timbulnya *musculoskeletal disorders*.



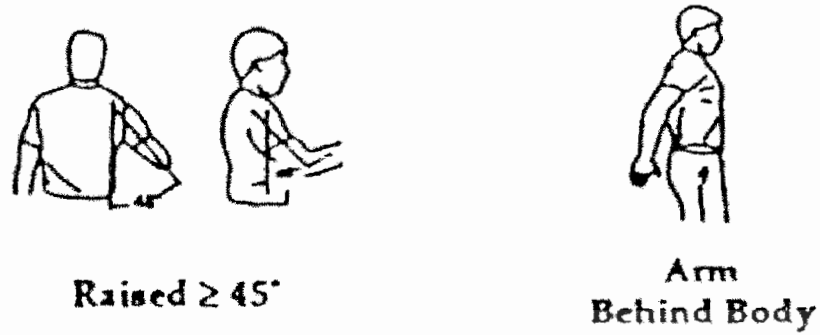
Gambar 2.8 Postur tangan dan Pergelangan tangan yang menjadi faktor risiko

Sumber : Humantech, 1995



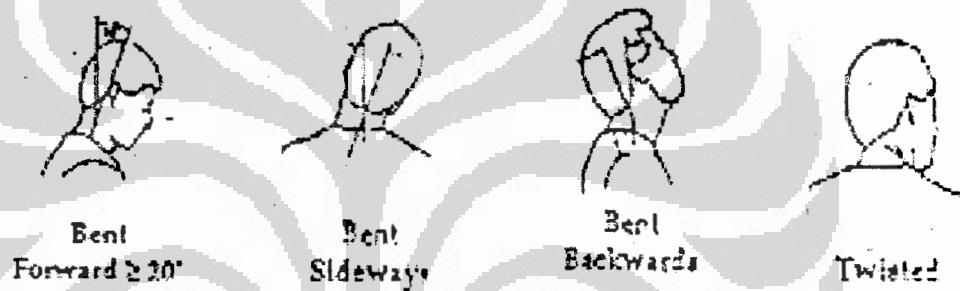
Gambar 2.9 Postur siku yang menjadi faktor risiko

Sumber : Humantech, 1995



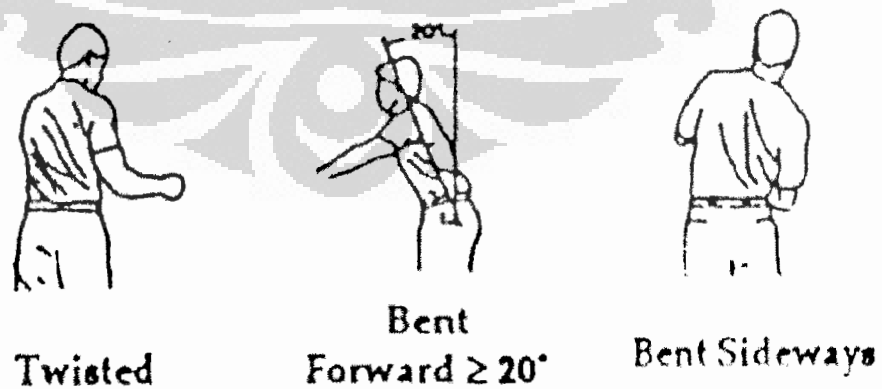
Gambar 2.10 Postur bahu yang menjadi faktor risiko

Sumber : Humantech, 1995



Gambar 2.11 Postur leher yang menjadi faktor risiko

Sumber : Humantech, 1995



Gambar 2.12 Postur tulang punggung yang menjadi faktor risiko

Sumber : Humantech, 1995





Gambar 2.13 Postur kaki yang menjadi faktor risiko

Sumber : Humantech, 1995

### 2.3.2 Beban

Beban dalam suatu proses kerja sangat erat hubungannya dengan tenaga yang dikeluarkan dalam aktivitas kerja. Tenaga yang dikeluarkan sangat berhubungan dengan kapasitas fisik dari si pekerja tersebut. Beban (tenaga) yang dikeluarkan sebagai salah satu faktor risiko ergonomi sangat erat hubungannya dengan faktor risiko yang lainnya sebagai penyebab terjadinya cedera atau penyakit akibat kerja dalam suatu aktivitas kerja.

### 2.3.3 Frekuensi

Frekuensi dalam hal ini dimaksudkan sebagai jumlah pengulangan yang terjadi dalam suatu aktifitas kerja. Terjadinya cedera atau penyakit akibat kerja dalam hubungannya dengan faktor risiko frekuensi juga berhubungan erat dengan faktor risiko yang lain. Frekuensi gerakan postur janggal  $> 2x$  per menit merupakan faktor risiko terhadap siku, bahu, leher, punggung dan kaki (Humantech, 1995).

### 2.3.4 Durasi

Durasi adalah jumlah waktu terpajan faktor risiko ergonomi. Semakin besar pajanan durasi pada faktor risiko semakin besar tingkat risikonya. Batasan durasi untuk faktor risiko tidak dapat dipisahkan dengan faktor risiko lainnya, contohnya tenaga/ pergerakan berulang/ postur selama melakukan pekerjaan. Durasi terjadinya postur janggal

yang berisiko adalah bila postur tersebut dipertahankan lebih dari 10 detik (Humantech, 1995).

#### 2.4 *Manual handling*

*Manual handling* merupakan suatu aktivitas yang membutuhkan penggunaan tenaga manusia untuk mengangkat, menurunkan, mendorong, menarik, membawa, atau memindahkan, memegang atau menahan seseorang, hewan atau benda. (*A guide to Manual Task*, 2006). Dalam Pulat, 1997 disebutkan beberapa faktor yang mempengaruhi kapabilitas *manual handling* meliputi faktor *task*, faktor beban, faktor organisasi kerja dan faktor individu (table 2.1).

Tabel 2.1 Faktor – faktor yang mempengaruhi kapabilitas *manual handling*

Karakteristik pekerja Usia Jenis Kelamin Motivasi Fisik	Karakteristik material Berat Distribusi beban Ada tidaknya pegangan ( <i>handle</i> ) Kepadatan
Karakteristik <i>Task</i> Frekuensi penanganan Kebutuhan jangkauan ( <i>reach</i> ) Durasi Dll	Organisasi kerja Siklus istirahat – kerja Training, seleksi Rotasi kerja dll

Dalam Nurmianto, 2004, disebutkan beberapa faktor yang berpengaruh dalam pemindahan material adalah sebagai berikut:

- Berat beban yang harus diangkat dan perbandingannya terhadap berat badan operator.
- Jarak horizontal dari beban relatif terhadap operator
- Ukuran beban yang harus diangkat (beban yang berukuran besar) akan memiliki pusat massa (*centre of gravity*) yang letaknya jauh dari badan operator, hal tersebut juga akan menghalangi pandangan (*vision*) operator.

- Ketinggian beban yang harus diangkat dan jarak perpindahan beban (mengangkat beban dari permukaan lantai akan relatif lebih sulit daripada mengangkat beban dari ketinggian pada permukaan pinggang.
- Beban puntir (*twisting load*) pada badan operator selama aktivitas angkat beban.
- Prediksi terhadap berat beban yang akan diangkat. Hal ini adalah untuk mengantisipasi beban yang lebih berat daripada yang diperkirakan.
- Stabilitas beban yang diangkat.
- Kemudahan untuk dijangkau oleh pekerja.
- Berbagai macam rintangan yang menghalangi ataupun keterbatasan postur tubuh yang berada pada suatu tempat kerja.
- Kondisi kerja yang meliputi: pencahayaan, temperatur, kebisingan, kelicinan lantai.
- Frekuensi angkat beban yaitu banyaknya aktivitas angkat.
- Metode angkat yang benar (tidak boleh mengangkut beban secara tiba – tiba)
- Tidak terkoordinasinya kelompok kerja (*lifting team*)
- Diangkatnya suatu beban dalam suatu periode. Hal ini adalah sama dengan membawa beban pada jarak tertentu dan member tambahan beban pada *vertebral disc* (VD) dan *intervertebral disc* (ID) pada *vertebral column* di daerah punggung.

Dalam Nurmiyanto, 2004, disebutkan beberapa penyelesaian secara teknis untuk pemindahan material secara manual adalah sebagai berikut:

- Pindahlah beban yang berat dari mesin ke mesin yang telah dirancang dengan menggunakan *roller* (ban berjalan).
- Gunakan meja yang dapat digerakkan naik-turun untuk menjaga agar bagian permukaan dari meja kerja dapat langsung dipakai untuk memasukkan lembaran logam atau benda kerja lainnya ke dalam mesin.
- Tempatkan benda kerja yang besar pada permukaan yang lebih tinggi dan turunkan dengan bantuan gaya gravitasi.

- Berikan peralatan yang dapat mengangkat, misalnya pada ujung belakang truk untuk memudahkan pengangkatan material, dengan demikian tidak diperlukan lagi alat angkat (*crane*).
- Rancanglah *overhead monorail* dan *hoist* diutamakan yang menggunakan power (tenaga) baik untuk geakan vertical maupun horizontal.
- Rancanglah *hoist* atau *fork-truck* yang dikeling pada permukaan lantai, diutamakan yang menggunakan *power*.
- Desainlah kotak (tempat benda kerja) dengan disertai handel yang ergonomis sehingga mudah pada waktu mengangkat.
- Aturilah peletakan fasilitas sehingga memudahkan metodologi angkat benda pada ketinggian permukaan pinggang.
- Berilah tanda atau angka pada beban sesuai dengan beratnya.
- Siapkan *trolley* dan pengungkit (*lever*) untuk mengangkat ujung drum (dengan volume 200 liter).
- Bebaskan area kerja dari gerakan dan peletakan material yang mengganggu jalur (*access*) dari operator.
- Hindarkan lantai kerja dari sesuatu yang dapat membuat licin sehingga akan membahayakan operator pada saat perjalanan memindahkan material.
- Buatlah suatu ruang kerja yang cukup untuk gerakan dinamis bebas operator.
- Tempatkan semua material sedekat mungkin terhadap operator.

Dalam *Manuals Material Handling* (Anonim, 2008) menyebutkan cara – cara untuk mengeliminasi / mengurangi faktor risiko terjadinya cedera akibat *manual handling* meliputi:

1. Mengangkat dan menurunkan, eleminasi proses mengangkat atau menurunkan secara manual dengan penggunaan: alat bantu angkat seperti truk angkat, *crane*, *hoists*, *stacker*, *conveyor*, *gravity dumps*, *chute*, *portable ramps* untuk menangkat atau menurunkan beban pada bidang kerja.
2. Menarik dan mendorong, Eleminasi proses menarik dan mendorong secara manual dapat dilakukan dengan alat bantu seperti *conveyor*, *slides*, *chute*

dan alat bantu sejenis. Selain itu dengan memastikan bahwa beban tersebut mudah untuk didorong atau ditarik dengan penggunaan alat dorong, pembuatan *handle* pada material. Juga dapat mengarahkan pekerja agar proses yang dilakukan adalah mendorong dibandingkan menarik material, hindari beban yang berlebih, batasi beban yang didorong atau ditarik, memastikan material tidak menghalangi pandangan (*vision*), agar tidak menarik dan mendorong material pada saat yang bersamaan.

3. Membawa dan menahan; Eliminasi pada proses membawa dan menahan secara manual dapat dilakukan dengan mengevaluasi alur kerja (tetapkan apakah beban berat dapat dibawa secara mekanik pada jarak tertentu), mengubah operasi kerja menjadi mendorong dan menarik, menyediakan alat bantu dorong atau *trolley*, menyediakan *container* untuk beban yang bentuknya tidak beraturan, menyediakan handel pada material, membatasi jarak tempuh pemindahan material.
4. *Storage*, penyediaan fasilitas untuk penyimpanan dapat dilakukan dengan mengangkat secara mekanis daripada manual, hindari rak yang dalam yang menyebabkan penyimpanan atau pengambilan material dari rak menjadi sulit, pembuatan *container* dengan sisi yang dapat dilipat untuk memudahkan akses pada beban.

## 2.5 *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs)

CTDs adalah gangguan pada bagian otot skeletal yang disebabkan oleh karena otot menerima beban statis secara berulang dan terus menerus dalam jangka waktu yang lama dan akan menyebabkan keluhan pada sendi, ligamen dan tendon (Anonim, 2008).

Peter Vi menjelaskan, CTD juga sering disebut sebagai :

- *Repetitive Strain Injuries* (RSIs)
- *Musculoskeletal Disorder* (CTDs)
- *Overuse Injuries*
- *Repetitive Motion Disorders* (RMDs)

Sakit yang dirasakan akibat gangguan muskuloskeletal terkadang menyebabkan gangguan kelumpuhan yang biasanya berkembang selama periode waktu berminggu-minggu, berbulan-bulan atau bertahun-tahun.

Secara garis besar keluhan otot dapat dikelompokkan menjadi dua (Tarwaka,2004), yaitu :

- Keluhan Sementara (*reversible*), Keluhan otot yang terjadi pada saat otot menerima beban statis, namun demikian keluhan tersebut akan segera hilang apabila pembebanan dihentikan.
- Keluhan Menetap (*persistent*), Keluhan otot yang bersifat menetap. Walaupun pembebanan kerja telah dihentikan, namun rasa sakit pada otot masih terus berlanjut.

Keluhan otot skeletal pada umumnya terjadi karena kontraksi otot yang berlebihan akibat pemberian beban kerja yang terlalu berat dengan durasi pembebanan yang panjang. Hal ini dapat mengakibatkan suplai oksigen ke otot menurun, proses metabolisme karbohidrat terhambat dan sebagai akibatnya terjadi penimbunan asam laktat yang menyebabkan timbulnya rasa nyeri otot (Tarwaka 2004).

Menurut Peter Vi, Hon terdapat lima variabel ergonomi yang berhubungan dengan terjadinya risiko pada sistem muskuloskeletal yang diakibatkan oleh pekerjaan yaitu :

#### 1. Tenaga atau Kekuatan

Pemberian tenaga yang berlebihan dalam melakukan tugas atau pekerjaan dapat berisiko terhadap terjadinya CTDs. Jika ini dilakukan untuk jangka waktu yang lama maka dapat menimbulkan cedera pada tangan dan pergelangan tangan.

#### 2. Gerakan berulang

Sebuah gerakan yang dilakukan berulang-ulang dapat menjadi risiko jika dilakukan dalam jangka waktu yang lama. Keluhan otot terjadi karena otot

menerima tekanan akibat beban kerja secara terus-menerus tanpa memperoleh kesempatan untuk relaksasi.

### 3. Postur janggal

Postur janggal adalah posisi tubuh (tungkai, sendi, punggung) yang menyimpang secara signifikan dari postur netral pada saat melakukan pekerjaan. Postur janggal seringkali menjadi penyebab CTDs karena penggunaan otot saat bekerja (Anonim, 2005).

### 4. Faktor risiko sekunder

- Getaran merupakan faktor risiko sekunder yang dapat menyebabkan kerusakan saraf dan jaringan darah serta jaringan lunak lainnya. Getaran dengan frekuensi tinggi akan menyebabkan kontraksi otot berlebihan. Kontraksi statis ini menyebabkan peredaran darah tidak lancar, penimbunan asam laktat meningkat dan akhirnya timbul rasa nyeri otot (Tarwaka, 2004)
- Sarung tangan dapat menjadi faktor risiko untuk gangguan muskuloskeletal jika tidak cocok dengan jari maka sarung tangan akan membatasi gerakan jari dan tangan.
- Suhu juga dapat mempengaruhi otot. Suhu dingin meningkatkan stres pada jaringan lunak dengan mengurangi rentang gerak dan fleksibilitas. Suhu yang panas juga mempengaruhi siklus kerja yang dibutuhkan karena peningkatan kelelahan dan kebutuhan untuk pemulihan otot.

### 5. Efek Kombinasi

Cidera otot skeletal kemungkinan dapat meningkat apabila dalam melakukan tugasnya, pekerja dihadapkan pada beberapa faktor risiko dalam waktu yang bersamaan.

## 2.6 Beberapa Metode Asesmen Faktor Risiko Ergonomi.

### 2.6.1 *Rapid Entire Body Assessment (REBA Method)*

REBA ialah cara penilaian tingkat risiko dengan melihat pergerakan/ postur yang dilakukan oleh pekerja. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *task analysis* / tahapan-tahapan kegiatan dari awal sampai akhir. Sistem penilaian REBA berdasarkan atas RULA. REBA melakukan assessment pergerakan berulang yang dilakukan dari kaki sampai kepala (Stanton, et al, 2005).

Dalam penghitungannya terdapat tahapan-tahapan dalam penilaian risiko. Penghitungannya dibagi 2 grup yaitu grup A dan grup B.

- a. Postur tubuh grup A terdiri atas leher (*neck*), batang tubuh (*trunk*) dan kaki (*leg*). Setelah dilakukan penilaian maka dimasukkan ke dalam table A.
- b. Penilaian postur tubuh grup B terdiri atas lengan atas (*upper arm*), lengan bawah (*lower arm*), pergelangan tangan (*wrist*) dan perputaran pergelangan tangan (*wrist twist*). Setelah dilakukan penilaian maka dimasukkan ke dalam table B.

Setelah menilai postur pada grup A dan grup B, kemudian skor keseluruhan pada masing-masing tabel dimasukkan ke table C untuk mengetahui tingkat risikonya. Tingkatan risiko pada REBA memberikan seberapa penting seseorang pekerja membutuhkan perubahan pada saat bekerja sebagai fungsi dari tingkatan risiko cedera:

- a. Nilai REBA 1, menyatakan bahwa risiko dapat diabaikan.
- b. Tingkat risiko rendah – nilai REBA 2-3, menyatakan bahwa mungkin perlu dilakukan perubahan.
- c. Tingkat risiko sedang – nilai REBA 4-7, menyatakan bahwa diperlukan investigasi lebih lanjut dan perubahan segera.



- d. Tingkat risiko tinggi – nilai REBA 8-10, menyatakan bahwa perlu dilakukan investigasi dan perubahan implementasi.
- e. Tingkat risiko sangat tinggi (ekstrim) – nilai REBA 11<sup>+</sup>, menyatakan bahwa perlu dilakukan perubahan implementasi.

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

RULA adalah suatu metode yang dikembangkan oleh Dr. Lynn McAtamney dan Professor E. Nigel Corlett. Keduanya adalah ahli ergonomi dari University of Nottingham di Inggris. RULA merupakan metode penilaian postur untuk menentukan risiko gangguan kesehatan yang terdapat pada bagian atas tubuh. RULA merupakan metode analisis cepat dan sistematis dari risiko postur terhadap pekerja.

Metode ini tidak membutuhkan peralatan yang khusus. RULA dikembangkan sebagai suatu metode untuk mendeteksi postur kerja yang merupakan faktor risiko. Metode ini di desain untuk menilai pekerja dan mengetahui beban muskuloskeletal yang kemungkinan menimbulkan gangguan. Analisis dapat dilakukan sebelum dan setelah dilakukan suatu intervensi untuk menggambarkan atau memperlihatkan efektivitas dari pengendalian/intervensi yang telah dilaksanakan (Stanton, et al, 2005).

Dalam penghitungannya terdapat tahapan-tahapan dalam penilaian risiko. Penghitungannya dibagi 2 grup yaitu grup A dan grup B.

- a. Penilaian postur tubuh grup A terdiri atas lengan atas (*upper arm*), lengan bawah (*lower arm*), pergelangan tangan (*wrist*) dan perputaran pergelangan tangan (*wrist twist*). Setelah dilakukan penilaian maka dimasukkan ke dalam table A.
- b. Postur tubuh grup B terdiri atas leher (*neck*), batang tubuh (*trunk*) dan kaki (*leg*). Setelah dilakukan penilaian maka dimasukkan ke dalam table B.

Setelah menilai postur pada grup A dan grup B, kemudian skor keseluruhan pada masing-masing tabel dimasukkan ke table C untuk mengetahui tingkat risikonya. Tingkatan risiko pada RULA memberikan seberapa penting seseorang pekerja membutuhkan perubahan pada saat bekerja sebagai fungsi dari tingkatan risiko cedera:

- a. Tingkat risiko rendah – nilai RULA 1-2, menyatakan bahwa pekerja bekerja dengan postur yang normal dan tidak ada risiko cedera.
- b. Tingkat risiko sedang – nilai RULA 3-4, menyatakan bahwa perlu investigasi lebih lanjut dan mungkin perlu diadakan perubahan.
- c. Tingkat risiko tinggi – nilai RULA 5-6, menyatakan bahwa perlu investigasi lebih lanjut dan perubahan segera untuk mencegah terjadinya cedera.
- d. Tingkat risiko sangat tinggi (ekstrim) – nilai RULA 7<sup>+</sup>, menyatakan bahwa perlu dilakukan investigasi dan perubahan segera untuk mencegah terjadinya cedera.

### 2.6.3 BRIEF (*Base Risk Identification of Ergonomic Factor*)

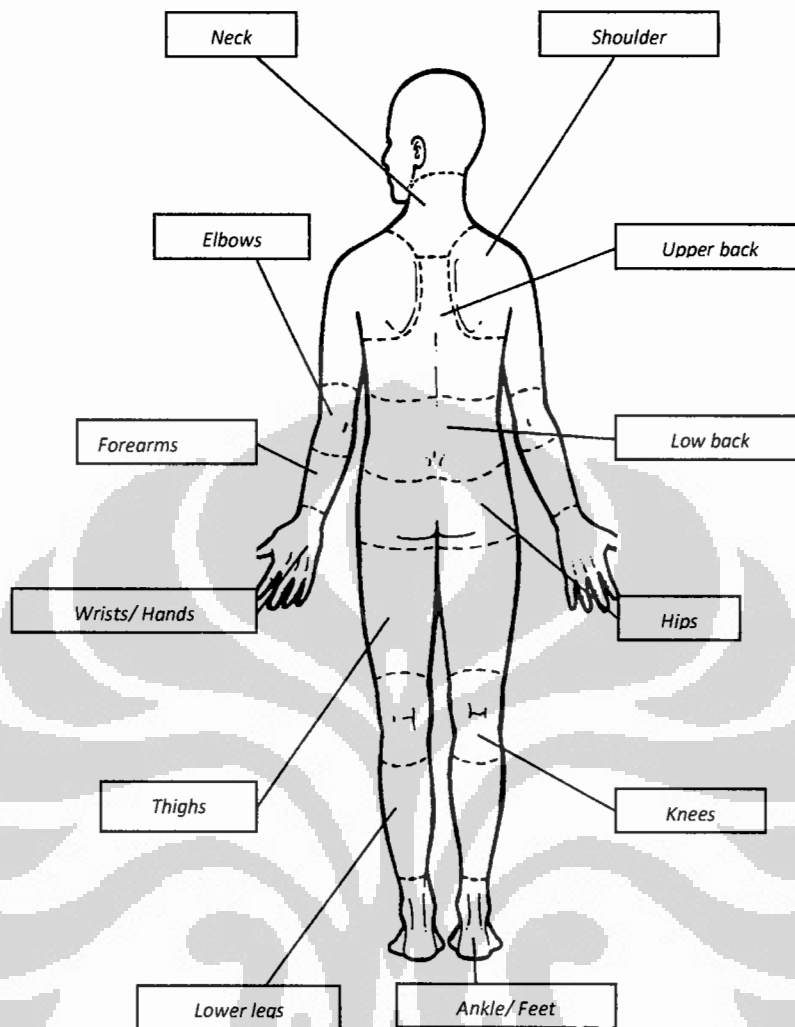
BRIEF *Survey* adalah suatu alat yang digunakan untuk skrining awal (*initial screening*) dengan menggunakan sistem *rating* untuk mengidentifikasi bahaya ergonomik yang diterima oleh pekerja dalam kegiatannya sehari-hari. Dalam BRIEF *survey* terdapat empat faktor risiko ergonomik yang perlu diketahui, yaitu:

- a. Postur (*posture*), yaitu sikap anggota tubuh yang janggal sewaktu menjalankan pekerjaan
- b. Gaya (*force*), yaitu beban yang harus ditanggung oleh anggota tubuh pada saat melakukan postur janggal dan melampaui batas kemampuan tubuh
- c. Lama (*duration*), yaitu lamanya waktu yang digunakan dalam melakukan gerakan pekerjaan dengan postur yang janggal
- d. Frekuensi (*frequency*), yaitu jumlah postur janggal yang berulang dalam satuan waktu (menit)

Dalam *survey* ini, setiap faktor risiko yang melanggar kriteria standar (*Humantech*, 1995), maka akan mendapatkan skor 1. Semakin banyak skor yang didapatkan dalam suatu pekerjaan, maka pekerjaan tersebut semakin berisiko dan memerlukan penanggulangan segera. Skor maksimal yang bisa didapatkan pada *survey* ini yaitu sebesar 4 skor.

#### 2.6.4 Nordic Body Map

Pertama kali dikembangkan dan merupakan proyek yang dibiayai oleh *Nordic Council ministers*. NBM (*Nordic body map*) digunakan untuk melihat bagian spesifik dari tubuh yang mengalami keluhan ketidaknyamanan dapat berupa nyeri, pegal, kekakuan, Kesemutan, Panas, Kejang dan Bengkak. NBM berupa gambar tubuh manusia yang terdiri dari 27 segmen bagian tubuh yaitu leher, bahu, lengan bagian atas, lengan bagian bawah, siku, pergelangan tangan, tangan, punggung, pinggang, bokong, paha, lutut, betis, pergelangan kaki dan kaki. NBM digunakan sebagai penilaian individu dan merupakan konsep wawancara yang terstruktur.



Sumber : Appendix Asymptoms Survey

Gambar 2.14 Nordic Body Map

## 2.7 Task Analysis

*Task analysis* mencakup sekumpulan teknik yang digunakan oleh *ergonomist*, desainer, operator dan assessor untuk menggambarkan, dalam kasus tertentu mengevaluasi, interaksi manusia – mesin dan interaksi manusia – manusia dalam suatu system. *Task analysis* dapat didefenisikan sebagai *study* mengenai apa saja yang diperlukan oleh seorang operator (*team operator*) untuk dilakukan, dalam istilah aksi atau proses kognitif, untuk mencapai tujuan dalam sebuah system. *Task analysis* dapat juga diartikan sebagai metodologi yang disertai sekumpulan teknik-teknik spesifik untuk membantu *analyst* dalam mengumpulkan informasi, mengolah informasi

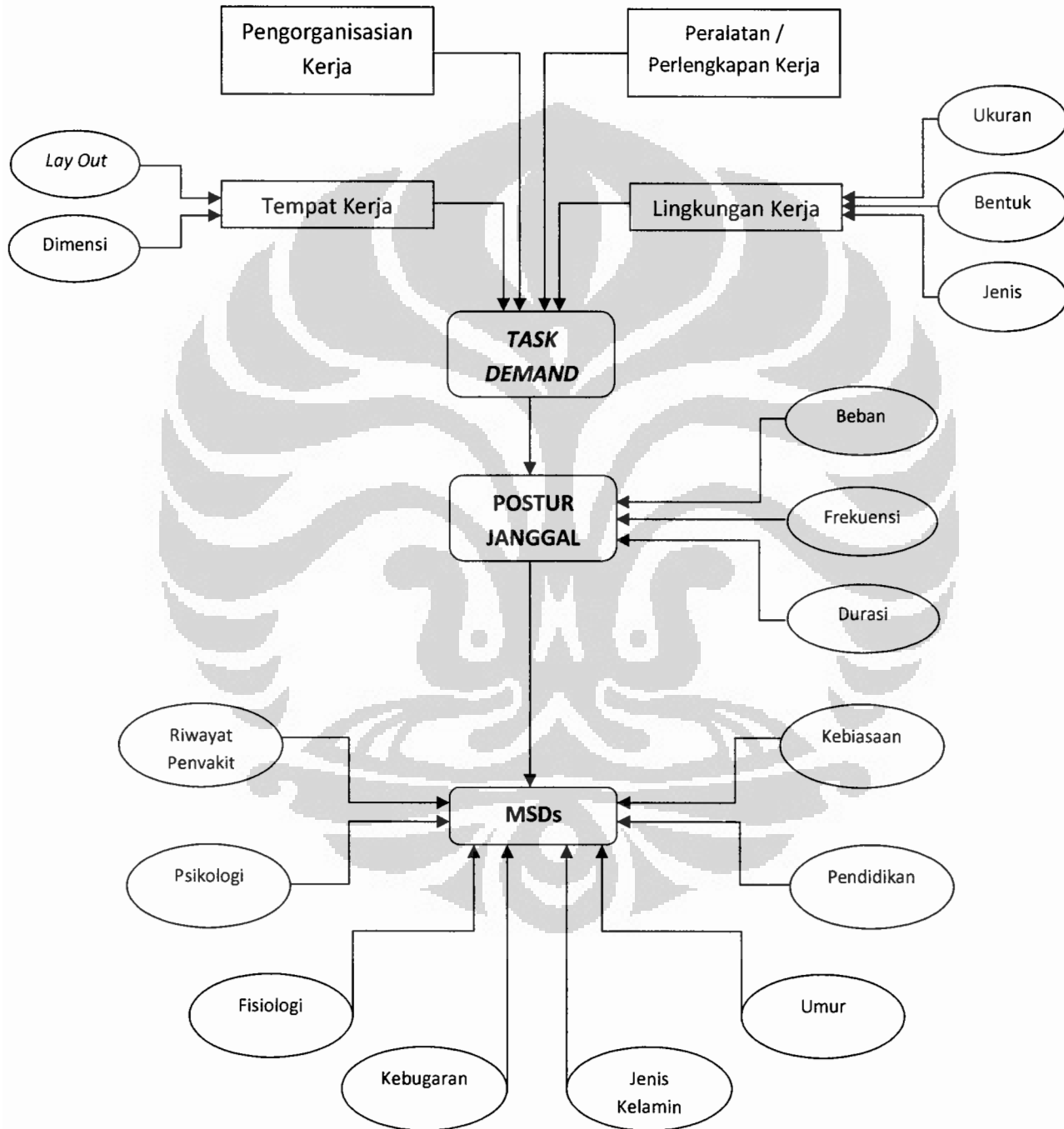
tersebut, dan kemudian menggunakannya untuk membuat berbagai penilaian dan membuat keputusan-keputusan dalam disain (Kirwan, B., and L. K. Ainsworth, 1992).

*Task analysis* biasanya digunakan dalam proses mendisain suatu sistem; proses evaluasi suatu sistem, atau jika suatu masalah tentang kinerja suatu system manusia – mesin tertentu telah ditargetkan untuk dianalisa dan dipecahkan. *Task analysis* dapat diaplikasikan pada tiap tahap desain (sebelum sebuah pabrik beroperasi). Bagaimanapun, jika suatu desain sudah tetap, perubahan-perubahan yang diidentifikasi dengan *task analysis* akan menjadi semakin mahal. *Task analysis* sebagai dasar untuk mengevaluasi proposal desain, pabrik yang sedang dibangun atau yang sedang beroperasi, baik itu karena adanya masalah yang kemudian diidentifikasi, penambahan peralatan baru, atau sebagai bagian dari review periodik. *Task analysis* dapat juga digunakan fokus untuk isu – isu spesifik seperti: masalah safety, teknologi yang rentan *human error*, jika ada masalah produktivitas/ masalah *avaibility* atau jika produk bermutu tinggi diperlukan tergantung dari performa manusia/ pekerja.

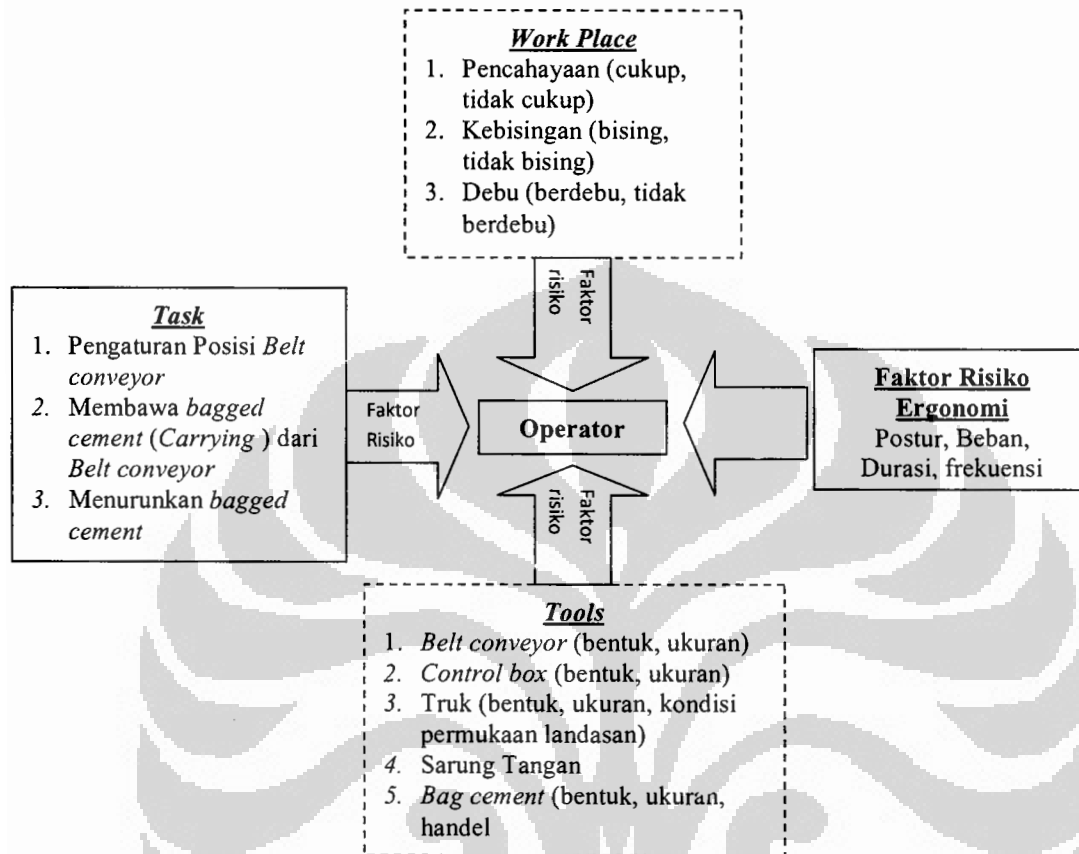
## BAB 3

### KERANGKA TEORI DAN KONSEP SERTA DEFINISI OPERASIONAL

#### 3.1 Kerangka Teori



### 3.2 Kerangka Konsep



Keterangan :

----- Tidak diteliti

### 3.3 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara pengambilan data	Hasil Ukur	Skala Ukur
1	Postur	Sikap atau posisi pada lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, leher, batang tubuh dan kaki yang memiliki sudut ekstrim dari posisi normal, yaitu sejajar dengan batang tubuh.	Observasi dengan kamera dan video	Kriteria	Kategorik
2	Beban				
	<i>Bagged cement</i>	Kantong kertas <i>laminated</i> atau <i>pasted</i> yang digunakan untuk menampung semen	Observasi	Berat semen dalam kantong ukuran 50 kg dan 40 kg	Numerik
	Bentuk		Observasi	Balok	Kategorik
	Ukuran		Pengukuran dengan meteran		Numerik
	Handel		Observasi	Ada handel / tidak ada handel	Kategorik
3	Durasi	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktifitas <i>manual handling</i> dalam satuan waktu tertentu	Observasi dengan <i>stopwatch</i>	Angka dalam detik (menit)	Numerik
4	Frekuensi	Jumlah aktifitas <i>manual handling</i> (yang sama) dalam satuan waktu tertentu	Observasi dengan counter	Jumlah	Numerik



No	Variabel	Definisi Operasional	Cara pengambilan data	Hasil Ukur	Skala Ukur
5	<b>Tools</b>	Jenis, bentuk, dan ukuran yang digunakan dalam aktifitas <i>manual handling</i>	Observasi	Variasi Alat	
	<b>Belt conveyor</b>	Alat yang digunakan untuk memindahkan suatu material dari suatu tempat ke tempat yg cukup jauh yang terdiri dari <i>belt</i> yg disambungkan dan kedua ujungnya disatukan. Gerakan <i>belt</i> di <i>hopel</i> dari <i>electromotor</i> . <i>Belt conveyor</i> ini dilengkapi dengan <i>hoist</i> yang berguna untuk menaikkan / menurunkan posisi dari <i>belt conveyor</i> .			
	<b>Control box</b>	Alat yang digunakan untuk mengatur / mengendalikan ketinggian/ posisi dari <i>belt conveyor</i> pada saat beroperasi			
	<b>Truk / Trailer</b>	Alat yang digunakan untuk mengangkat <i>cement bag</i>	Observasi, Pengukuran dengan meteran		Kategorik, Numerik
	<b>Sarung Tangan</b>	Alat bantu yang digunakan untuk memegang beban ( <i>bagged cement</i> ) yang diangkat	Observasi	Licin/ tidak licin	Kategorik

## BAB IV METODE PENELITIAN

### 4.1 Disain Penelitian

Rancangan penelitian ini adalah studi observasional, deskriptif, evaluatif yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran risiko *manual handling* (*lifting, pulling, carrying*) pada pekerja di bagian *bag packing* semen PT X.

### 4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di bagian *bag packing* semen PT X pada bulan Mei 2011.

### 4.3 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian dalam penelitian ini adalah para pekerja di bagian *bag packing* semen PT X yang berjumlah 24 orang. Sampel yang diambil dalam penelitian ini adalah seluruh populasi yang berjumlah 24 sesuai dengan *task* masing-masing pekerja.

### 4.4 Instrumen Penelitian

- a. Kamera digital dan *Handy cam* sebagai alat untuk merekam setiap pergerakan / postur tubuh yang dilakukan pekerja yang kemudian dianalisa.
- b. *Stop watch* untuk mengukur durasi pengamatan.
- c. *Recorder* untuk merekam wawancara

### 4.5 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer. Metode yang digunakan untuk memperoleh data primer adalah:

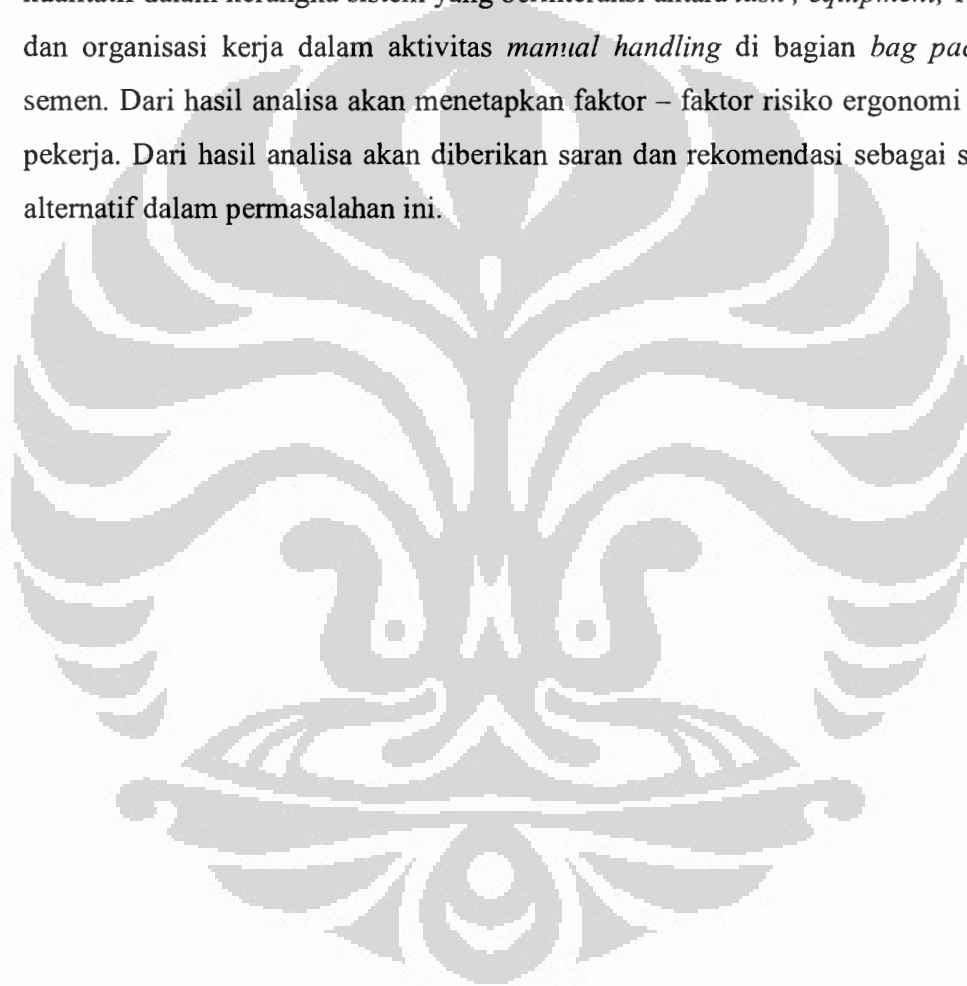
#### Pengumpulan Data

- Observasi : Rekaman video, dokumentasi foto
- Checklist : Faktor risiko ergonomi berdasarkan *task*

#### 4.6 Analisa Data

Analisa data dilakukan dengan metode *task analysis* berdasarkan informasi yang didapatkan dari hasil observasi, dan *checklist* dan wawancara disajikan dalam bentuk table, dan narasi.

Analisa data dalam penelitian ini merupakan analisa data secara kualitatif dalam kerangka sistem yang berinteraksi antara *task*, *equipment*, *Tools*, dan organisasi kerja dalam aktivitas *manual handling* di bagian *bag packing* semen. Dari hasil analisa akan menetapkan faktor – faktor risiko ergonomi pada pekerja. Dari hasil analisa akan diberikan saran dan rekomendasi sebagai solusi alternatif dalam permasalahan ini.



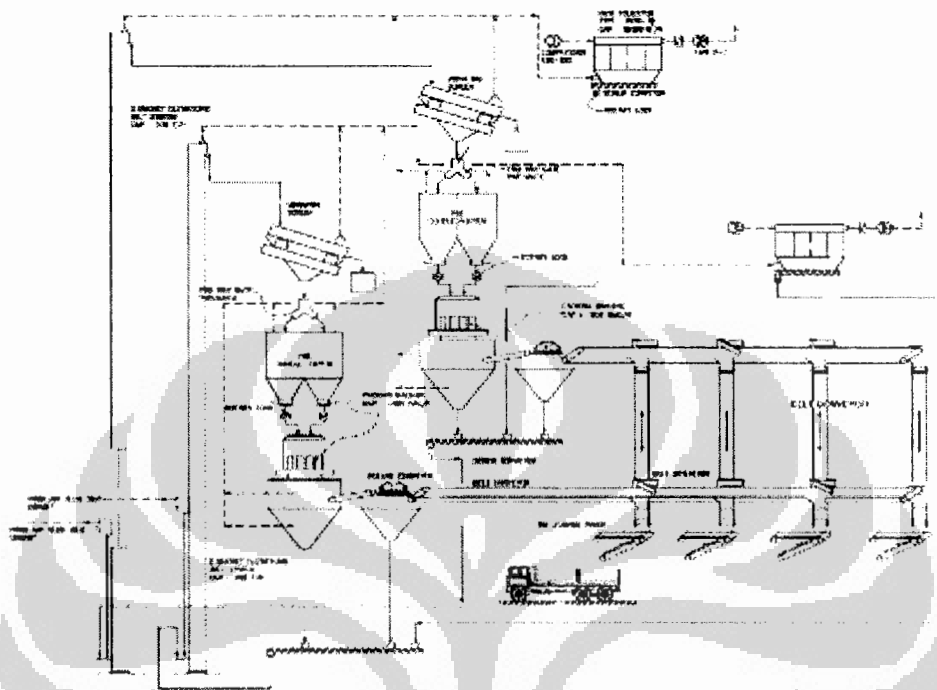
## BAB 5

### HASIL PENELITIAN

#### 5.1 Gambaran Umum *Packhouse* PT X

PT X merupakan salah satu unit usaha perusahaan semen multinasional yang berlokasi di wilayah Cilegon, Banten. Kegiatan Produksi di PT X berupa penggilingan bahan setengah jadi (clinker dan bahan tambahan lainnya) dilanjutkan dengan pengepakan semen. Bahan setengah jadi dan bahan tambahan lainnya didatangkan dari pabrik lain yang berlokasi di Bogor, Jawa Barat. Kapasitas produksi PT X mencapai 600.000 ton per tahun.

Gambaran proses pemuatan semen kantong di *pack house* yaitu semen dari silo (tempat penyimpanan semen), setelah melewati *vibrating screen* kemudian dialirkan melalui air slide menuju *bin packer* dan masuk ke *mesin packer (roto packer) Ventomatic*. Dengan alat *rotopacker ventomatic* ini kantong-kantong kosong yang dimasukkan ke dalam *spout* (titik pengumpanan) diisi dengan cara disemprotkan hingga mencapai beratnya yang sudah ditentukan yaitu 50 kg plus minus 0,5 kg. Apabila setelah pengisian terdapat kantong semen yg beratnya kurang dari 49,5 kg atau lebih dari 50,5 maka kantong tersebut akan otomatis jatuh dan tidak diteruskan ke *belt conveyor*. Alat ini dioperasikan oleh satu orang operator. Semen yang telah dikemas di *packer*, diberi barcode dan dibawa dengan *belt conveyor* untuk dimuat ke atas truk/ *trailer*.



Gambar 5.1 Lay out pack house PT X

Kapasitas pemuatan semen dalam kantong di PT X ini mencapai 2400 ton per hari (3 *shift*), dilengkapi dengan 2 alat mesin *packer* Ventomatic dan 4 jalur untuk pemuatan truk.

## 5.2 Waktu Kerja

Proses pengepakan dan pemuatan semen di *Packhouse* PT X beroperasi selama 24 jam sehari, yang dibagi menjadi 3 *shift* kerja yaitu:

*Shift* 1 : pukul 00.00 – 08.00

*Shift* 2 : pukul 08.00 – 16.00

*Shift* 3 : pukul 16.00 – 00.00

Setiap *shift* diselingi dengan waktu istirahat selama satu jam. Pekerja pemuatan

(*loading man*) *bagged cement* ke atas truk / *trailer* ini merupakan tenaga kerja kontraktor yang berjumlah 24 orang dibagi menjadi 4 grup. Setiap pekerja pada awal memulai pekerjaannya diberi pelatihan mengenai cara kerja yang aman dalam proses pemuatan ini, serta dilengkapi dengan APD yang sesuai. Selain itu dalam setiap awal *shift* kerja, supervisor dari *loading man* akan memberikan *safety talk*.

### 5.3 Task pemuatan *bagged cement*

Kantong - kantong semen yang telah diisi dikirim menuju truk melalui *belt conveyor*. Kemudian kantong - kantong semen tersebut disusun sedemikian rupa sesuai dengan kapasitas truk dan pesanan yang diminta oleh dua orang operator yang bekerja bergantian antara semen yang satu dengan semen yang lain. Kedua orang operator ini berada di sisi kiri dan sisi kanan *belt conveyor*, dimana pada kedua sisi ini terdapat *control box* yang berfungsi untuk mengatur posisi vertikal (ketinggian *belt conveyor* dari permukaan truk) dan posisi horizontal *belt conveyor*.

*Bagged cement* tersebut diatur menjadi beberapa baris, kolom dan jumlah tumpukan sesuai dengan tonase tiap truk yang diperlukan. Tonase semen yang biasanya dimuat yaitu 10 ton (250 sak semen 40 kg); 18 ton (360 sak semen 50 kg); 20 ton (400 sak semen 50 kg); 40 ton (800 sak semen 50 kg) dan 50 ton (1000 sak semen 50 kg). Tata cara pemuatan semen dalam truk yang biasanya digunakan di PT X adalah sebagai berikut:

Tabel 5.1 Sistem penyusunan *bagged cement* di atas truk/ *trailer*

No.	Jumlah muatan / tonase	Cara penyusunan
1	360 sak/ 18 ton	- 12 baris sebanyak 28 sak dari posisi depan truk
		- 1 baris sebanyak 24 sak di posisi belakang truk
2	360 sak/ 18 ton	- 10 baris sebanyak 26 sak dari posisi depan truk
		- 4 baris sebanyak 25 sak di posisi belakang truk
3	360 sak/ 18 ton	- 12 baris sebanyak 26 sak dari posisi depan truk
		- 2 baris sebanyak 24 sak di posisi belakang truk

No.	Jumlah muatan / tonase	Cara penyusunan
4	400 sak/ 20 ton	- 10 baris sebanyak 30 sak dari posisi depan truk
		- 4 baris sebanyak 25 sak di posisi belakang truk
5	400 sak/ 20 ton	- 10 baris sebanyak 28 sak dari posisi depan truk
		- 4 baris sebanyak 30 sak di posisi belakang truk
6	400 sak/ 20 ton	- 12 baris sebanyak 30 sak dari posisi depan truk
		- 2 baris sebanyak 20 sak di posisi belakang truk
7	800 sak/ 40 ton	- 27 baris sebanyak 28 sak dari posisi depan truk
		- 2 baris sebanyak 22 sak di posisi belakang truk

Tahapan kegiatan proses di *pack house* PT X

1. Truk kosong yang sudah memiliki DO dan sudah ditimbang berat kosongnya mengambil posisi di *line* pengisian *packer*.
2. *Loading man* (Operator pemuatan) memberikan kode pada *packer* bahwa proses pemuatan telah siap, ditandai dengan beroperasinya *belt conveyor*
3. Pemuatan *Bagged cement* pada truk yang disusun sedemikian rupa sesuai susunan untuk tonase yang dibutuhkan.
4. *Loading man* (Operator pemuatan) memberikan kode pada *packer* bahwa proses pemuatan telah selesai, ditandai dengan berhentinya *belt conveyor*
5. Truk keluar area *packhouse* untuk ditimbang.

### 5.3.1 Pengaturan Posisi *Belt conveyor*

Kegiatan awal dalam *loading bagged cement* ini dimulai dengan pengaturan posisi *belt conveyor* di atas permukaan truk. Kegiatan ini dilakukan untuk mengatur posisi, ketinggian *belt conveyor* dari atas permukaan truk. Pengaturan *belt conveyor* ini dilakukan selama proses *loading bagged cement* berlangsung. Pada umumnya ketinggian *belt conveyor* diatur pada ketinggian antara 90 – 120 cm dari atas permukaan. Pengaturan posisi dan ketinggian *belt conveyor* ini dilakukan dengan sebuah *control box* yang terletak di sisi kiri dan sisi kanan *belt conveyor*. Pengaturan *belt conveyor* ini dilakukan secara bergantian antara operator.



Gambar 5.2 Pengaturan *belt conveyor*

Debu yang menempel pada *control box* dapat menyebabkan tombol – tombol pada *control box* ini tidak berfungsi secara optimal.

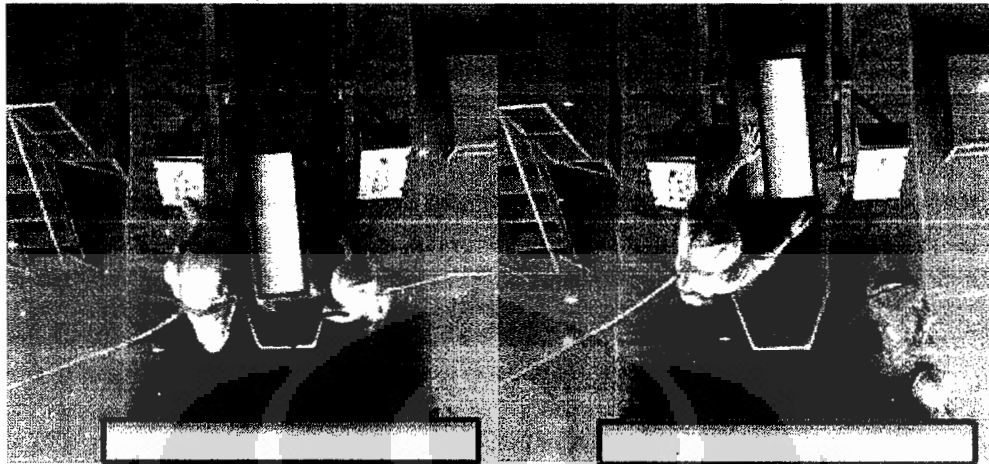
### 5.3.2 Membawa *Bagged cement (Carrying)* dari *Belt conveyor*



Gambar 5.3 Postur janggal pada saat membawa semen dari *belt conveyor*

Semen yang turun melalui *belt conveyor* (dengan posisi vertikal kurang lebih 90 cm – 120 cm dari permukaan truk) akan dibawa dan diturunkan untuk disusun di atas permukaan truk. Proses ini dilakukan berulang – ulang sesuai jumlah semen yang dimuat.

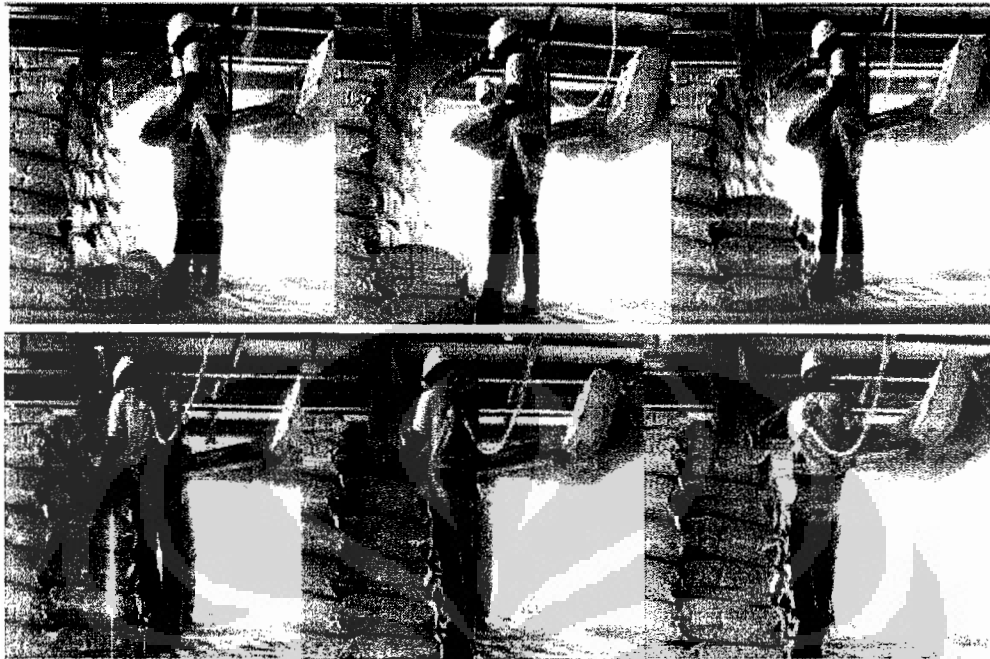




Gambar 5.4 Proses membawa semen dari *belt conveyor*

Dalam proses membawa semen dari *belt conveyor* ke permukaan truk (terutama posisi paling kiri/ kanan) maka operator akan melakukan postur janggal yaitu berputar (*twisting*) kurang lebih  $90^{\circ}$

Dalam proses pemuatan semen untuk sisi terluar truk/ *trailer* (sisi kanan/ sisi kiri), diperlukan tenaga yang lebih besar untuk menarik kantong semen dari *belt conveyor*.



Gambar 5.5 Postur pada saat pemuatan semen pada sisi tengah

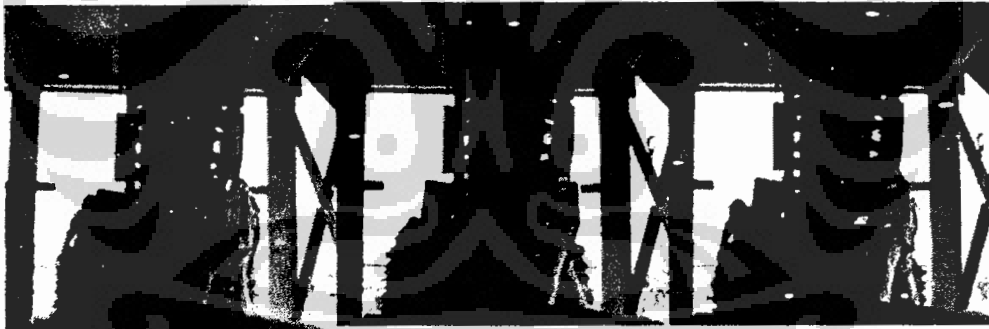
Dalam pemuatan kantong semen ke posisi tengah tenaga yang dibutuhkan lebih kecil, hanya untuk mengarahkan / mengendalikan semen secara tegak lurus agar posisi jatuhnya teratur. Gerakan ini dilakukan secara berulang sesuai jumlah semen yang dimuat.

### 5.3.3 Menurunkan *Bagged cement*

Dalam proses menurunkan semen dari *belt conveyer* ke permukaan truk (terutama posisi paling kiri/ kanan) maka operator akan melakukan postur janggal membungkuk (*bending*). Gerakan ini dilakukan berulang (*repetitive*) selama pengisian semen sesuai jumlah yang dibutuhkan.



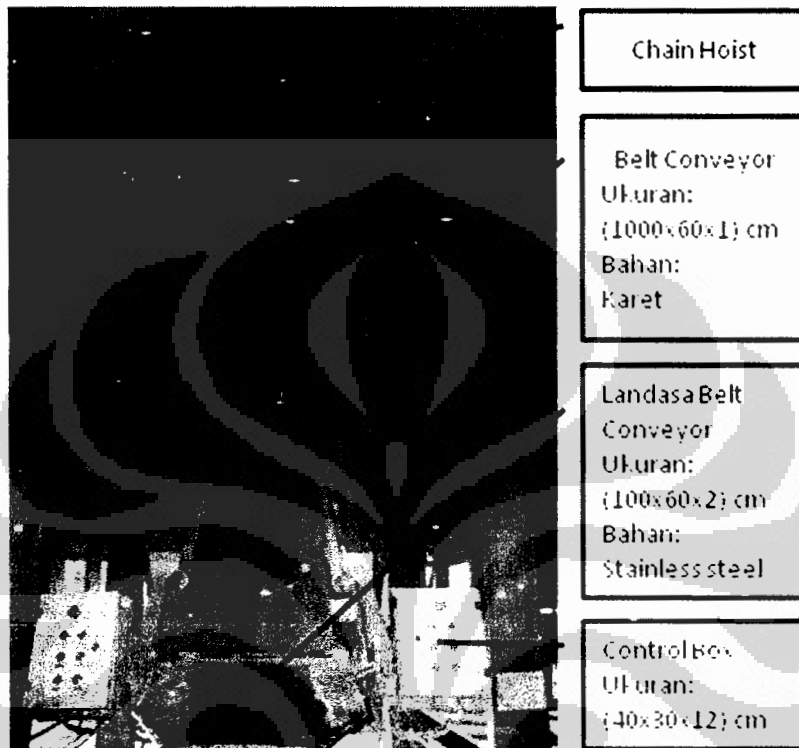
Gambar 5.6 Postur janggal (*bending*) pada saat pemuatan sisi paling kiri / kanan truk



Gambar 5.7 Postur janggal posisi kaki membentuk pada saat pemuatan sisi paling kiri / kanan truk

## 5.4 Tools

### 5.4.1 Belt conveyer



Gambar 5. 8 Belt conveyer

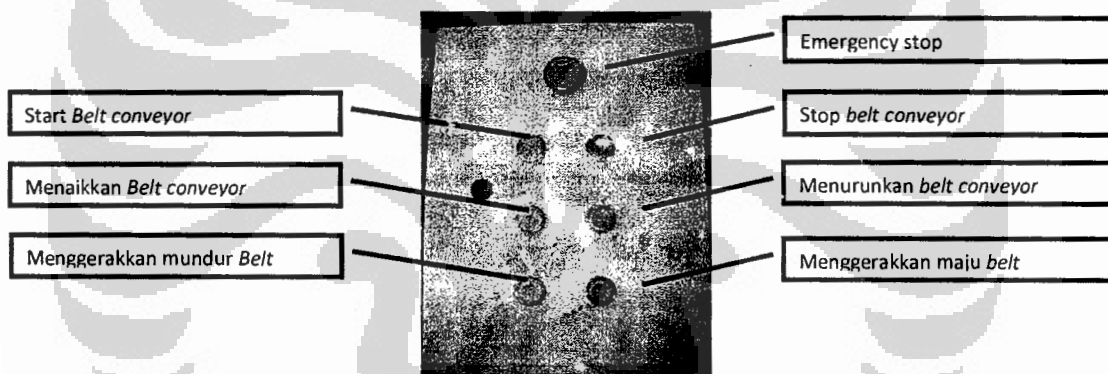
*Belt conveyer* digunakan untuk membawa *bagged cement* dari roto packer menuju truk/ *trailer* . Pada ujung *belt conveyer* dilengkapi dengan sebuah landasan yang terbuat dari *stainless steel* yang licin untuk memudahkan membawa *bagged cement* ke permukaan truk/ *trailer* . *Belt conveyer* ini dilengkapi sebuah motor penggerak untuk memutar *belt* dan sebuah *chain hoist* untuk menaikkan dan menurunkan *belt conveyer* tersebut.

*Belt conveyer* sebagai satu kesatuan alat terdiri dari *frame* (kerangka struktur), *control box*, *chain hoist*, motor penggerak *belt* dan motor untuk *moveable*, *tail pulley* dan *head pulley* sebagai dudukan *belt*. *Belt conveyer* ini juga dilengkapi dengan alat pengaman yaitu: *safety rope*

*switch* di sisi kanan dan kiri *frame belt conveyor*, tombol *emergency* berwarna merah, lampu penanda sedang beroperasi atau tidak dan bagian-bagian yang Bergeraknya yang terlindungi.

#### 5.4.2 Control box

Peralatan yang digunakan dalam proses pemuatan semen ke atas truk / *trailer* ini adalah sebuah *belt conveyor* yang dilengkapi dengan 2 buah panel pengontrol (*control box*) posisi dari *belt conveyor* pada sisi kiri dan kanan dari *belt conveyor*. Panel ini digunakan untuk mengatur ketinggian dari *belt conveyor* dari permukaan truk (vertikal) dan mengatur posisi *belt conveyor* pada jarak horizontal.



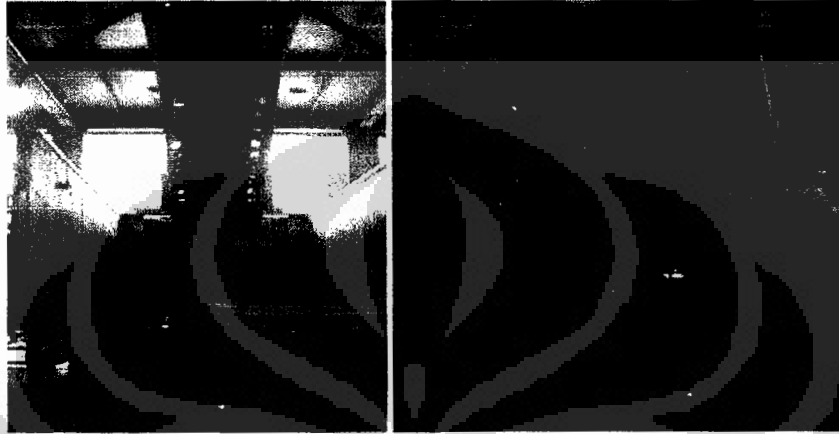
Gambar 5.9 Control box



Gambar 5.10 Posisi *control box* untuk mengatur posisi *belt conveyor*

Faktor risiko dalam hal ini adalah bahwa alat pengontrol tidak berfungsi dengan baik.

#### 5.4.3 Truk/ Trailer

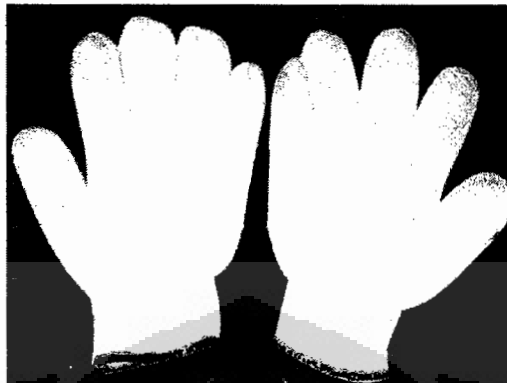


Gambar 5.11 Tempat kerja pemuatan semen (truk/trailer )

Truk dalam pemuatan ini adalah berbentuk persegi panjang dengan ukuran 7,5 m x 2,5 m yang dilengkapi dengan bak (tertutup semua sisi samping) sedangkan *trailer* juga berbentuk persegi panjang berukuran 16 m x 1,8 m namun sisi sampingnya terbuka dengan permukaan yang tidak licin. Operator pemuatan semen pada *trailer* selain dilengkapi dengan APD yang standar seperti *helm*, masker, sarung tangan, sepatu *safety* juga diwajibkan memakai *full body harness* dikarenakan area *trailer* yang terbuka, yang berisiko terjatuh dari ketinggian kurang lebih 1, 2 meter. Permukaan truk/ *trailer*

#### 5.4.4 Sarung Tangan

Sarung tangan yang digunakan dalam proses pemuatan ini berupa sarung tangan kain untuk memudahkan dalam memegang *bagged cement* dalam proses membawa dan menurunkan ke atas permukaan truk/ *trailer* .



Gambar 5.12 Sarung tangan kain

### 5.5 Lingkungan Kerja

Aspek lingkungan untuk area *packhouse* di pabrik semen PT X dapat dilihat dari aspek udara yang berdebu, kebisingan dan pencahayaan. Area *pack house* dan area *loading bagged cement* memiliki udara yang cukup berdebu sehingga setiap pekerja yang memasuki area ini diwajibkan untuk menggunakan masker. Untuk area *pack house* dan *loading bagged cement*, udara berdebu ini berasal dari debu yang menempel di permukaan *bagged cement* karena tidak optimalnya fungsi *dust collector* untuk menghisap debu yang keluar dari mesin roto packer dan dari adanya semen yang pecah pada saat *loading*.


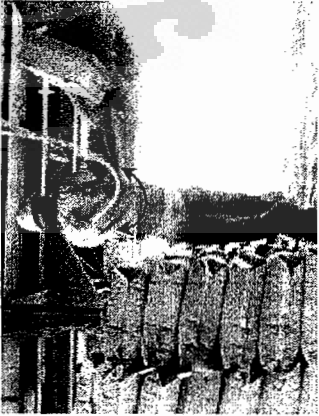
Aspek kebisingan untuk area *packhouse* ini bersumber dari kendaraan yang lalu lalang dan dari mesin-mesin yang digunakan di area tersebut. Dari hasil pengukuran internal PT X didapatkan bahwa kebisingan di area *packhouse* dan *loading* masih dalam ambang batas.

Dari hasil pengukuran internal, aspek pencahayaan untuk area *packhouse* dan *loading* PT X masih dalam batas yang ditetapkan untuk area kerja pabrik.



## 5.6 Gambaran Faktor Risiko Ergonomi

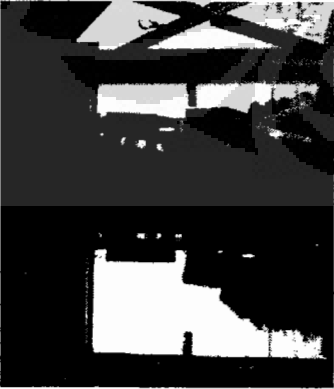
## 5.6.1 Postur Janggal

Tabel 5.2 Faktor risiko postur kerja

<b>Task</b>	<b>Bagian tubuh yang berisiko</b>	<b>Faktor risiko</b>	<b>Sumber risiko</b>	<b>Keterangan</b>
Membawa <i>Bagged cement</i>	Lengan atas terangkat 	Sudut yang terbentuk antara lengan atas dengan batang tubuh > 20° Bahu terangkat Dilakukan berulang	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adanya perbedaan ketinggian antara <i>belt conveyor</i> dan tempat peletakan sak semen</li> <li>Berat <i>bagged cement</i></li> </ul>	Kegiatan dilakukan di atas truk/ <i>trailer</i> berbentuk persegi panjang, datar dan tidak licin. <i>Belt conveyor</i> berada di atas permukaan truk pada ketinggian 90 – 120 cm <i>Control box</i> berada pada kedua sisi <i>belt conveyor</i> <i>Bagged cement</i> berukuran 70 x 40 x 15 cm, disusun 4 sak semen tiap baris ditumpuk hingga 7 sak.
Membawa <i>Bagged cement</i>	Pinggang (berputar) 	Batang tubuh berputar Dilakukan berulang	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adanya perbedaan ketinggian antara <i>belt conveyor</i> dan tempat peletakan sak semen</li> <li>Posisi semen dari <i>belt conveyor</i> dan posisi peletakan semen di truk / <i>trailer</i> berbeda 90°</li> <li>Berat <i>bagged cement</i></li> </ul>	



<i>Task</i>	Bagian tubuh yang berisiko	Faktor risiko	Sumber risiko	Keterangan
Menurunkan <i>Bagged cement</i>	Pinggang (membungkuk) 	Batang tubuh membungkuk Batang tubuh berputar Batang tubuh bersandar Sudut yang terbentuk > 20° Dilakukan berulang	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adanya perbedaan ketinggian antara <i>belt conveyor</i> dan tempat peletakan sak semen</li> <li>Berat <i>bagged cement</i></li> </ul>	<p>Kegiatan dilakukan di atas truk/<i>trailer</i> berbentuk persegi panjang, datar dan tidak licin.</p> <p><i>Belt conveyor</i> berada di atas permukaan truk pada ketinggian 90 – 120 cm</p> <p><i>Control box</i> berada pada kedua sisi <i>belt conveyor</i></p> <p><i>Bagged cement</i> berukuran 70 x 40 x 15 cm, disusun 4 sak semen tiap baris ditumpuk hingga 7 sak.</p>
Menurunkan <i>Bagged cement</i>	Kaki (ditekuk) 	Kaki ditekuk, sudut > 30°	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adanya perbedaan ketinggian antara <i>belt conveyor</i> dan tempat peletakan sak semen</li> <li>Berat <i>bagged cement</i></li> </ul>	

<i>Task</i>	Bagian tubuh yang berisiko	Faktor risiko	Sumber risiko	Keterangan
Menurun- kan <i>Bagged cement</i>	Kaki (bertumpu pada satu kaki) 	Berdiri dalam waktu yang cukup lama Kaki ditekuk, sudut > 30° Bertumpu pada satu kaki, berulang	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adanya perbedaan ketinggian antara <i>belt conveyor</i> dan tempat peletakan sak semen</li> <li>Berat <i>bagged cement</i></li> </ul>	<p>Kegiatan dilakukan di atas truk/<i>trailer</i> berbentuk persegi panjang, datar dan tidak licin.</p> <p><i>Belt conveyor</i> berada di atas permukaan truk pada ketinggian 90 – 120 cm</p> <p><i>Control box</i> berada pada kedua sisi <i>belt conveyor</i></p> <p><i>Bagged cement</i> berukuran 70 x 40 x 15 cm, disusun 4 sak semen tiap baris ditumpuk hingga 7 sak.</p>

### 5.6.2 Beban



Gambar 5.13 Proses penurunan semen dari *belt conveyor* ke permukaan truk (tidak ada handel)

*Bagged cement* dalam kantong di PT X berbentuk balok dengan ukuran kurang lebih 80 cm x 40 cm x 20 cm dan berat 40 kg dan 50 kg. Salah satu hal yang menjadi faktor risiko dalam material *manual handling bagged cement* ini adalah tidak adanya handel sehingga memerlukan tenaga yang lebih untuk mencengkram (memegang) kantong semen.

### 5.6.3 Gerakan Berulang

Pengisian *bagged cement* ke atas truk, dilakukan oleh 2 orang pekerja yang berada pada sisi kanan dan sisi kiri *belt conveyor*. Pekerjaan pengisian *bagged cement* ke atas truk ini dilakukan dalam posisi berdiri dengan tugas utama yaitu memindahkan *bagged cement* dari atas *belt conveyor* ke permukaan truk/ *trailer*. Adanya perbedaan ketinggian antara bidang kerja dan *belt conveyor* menyebabkan operator harus membungkuk dan menekuk kaki pada saat meletakkan *bagged cement*. Posisi operator yang sejajar menghadap *belt conveyor*, sementara penyusunan *bagged cement* dalam posisi melintang (paralel *belt conveyor*) menyebabkan

pekerja harus berputar untuk meletakkan *bagged cement* pada bidang kerja. Jumlah gerakan berulang untuk setiap *task* adalah sebagai berikut:

Tabel 5.3 Jumlah gerakan berulang proses *loading bagged cement*

No	Task	Postur Janggal	Jumlah Gerakan Berulang
1	Membawa <i>Bagged cement</i>	Lengan atas terangkat	= 180 kali
2		Pinggang (berputar)	= 180 kali
3	Menurun-kan <i>Bagged cement</i>	Pinggang (membungkuk)	= 100 kali
4		Kaki (ditekuk)	= 100 kali
5		Kaki (bertumpu pada satu kaki)	= 75 kali

#### 5.6.4 Durasi

Selama pekerjaan berlangsung, durasi istirahat yang diberikan adalah dari pukul 12.00 hingga pukul 13.00 (ishoma). Namun tetap ada toleransi untuk pekerja istirahat selama 5 – 15 menit secara bergantian. Pengisian *bagged cement* ke atas truk / *trailer* berlangsung selama 20 menit hingga 45 menit sesuai dengan banyaknya *bagged cement* yang akan diisikan.

## BAB 6

### PEMBAHASAN

#### 6.1 Pengaturan Posisi *Belt conveyor*

Peralatan kerja yang digunakan dalam pengisian *bagged cement* ke atas truk ini berupa *belt conveyor*. *Belt conveyor* digunakan untuk mengalirkan *bagged cement* dari *roto packer* hingga sampai di atas permukaan truk. Pada ujung *belt conveyor* ini terdapat landasan yang terbuat dari stainless steel. Permukaan dari landasan ini cukup licin untuk memudahkan pemindahan semen ke permukaan truk/ *trailer*. Selama proses pemuatan *bagged cement*, landasan ini akan berulang kali digores dengan lapisan ini untuk menjaga permukaannya tetap licin.

*Belt conveyor* sebagai satu kesatuan alat terdiri dari *frame* (kerangka struktur), *control box*, *chain hoist*, motor penggerak *belt* dan motor untuk *moveable*, *tail pulley* dan *head pulley* sebagai dudukan *belt*. *Belt conveyor* ini juga dilengkapi dengan alat pengaman yaitu: *safety rope switch* di sisi kanan dan kiri *frame belt conveyor*, tombol *emergency* berwarna merah, lampu penanda sedang beroperasi atau tidak dan bagian-bagian yang Bergeraknya yang terlindungi.

Pengaturan *belt conveyor* dilakukan pada saat awal akan melakukan pemuatan dan selama proses pemuatan *bagged cement* berlangsung dengan sebuah *control box* yang terletak di sisi kiri dan sisi kanan *belt conveyor*. *Control box* dipakai untuk mengatur ketinggian *belt conveyor* dari atas permukaan truk sesuai dengan ketinggian yang dibutuhkan si pekerja. *Control box* terdiri dari satu tombol untuk menghentikan *belt conveyor* pada saat terjadinya keadaan *emergency*, dua tombol untuk start dan stop *belt conveyor*, dua tombol untuk menaikkan / menurunkan posisi *belt conveyor* secara vertikal, dua tombol untuk memajukan/ memundurkan posisi *belt conveyor* secara horizontal. Pada

umumnya ketinggian *belt conveyor* diatur pada ketinggian antara 90 – 120 cm dari atas permukaan.

Pada saat akan memulai pekerjaan ketinggian *belt conveyor* diatur pada 90 cm dari atas permukaan truk/ *trailer* dengan jarak horizontal 70 – 90 cm dari titik pengisian pertama pada truk / *trailer* . Ketinggian ini akan dinaikkan secara bertahap dengan bertambahnya lapisan *bagged cement* yang dimuat hingga ketinggian kurang lebih 120 cm. Setelah pengisian pada baris pertama, *belt conveyor* kemudian dimundurkan dan diturunkan untuk pengisian baris berikutnya. Proses ini dilakukan hingga pengisian pada baris terakhir.

Salah satu yang menjadi kendala dalam pengoperasian *control box* ini adalah, lingkungan kerja yang cukup berdebu menyebabkan *control box* ini juga terpapar debu semen dan terkadang mengakibatkan *control box* tersebut macet. Hal ini dapat diminimalisasi dengan membuat sebuah *control box* yang kedap debu dan dengan membersihkan *control box* tersebut secara rutin. Selain itu untuk mempermudah pengoperasian *control box*, warna tombol untuk *start*, menaikkan *belt conveyor* secara vertikal, dan memajukan belt secara horizontal diseragamkan yaitu berwarna hijau, dan sebaliknya warna tombol untuk stop, menurunkan *belt conveyor* secara vertikal dan memundurkan secara horizontal dibuat berwarna merah. Selain itu pemakaian sarung tangan sedikit mengurangi efektivitas operator dalam pengoperasian *control box*. Untuk itu diperlukan pemilihan sarung tangan yang tepat, selain tidak licin juga fit di jari tangan.

Kemudahan dalam pengaturan *belt conveyor* ini juga dipengaruhi oleh kinerja bagian – bagian *belt conveyor* yang lain. Lingkungan yang berdebu selain mempengaruhi kinerja *control box* juga mempengaruhi kinerja motor penggerak dan motor *moveable*, *tail* dan *head pulley*, dan *chain hoist*. Untuk mengoptimalkan fungsi *control box* ini, diperlukan *control box* ini dibuat dari bahan yang kedap debu, dan adanya perawatan secara rutin terhadap bagian – bagian ini. Pengoptimalisasian fungsi dust collector mulai dari *roto packer* hingga *dust collector* pada setiap *line belt conveyor* juga sangat diperlukan.

## 6.2 Membawa *Bagged cement* (*Carrying*) dari *Belt conveyor*

*Bagged cement* yang turun melalui *belt conveyor* (dengan posisi vertikal kurang lebih 90 cm – 120 cm dari permukaan truk) akan dibawa dan diturunkan untuk disusun di atas permukaan truk. Semua proses perpindahan ini dilakukan secara manual, karena tidak memungkinkan dari segi tempat dan alat untuk dilakukan selain dengan cara manual. Faktor yang mendominasi risiko *cumulative trauma disorders* adalah postur, beban dan frekuensi pengulangan dan dipengaruhi juga oleh ruang kerja dan alat yang digunakan. Faktor lingkungan yang berdebu juga mempengaruhi operator pemuatan pada saat bekerja, pemakaian masker debu menjadi satu kewajiban ketika bekerja di area ini. Untuk aspek kebisingan masih dalam batas yang ditetapkan, dimana nilai terukur adalah 70 dB. Nilai ini masih di bawah nilai ambang batas kebisingan sebesar 85 dB untuk 8 jam kerja.

### 6.2.1 Postur Janggal

Postur tubuh yang mengalami deviasi secara signifikan terhadap posisi normal saat melakukan pekerjaan disebut sebagai postur janggal. Postur janggal akan meningkatkan beban kerja otot sehingga merupakan pemberi kontribusi yang signifikan terhadap CTDs. Selain meningkatkan jumlah tenaga yang dibutuhkan juga menyebabkan transfer tenaga dari otot menuju skeltas sistem tidak efisien. Postur janggal secara bertahap dapat menyebabkan kerusakan otot, ligament, dan *disc* (Anonim, 2004).

Dalam proses membawa semen dari *belt conveyor* ke permukaan truk (terutama posisi paling kiri/ kanan) operator melakukan postur janggal yaitu yang pertama disebabkan karena perbedaan ketinggian landasan *belt conveyor* dengan permukaan truk, operator pada saat akan meraih *bagged cement* akan sering mengangkat bahu dan lengan membentuk sudut untuk menyesuaikan posisi tangan dengan *bagged cement*. Postur seperti ini dapat membuat bahu dan lengan cepat lelah. Postur janggal berikutnya yaitu postur janggal tubuh pada saat membawa *bagged cement* ini tubuh

Universitas Indonesia

operator akan berputar (*twisting*) kurang lebih  $90^{\circ}$  karena posisi semen posisi *bagged cement* pada saat keluar dari *belt conveyor* membentuk sudut  $90^{\circ}$  (melintang) dengan posisi *bagged cement* di permukaan truk / trailer . Postur janggal batang tubuh berputar ini dilakukan sambil membawa beban *bagged cement* sehingga meningkatkan faktor risiko terjadinya CTDs. Postur janggal dilakukan secara berulang-ulang selama proses pemuatan *bagged cement* sesuai dengan jumlah *bagged cement* yang akan dimuat. Upaya yang bisa dilakukan untuk mengurangi faktor risiko postur janggal ini yaitu dengan pengaturan posisi *belt conveyor* yang disesuaikan dengan postur operator agar pada saat meraih *bagged cement* dari landasan *belt conveyor* lengan tidak perlu terangkat. Alat *control box* dalam pekerjaan ini juga perlu dimodifikasi agar kedap debu sehingga pengaturan ketinggian *belt conveyor* tidak terganggu dan disertai dengan adanya perawatan rutin untuk alat-alat karena area kerja yang berdebu. Selain itu pemberian pelatihan *manual handling* yang benar juga diperlukan.

#### 6.2.2 Beban

Selama proses kerja pemuatan *bagged cement* ke atas truk/ trailer , beban yang diangkat yaitu sak semen 40 kg dan 50 kg. *Bagged cement* tersebut dipindahkan dari atas *belt conveyor* ke permukaan truk/ trailer . Faktor yang mempengaruhi pada saat membawa beban *bagged cement* ini antara lain berat beban, tidak adanya pegangan, dimensinya yang cukup besar dan permukaannya yang berdebu dan cukup licin. Pekerjaan mengangkat dan memindahkan beban yang dilakukan secara manual perlu diperhatikan berat bebannya, karena pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus dapat menyebabkan gangguan pada otot rangka terutama pada tulang punggung. Keadaan ini dapat diperparah kalau dilakukan dengan postur janggal seperti membungkuk. NIOSH, 1991, mengeluarkan rekomendasi untuk berat beban yaitu sebesar 23 kg (*maximum recommended weight*). Batas maksimum ini dianggap aman karena berat tersebut belum menimbulkan risiko terjadinya gangguan pada otot rangka.

Universitas Indonesia



Berat beban yang *bagged cement* di area *loading bagged cement* PT X adalah 40 kg dan 50 kg, sudah melebihi batas rekomendasi maximum dari NIOSH. Walaupun lamanya membawa (*carrying*) beban hanya 2 - 3 detik untuk setiap *bagged cement*, namun frekuensinya yang cukup tinggi menyebabkan faktor risikonya semakin besar.

Dimensi *bagged cement* dalam pekerjaan ini adalah panjang 80 cm dan lebar 40 cm. Dalam *Manual handling*, 2004, disebutkan bahwa rekomendasi ukuran maksimum untuk pengangkatan secara manual adalah panjang 75 cm dan lebar 50 cm. Semakin besar ukuran beban akan meningkatkan kecepatan metabolisme tubuh dan menambah tekanan pada spinal tubuh karena posisi pusat gravitasi pada saat pengangkatan menjadi semakin menjauhi tubuh. Upaya – upaya yang bisa dilakukan terkait faktor risiko beban adalah dengan membuat ukuran dan massa *bagged cement* yang lebih kecil. Penggunaan sarung tangan yang fit ke jari-jari tangan dan berbahan karet juga dapat digunakan agar dapat memegang permukaan *bagged cement* yang licin dengan lebih baik. Kebersihan *bagged cement* setelah keluar dari tempat pengisian (*roto packer*) juga harus menjadi perhatian, sangat diperlukan adanya pembersihan dengan isapan udara yang dilengkapi *filter*.

### 6.2.3 Gerakan Berulang

Pekerja pengisian sak semen ke atas truk/ *trailer* di PT X melakukan postur kerja janggal seperti yang telah disampaikan diatas secara berulang sepanjang waktu kerja. Gerakan berulang tersebut dilakukan lebih dari 10 kali per menit sepanjang waktu kerja. Hal ini berisiko terhadap terjadinya CTDs pada pekerja.

Pekerjaan yang dilakukan berulang-ulang dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan risiko terjadinya gangguan otot rangka. *Repetitive work* dapat menyebabkan rasa lelah bahkan nyeri / sakit pada

otot karena adanya akumulasi produk sisa berupa asam laktat pada jaringan. Saat aktifitas *repetitive* dilakukan, terjadi peningkatan kebutuhan suplai darah ke otot yang menyebabkan suplai darah ke tendon dan ligamentum mengalami penurunan. Akibatnya jumlah sel yang mati pada tendon semakin meningkat yang dapat menyebabkan terjadinya reaksi peradangan sebagai reaksi imun tubuh. *Repetitive work* juga dapat menyebabkan peningkatan tekanan pada otot akibatnya bengkak atau pembentukan jaringan parut. Penekanan ini sendiri dapat mengganggu fungsi saraf. Terganggunya fungsi saraf, destruksi serabut saraf, atau kerusakan yang menyebabkan berkurangnya respon saraf dapat menyebabkan kelemahan otot.

Gerakan berulang ini tidak dapat dihindari karena merupakan tuntutan pekerjaan, namun dapat diminimalisasi dengan melakukan istirahat yang cukup bergantian antara satu pekerja dengan pekerja lainnya.

### 6.2.3 Durasi

Selama pekerjaan berlangsung, durasi istirahat yang diberikan adalah dari pukul 12.00 hingga pukul 13.00 untuk yang shift pagi, pukul 06.00 hingga pukul 07.00 WIB untuk shift sore dan pukul 04.00 – 05.00 untuk shift malam. Selain itu untuk setiap 2 kali pengisian truk / *trailer* diadakan penggantian operator pemuatan sehingga ada waktu jeda kurang lebih 5 - 15 menit.

Menurut Tarwaka (2004), pengaturan waktu istirahat dimaksudkan untuk:

1. Mencegah terjadinya kelelahan yang berakibat kepada penurunan kemampuan fisik dan mental serta kehilangan efisiensi kerja.
2. Memberi kesempatan tubuh untuk melakukan pemulihan atau penyegaran.

Universitas Indonesia

### 3. Memberi kesempatan untuk melakukan kontak sosial.

Durasi dan frekuensi dari suatu pekerjaan dapat secara signifikan meningkatkan risiko kecelakaan. Pada saat otot digunakan terus – menerus, otot tidak diberi kesempatan untuk kembali relaks ke panjang awalnya, dan setelah bekerja dalam jangka waktu yang cukup lama, otot akan lebih rentan menjadi lelah ataupun terluka (Anonim, 2004).

## 6.3 Menurunkan *Bagged cement*

*Bagged cement* yang dibawa dari *belt conveyor* kemudian akan diturunkan ke permukaan truk karena adanya perbedaan ketinggian permukaan truk antara 90 – 120 cm. *Bagged cement* ini akan disusun di permukaan truk/ *trailer* menjadi 4 baris dengan 6 – 7 lapis secara vertikal. Faktor yang mendominasi risiko muskuloskleral disorder dalam *task* menurunkan *bagged cement* ke permukaan truk adalah postur, beban, pengulangan dan dipengaruhi oleh ruang kerja ruang kerja dan alat yang digunakan.

### 6.3.1 Postur Janggal

Postur janggal pada *task* menurunkan *bagged cement* yaitu postur tubuh membungkuk dan posisi kaki ditekuk pada saat meletakkan *bagged cement* ke atas permukaan truk / *trailer* karena adanya perbedaan ketinggian landasan *belt conveyor* dan permukaan truk / *trailer* . Selain itu pada saat meletakkan *bagged cement* ke posisi paling pinggir kanan atau kiri, kaki operator hanya bertumpu pada satu kaki saja. Menurunkan beban dengan postur membungkuk akan memberikan tekanan besar pada tulang belakang secara tidak merata, yaitu lebih berat pada bagian anterior. Ketika punggung membungkuk, beban yang mengenai diskus invertebrate selain berat juga asimetris, pada posisi tersebut bagian depan lebih berat dibandingkan dengan bagian belakang. Beban akan mengenai cincin serabut (*annulus fibrous*) dan ini dapat dianggap sebagai faktor penyebab

Universitas Indonesia

ausnya diskus. Membungkukkan badan sambil tetap menjaga agar lutut tetap lurus akan lebih meningkatkan tekanan pada diskus lumbalis daripada dengan menjaga agar punggung tetap lurus dan menekukkan kaki. Pengangkatan barang dengan punggung membungkuk menyebabkan peningkatan tekanan dalam diskus secara mendadak dan cepat, dapat merusak cincin serabut. Selain itu cairan dalam diskus (*nucleus pulposus*) cenderung akan muncrat ke bagian yang kurang mendapat tekanan. Pada tulang belakang kebocoran (keluarnya) cairan diskus akan menekan sumsum tulang belakang. Untuk itu pada saat melakukan aktivitas mengangkat yang baik harus memenuhi prinsip kinetis yaitu beban diusahakan pada otot tungkai yang kuat dan sebanyak mungkin otot tulang belakang yang lemah dibebaskan dari pembebanan dan memanfaatkan momentum gerak pada badan. Berdasarkan beberapa alasan di atas maka dianjurkan agar punggung tetap tegak. Mengangkat beban dengan postur membungkuk akan memberikan tekanan besar pada tulang belakang secara tidak merata yaitu lebih berat pada bagian anterior sehingga terjadi ketegangan otot. Tegangan otot ini akan menyebabkan kompresi terutama pada lumbar 4 – 5 dan sacrum 1. Penekanan ini akan menyebabkan sakit yang biasa disebut gejala disk herniation.

### 6.3.2 Beban

Selama proses kerja pemuatan *bagged cement* ke atas truk/ trailer, beban yang diangkat yaitu sak semen 40 kg dan 50 kg. Sak semen tersebut dipindahkan dari atas *belt coveyor* ke permukaan truk/ trailer. Adanya beban pada saat menurunkan *bagged cement* dengan postur janggal menambah faktor risiko terjadinya CTDs. Hal ini juga ditambah dengan tidak adanya pengangan pada *bagged cement* dan permukaannya yang berdebu dan cukup licin. Kebersihan permukaan *bagged cement* dan penggunaan sarung tangan yang sesuai sangat diperlukan. Salah satu

alternatif yaitu dengan merubah sarung tangan kain menjadi sarung tangan yang berlapis bahan karet.

### 6.3.3 Gerakan Berulang

Pekerja pengisian sak semen ke atas truk/ *trailer* di PT X melakukan postur kerja janggal seperti yang telah disampaikan diatas secara berulang sepanjang waktu kerja. Gerakan berulang tersebut dilakukan lebih dari rata-rata 5 kali per menit untuk setiap 1 proses pemuatan *bagged cement* ke atas truk. Hal ini berisiko terhadap terjadinya CTDs pada pekerja. Gerakan berulang ini tidak dapat dihindari karena merupakan tuntutan pekerjaan, namun dapat diminimalisasi dengan melakukan istirahat yang cukup bergantian antara satu pekerja dengan pekerja lainnya.

Pekerjaan yang dilakukan berulang-ulang dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan risiko terjadinya gangguan otot rangka. *Repetitive work* dapat menyebabkan rasa lelah bahkan nyeri / sakit pada otot karena adanya akumulasi produk sisa berupa asam laktat pada jaringan. Saat aktifitas *repetitive* dilakukan, terjadi peningkatan kebutuhan suplai darah ke otot yang menyebabkan suplai darah ke tendon dan ligamentum mengalami penurunan. Akibatnya jumlah sel yang mati pada tendon semakin meningkat yang dapat menyebabkan terjadinya reaksi peradangan sebagai reaksi imun tubuh. *Repetitive work* juga dapat menyebabkan peningkatan tekanan pada otot akibatnya bengkak atau pembentukan jaringan parut. Penekanan ini sendiri dapat mengganggu fungsi saraf. Terganggunya fungsi saraf, destruksi serabut saraf, atau kerusakan yang menyebabkan berkurangnya respon saraf dapat menyebabkan kelemahan otot.

#### 6.3.4 Durasi

Selama pekerjaan berlangsung, durasi istirahat yang diberikan adalah dari pukul 12.00 hingga pukul 13.00 untuk yang shift pagi, pukul 06.00 hingga pukul 07.00 WIB untuk shift sore dan pukul 04.00 – 05.00 untuk shift malam. Selain itu untuk setiap 2 kali pengisian truk / trailer diadakan penggantian operator pemuatan sehingga ada waktu jeda kurang lebih 5 - 15 menit.

Menurut Tarwaka (2004), pengaturan waktu istirahat dimaksudkan untuk:

1. Mencegah terjadinya kelelahan yang berakibat kepada penurunan kemampuan fisik dan mental serta kehilangan efisiensi kerja.
2. Memberi kesempatan tubuh untuk melakukan pemulihan atau penyegaran.
3. Memberi kesempatan untuk melakukan kontak sosial.

Jika faktor risiko ini berkombinasi dengan faktor risiko gerakan berulang, maka durasi juga akan berisiko terhadap terjadinya CTDs karena gerakan berulang yang dilakukan lebih dari 4 kali per menit selama hampir 1 jam dapat menyebabkan kelelahan pada otot.

## BAB 7

### KESIMPULAN DAN HASIL

#### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti melalui penilaian postur, observasi, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

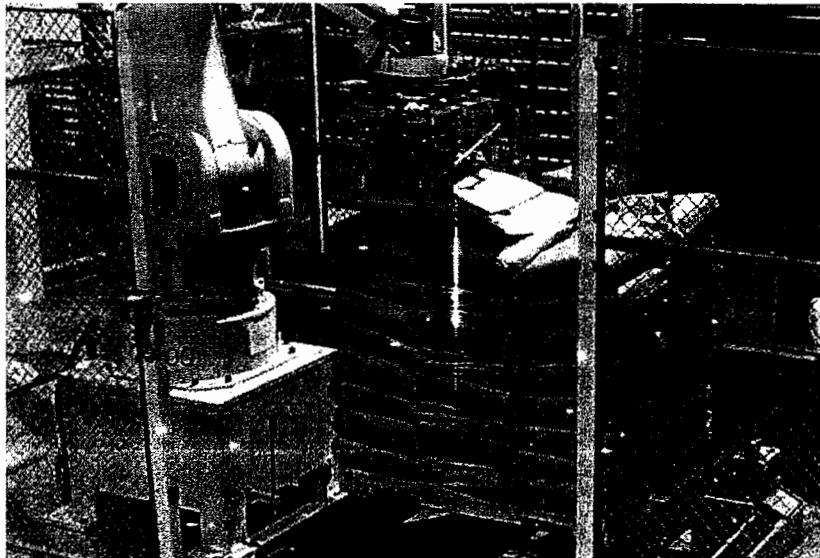
1. Faktor risiko yang menjadi penyebab CTDs adalah postur janggal, beban, frekuensi. Postur janggal menjadi lebih berisiko terhadap timbulnya CTDs karena terjadi secara bersamaan dalam satu tahapan kejadian yaitu kombinasi antara membungkuk disertai mengangkat beban dibarengi dengan *twisting* dan *bending* dengan frekuensi dengan frekuensi yang sering durasi yang lama.
2. *Task* dengan faktor risiko ergonomi pada pekerjaan *loading bagged cement* ini yaitu: membawa *bagged cement* dan menurunkan *bagged cement*.

#### 7.2 Saran

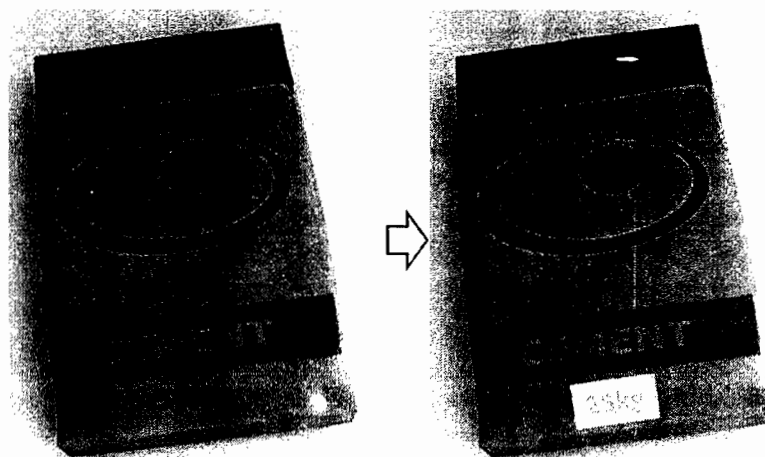
Melalui survei keluhan dan identifikasi faktor risiko pada penelitian ini, telah dibuktikan bahwa tingkat risiko ergonomi yang berkontribusi terhadap kejadian CTDs, khususnya yang mempengaruhi leher, bahu dan punggung memerlukan perhatian lebih. Oleh karena itu, saran yang dapat diberikan guna menurunkan tingkat risiko CTDs tersebut adalah sebagai berikut:

## 1. Eleminasi

- a. Risiko ergonomik pada aktivitas *manual handling* pemuatan *bagged cement* ini cukup tinggi, penggantian tenaga manusia dengan sistem otomatis dengan mesin merupakan salah satu alternatif.



- b. Salah satu faktor risiko ergonomic adalah beban, dalam industry semen, beban *bagged cement* adalah 50 kg sedangkan yang masih dalam batas aman pengangkatan dalam NIOSH adalah 23 kg. Untuk mengurangi faktor risiko ini dapat dilakukan dengan mengecilkan beban yaitu merubah beban *bagged cement* menjadi lebih kecil.



Universitas Indonesia



## 2. *Engineering Control*

Ketinggian *belt conveyor* dari permukaan truk / *trailer* merupakan salah satu sumber terjadinya bahaya ergonomi. Untuk pengaturan ketinggian *belt conveyor* ini diperlukan *control box* yang dapat mengatur ketinggian *belt conveyor* dengan baik. Sehubungan dengan lingkungan yang berdebu, alat ini harus dirancang agar kedap debu dan dapat diatur agar untuk setiap kali penekanan tombol, perubahan naik / turunnya *belt conveyor* terjaga.

## 3. *Administrative Control*

1. Melakukan penjadwalan untuk kegiatan pembersihan area kerja (*cleaning day*) setiap hari. Dan juga pembersihan dan perawatan mesin yang teratur
2. Melakukan promosi untuk mengenali faktor risiko ergonomi di PT.X dan hal-hal yang perlu dilakukan untuk meminimalkan risikonya.

## Saran Tambahan

Debu merupakan salah satu faktor lingkungan yang dominan di area pemuatan dan area *pack house* semen PT X, untuk perlu pengkajian lebih lanjut mengenai dampak debu di area tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2004, *Manual Handling Resources*, <http://www.workcover.nsw.gov.au>.
- Anonim, 2005, *Health and Safety Authority, Guidance on the management of Manual handling in the Work Place*, [http://www.hsa.ie/eng/Publications\\_and\\_Forms/Publications/Retail/Management\\_Manual\\_Hanlding.pdf](http://www.hsa.ie/eng/Publications_and_Forms/Publications/Retail/Management_Manual_Hanlding.pdf)
- Anonim, 2008, *Manual Material Handling*, <http://www.iapa.ca/pdf/manmat.pdf>
- Bridger, R.S. *Introduction to Ergonomics*. International editions. Singapore, McGraw-Hill Book Co., 1995.
- Humantech, *Applied Ergonomics Training Manual*, Humantech, 2<sup>nd</sup> edition, Humantech Inc., 1995.
- ILO (*International Labour Office*). *Work Organization and Ergonomics*, Geneva, 1998.
- Kirwan, B., and L. K. Ainsworth. *A Guide to Task Analysis*. Taylor & Francis Inc., 1992, 417 pp
- McAtamney, L. and Corlett, E.N. 1993, *RULA: a Survey method for the investigation of work related upper limb disorders*, *Appl. Ergonomics*, 24, 91 – 99.
- McAtamney, Lynn and Sue Hignet. 2005. *Rapid Entire Body Assesment*. CRC Press
- Nurmanto, Eko. *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Prima Printing, Surabaya, 2004.
- Pheasant, Stephen, PhD, *Ergonomics, Work and Health*, Aspen Publisher, Inc. Gaithersburg, Maryland, 1991.
- Phesaant, Stephen, PhD, *Bodyspace : Anthropometry, Ergonomics, and the Design of Work*, Taylor & Francis Routledge, 1999.
- Pulat, Babur Mustafa, *Industrial Ergonomics, Case Study*, New York, McGraw Hill Book Co., 1995.

- Satrya, Chandra.2006. *Ergonomi (Materi Kuliah yang tidak dipublikasikan)*. Depok, FKM Universitas Indonesia.
- Stanton, Neville, et al. 2005. *Handbook of Human Factors and Ergonomic Methods*. USA: CRC Press.
- Sunarsip, 2010, Situasi industry semen nasional dan antisipasinya, <http://www.iei.or.id/publicationfiles/Situasi%20Industri%20Semen%20Nasional%20dan%20Antisipasinya.pdf>
- Trimuryo, 2011, <http://industri.kontan.co.id/v2/read/industri/56785/Produksi-semen-diprediksi-44-juta-ton-di-2011>.
- Vi, Peter. CTDs. *What are the causes and controls in construction?*, <http://www.csa.org/uploadfiles/magazine/vol11no3/musculo.htm>
- <http://www.groundwork.org.za/Cement/tf3-health.pdf> (*cement sustainability initiative*, December 2004)
- <http://www.workcover.nsw.gov.au/formspublications/publications/Pages/manualhandlingriskguide.aspx>