



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PERANCANGAN POSISI KERAN PENGAMBILAN SAMPEL  
YANG ERGONOMIS DI PT. PUPUK SRIWIDJAJA  
MENGUNAKAN METODE *POSTURE EVALUATION INDEX*  
DALAM *VIRTUAL HUMAN MODELING***

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik**

**DIMAS PRABOWO  
0906611274**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
DEPOK  
DESEMBER 2011**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

**Nama : Dimas Prabowo**

**NPM : 0906611274**

**Tanda Tangan :** 

**Tanggal : 24 Januari 2012**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Dimas Prabowo

NPM : 0906611274

Program Studi : Teknik Industri

Judul Skripsi : Perancangan Posisi Keran Pengambilan Sampel Yang Ergonomis di PT. Pupuk Sriwidjaja Menggunakan *Posture Evaluation Index* Dalam *Virtual Human Modeling*

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

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Boy Nurtjahyo, MMSiE.

Penguji : Ir. Erlinda Muslim, MEE.

Penguji : Ir, Isti Surjandari MS, Ph,D

Penguji : Arian Dhini, S.T, M.T.

Penguji : Maya Arlini, S.T, M.T, MBA.



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 24 Januari 2012

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan pemilik semesta alam dan penguasa atas segalanya yang telah memberikan rahmat dan hidayah-NYA dan junjungan Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi berjudul “Perancangan Posisi Keran Pengambilan Sampel Yang Ergonomis di PT. Pupuk Sriwidjaja Menggunakan *Posture Evaluation Index* Dalam *Virtual Human Modeling*” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

Dalam menyelesaikan Skripsi ini penulis mendapat banyak bantuan, bimbingan dan dorongan dari semua pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Ir. Boy Nurtjahyo, MMSiE selaku Dosen Pembimbing atas dukungan, masukan, motivasi dan bimbingannya dalam penyelesaian skripsi.
2. Alm.Bapak di surga, Ibu, Saudara dan Saudariku dirumah yang selalu memberikan curahan kasih sayang, inspirasi hidup, bantuan dan do'a yang tulus.
3. Pihak perusahaan PT. Pupuk Sriwidjaja, khususnya Bapak Pebrianto Harnawan yang telah memberikan data dan informasi dalam penulisan skripsi ini.
4. Seluruh staf pengajar dan karyawan dan karyawan di Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
5. Teman-teman dan sahabat yang selalu memberikan dukungan, dorongan dan semangat.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini tidak lepas dari kekurangan, maka kritik dan saran sangat penulis harapkan, semoga sebuah karya ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Depok, 24 Januari 2012

Dimas Prabowo

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

---

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

Nama : Dimas Prabowo

NPM : 0906611274

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

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

**Perancangan Posisi Keran Pengambilan Sampel Yang Ergonomis di PT.  
Pupuk Sriwidjaja Menggunakan *Posture Evaluation Index* Dalam *Virtual Human Modeling***

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), 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 : 24 Januari 2012

Yang menyatakan



( Dimas Prabowo)

## ABSTRAK

Nama : Dimas Prabowo  
Program Studi : Teknik Industri  
Judul : Perancangan Posisi Keran Pengambilan Sampel Yang Ergonomis di PT. Pupuk Sriwidjaja Menggunakan *Posture Evaluation Index* dalam *Virtual Human Modeling*

Penelitian ini menganalisis aspek ergonomis keran pengambilan sampel di PT. Pupuk Sriwidjaja dalam lingkungan virtual. Pengambilan data gerakan dilakukan dengan *Vicon Nexus 1.5.1* dan proses analisis dilakukan dengan *Jack 6.1*. Metode pendekatan yang digunakan adalah *Posture Evaluation Index* (PEI) yang mengintegrasikan analisis dari tiga metode : *Low Back analysis*, *Ovako Working Posture Analysis System* dan *Rapid Upper Limb Assessment*. Tujuannya adalah mengevaluasi desain aktual keran pengambilan sampel dan menentukan konfigurasi desain yang paling ergonomis ditinjau dari posisi ketinggian dan jarak keran sampel. Dihasilkan 3 konfigurasi yang akan dianalisis dan dipilih konfigurasi optimal. Hasil penelitian menyarankan desain konfigurasi yang meletakkan posisi keran pada ketinggian 1,3 m dari dasar lantai dan 40 cm jarak keran sampel dengan pelaku kerja yang memiliki nilai index PEI terendah

Kata kunci:

Ergonomi, Lingkungan Virtual, Data Gerakan, *Posture Evaluation Index*, Konfigurasi Optimal.

## ABSTRACT

Name : Dimas Prabowo  
Study Program : Industrial Engineering  
Title : Designing The Ergonomic Position of Sampling Valve in PT. Pupuk Sriwidjaja Using Posture Evaluation Index in Virtual Human Modeling.

This study is analyzing the ergonomic aspect of sampling valve in PT. Pupuk Sriwidjaja through virtual environment. Motion capture process using Vicon Nexus 1.5.1 and analyzing process using Jack 6.1. Posture Evaluation Index (PEI) is the method that integrates the result of these three methods : Lower Back Analysis, Ovako Working Posture Analysis System and Rapid Upper Limb Assessment. The objective is to evaluate the sampling valve actual design and determine the most ergonomic configurations that concerns to the height and the distance of sampling valve. It generating 3 configurations that will be analyze and to be selected as the most optimal configuration. The result of this study suggest the configuration design that putting the sampling valve in the 1,3 m of height from the floor and 40 cm of distance from the man, the configuration has the smallest index value of PEI.

Key words:

Ergonomic, Virtual Environment, Motion Data, Posture Evaluation index, Optimal Configuration.

# DAFTAR ISI

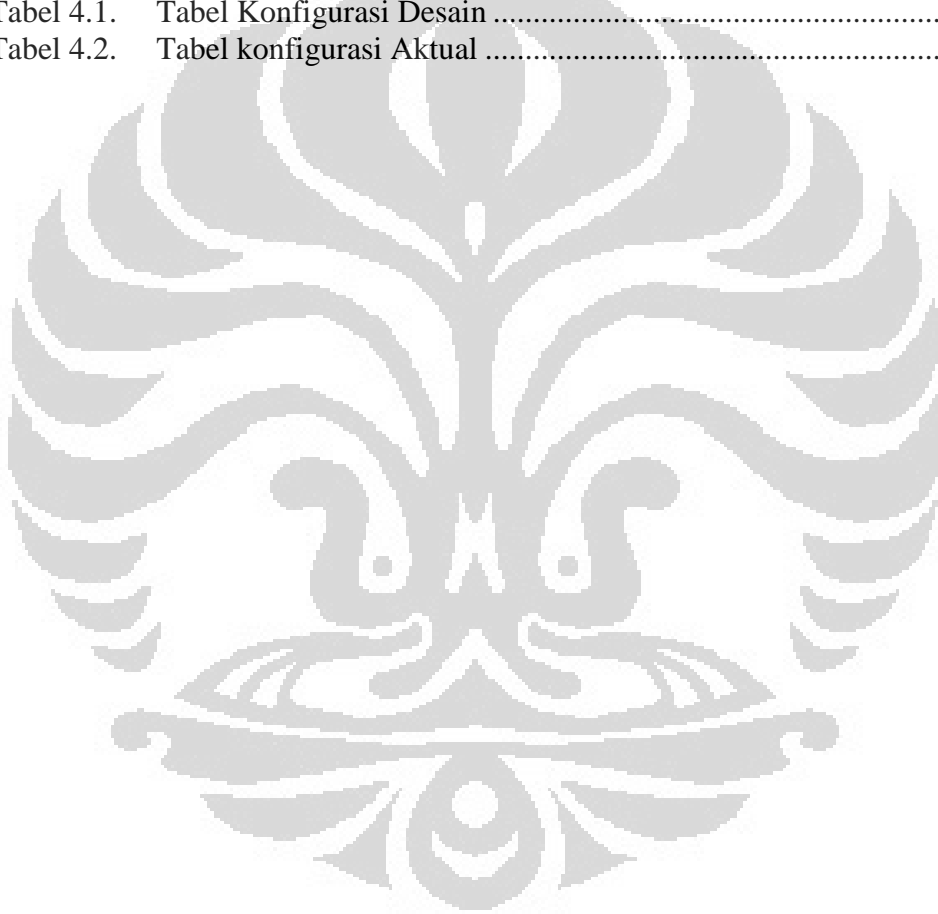
	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Diagram Keterkaitan Masalah .....	4
1.3. Rumusan Masalah .....	5
1.4. Tujuan Penelitian .....	6
1.5. Batasan Masalah .....	6
1.6. Metodologi Penelitian .....	7
1.7. Sistematika Penulisan .....	10
<b>2. DASAR TEORI</b> .....	12
2.1. Ergonomi .....	12
2.2. Antropometri .....	14
2.3. <i>Musculoskeletal Disorders</i> .....	19
2.4. <i>SoftwareJack 6.1</i> .....	23
2.4.1 <i>Static Strength Prediction</i> .....	27
2.4.2 <i>Low Back Analysis</i> .....	29
2.4.3 <i>Ovako Working Posture Analysis</i> .....	31
2.4.4 <i>Rapid Upper Limb Assessment</i> .....	34
2.5. <i>Posture Evaluation Index</i> .....	37
2.6. <i>Vicon Nexus 1.5.1</i> .....	42
<b>3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA</b> .....	45
3.1. Tinjauan Umum PT. PUSRI .....	45
3.1.1 Sejarah Dan Perkembangan Perusahaan .....	45
3.1.2 Visi Dan Misi Perusahaan .....	48
3.2. Pengumpulan Data .....	49
3.2.1 Identifikasi Permasalahan Pekerja .....	49
3.2.2 Data Antropometri .....	51
3.3. Persiapan <i>Vicon Nexus 1.5.1</i> .....	52
3.3.1 Proses Kalibrasi .....	53
3.3.2 Pemasangan <i>Marker</i> Dan Proses <i>Labelling</i> Pada Model (Manusia).....	56
3.3.3 Pembuatan <i>Pipeline</i> .....	60
3.4. Proses <i>Motion Capture</i> .....	61
3.5. Pengolahan Data .....	61



3.5.1 Pengkoneksian <i>Vicon Nexus 1.5.1. Dan Jack 6.1</i> .....	62
3.5.2 Pembuatan Manekin ( <i>Virtual Human</i> ) .....	63
3.5.3 Pengkoneksian Manekin Dan Data <i>Motion Capture</i> .....	63
3.5.4 Menjalankan Simulasi Dan Hasil Analisa Dari Manekin .....	64
3.5.5 Perhitungan <i>Posture Evaluation Index</i> Kondisi Aktual .....	71
3.5.6 Verifikasi Dan Validasi Model .....	72
<b>4. ANALISIS</b> .....	<b>73</b>
4.1. Data Analisis Kondisi Aktual .....	74
4.1.1 Analisis SSP Kondisi Aktual .....	76
4.1.2 Analisis LBA Kondisi Aktual .....	78
4.1.3 Analisis OWAS Kondisi Aktual .....	80
4.1.4 Analisis RULA Kondisi Aktual .....	81
4.2. Analisis Konfigurasi 1 .....	82
4.2.1 Analisis Konfigurasi 1 Persentil 5% .....	82
4.2.2 Analisis Konfigurasi 1 Persentil 50% .....	83
4.2.3 Analisis Konfigurasi 1 Persentil 95% .....	84
4.3. Analisis Konfigurasi 2 .....	84
4.3.1 Analisis Konfigurasi 2 Persentil 5% .....	85
4.3.2 Analisis Konfigurasi 2 Persentil 50% .....	85
4.3.3 Analisis Konfigurasi 2 Persentil 95% .....	86
4.4. Analisis Konfigurasi 3 .....	86
4.4.1 Analisis Konfigurasi 3 Persentil 5% .....	87
4.4.2 Analisis Konfigurasi 3 Persentil 50% .....	87
4.4.3 Analisis Konfigurasi 3 Persentil 95% .....	88
4.5. Analisis <i>Posture Evaluation Index</i> .....	89
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>91</b>
5.1. Kesimpulan .....	91
5.2. Saran .....	92
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>94</b>

## DAFTAR TABEL

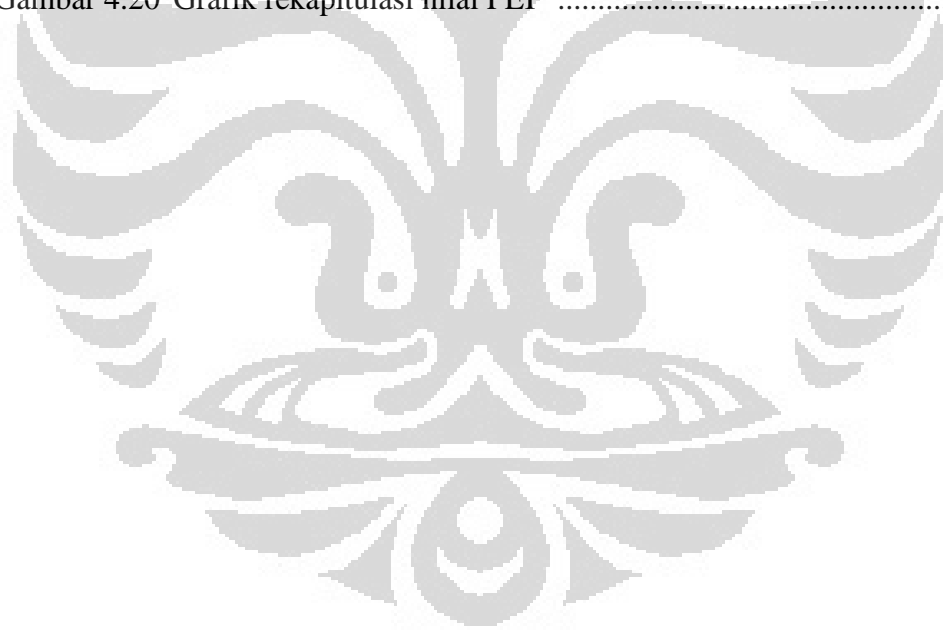
<b>Tabel</b>		<b>Halaman</b>
Tabel 2.1.	US Civilian Body Dimension in cm of Relevance for Workplace Desain .....	15
Tabel 2.2.	Key Elements of Armstrong .....	21
Tabel 2.3.	Titik-Titik <i>Marker</i> Pada Model Gerak.....	43
Tabel 3.1.	Data Antropometri Pelaku Kerja.....	52
Tabel 3.2.	Data Persentil Antropometri Pelaku Kerja .....	53
Tabel 3.3.	Titik Pemasangan <i>Marker</i> Pada <i>Jack 6.1</i> .....	57
Tabel 4.1.	Tabel Konfigurasi Desain .....	73
Tabel 4.2.	Tabel konfigurasi Aktual .....	75

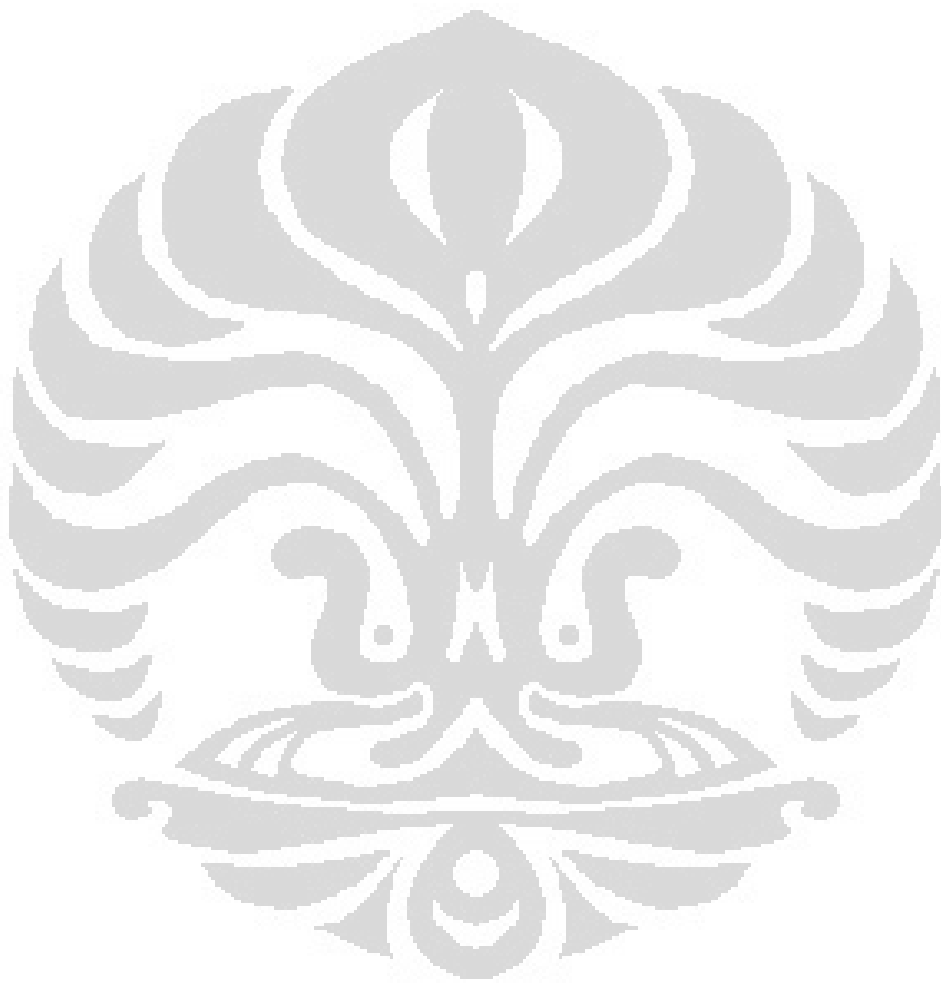


## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>		<b>Halaman</b>
Gambar 1.1	Diagram Keterkaitan Masalah .....	5
Gambar 1.2	Diagram Alir Metodologi Penelitian .....	9
Gambar 2.1	Ilustrasi Pengukuran Antropometri Berdasarkan Tabel 2.1 .....	16
Gambar 2.2	Penampakan Awal <i>Software Jack 6.1</i> .....	22
Gambar 2.3	Ilustrasi <i>Virtual Environment</i> .....	25
Gambar 2.4	Ilustrasi Model Manusia .....	26
Gambar 2.5	Biomekanika Tubuh .....	29
Gambar 2.6	<i>Output SSP Analisis Jack TAT</i> .....	29
Gambar 2.7	<i>Output LBA Analisis Jack TAT</i> .....	30
Gambar 2.8	<i>Output OWAS Analisis Jack TAT</i> .....	34
Gambar 2.9	Diagram Tuntunan Penaksiran <i>Joint Angel dan Loadings</i> .....	36
Gambar 2.10	<i>Output RULA analisis Jack TAT</i> .....	38
Gambar 2.11	Diagram alir metode PEI .....	39
Gambar 2.12	Konfigurasi <i>setting vicon nexus 1.5.1</i> .....	43
Gambar 3.1	Peta Lokasi Pabrik, Unit Pengantongan Dan Wilayah Kerja Pupuk Bersubsidi .....	48
Gambar 3.2	Kondisi Aktual Proses Pengambilan Sampel .....	51
Gambar 3.3	Tampilan <i>Vicon Nexus 1.5.1</i> .....	54
Gambar 3.4	Tampilan <i>Tab Kalibrasi</i> .....	55
Gambar 3.5	<i>Wand Dan L-Frame</i> .....	55
Gambar 3.6	Kalibrasi Menggunakan Tongkat <i>Wand</i> .....	56
Gambar 3.7	Tampilan Kalibrasi <i>Wand</i> Pada Semua Kamera MX .....	56
Gambar 3.8	Peletakan <i>L=Frame</i> Pada Proses Kalibrasi .....	57
Gambar 3.9	Tampilan Sebelum Dan Sesudah <i>Set Volume Origin</i> .....	57
Gambar 3.10	Ilustrasi Pemasangan <i>Marker</i> Pada Model .....	60
Gambar 3.11	Ilustrasi Posisi <i>T-Pose</i> .....	60
Gambar 3.12	Ilustrasi Proses <i>Labelling</i> .....	61
Gambar 3.13	Ilustrasi Proses <i>Pipeline</i> .....	62
Gambar 3.14	Ilustrasi Tahapan Awal Koneksi Dengan <i>Vicon Nexus 1.5.1</i> .....	63
Gambar 3.15	Ilustrasi Koneksi <i>Jack 6.1</i> Dengan <i>Vicon Nexus 1.5.1</i> .....	64
Gambar 3.16	Ilustrasi Manekin Pada <i>Jack 6.1</i> .....	64
Gambar 3.17	Ilustrasi manekin melakukan <i>motion</i> .....	65
Gambar 3.18	Nilai SSP kondisi aktual persentil 5% .....	66
Gambar 3.19	Nilai RULA kondisi aktual persentil 5% .....	66
Gambar 3.20	Nilai LBA kondisi aktual persentil 5% .....	67
Gambar 3.21	Nilai OWAS kondisi aktual persentil 5% .....	67
Gambar 3.22	Nilai SSP kondisi aktual persentil 50% .....	67
Gambar 3.23	Nilai RULA kondisi aktual persentil 50% .....	68
Gambar 3.24	Nilai LBA kondisi aktual persentil 50% .....	68
Gambar 3.25	Nilai OWAS kondisi aktual persentil 50% .....	68
Gambar 3.26	Nilai SSP kondisi aktual persentil 95% .....	69
Gambar 3.27	Nilai RULA kondisi aktual persentil 95% .....	69
Gambar 3.28	Nilai LBA kondisi aktual persentil 95% .....	70

Gambar 3.29	Nilai OWAS kondisi aktual persentil 95%	70
Gambar 4.1	Ilustrasi desain kondisi aktual	74
Gambar 4.2	Analisis SSP kondisi aktual persentil 95%	75
Gambar 4.3	Analisis SSP kondisi aktual persentil 5%	76
Gambar 4.4	Analisis SSP kondisi aktual persentil 50%	77
Gambar 4.5	Analisis SSP kondisi aktual persentil 95%	77
Gambar 4.6	Analisis LBA kondisi aktual persentil 5%	78
Gambar 4.7	Analisis LBA kondisi aktual persentil 50%	79
Gambar 4.8	Analisis LBA kondisi aktual persentil 95%	79
Gambar 4.9	Analisis OWAS kondisi aktual persentil 5%, 50% dan 95%	80
Gambar 4.10	Analisis RULA kondisi aktual persentil 5%, 50% dan 95%	81
Gambar 4.11	Ilustrasi konfigurasi 1 persentil 5%	82
Gambar 4.12	Ilustrasi konfigurasi 1 persentil 50%	83
Gambar 4.13	Ilustrasi konfigurasi 1 persentil 95%	83
Gambar 4.14	Ilustrasi konfigurasi 2 persentil 5%	84
Gambar 4.15	Ilustrasi konfigurasi 2 persentil 50%	85
Gambar 4.16	Ilustrasi konfigurasi 2 persentil 95%	85
Gambar 4.17	Ilustrasi konfigurasi 3 persentil 5%	86
Gambar 4.18	Ilustrasi konfigurasi 3 persentil 50%	87
Gambar 4.19	Ilustrasi konfigurasi 3 persentil 95%	88
Gambar 4.20	Grafik rekapitulasi nilai PEI	89





# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Pada masa sekarang ini persaingan di dunia industri sangatlah kompetitif, sehingga diperlukan suatu usaha yang lebih dari masing-masing industri tersebut guna memenangkan persaingan diantaranya. Untuk memenangkan persaingan, suatu industri bisa memulai dari hal-hal kecil sampai hal-hal besar yang mendetail. Tidak terkecuali keergonomisan dari area kerja si karyawan termasuk lingkungannya. Ergonomika atau ergonomi adalah ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dengan elemen-elemen lain dalam suatu sistem, serta profesi yang mempraktekkan teori, prinsip, data, dan metode dalam perancangan untuk mengoptimalkan sistem agar sesuai dengan kebutuhan, kelemahan, dan keterampilan manusia. Ergonomi berasal dari dua kata bahasa Yunani: *ergon* dan *nomos*: *ergon* berarti kerja, dan *nomos* berarti aturan, kaidah, atau prinsip. Pendapat lain diungkapkan oleh Sutalaksana (1979): ergonomi adalah ilmu atau kaidah yang mempelajari manusia sebagai komponen dari suatu sistem kerja mencakup karakteristik fisik maupun nirfisik, keterbatasan manusia, dan kemampuannya dalam rangka merancang suatu sistem yang efektif, aman, sehat, nyaman, dan efisien. Dan menurut Hancock (1997) ergonomis adalah suatu cabang dari ilmu pengetahuan yang berupaya untuk mengubah pertentangan hubungan manusia dan mesin menjadi hubungan yang bersinergi diantaranya.

PT.PUPUK SRIWIDJAJA merupakan pabrik pupuk urea pertama di Indonesia yang didirikan pada tahun 1959 dan hingga kini PT.PUSRI masih menjadi andalan pemerintah dalam mensuplai kebutuhan pupuk. Dengan status Negara Indonesia sebagai negara yang agraris maka keberadaan PT. PUSRI sangat mendukung kemakmuran. Didalam setiap industri sangatlah penting bagi suatu perusahaan dalam menjaga kualitas produknya termasuk PT.PUSRI, salah satu cara untuk menjaga kualitas tersebut dengan

mambangun divisi laboratorium kontrol produksi. Dimana laboratorium kontrol produksi ini bertugas dalam memonitor dan memastikan tepatnya kandungan dari produk yang sedang diproduksi, karena laju produksi berjalan dengan sistem kerja 3 shift maka divisi ini juga berjalan dengan sistem kerja 3 shift guna mengikuti laju produksi yang harus tetap terkontrol. Di setiap shift laboratorium kontrol produksi mengambil sampel ,yang berupa cairan, setiap 4 jam sekali sehingga di setiap shift pegawai yang sedang bertugas mengambil sampel, di divisi ini harus mengambil sampel produk sebanyak 2 kali pengambilan di setiap keran pengambilan sampel namun diselingi waktu selama 4 jam. Tidak hanya di satu tempat seorang pelaku kerja mengambil sampel, namun pengambilan sampel terjadi di banyak titik keran pengambilan sampel. Untuk pabrik pusri II yang menjadi tempat penelitian, terdapat 12 keran pengambilan sampel cair, jadi dalam satu shift pelaku kerja mengambil sampel sebanyak 24 kali. Dalam pengambilan sampel, seorang pelaku kerja harus menjongkokkan tubuhnya, hal ini dikarenakan keran pengambilan sampel terletak di bawah, sehingga pelaku kerja harus melakukan kegiatan berdiri dan jongkok berulang-ulang. Ketika pada posisi jongkok pun pelaku kerja harus menunggu beberapa saat karena bejana yang digunakan untuk menampung sampel harus dibilas dulu menggunakan cairan sampel dengan tujuan memurnikan bejana dari material selain sampel kemudian mengisi bejana sampel tersebut sampai terisi penuh.

Dalam pengambilan sampel, pelaku kerja melakukan gerakan jongkok dan berdiri selama berulang-ulang tanpa ada peraturan maupun ketentuan khusus dalam melakukan gerakan tersebut, atau dengan kata lain gerakan yang dilakukan pelaku kerja tidaklah baku. Dan karena itu besar resiko bagi pelaku kerja untuk mengalami cedera atau *fatigue*, selain itu penataan kembali keran pengambilan sampel yang ergonomis akan dapat meningkatkan efisiensi kerja, keergonomisan keran pengambilan sampel akan dapat memudahkan pelaku kerja dalam melaksanakan tugasnya, waktu yang dibutuhkan pun akan semakin cepat, dan jika sampel berposisi cukup dekat dengan indera penglihatan dan pembauan maka jika terjadi sesuatu yang salah terhadap kualitas sampel pun pelaku kerja dapat dengan cepat bertindak untuk

segera melakukan penanganan. Berdasarkan hasil kuesioner yang disebar dengan kondisi aktual sekarang ini terdapat keluhan dari pelaku kerja.

Dengan menata ulang keran pengambilan sampel diharapkan lancarnya produksi akan tetap terjaga dan lebih efisien, resiko cedera dan fatigue yang diterima pelaku kerja pun akan menyusut. Dimana gerakan fisik yang diulang-ulang (*repetitive action*) namun diluar atau tidak mengacu pada prinsip-prinsip ergonomi akan sangat rentan terkena fatigue atau cedera tadi, yang lebih dikenal dengan WMSD (*Work-related Musculoskeletal Disorder*). Cedera ini berhubungan dengan beberapa bagian tubuh yang penting seperti otot, tendon ligamen, sendi dan tulang belakang manusia, mengingat tulang belakang merupakan pusat syaraf manusia maka cedera ini pun dapat mempengaruhi gangguan syaraf. Penyebab cedera ini tidak hanya pergerakan postur tubuh yang tidak baik namun juga dapat terpicu karena kegiatan yang membutuhkan tenaga berlebihan dan durasi kerja yang panjang. Karena itu diharapkan tata ulang keran pengambilan sampel yang ergonomis ini akan menguntungkan kedua belah pihak, bagi pegawai (pelaku kerja) dan perusahaan (PT.PUSRI), disebutkan bahwa tata letak lingkungan pekerjaan yang baik akan membawa suasana dan kondisi yang nyaman baik secara psikologis maupun kebutuhan pribadi pelaku kerja. Dan dalam hal ini didapatkan fakta bahwa pada desain keran pengambilan sampel saat ini mendapatkan sejumlah keluhan langsung dari pelaku kerja yang bersangkutan bahwa sejumlah pelaku kerja atau sebesar 11 – 22 % yang menyatakan sering sekali merasa tidak nyaman atau sakit dan merasa sangat terganggu saat melakukan aktivitas pengambilan sampel terutama pada bagian lengan bawah, lengan atas, punggung bawah, jari tangan, pergelangan tangan, paha, leher dan lutut.

Dalam usaha mengergonomiskan keran pengambilan sampel tersebut, kita mengenal salah satu metode yaitu *virtual human modeling* yang digunakan untuk menganalisis apakah suatu sistem atau suatu lingkungan kerja tertentu sudah sesuai menurut prinsip-prinsip ergonomi untuk saling berinteraksi. Dalam menerapkan metode ini digunakan suatu *software* yang bernama '*Jack*'. Software ini mampu menganalisis pekerja dan

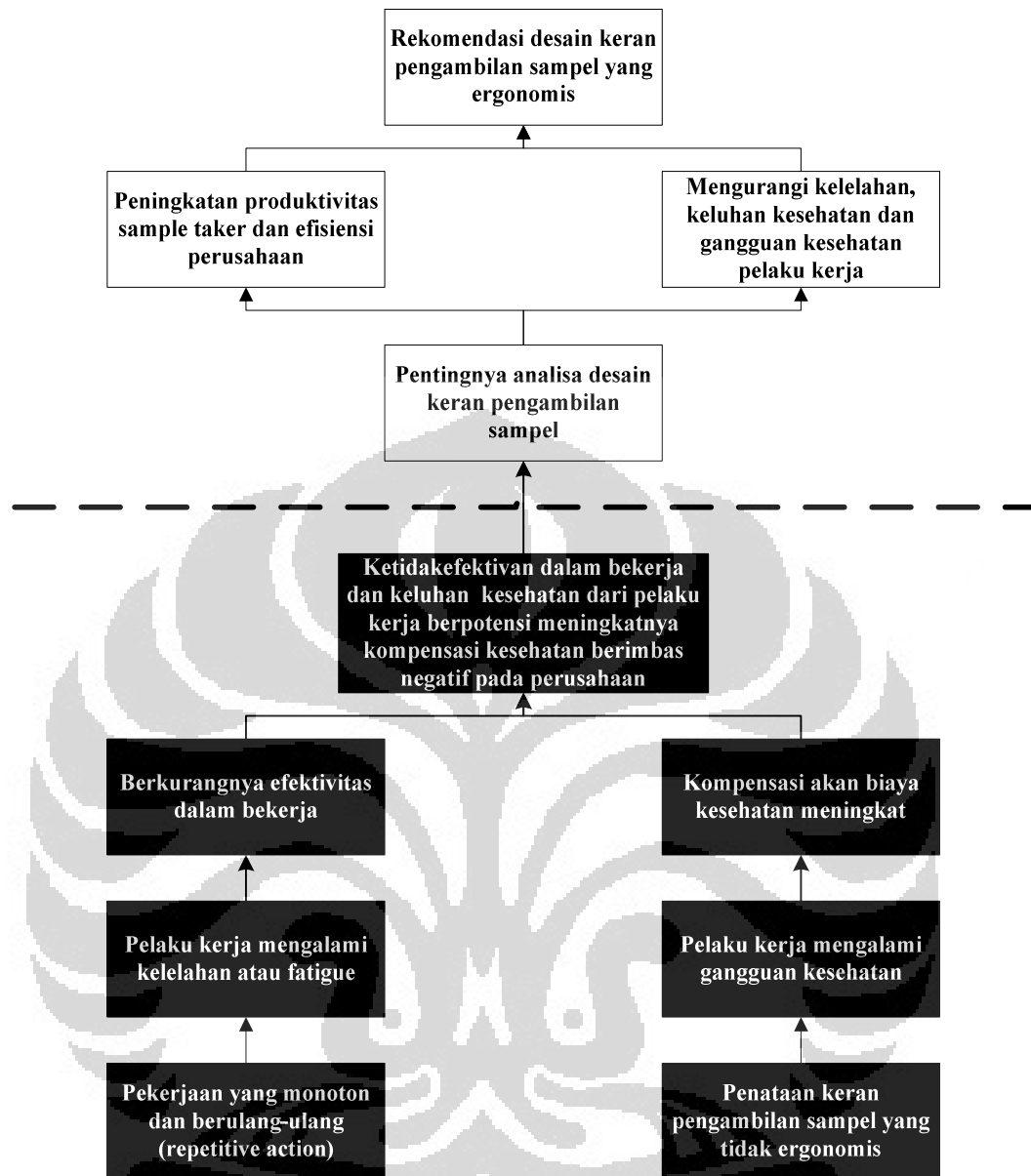


lingkungannya berdasarkan indikator ergonomi, menjalankan interaksi kerja secara virtual yang sama persis dengan keadaan aktual sehingga hasil yang didapat akurat. Manusia virtual yang didesign untuk disimulasikan menggunakan software ini dapat dibuat semirip mungkin dengan aslinya, karena software ini sudah memiliki database antropometri yang umum. Bahkan US Army pun memanfaatkan software ini untuk menguji alat tempur mereka agar berada pada kondisi terbaik saat berada di medan perang. Ford, perusahaan mobil ternama Amerika, turut menggunakan jasa software ini untuk mendesign kondisi paling ergonomis produk terbaru mereka, Ford Fiesta.

Dan dalam penggunaan *software Jack 6.1* digunakan *motion capture* yang juga dikenal sebagai *motion tracking* atau *mocap*, merupakan terminologi yang digunakan untuk mendeskripsikan proses dari perekaman gerakan dan pengartian gerakan tersebut menjadi model digital. Teknologi ini juga diterapkan pada bidang militer, hiburan, olahraga, aplikasi medis, dan untuk calidasi cisi computer dan robot. *Motion capture* berarti merekam aksi, bukan merekam penampilan visualnya, dari manusia peraga dan menggunakan informasi tersebut untuk menganimasi karakter digital ke model animasi computer dua dimensi atau tiga dimensi dalam hal ini merupakan *software Jack 6.1*.

## 1.2. Diagram Keterkaitan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dibuat diagram keterkaitan masalahnya dimana diagram ini memberkan gambaran secara keseluruhan mengenai hubungan dan interaksiantara sub-sub masalah yang melandasi penelitian ini, seperti yang terlihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah

### 1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan diagram keterkaitan masalah yang ditunjukkan gambar 1.1, pokok permasalahan yang akan di bahas dalam penelitian ini adalah perlunya dilakukan analisis berdasarkan prinsip ergonomi mengenai postur kerja para pelaku kerja yang berada di divisi laboratorium kontrol produksi. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan bantuan *software Jack 6.1* untuk mengetahui bagaimana dampak dari proses pengambilan sampel pada keran

pengambilan sampel yang belum ergonomis terhadap kesehatan para pelaku kerja, dengan tetap mengacu pada prinsip dan indikator ergonomi. Hasil dari simulasi dengan menggunakan *software Jack 6.1* tersebut yang merupakan indikator kondisi tubuh para pelaku kerja akan dianalisis lebih lanjut untuk menjadi dasar dalam mendesain keran pengambilan sampel yang ergonomis. Dan desain tata ulang keran pengambilan sampel ini juga akan disimulasikan lagi layaknya simulasi pada kondisi aktual sehingga didapatkan indikator-indikator ergonomis dan digunakan sebagai acuan dalam menata ulang posisi keran pengambilan sampel.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis kondisi aktual keran pengambilan sampel pada kondisi aktual dan mencari solusi perancangan posisi keran pengambilan sampel yang lebih nyaman dan ergonomis bagi pelaku kerja.

#### **1.5. Batasan Masalah**

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik, terarah dan sesuai dengan tujuan, maka ditetapkan beberapa batasan masalah, sebagai berikut:

1. Penelitian ini mengacu pada situasi dan kondisi di pabrik pupuk yakni PT. PUPUK SRIWIDJAJA II yang bertempat di Palembang.
2. Penelitian ini difokuskan pada area cakupan keran pengambilan sampel yang merupakan tempat pengambilan sampel produksi.
3. Penelitian ini hanya mengamati proses pengambilan sampel yang dilakukan oleh pelaku kerja.
4. Penelitian dibatasi hanya memperhatikan aktivitas dan pergerakan tubuh pelaku kerja dengan tanpa memperhitungkan faktor eksternal (cahaya, suhu ruangan, tingkat kebisingan, dll), kondisi psikologis dan kondisi emosional pelaku kerja.
5. Penelitian ini dilakukan berdasarkan prinsip-prinsip dan disiplin ilmu ergonomi semata, tanpa memperhitungkan aspek ekonomis termasuk pemberian rekomendasi tata ulang keran pengambilan sampel.

6. Pembuatan model simulasi *virtual human modeling* menggunakan *software Jack 6.1* sebagai alat utama ditunjang dengan *software Vicon Nexus 1.5.1*.

## 1.6. Metodologi Penelitian

Penelitian yang dilakukan guna menunjang skripsi ini dilakukan melalui tahapan-tahapan yang disusun secara sistematis, sebagai berikut:

### 1. Tahap Persiapan Penelitian

Pada tahapan awal penelitian ini hal yang paling pertama untuk dilakukan adalah menentukan tema besar yang akan menjadi dasar topik penelitian. Setelah mendapatkan tema, dilaksanakan observasi lapangan guna mengetahui masalah-masalah yang muncul dan tentunya yang berkenaan dengan tema besar. Gambaran hasil observasi yang didapat menghasilkan topik utama untuk dijadikan bahan skripsi ini. Dilanjutkan dengan menentukan dasar teori yang mendukung penelitian dan tujuannya, dengan sedikit mengumpulkan informasi lisan langsung dari pelaku kerja.

### 2. Tahap Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan tahap identifikasi variable apa sajakah yang berpengaruh terhadap hasil penelitian untuk kemudian diolah. Observasi lapangan diperlukan untuk mengumpulkan data yang akan digunakan, data yang diperlukan antara lain gambar, video atau kondisi aktual design keran pengambilan sampel yang ada sekarang ini yaitu keran pengambilan sampel yang belum ergonomis serta data antropometri berikut pola gerakan para pelaku kerja secara garis besar.

### 3. Tahap Pengolahan Data

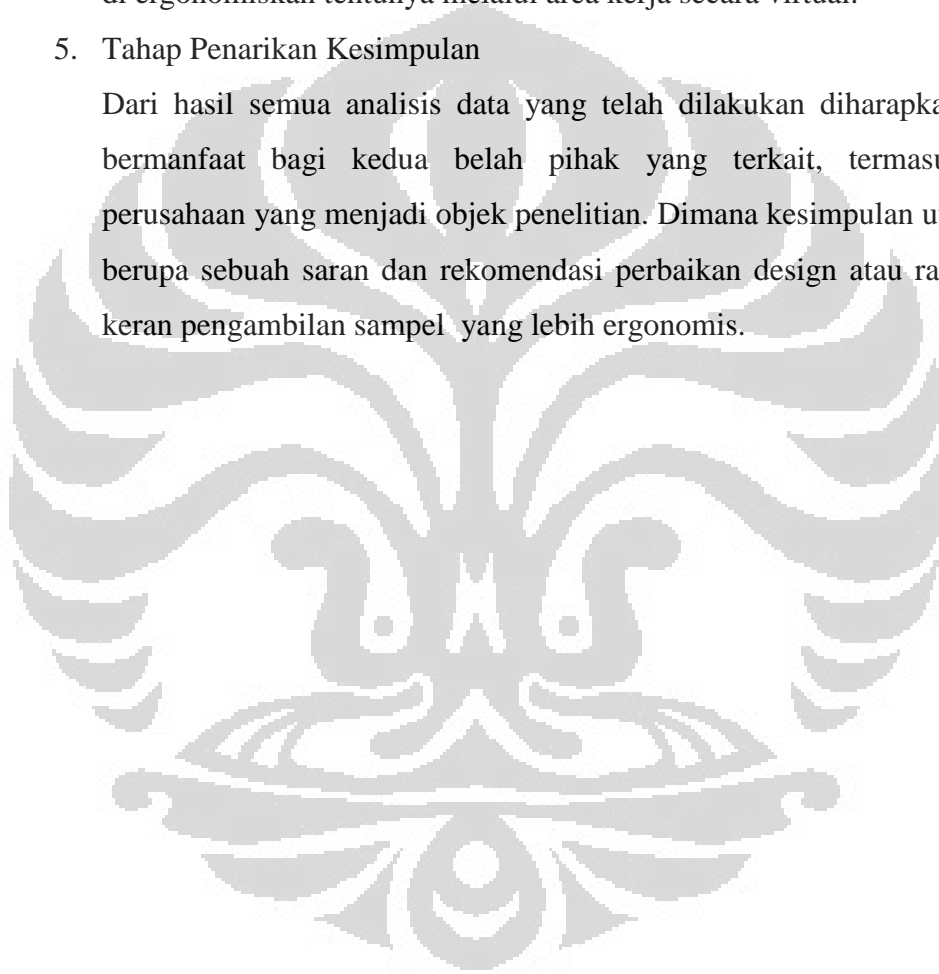
Pengolahan data dilakukan dengan metode simulasi yaitu virtual human modeling menggunakan suatu perangkat lunak yang bernama *Jack 6.1* dimana tool ini dapat menganalisis situasi dan kondisi kerja secara virtual berdasarkan prinsip-prinsip ergonomi. Data yang telah dikumpulkan akan diterjemahkan ke dalam bentuk virtual mulai dari pembuatan area atau lingkungan kerja sampai design pelaku kerja.

#### 4. Tahap Analisis Data

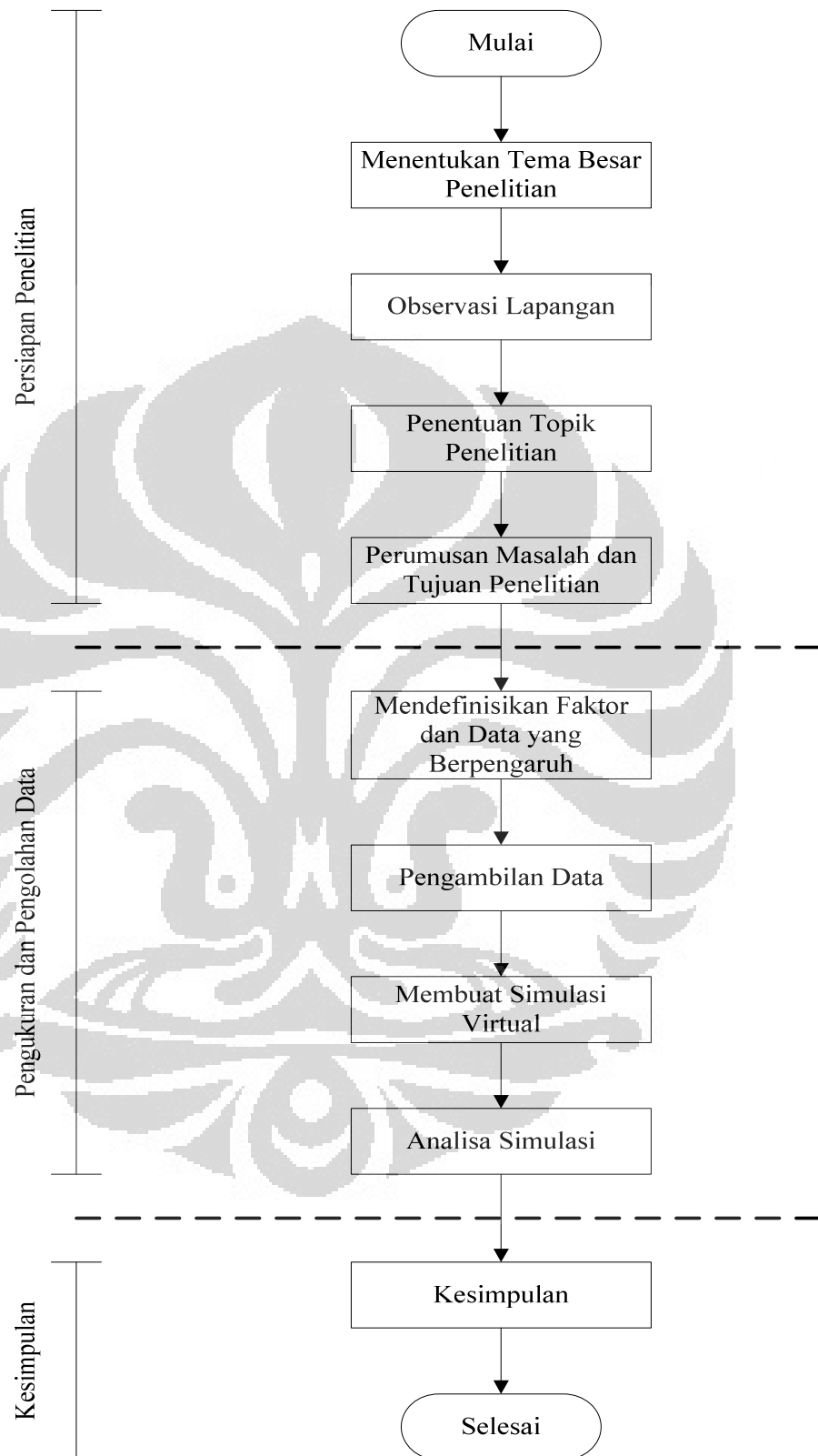
Analisis dilakukan dengan mengolah data hasil dari outputan dari jack 6.1 yang berupa indikator ergonomi untuk kemudian dianalisis dengan nilai *posture evaluation index (PEI)*. Indikator menunjukkan bagaimana kondisi postur pelaku kerja saat mengambil sampel dari kondisi aktual keran pengambilan sampel yang sekarang dan juga kondisi postur pelaku kerja saat mengambil sampel pada keran pengambilan sampel yang telah di ergonomiskan tentunya melalui area kerja secara virtual.

#### 5. Tahap Penarikan Kesimpulan

Dari hasil semua analisis data yang telah dilakukan diharapkan dapat bermanfaat bagi kedua belah pihak yang terkait, termasuk bagi perusahaan yang menjadi objek penelitian. Dimana kesimpulan utamanya berupa sebuah saran dan rekomendasi perbaikan design atau rancangan keran pengambilan sampel yang lebih ergonomis.



### Diagram Alir Metodologi Penelitian



Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian

## 1.7. Sistematika Penulisan

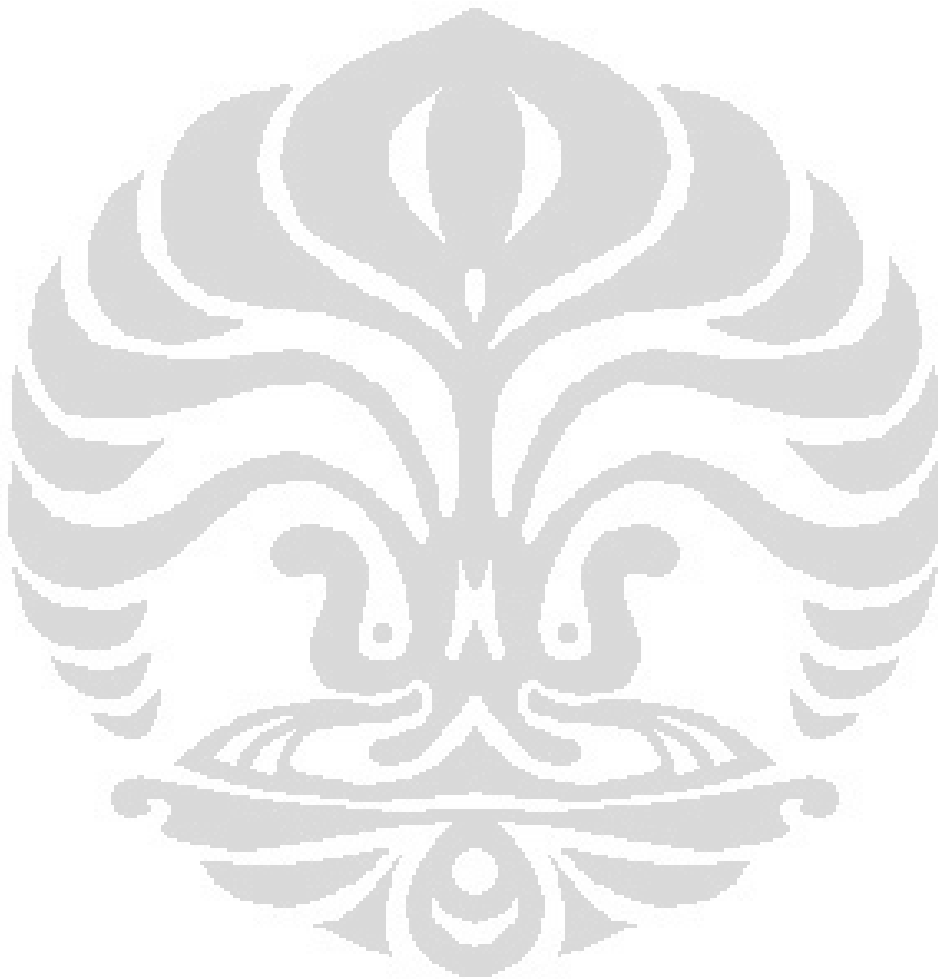
Sistematika penulisan skripsi ini dibagi ke dalam 5 bab yang terdiri dari pendahuluan, landasan teori, metode penelitian, analisis dan kesimpulan. Bab 1 yang berupa pendahuluan berisi tentang penjelasan atau latar belakang dalam penetapan materi ini sebagai bahan skripsi. Disertai dengan tujuan sebagai uraian apa yang diinginkan sebagai hasilnya. Ditentukannya juga perumusan masalah ditujukan agar penelitian ini berada dalam ruang lingkup yang telah ditentukan dan jalannya penelitian lebih terfokus pada masalah.

Landasan teori merupakan isian dari bab berikutnya yaitu bab 2. Dalam bab ini dijelaskan teori-teori yang mendasari tema penelitian dan dalam hal ini tentang ergonomi juga hal-hal lain yang berhubungan. Ergonomi sangat erat hubungannya dengan antropometri, sehingga dicantumkan pula landasan-landasan teori yang berhubungan dengan antropometri. Dijelaskan pula teori tentang *software Jack 6.1* karena penelitian yang menggunakan *software* ini untuk menganalisis data dengan metode *virtual human modeling*.

Bab 3 merupakan metodologi penelitian yang berisi tentang pengenalan dan sejarah singkat perusahaan tempat mendapatkan data penelitian, penjelasan struktur organisasi yang berkaitan langsung dengan laboratorium kontrol produksi yang menangani pengecekan sampel. Bagaimana proses serta alat-alat yang digunakan dalam proses pengecekan sampel produksi juga dijelaskan disini. Selanjutnya akan dijelaskan proses pengambilan dan pengumpulan data yang dibutuhkan untuk disimulasikan menggunakan *software Jack 6.1* yang juga akan dijelaskan pada bab ini urutan prosesnya sampai menghasilkan output yang dibutuhkan.

Bab 4 merupakan analisis dari penelitian terhadap indikator-indikator yang digunakan dalam penelitian ini baik output hasil simulasi menggunakan *software Jack 6.1* maupun dari perhitungan *Posture Evaluation Index*. Kemudian hasil inilah yang akan dijadikan acuan untuk dibandingkan dengan nilai indikator ergonomis sebelum keran pengambilan sampel ditata ulang.

Bab 5 merupakan kesimpulan dari keseluruhan penelitian yang telah dijalani disertai dengan masukan, saran dan rekomendasi yang berkenaan dengan objek penelitian.





## **BAB 2**

### **DASAR TEORI**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai teori-teori yang berkenaan dengan penelitian ini, meliputi: ergonomi, antropometri, *musculoskeletal disorders*, *software Jack 6.1* dan *Posture Evaluation Index (PEI)* yang mencakup *Static Strength Prediction (SSP)*, *Low Back Analysis(LBA)*, *Ovako Working Posture Analysis (OWAS)*, *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*.

#### **2.1. Ergonomi**

Ergonomi disadur dari bahasa Yunani yang pada dasarnya terdiri dari dua kata yaitu “*ergo*” berarti kerja dan “*nomos*” berarti hukum<sup>1</sup>. Menurut Murrell (1965), “ merupakan suatu pembelajaran ilmiah yang mempelajari tentang hubungan antara manusia dan lingkungan kerjanya “. Dalam hal ini lingkungan bukan hanya diartikan sebagai suasana kerja namun juga berikutan dengan material dan alat penunjangnya, metode dan organisasi kerja, baik itu dalam suatu pekerjaan individual ataupun pekerjaan secara kelompok. Dan kesemua itu berhubungan dengan kealiamahan seorang manusia sebagai pelaku kerja tentang kemampuannya, kapasitasnya dan keterbatasannya. Hancock (1997) pun berpendapat mengenai ergonomi,” ergonomi merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mencari dan berusaha mengubah hubungan antara manusia dan mesin dari antagonis menjadi sinergis.<sup>2</sup>

Tujuan utama dari ergonomis dan faktor manusia merupakan desain atau rancangan<sup>3</sup>, dimana desain tempat kerja yang baik akan sangat membantu performa dari pelaku kerja, keergonomisan tempat kerja pun dapat membantu mengurangi resiko pelaku kerja mendapatkan gangguan kesehatan.

---

<sup>1</sup> Martin Helander, *A guide to human factors and ergonomics* (2nd ed.). Taylor & Francis. London. 2006, hal.3.

<sup>2</sup> *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*, hal.6.

<sup>3</sup> *A guide to human factors and ergonomics*, hal.3.

*International Ergonomics Association* membagi ergonomis menjadi tiga bagian yaitu:

- Ergonomi Fisik (*Physical Ergonomics*)

Ergonomi fisik memperhatikan karakteristik anatomi manusia, antropometri, fisiologis dan biomekanis yang kesemuanya berhubungan dengan kegiatan fisik. Topik yang berhubungan mencakup *working posture, material handling, repetitive movements work-related musculoskeletal disorders, workplace layout*, keamanan dan kesehatan.

- Ergonomi Kognitif (*Cognitive Ergonomics*)

Ergonomi kognitif memperhatikan *mental process*, seperti persepsi, ingatan, *reasoning* dan respon motorik, sesuai dengan pengaruh mereka terhadap hubungannya dengan manusia dan elemen lainnya dalam suatu sistem. Topik yang relevan termasuk *mental workload*, pengambilan keputusan, *skilled performance*, interaksi manusia-komputer, *human reliability, work stress* dan pelatihan sesuai dengan hubungan mereka dengan *human-system desain*

- Ergonomi Organisasi (*Organizational Ergonomics*)

Ergonomi organisasi memperhatikan masalah optimasi dari sociotechnical systems, termasuk struktur organisasinya, kebijaksanaan dan proses. Topik yang relevan mencakup komunikasi, manajemen sumber daya anggota, *work desain*, desain of working times, kerjasama, *participatory desain*, komunitas ergonomi, *cooperative work, new work paradigms*, kultur organisasi, organisasi virtual, *telework*, and manajemen kualitas.<sup>4</sup>

Disebutkan dalam ergonomi fisik yang menitikberatkan perhatian pada sesuatu yang berhubungan dengan fisik diantaranya *working posture, repetitive movements, work-related musculoskeletal disorders* dan *workplace layout* dimana factor-faktor tersebut berhubungan dengan penelitian ini.

---

<sup>4</sup> The Discipline of Ergonomics, International Ergonomics Association

## 2.2. Antropometri

Antropometri merupakan cabang Ilmu pengetahuan yang berkenaan dengan *body measurement*: terutama dengan pengukuran ukuran tubuh, bentuk, kekuatan dan kapasitas kerja. Pernyataan ini ditunjang dari asal kata antropometri yang berasal dari Yunani dan terdiri dari dua kata yaitu “*anthropos*” yang artinya manusia dan “*metron*” yang artinya mengukur, data antropometri digunakan dalam ergonomi untuk mengukur dimensi fisik dari *workspace*, peralatan, furnitur dan pakaian untuk menghindari ketidakcocokan fisik antara dimensi peralatan dan produk juga penggunaannya<sup>5</sup>. Menurut Stevenson (1989) dan Nurmianto (1991) pengertian antropometri merupakan kumpulan data yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia (ukuran dan bentuk) disertai penerapan data tersebut untuk penanganan masalah perancangan atau desain. Secara luas ilmu ini digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam perancangan produk maupun suatu sistem kerja yang membutuhkan interaksi manusia. Antropometri dapat menganalisa, mengevaluasi dan membakukan jarak jangkauan yang memungkinkan sebagian besar jenis dan postur tubuh manusia yang beragam untuk dapat melakukan kegiatannya dengan mudah cukup dengan gerakan yang sederhana.

Hasil pengukuran antropometri menunjukkan bahwa terdapat perbedaan besar diantara jenis gender yang berbeda. Pada mayoritas pengukuran, persentil 5 (kecil) dari pria mempunyai ukuran yang sama dengan persentil 50 (rata-rata) wanita. Sebagai contoh diameter dalam dari *hand grip* persentil 50 wanita sebesar 4,3 cm dan persentil 5 pria sebesar 4,2 cm. pengukuran ini sangat penting untuk desain *hand tools* yang harus menyesuaikan ukuran alat tersebut dengan tangan si pengguna. Kebanyakan wanita menyatakan komplainnya saat menggunakan suatu alat yang dirancang untuk pria, menyebabkan *fatigue* pada tangan dan lengan, produktivitas yang rendah dan kemungkinan cedera lainnya (Greenburg and Chaffin,1977). Sebagai hasilnya Departemen Pertahanan dan

---

<sup>5</sup> R.S. Bridger, Introduction to ergonomics. Taylor & Francis Group, London, 2003, hal.58.

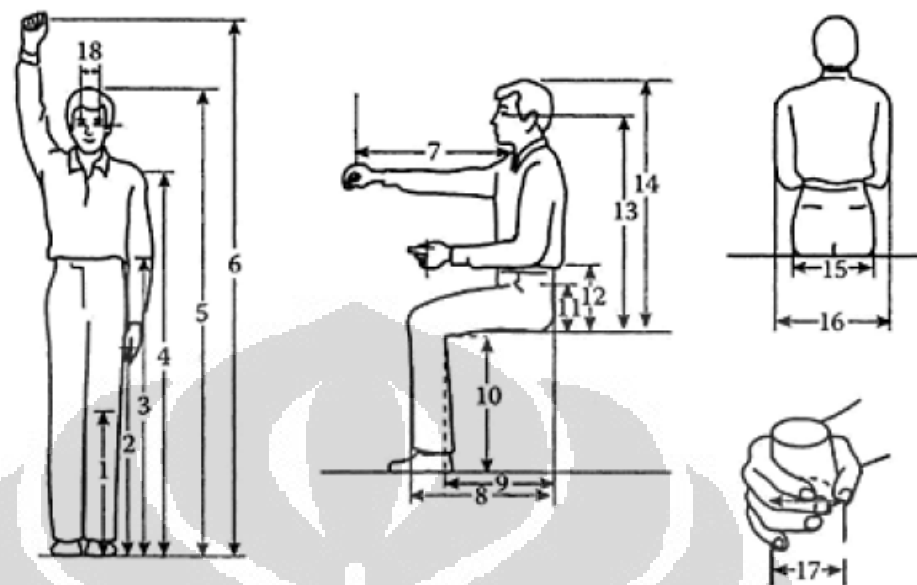
Industri AS (*General Motors*) melakukan pengukuran untuk menyediakan *hand tools* dengan ukuran yang berbeda untuk pria dan wanita.

Tabel 2.1 US Civilian Body Dimension in cm of Relevance for Workplace Desain

US Civilian Body Dimension in cm of Relevance for Workplace Design							
		Female			Male		
		5th	50th	95th	5th	50th	95th
No		Standing					
1	Tibial height	38.1	42.0	46.0	41.0	45.6	50.2
2	Knuckle height	64.3	70.2	75.9	69.8	75.4	80.4
3	Elbow height	93.6	101.9	108.8	100.0	109.9	119.0
4	Shoulder height	121.1	131.1	141.9	132.3	142.8	152.4
5	Stature	149.5	160.5	171.3	161.8	173.6	184.4
6	Functional overhead reach	185.0	199.2	213.4	195.6	209.6	223.6
Sitting							
7	Functional forward reach	64.0	71.0	79.0	76.3	82.5	88.3
8	Buttock-knee depth	51.8	56.9	62.5	54.0	59.4	64.2
9	Buttock-popliteal depth	43.0	48.1	53.5	44.2	49.5	54.8
10	Popliteal height	35.5	39.8	44.3	39.2	44.2	48.8
11	Thigh clearance	10.6	13.7	17.5	11.4	14.4	17.7
12	Sitting elbow height	18.1	23.3	28.1	19.0	24.3	29.4
13	Sitting eye height	67.5	73.7	78.5	72.6	78.6	84.4
14	Sitting height	78.2	85.0	90.7	84.2	90.6	96.7
15	Hip breadth	31.2	36.4	43.7	30.8	35.4	40.6
16	Elbow-to-elbow breadth	31.5	38.4	49.1	35.0	41.7	50.6
Other dimensions							
17	Grip breadth, inside diameter	4.0	4.3	4.6	4.2	4.8	5.2
18	Interpupillary distance	5.1	5.8	6.5	5.5	6.2	6.8

Ctt:data diadaptasi dari McConville et al. (1981). 1 inch = 2,54 cm. pengukuran dilakukan dengan kondisi kaki telanjang; ditambahkan 3 cm guna mengkondisikan pemakaian sepatu.

Sumber : A guide to human factors and ergonomics (2nd ed.). hal.153-154.



Gambar 2.1 Ilustrasi Pengukuran Antropometri Berdasarkan Table 2.1

Sumber : A guide to human factors and ergonomics (2nd ed.), hal.154.

### 1. *Tibial Height*

Pengukuran ini penting untuk *material handling* manual. Item diletakkan diantara *tibial height* dan *knuckle height* yang biasanya diambil dengan posisi membungkuk.

### 2. *Knuckle Height*

Ketinggian ini menggambarkan level terendah bagi seorang operator untuk dapat menagani suatu objek tanpa harus membengkokkan dengkul atau tulang belakang. Jarak antara *knuckle height* dan *shoulder height* sangatlah ideal untuk *material handling* manual dan sudah seharusnya diterapkan di dunia industri.

### 3. *Elbow Height*

Ketinggian ini merupakan penanda yang penting untuk ketinggian area kerja dan ketinggian meja kerja.

### 4. *Shoulder (acromion)Height*

Objek yang diletakkan diatas *shoulder height* sangatlah sulit untuk diangkat karena penggunaan otot-otot yang lemah. Hal ini pun meningkatkan resiko terjatuhnya item.

**5. *Stature***

Level ini menentukan jarak minimum ketinggian untuk menghindari tubrukan pada bagian kepala.

**6. *Functional Overhead Reach***

Level ini menentukan ketinggian maksimum jangkauan di atas kepala.

**7. *Functional Forward Reach***

Item yang sering digunakan di area *workstation* sudah seharusnya diletakkan pada area jangkauan ini.

**8. *Buttock-Knee Depth***

Hal ini menetapkan kedalaman posisi duduk pada kursi dan area ruang bebas di bawah meja kerja.

**9. *Buttock-popliteal depth***

Hal ini menetapkan posisi jarak lebar dudukan kursi.

**10. *Popliteal Height***

Hal ini digunakan untuk menetapkan jarak ketinggian pengaturan kursi.

**11. *Thigh Clearance***

Ketinggian siku saat posisi duduk dan ruang bebas paha membantu dalam menetapkan seberapa tebal alas meja dan laci yang digunakan.

**12. *Sitting Elbow Height***

*Sitting elbow height* dan *popliteal height* berperan dalam menentukan ketinggian meja kerja.

**13. *Sitting Eye Height***

Penampakan visual seharusnya ditempatkan di bawah batas garis horizontal ketinggian mata.

**14. *Sitting Height***

Hal ini digunakan untuk menentukan batas area bebas vertical yang dibutuhkan untuk postur dalam posisi duduk.

### 15. *Hip Breadth*

Hal ini digunakan untuk menentukan lebar dari kursi yang dibutuhkan dan akses ruang bebas untuk seluruh tubuh.

### 16. *Elbow-to-Elbow Breadth*

Hal ini digunakan untuk menentukan lebar dari sandaran kursi dan jarak diantara kedua lengan.

### 17. *Grip Breadth(inside diameter)*

Hal ini digunakan untuk menentukan seberapa besar lingkaran dari *hand tools*.

### 18. *Interpupillary Distance*

Hal ini digunakan dalam menentukan posisi *eyepieces* yang dapat diatur pada mikroskop.

Untuk mencegah terjadinya *error*, pengukuran dilakukan pada saat bersamaan yang diterapkan pada model pria dan wanita yang menggunakan pakaian minimal dengan posisi duduk dan berdiri tegak lurus. Para pelaku industri, bagaimanapun, biasanya menggunakan pakaian lengkap dan melakukan posisi berdiri dan duduk dengan kondisi *relaxed* (santai). Dengan sepatu yang terpakai, ukuran ketinggian pada tabel 2.1 sebaiknya ditambah kurang lebih sebesar 3 cm. sebagai kompensasi dari *slump* (kemerosotan) postur, ketinggian posisi berdiri dikurangi sebanyak 2 cm dan ketinggian posisi duduk dikurangi sebanyak 4,5 cm (Brown dan Schaum, 1980)<sup>6</sup>.

Terdapat 4 *constraints* pokok dalam ilmu antropometri yang perlu diperhatikan dalam menerapkan ilmu ini, yaitu:

- *Clearance*

Dalam mendesain sebuah *workstation* sangatlah penting dalam menyediakan ruang bebas yang cukup untuk bagian atas tubuh atau kepala, siku, kaki dan lainnya. Lingkungan kerja juga harus dapat menyediakan akses yang cukup dan sirkulasi yang baik. *Handles*

<sup>6</sup> Martin Helander, *A guide to human factors and ergonomics (2nd ed.)*. Taylor & Francis. London. 2006, hal.156.

(pegangan) pun harus disediakan nyaman untuk telapak tangan dan jari. Ini semua merupakan *constraint clearance* yang merupakan *constraint* satu arah dan menentukan dimensi minimum yang dapat diterima pada suatu objek.

- ***Reach***

Merupakan kemampuan untuk menggenggam dan mengoperasikan kontrol merupakan contoh nyata. *Constraint* ini menentukan dimensi maksimum yang dapat diterima oleh suatu objek dan juga merupakan *constraint* satu arah, ditentukan oleh anggota populasi yang kecil seperti persentil 5.

- ***Posture***

Postur seorang pelaku kerja akan terbentuk karena hubungan antara dimensi tubuh dan *workstation*-nya. Permasalahan postur seringkali lebih rumit daripada permasalahan *clearance* dan *reach*, sebagai contoh: permukaan area kerja yang terlalu tinggi bagi orang yang terbilang kecil sama tingkat ketidaknyamanannya dengan permukaan yang terlalu rendah bagi orang yang terbilang tinggi, dengan kata lain *posture* merupakan *constraint* dua arah.

- ***Strength***

*Constraint* yang keempat ini menekankan suatu paksaan dalam suatu kontrol operasi dan tugas yang berkenaan dengan fisik lainnya. Seringkali, batas dari kekuatan terbeban pada *one way constraint*, dan hal ini cukup untuk menentukan batas dari paksaan yang dapat diterima dari batas letih pelaku kerja.<sup>7</sup>

### 2.3. *Musculoskeletal Disorders (MSDs)*

Dewasa ini, *we are witnessing what has been termed an Industrial Epidemic* (Schenk, 1989) adalah laporan terhadap *work related disorders* yang berimbas tidak hanya kepada produktivitas industri dan biaya-biaya tenaga kerja

<sup>7</sup> Martin Helander, *A guide to human factors and ergonomics* (2nd ed.). Taylor & Francis. London. 2006, hal.23.



namun juga kepada kehidupan para pekerja baik didalam maupun diluar area kerja. Sebagai seorang pegawai yang berusaha menjaga posisinya, rela melakukan pekerjaan yang membahayakan kesehatannya dan membatasi pendapatan mereka di masa depan. Sejalan dengan dunia bisnis yang semakin bersaing, para tenaga kerja mengeluh bahwa biaya untuk MSDs mengurangi keuntungan karena menaikkan biaya kompensasi tenaga kerja dan mengendurkan produktivitas<sup>8</sup>.

Terdapat empat faktor utama yang dapat menyebabkan MSDs saat bekerja ,yaitu : *force, posture, repetition* dan *duration*. Bernard meninjau literatur pada tahun 1997 (National Institute of Safety and Health, 1997) dan menyimpulkan bahwa disana terdapat bukti yang berhubungan dengan satu atau lebih faktor diatas. Dalam beberapa kasus, terungkapnya lebih dari satu faktor penyebab hal ini akan menaikkan secara pesat dan merata terjadinya MSDs. Disimpulkan oleh Bernard bahwa fakta-fakta terjadinya hal ini dikarenakan karena jenis pekerjaan yang dikategorikan seperti berikut :

- *Temporarity*
- *Strength of association*
- *Consistency*
- *Specificity*

Armstrong *et al.* (1993) mengembangkan model dari MSDs yang menekankan *exposure, dose, capacity* dan *response*. *Exposure* merujuk kepada pekerjaan yang membutuhkan postur, *force* dan tingkat repetisi yang menimbulkan dampak (*the dose*) didalam bagian tubuh. Metabolisme berubah didalam tubuh, regangan dari ligamen atau tendon, tekanan pada sambungan artikular merupakan contoh dari arti kata "*dose*". *Dose* dapat menghasilkan respon seperti perubahan pada jaringan otot, kematian sel-sel atau akumulasi produk yang sia-sia pada jaringan otot. Dengan adanya respon utama ini juga

---

<sup>8</sup> Martha J.Sanders, Ergonomics and the Management of Musculoskeletal Disorders(2<sup>nd</sup> ed.). Elsevier. 2004, hal. 3.

dapat memancing timbulnya respon kedua seperti rasa sakit atau hilangnya kendali koordinasi tubuh. Seperti yang dapat dilihat, sebuah respon (seperti rasa sakit), dapat menjadi sebuah *dose* yang mengakibatkan respon lainnya (seperti naiknya kontraksi otot).

*Capacity* merujuk pada kemampuan individual seorang tenaga kerja untuk menanggulangi berbagai macam *doses* terhadap sistem *musculoskeletal*-nya. Kapasitas setiap orang tidaklah sama, yang akan selalu berubah sejalan dengan pertumbuhan dan umur yang terus berjalan. Melakukan latihan dapat meningkatkan kekuatan dan ketahanan. Mengingat perkembangan dari bekas luka jaringan pada otot yang menggantikan jaringan otot yang terluka dapat merubah kekuatan dan ketahanan. Otot dapat lebih beradaptasi terhadap suatu pekerjaan yang membutuhkan kecepatan daripada tendon, dan hal ini dapat mengurangi kapasitas tendon tersebut. Kita dapat berspekulasi bahwa satu hal berbahaya yang dihadapi oleh seorang binaraga atau lainnya yang menggunakan steroid anabolis ilegal untuk meningkatkan massa ototnya akan menyebabkan cedera pada tendon karena kekuatan tendon tidak mempunyai cukup waktu untuk menyesuaikan dengan kekuatan otot yang meningkat pesat.

Berikut merupakan elemen-elemen kunci yang diungkapkan oleh Armstrong *et al.* (1993) dan berhubungan dengan *work related upper body musculoskeletal disorders*.<sup>9</sup>

Tabel 2.2 Key Elements of Armstrong (1993)

Sumber : Introduction to ergonomics. Hal. 127

Elemen	Contoh
<i>Exposure</i>	<b>Faktor Fisik</b>
	<i>workplace layout</i>
	rancangan peralatan
	ukuran, bentuk, beban kerja

<sup>9</sup> R.S. Bridger, Introduction to ergonomics. Taylor & Francis Group, London, 2003, hal.125.

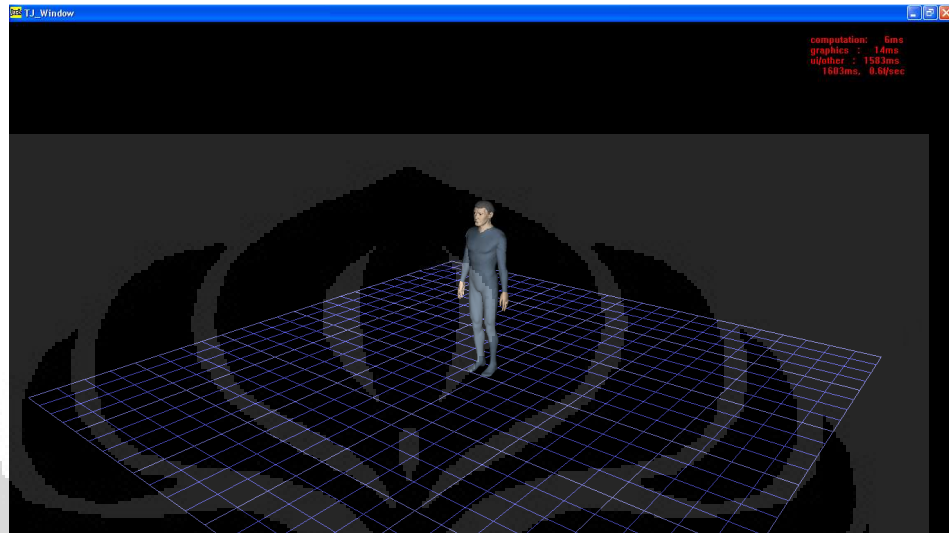
Elemen	Contoh
<i>Exposure</i>	objek
	<b>Faktor Fisiologis</b>
	ketidakpuasan kerja
	kualitas supervisi
	masa depan yang tak tentu
	<b>Organisasi kerja</b>
	<i>cycle times</i>
	<i>paced/unpaced work</i>
	jarak waktu periode istirahat
<i>Dose</i>	<b>Faktor Mekanis</b>
	pemaksaan jaringan otot
	deformasi jaringan otot
	<b>Faktor Fisiologis</b>
	consumption of substrate
	metabolisme produksi
	ion displacement
	kegelisahan
<i>Primary responses</i>	<b>Faktor Fisik</b>
	perubahan suhu otot
	deformasi jaringan otot
	peningkatan tekanan
	<b>Faktor Fisiologis</b>
	perubahan level substrasi
	perubahan level metabolisme
	akumulasi dari produk yang sia-sia
	perubahan tingkat keasaman tubuh

Elemen	Contoh
<i>Secondary Responses</i>	<b>Faktor Fisik</b>
	perubahan kekuatan
	perubahan mobilitas
	<b>Faktor Fisiologis</b>
	ketidaknyamanan
<i>Capacity</i>	<b>Faktor mekanis</b>
	tipisnya jaringan otot
	kekuatan tulang
	<b>Faktor Fisiologis</b>
	kapasitas aerobik
	kapasitas anaerobik
	kontrol <i>homeostatic</i>
	toleransi pada ketidaknyamanan
toleransi pada tingkatan stress	

#### 2.4. Software Jack 6.1

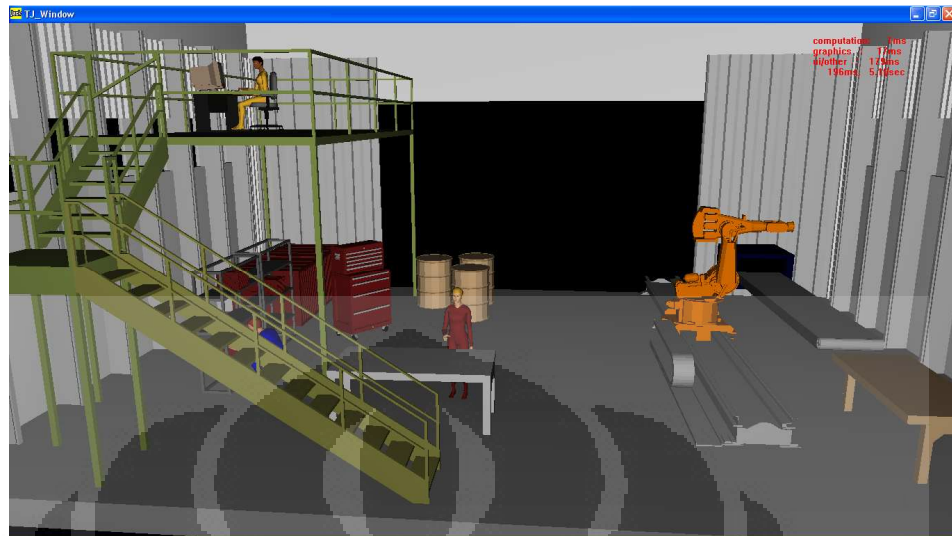
*Software Jack 6.1* merupakan perangkat lunak untuk suatu permodelan dan simulasi manusia yang membantu peningkatan aspek ergonomi dari desain produk dan stasiun kerja (*workplace*) dengan ilustrasi seperti ditunjukkan gambar 2.2. *Software* ini memungkinkan para penggunanya untuk memposisikan model manusia dengan akurat dalam suatu lingkungan virtual (*virtual environment*) dan memberikan perintah kerja terhadap model tersebut untuk kemudian dilakukan analisa terhadap kinerjanya, seperti yang terlihat pada gambar 2.3. Perangkat ini dapat mengevaluasi performa dari model manusia tersebut, apa yang dapat mereka lihat dan jangkau, seberapa tingkat kenyamanan mereka, seberapa besar resiko kecelakaan kerja yang dapat terjadi, kapapn mereka merasa lelah, dan informasi yang berhubungan dengan keergonomisan lainnya. Informasi -

informasi yang telah dikumpulkan digunakan sebagai acuan dalam merancang produk baru maupun ubahan menjadi produk yang lebih aman dan ergonomis.



Gambar 2.2 Penampakan Awal Dari *Software Jack 6.1*

Perangkat ini bekerja dengan menggunakan fitur yang merepresentasikan manusia selayaknya di dunia nyata. Fokus pengembangan yang dilakukan *software Jack* adalah menciptakan model tubuh manusia yang paling akurat dari seluruh sistem yang tersedia. Kemampuan *software Jack* sangat baik karena dapat menganimasikan lingkungan (kerja) dengan model biomekanikal yang tepat, data antropometri, dan karakteristik ergonomi yang berlaku di dunia nyata. Model manusia dalam *software Jack* berlaku layaknya manusia sungguhan, misal kemampuannya dalam berjalan, mengangkat suatu benda ataupun melakukan suatu pekerjaan tertentu.

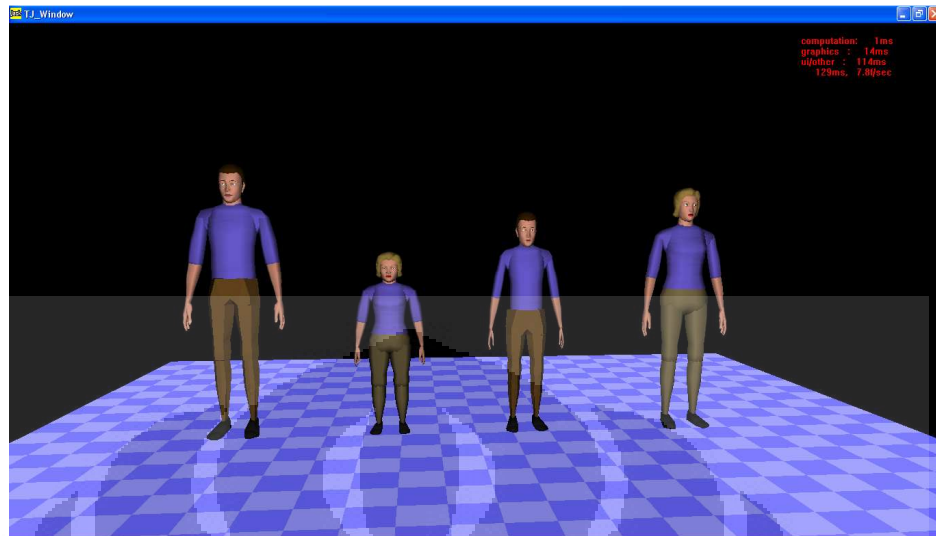


Gambar 2.3 Ilustrasi *Virtual Environment* Pada *Software Jack 6.1*

Model manusia inipun memiliki kemampuan dan kekuatan yang apabila telah digunakan melebihi batasnya *software* ini akan memberikan peringatan kepada penggunanya. Tersedia model dengan sosok pria yang bernama “Jack” dan model dengan sosok wanita yang bernama “Jill” dalam berbagai macam ukuran tubuh berdasarkan populasi yang telah divalidasi seperti gambar 2.4. *Software Jack* menggunakan *database* ANSUR (*Army Natick Survey User Requirement*) 1988 untuk membuat model manusia yang standar. Namun pengguna dapat menyesuaikan data antropometri model manusia tersebut sesuai dengan yang diinginkan.

Dalam menganalisa simulasi perangkat ini mempunyai beberapa *tools* yang dikenal sebagai *Task Analysis Toolkit* (TAT). TAT merupakan alat analisis *human factor* yang membantu penggunanya dalam mendesain *workplace* yang lebih baik dan juga memperbaiki sebuah eksekusi pekerjaan. TAT memungkinkan penggunanya secara interaktif melakukan evaluasi ergonomi terhadap suatu desain, juga membantu mengurangi resiko kerja yang berkaitan dengan timbulnya penyakit ataupun gangguan pada tubuh bagian atas<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Siemens PLM Software. Task Analysis Toolkit for Jack. 2008



Gambar 2.4 Ilustrasi Model Manusia

Berikut merupakan beberapa alat analisis TAT yang memiliki keunggulan dan fungsi masing-masing:

1. *Low-Back Spinal Force Analysis Tool*

Digunakan untuk mengevaluasi gaya yang diterima oleh tulang belakang manusia pada postur dan kondisi tertentu

2. *Static Strength Prediction Tool*

Digunakan untuk mengevaluasi persentase dari suatu populasi pekerja yang memiliki kekuatan untuk melakukan suatu pekerjaan berdasarkan postur tubuh, kebutuhan energy dan antropometri

3. *NIOSH Lifting Analysis Tool*

Digunakan untuk mengevaluasi pekerjaan yang membuat seseorang harus mengangkat sesuatu berdasarkan standart NIOSH.

4. *Predetermined time Analysis Tool*

Digunakan untuk memprediksi waktu yang dibutuhkan seseorang ketiak melakukan suatu pekerjaan berdasarkan metode *time measurement (MTM-1) system*.

5. *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)Tool*

Digunakan untuk mengevaluasi kemungkinan pekerja mengalami kelainan pada tubuh bagian atas

6. *Manual Handling Limits Tool*

Digunakan untuk mengevaluasi dan mendesain pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan secara manual seperti mengangkat, mendorong, menarik dan membawa dengan tujuan untuk mengurangi resiko penyakit tulang belakang.

7. *Ovako Working Posture Analysis (OWAS) Tool*

Digunakan untuk menyajikan metode sederhana yang dapat memeriksa tempat kenyamanan operasi kerja.

8. *Metabolic Energy Expenditure Tool*

Digunakan untuk memprediksi energy yang dibutuhkan seseorang untuk melaksanakan suatu pekerjaan berdasarkan karakteristik pekerja dan sub-pekerjaan yang dimiliki.

9. *Fatigue and Recovery Time Analysis Tool*

Digunakan untuk memperkirakan kecukupan waktu pemulihan yang tersedia untuk suatu pekerjaan sehingga dapat menghindari kelelahan pekerja dalam bekerja.

Dan dalam penelitian ini peneliti menggunakan empat *tools* dari total sembilan *tools* yang menjadi outputan dari *software Jack 6.1*, yaitu: *static strength prediction (SSP)*, *low back analysis (LBA)*, *ovako working posture analysis (OWAS)*, *rapid upper limb assessment (RULA)*.

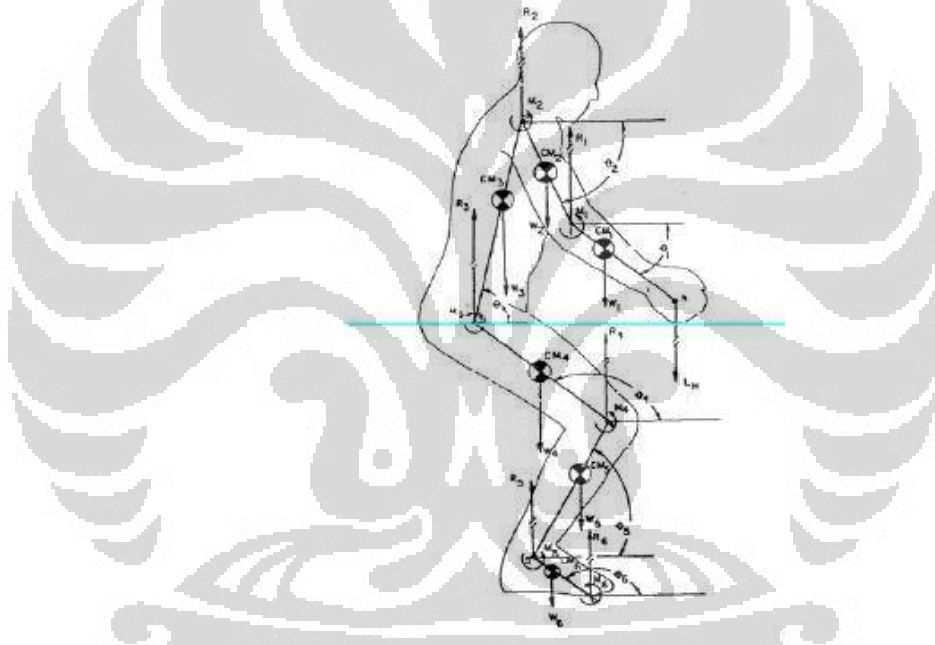
2.4.1. *Static Strength Prediction (SSP)*

SSP merupakan salah satu *tool* didalam *Task Analysis Toolkit (TAT)* pada *software Jack 6.1*. Dimana SSP digunakan untuk mengevaluasi prosentase dari populasi pekerja yang memiliki kekuatan untuk melaksanakan suatu operasi kerja. Terdapat 6 bagian tubuh yang menjadi fokus dari SSP, yaitu siku (*elbow*), bahu (*shoulder*), batang tubuh (*torso*), pinggul (*hip*), lutut



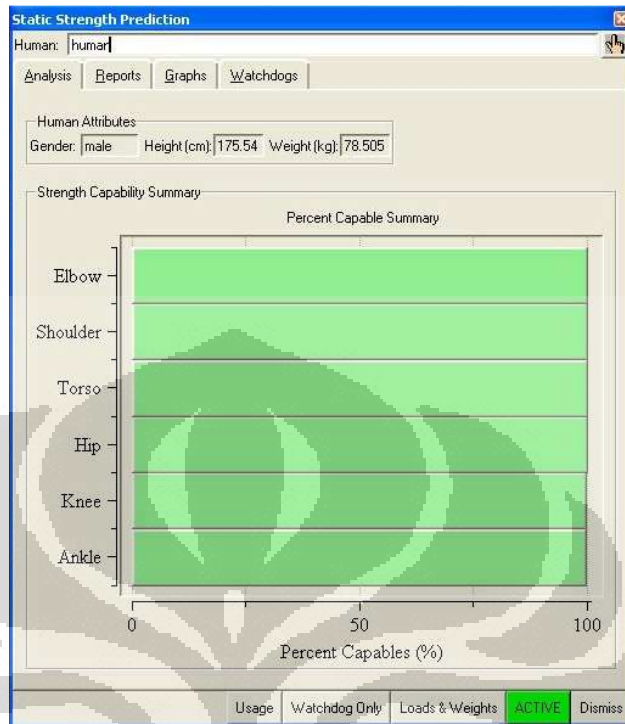
(*knee*) dan pergelangan kaki (*ankle*). Saran dari Caputo dan Gironimo , pengembang metode PEI, jika terdapat prosentase kapabilitas kurang dari 90% dari salah satu atau lebih bagian tubuh tersebut di atas, maka penelitian tidak layak untuk dilanjutkan. Evaluasi menggunakan SSP dilakukan dengan mempertimbangkan postur, besar tenaga yang dibutuhkan dan antropometri.

SSP menggunakan konsep biomekanika dalam perhitungannya, dimana konsep biomekanika adalah dengan melihat kinerja sistem *musculoskeletal* yang memungkinkan tubuh untuk mengungkit (fungsi tulang) dan bergerak (fungsi otot).



Gambar 2.5 Biomekanika Tubuh

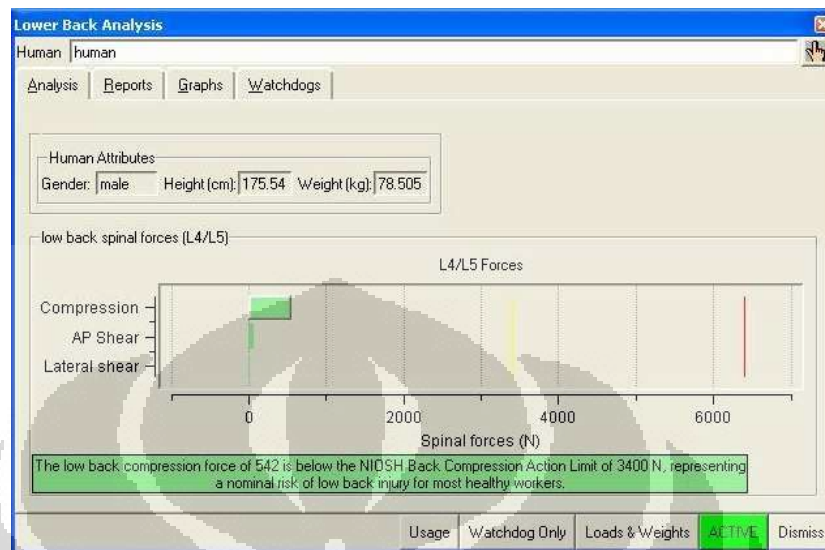
Pergerakan otot akan membuat tulang cenderung berotasi pada persendiannya, selama terjadi pergerakan maka akan terjadi usaha saling menyeimbangkan antara gaya yang dihasilkan kontraksi otot dengan gaya yang dihasilkan oleh beban pada segmen tubuh dan faktor eksternal.



Gambar 2.6 Output Ssp Analisis Jack Tat

#### 2.4.2. Low Back Analysis (LBA)

Merupakan *tool* yang digunakan untuk mengevaluasi kekuatan tulang belakang manusia pada postur dan kondisi tertentu. Analisis LBA menghasilkan output berupa grafik nilai tekanan kompresi yang diterima oleh model yang digunakan dalam simulasi tersebut. Nilai tekanan kompresi ini memiliki 3 buah kategori atau batasan yaitu kurang dari 3400 N, antara 3400 N hingga 6000 N dan diatas 6000 N. batasan nilai ini berdasarkan standart NIOSH *Back Comparison Action Limit* dimana jika nilai kompresi kurang dari 3400 N maka aktivitas tersebut tidak terlalu beresiko untuk dilaksanakan sedangkan jika nilai kompresinya melebihi 3400 N maka grafik akan berwarna kuning yang menandakan resiko dari aktivitas dan postur tersebut dapat membahayakan kesehatan dan jika nilai kompresinya melampaui 6000 N maka grafik akan berubah menjadi warna merah yang menandakan aktivitas dan postur tersebut akan sangat membahayakan kesehatan tubuh pekerja.



Gambar 2.7 Output Lba Analisis Jack Tat

Berikut merupakan contoh perhitungan estimasi kompresi yang diterima tulang belakang, dimisalkan massa tubuh bagian atas adalah 40 Kg, massa beban 10 Kg, tekanan kompresi berjarak 50 Cm dari *lumbar spine*, diasumsikan tulang belakang mempunyai panjang otot ungkit (*lever arm*) 5 Cm dan percepatan gravitasi  $9,81 \text{ m/s}^2$ . maka kita dapat mengetahui berapa kompresi total yang diterima oleh tubuh, seperti dibawah ini<sup>11</sup>:

Menghitung kompresi beban benda,

$$F = m \times a = 10 \text{ Kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 98,1 \text{ N}$$

Menghitung kompresi beban tubuh,

$$F = m \times a = 40 \text{ Kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 392,4 \text{ N}$$

Menghitung *load moment* pada tulang belakang,

$$\begin{aligned} L_m &= \text{kompresi beban benda} \times \text{jarak kompresi lumbar spine} \\ &= 98,1 \text{ N} \times 0,5 \text{ m} = 49,05 \text{ Nm} \end{aligned}$$

<sup>11</sup> R.S. Bridger, Introduction to ergonomics. Taylor & Francis Group, London, 2003, hal.51.

Menghitung gaya ungkit tulang belakang,

$$\begin{aligned} \text{Back muscle extensor force} &= L_m \div \text{Lever arm} \\ &= 49,05Nm \div 0,05Cm = 981 N \end{aligned}$$

Menghitung kompresi total tulang belakang,

$$\begin{aligned} C_t &= \text{kompresi beban benda} + \text{kompresi beban tubuh} \\ &\quad + \text{back muscle extensor force} \\ &= 98,1N + 392,4N + 981N = 1471,5N \end{aligned}$$

Keterangan :

- $F$  = gaya (*force*) dalam Newton
- $m$  = massa dalam Kg
- $a$  = percepatan gravitasi (*acceleration*) =  $9,81 \text{ m/s}^2$
- $L_m$  = *Load moment*
- $C_t$  = kompresi total tulang belakang

#### 2.4.3. *Ovako Working Posture Analysis (OWAS)*

Metode OWAS merupakan salah satu metode observasi yang sederhana untuk menganalisa postur tubuh (Karhu *et al.* 1977). OWAS juga telah terbukti bahwa fungsinya telah berjalan dengan baik pada *plant level* dan juga telah berhasil membawa peningkatan kedalam sistem kerja serta mencegah masalah kesehatan (Karhu *et al.* 1981). Berdasarkan NIOSH prosentase OWAS yang disarankan untuk populasi campuran adalah diatas 90% (*International Encyclopedia, p.1782*).

OWAS sangat mudah beradaptasi pada analisa area kerja dan dapat mengevaluasi macam-macam postur di area kerja yang bervariasi. Metode OWAS dapat digunakan untuk berbagai tujuan (Mattila *et al.* 1993):

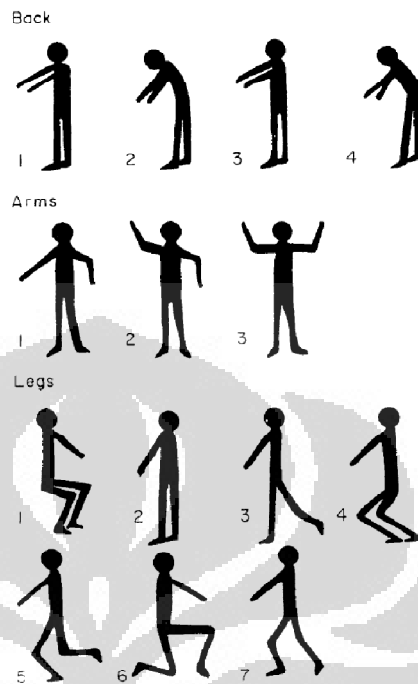
- Menstandarisasi evaluasi ergonomic dari beban postural.
- Mengembangkan dan merencanakan area kerja, metode kerja, peralatan dan memsin-mesin.

- Digunakan oleh jasa kesehatan untuk merencanakan kerja bagi pekerja yang berkekurangan dari segi fisik.

Dan metode OWAS ini mempunyai beberapa alasan kenapa digunakan sebagai metode analisa ergonomi, seperti yang ddiungkapkan oleh Kivi dan Matilla (1991):

- OWAS ditujukan sebagai alat praktik untuk analisa keseharian di area kerja.
- OWAS diorientasikan untuk mengkoreksi ukuran-ukuran, bukan hanya sebagai identifikasi masalah.
- OWAS telah berkembang sebagai alat analisa untuk cakupan yang luas, bahkan di bidang konstruksi bangunan.
- Sudah terbukti bahwa fungsi OWAS sebagai alat untuk kerjasama yang baik diantara spesialisasi yang berbeda-beda dalam suatu perusahaan.
- Merupakan teknik observasi yang cocok dengan metode yang berhubungan dengan kesehatan.

Didalam fungsinya menganalisa kenyamanan OWAS memperhatikan beberapa faktor dari postur pekerja antara lain punggung, tangan dan kaki, juga memperhitungkan berapa besar beban yang ditopang oleh pekerja. Seperti kode OWAS yang ditunjukkan gambar 2.6.



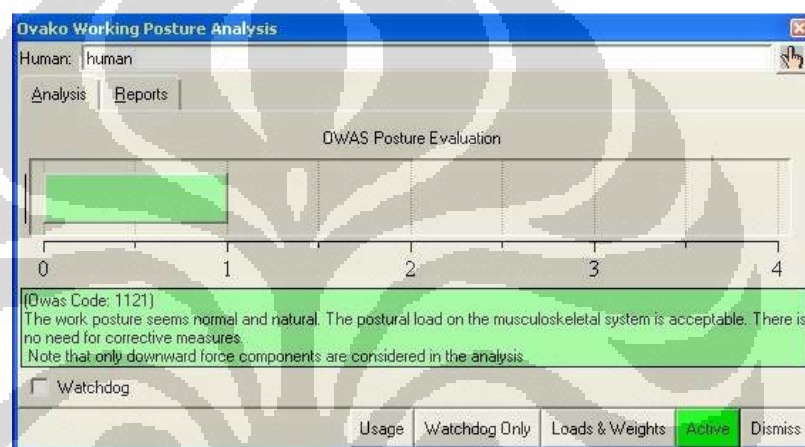
Gambar 2.6 Kode owas untuk bagian tubuh yang berbeda (karhu *et al.* 1977)

Sumber : International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors (vol.1), Hal. 1880

Dimana pada gambar 2.6 baris pertama menunjukkan berbagai postur punggung secara berturut-turut dari lurus, cenderung membungkuk ke depan atau belakang, memutar dan cenderung ke samping dan membungkuk sambil berputar. Pada baris kedua yaitu postur tangan yang keduanya dibawah bahu, masing-masing tangan berada diatas dan dibawah bahu, kedua tangan berada atau di atas bahu. Kemudian baris ketiga postur kaki yang duduk, berdiri dengan kedua kaki tegak lurus, berdiri dengan penopang satu kaki, berdiri atau jongkok dengan kaki tertekuk, berdiri atau jongkok dengan satu kaki tertekuk, berlutut dengan satu atau kedua kaki dan berjalan atau bergerak. Dan terdapat tiga kode beban pada OWAS : sama dengan atau kurang dari 10 Kg, diantara 10 Kg dan 20 Kg, diatas 20 Kg.

Analisa menggunakan OWAS diklasifikasikan kedalam empat kategori tindakan sesuai skalanya, dimana skala atau skor 1 yaitu *normal posture* adalah tidak memerlukan tindakan perbaikan karena postur yang dilakukan

pada standarnya dan tidak ada indikasi efek pada *musculoskeletal system*. Skor 2 yaitu *slightly harmful* adalah postur tubuh yang mempunyai beberapa efek yang mempengaruhi *musculoskeletal system*, contohnya stress, tindakan perbaikan yang diperlukan di masa mendatang. Skor 3 yaitu *distinctly harmful* adalah tindakan perbaikan yang harus segera dilaksanakan. Dan skor 4 yaitu *extremely harmful* adalah tindakan perbaikan yang diperlukan secepat mungkin untuk merubah posturnya<sup>12</sup>.



Gambar 2.8 Output Owas Analisis Jack Tat

#### 2.4.4. Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

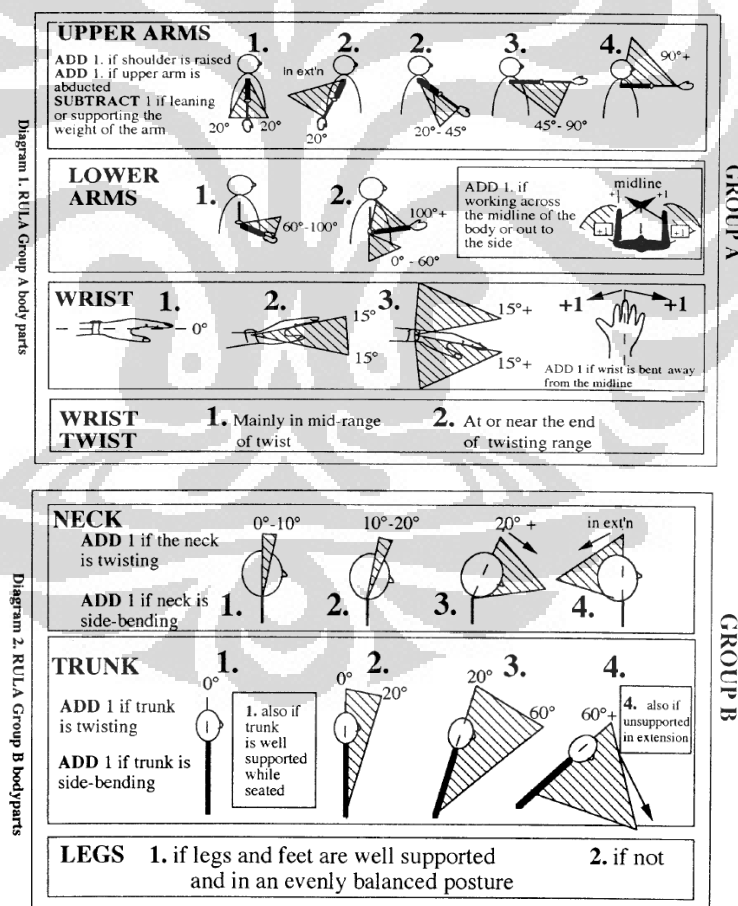
RULA merupakan suatu metode panaksiran (*assessment method*). Tahap pertama dari prosedur adalah penentuan tempat, didalam aktivitas kerja, tugas yang memberikan sudut (*angles*) yang paling ekstrim bagi tubuh bagian atas (*upper limbs*) dan dimana *forces* muncul yang kemungkinan membuat kesal akibat dari *angles* tadi<sup>13</sup>. Terdapat dua hal dalam metode RULA, yaitu :

<sup>12</sup> Waldemar Karwowski. International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors (vol.1). Taylor & Francis. London. Hal. 1880-1882

<sup>13</sup> Waldemar Karwowski. International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors (vol.1). Taylor & Francis. London. Hal. 1461.

- Mengukur resiko cedera pada tubuh bagian atas terhadap postur kerja dan penggunaan otot, berat beban, durasi dan frekuensi kerja.
- Menempatkan skor penilaian yang mengindikasikan derajat intervensi yang dibutuhkan untuk mengurangi resiko cedera pada tubuh bagian atas.

Pendekatan yang dilakukan pada teknik evaluasi ini biasanya menggunakan pembobotan, dimana semakin tinggi bobot yang diberikan menjelaskan resiko akan pekerjaan yang semakin besar terhadap kesehatan. *Output* dan hasil evaluasi RULA berupa nilai yang mengindikasikan derajat intervensi yang diisyaratkan untuk mengurangi resiko cedera.



Gambar 2.9 Diagram Tuntunan Penaksiran *Joint Angles* Dan *Loadings*

Sumber : International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors (vol.1). Hal. 1462.



Pada analisa menggunakan metode RULA terdapat lima faktor utama yang mempengaruhi penilaian, yaitu :

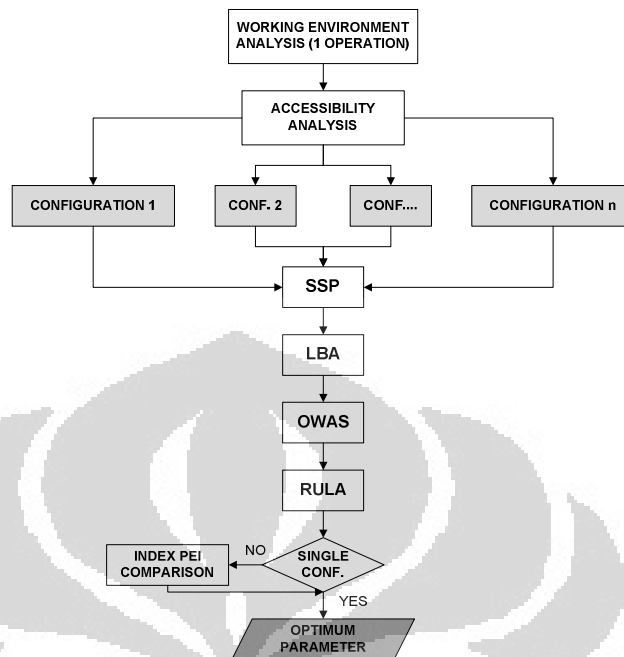
- Pengulangan (frekwensi)  
Kegiatan yang terus diulang dalam waktu tertentu dan selalu dilakukan dengan cara yang sama, semakin tinggi frekwensi pekerjaan tersebut maka semakin tinggi pula resiko cedera yang mungkin terjadi.
- Gaya  
Gaya merupakan suatu usaha yang dilakukan untuk melakukan suatu kegiatan. Kebutuhan memperbesar gaya selama melakukan pekerjaan berhubungan dengan melakukan gerakan tambahan dan atau mempertahankan posisi tubuh.
- Postur  
Postur dan tipe pergerakan anggota tubuh bagian atas yang saling menyesuaikan agar dapat melakukan satu urutan aksi teknis sehingga menciptakan satu putaran kegiatan.
- Periode pemulihan  
Periode waktu ini berada diantara putaran kegiatan, meliputi waktu berhentinya kegiatan setelah melakukan satu putaran kegiatan penuh, dimana metabolisme dan mekanisme otot kembali ke kondisi semula, selayaknya otot yang tidak bekerja. Meminimalisir periode pemulihan dapat maningkatkan resiko terkena cedera.
- Faktor resiko tambahan  
Faktor ini tidak selalu ada dalam suatu pekerjaan, tergantung dengan jenis pekerjaan apa yang dilakukan, mekanisme kerjanya, lingkungannya dan organisasi yang membantu terlaksananya pekerjaan tersebut.

Gambar 2.10 Output Rula Analisis Jack Tat

## 2.5. Posture Evaluation Index (PEI)

*Posture Evaluation Index (PEI)* merupakan suatu pendekatan berupa indeks yang dikembangkan sebagai alat ukur penilaian postur tubuh saat bekerja pada *virtual human* di *virtual environment* pada *software Jack 6.1*. Tujuan daripada PEI adalah untuk menetapkan optimasi secara ergonomi pada sebuah operasi yang berada di sebuah area kerja.

Untuk mendapatkan tingkat kenyamanan yang optimal maka harus meminimalisir terbentuknya postur yang kritis (*critical posture*) selama operasi kerja berlangsung, dimana *critical posture* ini merupakan postur tubuh saat bekerja yang memicu timbulnya *musculoskeletal disorders (MSDs)* dan pada kenyataannya hal ini sangatlah sulit untuk dideteksi. Dengan menggunakan PEI, kualitas dari suatu postur tunggal dapat diukur dan secara otomatis dapat mendeteksi *critical posture*.



Gambar 2.11 Diagram Alir Metode Pei

Gambar 2.11 menunjukkan diagram alir metode PEI dimana analisis suatu lingkungan kerja dapat dilakukan dengan menghitung nilai PEI dengan faktor SSP, LBA, OWAS dan RULA. Dan untuk suatu perbaikan didesain konfigurasi lingkungan kerja yang baru yang kemudian akan diperhitungkan juga nilai PEInya Terdapat tujuh tahapan dalam menerapkan *posture evaluation index*, dimana ketujuh tahapan tersebut, sebagai berikut :

#### 1. Analisis lingkungan kerja

Fase pertama terdiri dari analisis terhadap lingkungan kerja dengan memperhatikan berbagai alternatif pergerakan yang mungkin terjadi. Secara umum pada fase ini, peneliti harus mencoba memahami faktor-faktor akan mempengaruhi kesimpulan yang akan diambil, seperti postur tubuh saat mengeksekusi pekerjaan dan kecepatan pelaksanaan pekerjaan. Dalam simulasi di *virtual environment* (VE), sangatlah penting melakukan simulasi operasi-operasi kerja dengan berbagai alternative gerakan, dengan tujuan memverifikasi kelayakan tugas yang dilakukan pekerja.

## 2. Analisis jangkauan dan aksesibilitas

Perancangan dari sebuah stasiun kerja selalu memerlukan studi pendahuluan untuk mengevaluasi aksesibilitas dari titik-titik kritis (*critical point*). Permasalahan yang muncul ialah apakah seluruh metode gerakan yang telah dirancang memungkinkan untuk dimasukkan ke sebuah operasi dan apakah semua titik kritis dapat dijangkau oleh pekerja. Misalnya pada pengangkatan suatu benda terdapat kemungkinan rak tempat peletakan benda posisinya terlalu tinggi sehingga tidak terjangkau oleh pekerja. Dan mengakibatkan pekerja tidak dapat melaksanakan tugasnya dengan baik. Untuk itu perlu dipastikan bahwa titik kritis jangkauan benda-benda kerja dapat terjangkau. Konfigurasi tata letak yang tidak memuaskan pada fase ini tidak akan dilanjutkan pada fase berikutnya. Dan analisa lingkungan kerja, serta keterjangkauan dan aksesibilitas, konfigurasi yang akan dianalisa pada fase berikutnya dapat ditentukan.

## 3. *Static Strength Prediction (SSP)*

Pada tahapan ini maka akan dinilai apakah pekerjaan yang dilakukan data dipertimbangkan dalam analisis selanjutnya. Pengukuran SSP dilakukan untuk mengetahui apakah pekerjaan yang dilakukan memang benar-benar memungkinkan untuk manusia dengan kondisi dan antropometri tersebut.

## 4. *Low Back Analysis (LBA)*

Analisis ini mengevaluasi secara *real time* beban yang diterima oleh bagian tulang belakang model manekin saat melakukan tugas yang diberikan. Dalam perhitungan nilai PEI, nilai LBA yang digunakan ialah nilai pada *critical posture*. Nilai tekanan yang diperoleh dari output LBA kemudian dibandingkan dengan batasan tekanan yang ada pada standart NIOSH sebesar 3400 Newton.

## 5. *Ovako Working Posture Analysis System (OWAS)*

Merupakan evaluasi tingkat kenyamanan pekerja ketika melakukan suatu pekerjaan. OWAS juga memberikan rekomendasi apakah hal yang dianalisa memerlukan perbaikan atau tidak. Indeks tingkat kenyamanan yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan indeks maksimal yang ada pada OWAS sebesar 4 poin.

#### 6. *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*

Tahapan ini mengevaluasi kualitas postur tubuh bagian atas serta proses identifikasi resiko kerusakan atau gangguan pada tubuh bagian atas. Indikator RULA berusaha menggabungkan berbagai bagian tubuh yang disatukan untuk memperoleh sebuah nilai total. Nilai total tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai total maksimum RULA sebesar 7 poin.

#### 7. Evaluasi perhitungan *Posture Evaluation Index (PEI)*

Evaluasi PEI mengintegrasikan hasil analisis dari LBA, OWAS dan RULA yang merupakan *output-an* dari *software Jack 6.1*. PEI menjumlahkan tiga variable dimensional  $I_1$ ,  $I_2$  dan  $I_3$ . Variabel  $I_1$  didapatkan dari normalisasi skor LBA dengan batas aman kekuatan kompresi yang dapat diterima manusia, dengan nilai batas aman yang merujuk pada nilai standart NIOSH sebesar 3400 Newton. Sama halnya dengan  $I_1$ , untuk variabel  $I_2$  dan  $I_3$  dinormalisasi dengan indeks OWAS yang bernilai maksimum 4 poin dan indeks RULA yang bernilai maksimum 7 poin. Khusus untuk  $I_3$  hasil yang didapat akan dikalikan dengan *amplification factor* " $m_r$ ", sehingga didapat :

$$PEI = I_1 + I_2 + (I_3 \times m_r)$$

$$\text{Dimana : } I_1 = \frac{LBA}{3400 \text{ Newton}} , I_2 = \frac{OWAS}{4} , I_3 = \frac{RULA}{7} , m_r = 1,42$$

Atau,

$$PEI = \left( \frac{LBA}{3400 \text{ Newton}} \right) + \left( \frac{OWAS}{4} \right) + \left( \frac{RULA}{7} \times 1,42 \right)$$

## Keterangan :

- LBA = skor *low back analysis*
- OWAS = skor *ovako working posture*
- RULA = skor *rapid upper limb assessment*
- 3400 Newton = batas tekanan standart NIOSH
- 4 = nilai maksimum indeks OWAS
- 7 = nilai maksimum indeks RULA
- $m_r$  = faktor amplifikasi sebesar 1,42

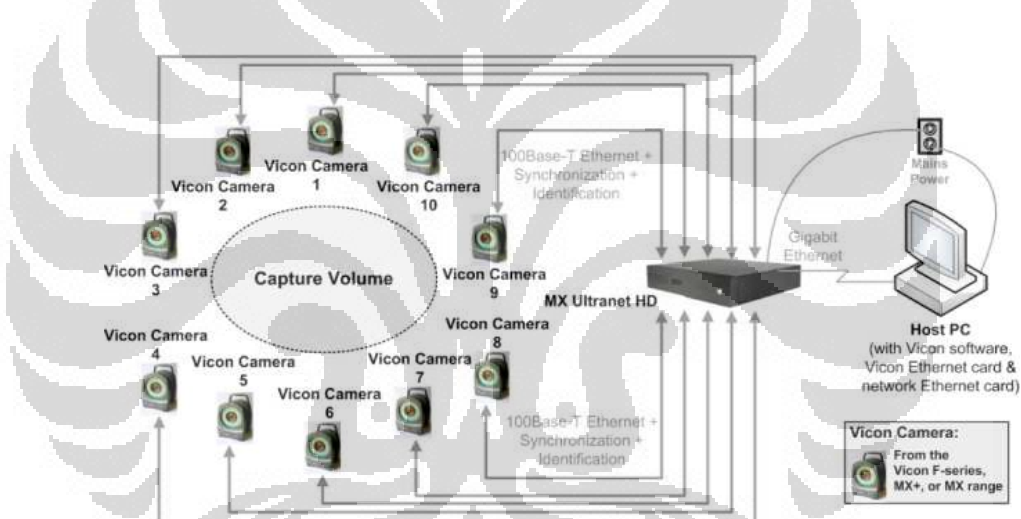
Definisi PEI dan penggunaan LBA, OWAS dan RULA adalah berdasarkan konsep faktor resiko dari operasi suatu pekerjaan. Dimana suatu operasi kerja memiliki 5 faktor resiko, yaitu : repetisi (*repetition*), frekuensi (*frequency*), postur (*posture*), usaha (*effort*) dan waktu pemulihan (*recovery time*). Berdasarkan konsep tersebut maka hal-hal yang perlu diperhatikan ketika melakukan analisis suatu postur adalah analisa kekuatan kompresi pada variabel  $I_1$  (*lumbar disks*), evaluasi tingkat ketidaknyamanan postur saat bekerja ( variabel  $I_2$ ), dan evaluasi tingkat kelelahan dari tubuh bagian atas (variabel  $I_3$ ). Jika dilihat dari hal-hal diatas maka tubuh bagian ataslah yang mendapat perhatian utama, hal ini disebabkan karena tubuh bagian atas mengeluarkan usaha terbesar ketika seseorang melakukan suatu gerakan. Dan otomatis akan sangat rentan mengalami cedera ataupun terkena *musculoskeletal disorders*. Hal ini juga yang mendasari munculnya faktor amplifikasi " $m_r$ " sebesar 1,42 pada perumusan PEI (Colombini, 2000).

Perbedaan antara nilai PEI yang dihasilkan pada masing-masing *critical posture* yang ditinjau, menunjukkan bahwa semakin kecil nilai PEI maka semakin tinggi tingkat kenyamanan dan semakin rendah pula resiko pekerja dalam terserang gangguan kesehatan, begitu juga sebaliknya semakin tinggi nilai PEI maka semakin rendah tingkat kenyamanan dan semakin tinggi resiko dari para pekerja untuk terserang gangguan kesehatan. Dengan kata lain , suatu konfigurasi postur kerja dikatakan optimal jika memiliki nilai PEI yang rendah.

Adapun nilai minimum dari PEI sebesar 0,47 yang menyatakan kondisi dari pekerja yang tidak mendapat beban sama sekali, sedangkan nilai maksimum tergantung dari nilai variabel  $I_1$ , diasumsikan  $I_1 > 1$  adalah tidak valid, sehingga nilai maksimum PEI adalah 3,42.

### 2.6. *Vicon Nexus 1.5.1*

*Vicon Nexus 1.5.1* merupakan sebuah *software* yang didesain khusus untuk aplikasi ilmu pengetahuan, kesehatan, olahraga dan berbagai aspek lainnya. Digunakan untuk meng-*capture* gerakan (*motion*), yang akan dianalisa, secara *real time* dari sebuah model gerak ke sebuah model digital.



Gambar 2.12 Konfigurasi Setting *Vicon Nexus 1.5.1*

Seperti yang terlihat pada gambar 2.12, *software* ini membutuhkan beberapa kamera Vicon MX, yaitu kamera dengan *multiple high-speed processor*, yang ditempatkan menyebar mengelilingi area *capture volume* guna memindai gerakan yang dilakukan oleh model yang sudah dipakaikan *marker* (penanda) pada titik-titik tubuh tertentu, sebagai sensor dari kamera Vicon MX. Dengan spesifikasi yang dimiliki kamera Vicon MX maka gerakan demi gerakan dari seorang model dapat dipindai melalui *marker* yang merefleksikan sumber cahaya dari luar ke kamera Vicon MX. Dan kemudian gambar-gambar yang

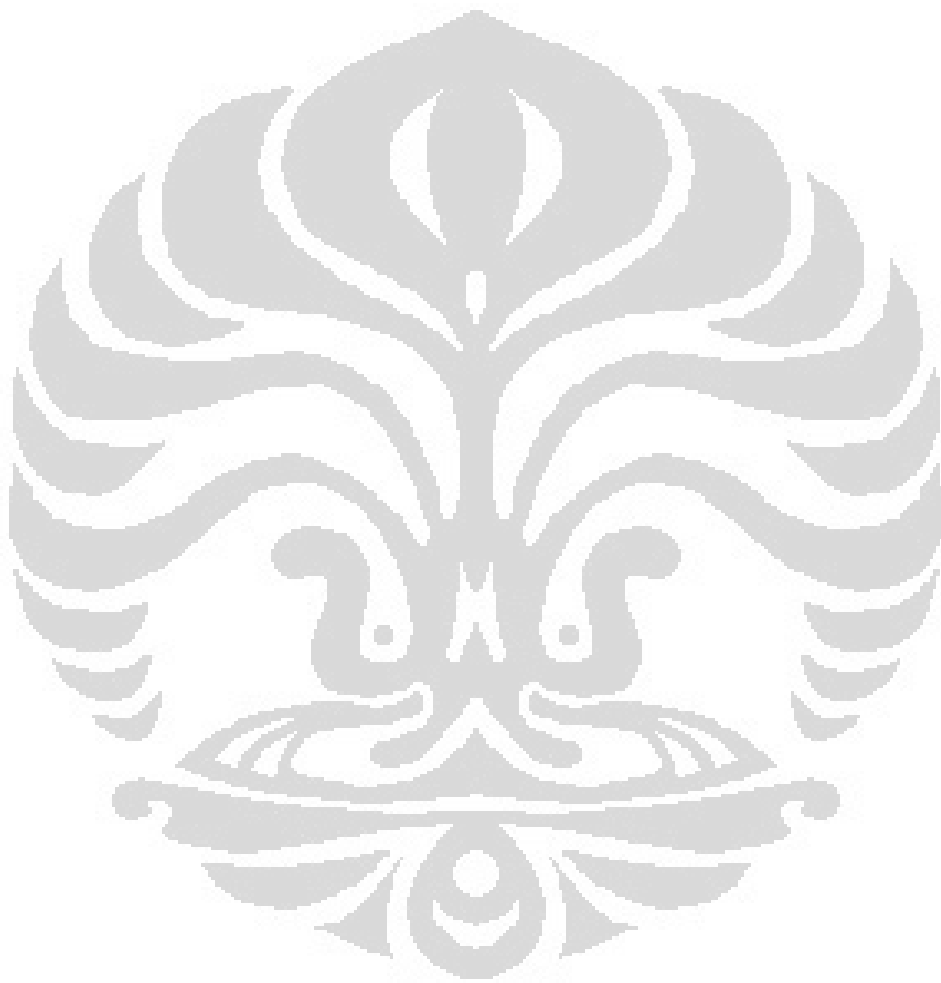
didapat dari kamera Vicon MX tadi di kombinasikan oleh MX Ultranet HD, penghubung antara kamera dan PC. Tabel berikut merupakan susunan *marker* yang diperlukan *software Jack 6.1* agar dapat bersinkronisasi dengan *Vicon Nexus 1.5.1* sebagai *input-an motion*.

Table 2.3 Titik-Titik *Marker* Pada Model Gerak

No	Label	Penempatan
1	TopHead	ubun-ubun
2	BackHead	bagian tengah belakang kepala
3	FrontHead	kening bagian atas
4	LHead	atas telinga kiri
5	RHead	atas telinga kanan sedikit condong depan
6	RShoulder	tengah bahu kanan
7	LShoulder	tengah bahu kiri
8	BNeck	belakang leher
9	Sternum	ujung tulang dada dekat perut
10	LBack	tonjolan belikat kiri
11	RBack	ujung tulang rusuk bagian kanan
12	RBicep	tengah lengan kanan
13	RElbow	siku kanan bagian luar
14	RPostElbow	siku kanan bagian dalam
15	RForeArm	tengah tangan kanan
16	RRadius	pergelangan tangan kanan searah ibu jari
17	RUlna	pergelangan tangan kanan searah kelingking
18	RThumb	pangkal ibu jari tangan kanan
19	RMHand	tengah metakarpal kanan
20	RPinky	pangkal jari kelingking tangan kanan
21	LBicep	tengah lengan kiri
22	LElbow	siku kiri bagian luar
No	Label	Penempatan



23	LPostElbow	Siku kiri bagian dalam
24	LForeArm	tengah tangan kiri
25	LRadius	pergelangan tangan kiri searah ibu jari
26	LUlna	pergelangan tangan kiri sarah kelingking
27	LThumb	pangkal ibu jari tangan kiri
28	LMHand	tengah metakarpal kiri
29	LPinky	pangkal kelingking tangan kiri
30	Clav	pangkal tulang dada dekat leher
31	RASIS	tonjolan depan tulang panggul kanan
32	LASIS	tonjolan depan tulang panggul kiri
33	RPSIS	tonjolan belakang tulang panggul kanan
34	LPSIS	tonjolan belakang tulang panggul kiri
35	Sacrum	punggung sejajar LPSIS dan RPSIS
36	RHip	pangkal paha kanan
37	LHip	pangkal paha kiri
38	RThigh	paha kanan bagian depan
39	RPostThigh	paha kanan bagian belakang
40	RKnee	lutut kanan
41	RShank	betis kanan
42	RAnkle	mata kaki kanan
43	RHeel	tumit kanan
44	RToe	pangkal ibu jari kaki kanan
45	RLatFoot	pangkal kelingking kaki kanan
46	LThigh	paha kiri bagian depan
47	LPostThigh	paha kiri bagian belakang
48	LKnee	lutut kiri
49	LShank	betis kiri
50	LAnkle	mata kaki kiri
51	LToe	pangkal ibu jari kaki kiri
52	LHeel	tumit kiri
53	LLatFoot	pangkal kelingking kaki kiri



## **BAB 3**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ketiga ini berisikan tentang data-data yang telah dikumpulkan dan sesuai kebutuhan untuk menjalankan penelitian dan perancangan model dalam menganalisa keran pengambilan sampel pada PT. PUPUK SRIWIDJAJA II. Data-data tersebut meliputi penggambaran visual kondisi aktual desain dari keran pengambilan sampel, data antropometri para pelaku kerja yang bertugas mengambil sampel pada keran pengambilan sampel. Perancangan model dilakukan terhadap desain dari keran pengambilan sampel yang dirasa belum ergonomis dengan tujuan mendapatkan desain keran pengambilan sampel point yang baru dan lebih bersifat ergonomis sehingga dampak negatif yang dapat menyerang para pelaku kerja bisa diminimalisir.

#### **3.1. Tinjauan Umum PT. PUPUK SRIWIDJAJA**

##### **3.1.1. Sejarah dan Perkembangan Perusahaan**

PT. Pupuk Sriwidjaja (Pusri) adalah perusahaan pupuk Urea pertama di Indonesia yang didirikan pada 24 Desember 1959. Sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN), Pusri mengemban amanah untuk turut melaksanakan dan menunjang kebijakan pembangunan nasional, khususnya di bidang industri pupuk dan industri kimia lainnya untuk melayani kebutuhan pembangunan pangan domestik dan ekspor.

Sepanjang pengabdianya selama 50 tahun, Pusri mengalami dua fase sejarah penting dalam struktur organisasi korporasi. Pertama, Pusri sebagai unit usaha yang berdiri sendiri selama kurun 1959-1997. Kedua, Pusri sebagai perusahaan induk (holding) yang membawahi sejumlah perusahaan sejak tahun 1997 yang dilegalkan melalui PP No.28 tahun 1997 dan PP No.34 tahun 1998. Dengan peraturan tersebut, Pemerintah Indonesia mengalihkan seluruh sahamnya yang ditempatkan di sejumlah industri pupuk dalam negeri.

Pembentukan Pusri Holding mencakup empat tujuan. Pertama, meningkatkan efisiensi dan produktivitas nasional di lingkungan BUMN pupuk sehingga dapat memberikan kontribusi optimal kepada pemerintah dan masyarakat. Kedua, holding dimaksudkan dapat membantu pemerintah melakukan koordinasi pengendalian terhadap BUMN pupuk. Ketiga, menciptakan sinergi sumber daya dalam bidang produksi, pemasaran, rancang bangun dan rekayasa, serta logistik dan keuangan. Keempat, pembentukan holding diharapkan dapat mengintegrasikan arah pengembangan industri pupuk dalam menetapkan proyek-proyek yang paling menguntungkan agar dapat memberikan nilai tambah.

Pusri Holding memiliki enam anak perusahaan, yaitu: (1) PT. Petrokimia Gresik, berkedudukan di Gresik, Jawa Timur. Memproduksi dan memasarkan pupuk Urea, ZA, SP-36/SP-18, Phonska, DAP, NPK, ZK, dan industri kimia lainnya, serta pupuk organik; (2) PT. Pupuk Kujang, berkedudukan di Cikampek, Jawa Barat, memproduksi dan memasarkan pupuk Urea dan industri kimia lainnya; (3) PT. Pupuk Kalimantan Timur, berkedudukan di Bontang, Kalimantan Timur. Memproduksi dan memasarkan pupuk Urea dan industri kimia lainnya; (4) PT. Pupuk Iskandar Muda, berkedudukan di Lhokseumawe, Nangroe Aceh Darussalam. Memproduksi dan memasarkan pupuk Urea dan industri kimia lainnya; (5) PT. Rekayasa Industri, berkedudukan di Jakarta, bergerak dalam penyediaan Jasa Engineering, Procurement & Construction (EPC) yang bergerak dalam pembangunan industri gas & minyak bumi, pupuk, kimia dan petrokimia, pertambangan, pembangkit listrik; (6) PT. Mega Eltra, berkedudukan di Jakarta dengan bidang usaha utamanya adalah Perdagangan Umum.

Dengan demikian, Pusri tidak hanya menjalankan usaha di bidang industri pupuk dan industri kimia lainnya, melainkan juga usaha di bidang EPC, dan perdagangan umum. Dengan mengintegrasikan beberapa bidang usaha yang saling terkait dan mendukung, Pusri semakin mantap dan



### 3.1.2. Visi dan Misi Perusahaan

Sejalan dengan upaya perusahaan untuk memupuk pertumbuhan dalam kerangka sinergi di setiap fungsi organisasi, manajemen Pusri senantiasa bertumpu kepada visi dan misi perusahaan.

- **Visi**

*Menjadi Perusahaan yang berdaya saing tinggi dalam industri pupuk, industri kimia dan agrokimia, distribusi dan perdagangan serta jasa Engineering, Procurement, dan Construction (EPC), baik di tingkat regional maupun global.*

Untuk meningkatkan daya saing Industri Pupuk Nasional dalam menghadapi persaingan di tingkat regional dan global, pemerintah membentuk sebuah perusahaan induk bagi produsen pupuk nasional ditambah dengan satu perusahaan jasa EPC (Engineering, Procurement, and Construction) dan satu perusahaan perdagangan umum yang juga memiliki kapabilitas dalam membangun jaringan transmisi kelistrikan dan produksi cat. Dengan dibentuknya perusahaan induk tersebut, nilai aset Perusahaan meningkat, portfolio bisnis dan produk yang ditawarkan menjadi jauh lebih beragam dan lengkap, dan perusahaan memiliki posisi tawar yang lebih baik.

Selanjutnya, Industri Pupuk Nasional diharapkan mampu mengkonsolidasikan dirinya, mensinergikan sumber daya dan kapabilitas yang dimiliki, berkontribusi dalam pembangunan nasional, dan mendukung Program Ketahanan Pangan serta mencapai tingkat efisiensi dan pertumbuhan yang diharapkan untuk dapat bersaing di tingkat regional dan global.

- **Misi**

*1. Memproduksi dan memasarkan pupuk, untuk mendukung ketahanan pangan nasional (swasembada pangan), produk-produk petrokimia dan jasa-jasa EPC serta memperdagangkan produk pertanian di pasar nasional dan global dengan memperhatikan aspek mutu secara menyeluruh.*

2. Meningkatkan hasil usaha untuk menunjang kelancaran kegiatan operasional dan pengembangan usaha perusahaan.
3. Memberikan kontribusi pada pembangunan melalui pengembangan industri pendukung pertanian dan industri kimia berbasis sumber daya alam yang ramah lingkungan.
4. Melaksanakan program kepedulian masyarakat lingkungan (*Community Development*).
5. Mengutamakan keselamatan kerja dan kelestarian lingkungan hidup dalam setiap kegiatan usaha.
6. Melakukan pengembangan usaha ke hulu dan ke hilir untuk memperkuat struktur usaha perusahaan.

### **3.2. Pengumpulan Data**

#### **3.2.1. Identifikasi Permasalahan Pekerja**

Demi memastikan penerapan penelitian ini penting untuk dilakukan, maka sebelumnya peneliti melakukan observasi lapangan mengenai keluhan-keluhan para pelaku kerja akibat dari kondisi area kerja yang dirasakan belum ergonomis, ditunjukkan gambar 3.2. Keluhan ataupun gangguan khususnya pada *musculoskeletal disorders* cukup sering terjadi, yang diakibatkan karena adanya kontraksi otot yang berlebihan saat melakukan aktivitas kerja maupun aktivitas kerja yang dilakukan berulang-ulang dalam jangka waktu yang panjang.

Observasi ini dilakukan dengan dua cara, yakni pengamatan langsung saat seorang pelaku kerja, sebagai pelaku kerja, mengambil sampel pada keran pengambilan sampel dan mengumpulkan informasi melalui kuesioner perihal keluhan dan saran dari pelaku kerja mengenai desain keran pengambilan sampel.



Gambar 3.2 Kondisi Aktual Proses Pengambilan Sampel

Desain dari keran pengambilan sampel yang sudah ada belumlah ergonomis dan pada kenyataannya tidak ada hal-hal besar yang menghalangi untuk mendesain ulang tata letak dari keran pengambilan sampel tersebut. Pertama sample pada keran pengambilan sampel yang berupa cairan memancar deras atau cukup bertekanan dengan *flowrate* kurang lebih  $80 \text{ m}^3/\text{jam}$  dan bertekanan 1 Bar sehingga tidak menjadi masalah jika letak keran pengambilan sampel diatur sedemikian hingga cukup tinggi dan mencakup jangkauan guna memudahkan kerja dari pelaku kerja sehingga tidak perlu membungkuk atau melakukan postur jongkok dan mengeluarkan energi ekstra untuk menjangkau keran sampel demi mendapatkan sampel. Kedua, saluran sampel terbuat dari pipa aluminium yang tidak sulit untuk diperoleh di pasaran dan untuk mendesain ulang tidak membutuhkan banyak pipa aluminium baru, karena desain baru yang ergonomis cukup melakukan penyambungan saluran dari kondisi aktual yang sekarang hingga ke titik yang dinilai sudah ergonomis bagi pelaku kerja.



Ditunjang dengan hasil dari kuesioner yang menyatakan bahwa 11% - 22% dari pelaku kerja mengeluhkan dan merasa tidak nyaman khususnya pada bagian tubuh leher, punggung atas, lengan atas, lengan bawah punggung bawah, pergelangan tangan, jari tangan, paha, lutut dan betis pada saat melakukan kegiatan pengambilan sampel.

### 3.2.2. Data Antropometri

Data antropometri yang digunakan adalah data antropometri dari pelaku kerja di bagian laboratorium kontrol produksi PT.PUSRI. Dimana data antropometri merupakan data ukuran tubuh seperti data tinggi tubuh, data massa tubuh, data jangkauan tangan dan lain sebagainya. Namun dalam hal ini peneliti hanya menggunakan data tinggi dan massa tubuh dari pelaku kerja sedangkan untuk ukuran detail digunakan *database* dari *software Jack 6.1*. berikut merupakan tabel data dari 9 pelaku kerja yang melakukan pengambilan sampel di keran pengambilan sampel.

Tabel 3.1 Data Antropometri Pelaku Kerja

NO	Tinggi Badan (cm)	Berat Badan (Kg)
1	161	49
2	161	65
3	164	44
4	165	65
5	172	62
6	172	68
7	175	62
8	176	66
9	180	80

Kemudian pada proses modeling digunakan persentil 5%, 50% dan 95% yang mewakili data antropometri keseluruhan. Sehingga hasil rancangan menggunakan acuan data persentil tersebut, dimana persentil 5% merupakan

data antropometri yang mewakili ukuran tubuh kecil minoritas, persentil 95% mewakili ukuran tubuh besar minoritas dan 50% mewakili ukuran tubuh normal kebanyakan. Berikut merupakan tabel data antropometri tiap persentilnya.

Tabel 3.2 Data Persentil Antropometri Pelaku Kerja

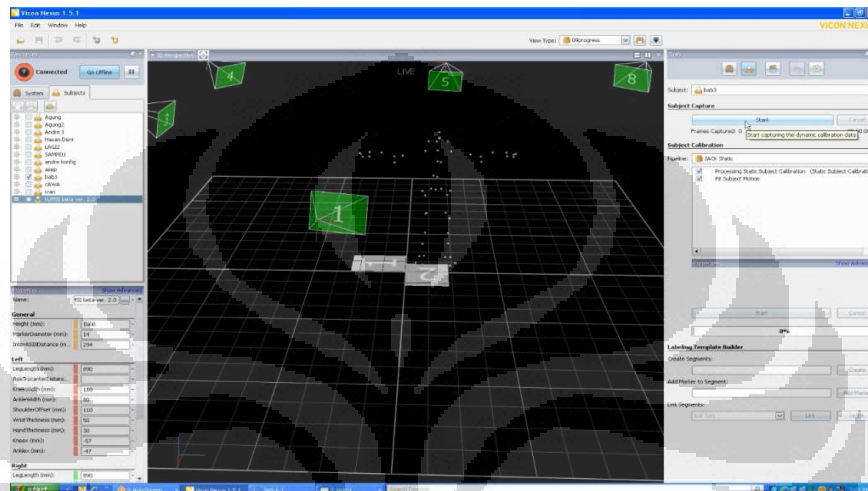
Persentil	Tinggi Badan	Berat Badan
5%	161 cm	49 Kg
50%	172 cm	62 Kg
95%	180 cm	80 Kg

### 3.3. Persiapan *Vicon Nexus 1.5.1*

Pada penelitian ini akan direkam gerakan tubuh dan postur yang dilakukan oleh pelaku kerja pada saat aktivitas pengambilan sampel dimana peneliti telah mengambil rekaman kondisi aktualnya. Alat perekam gerakan tubuh dan postur (*motion capture*) yang digunakan adalah *Vicon System*. *Vicon System* merupakan sebuah perangkat *motion capture* yang dilengkapi dengan *software Vicon Nexus 1.5.1* dan *hardware*-nya yang berupa 8 buah kamera Vicon MX, 3 buah kamera DV, 2 buah plat gaya (*forceplat*), *wand stick* dan *L-frame* untuk kalibrasi, MX *Ultranet* untuk kombinasi kamera MX dan sebagai penghubung antara kamera MX dengan *personal computer* dan *marker* sebagai penanda atau sensor bagi kamera MX. Hasil rekaman dari *Vicon Nexus 1.5.1* akan menjadi *input*-an dari *software Jack 6.1*, dimana hasil rekaman berupa titik-titik *marker* yang sebelumnya ditempelkan pada tubuh model. Titik-titik tersebut kemudian akan di koneksikan dengan tubuh manekin (*virtual human*) pada *software Jack 6.1* sehingga manekin tersebut dapat melakukan gerakan layaknya gerakan model pada rekaman sebelumnya, untuk kemudian dianalisis. Terdapat beberapa tahap dalam *motion capture*, yaitu :

- Proses kalibrasi, adalah proses penyesuaian kamera-kamera MX terhadap area *capture*

- Pemasangan *marker* pada titik-titik tubuh tertentu sang model
- Proses pengambilan gambar gerakan dan postur
- Menandai (*labelling*) *marker*
- Membuat *pipeline*



Gambar 3.3 Tampilan *Vicon Nexus 1.5.1*

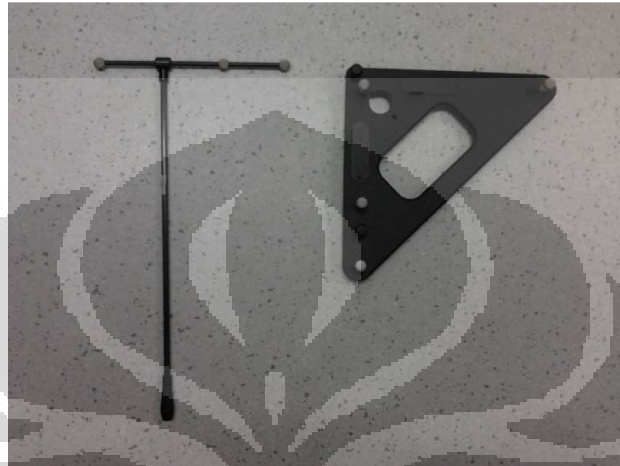
### 3.3.1. Proses Kalibrasi

Tahapan paling awal penggunaan *Vicon Nexus 1.5.1* merupakan kalibrasi untuk menetapkan dan menyesuaikan kamera-kamera MX dengan area atau ruang lingkup pengambilan rekaman *motion*.



Gambar 3.4 Tampilan Tab Kalibrasi

Berurutan dari atas pada gambar 3.2 dengan memulai penentuan *Wand* dan *L-Frame* yang digunakan adalah *3-marker wand* (240mm) dan *ergocal L-Frame* (14mm).

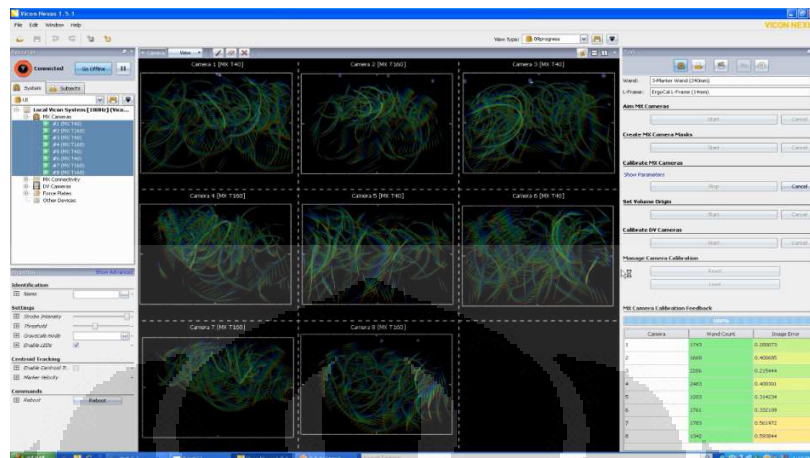


Gambar 3.5 *Wand* Dan *L-Frame*

Kemudian menentukan area *capture* kamera MX dengan seseorang yang memegang tongkat *3-marker wand* (240mm) sambil memutar tongkat tersebut membentuk angka delapan sembari berputar-putar mengelilingi *forceplate* yang menjadi titik acuan dari kamera MX.



Gambar 3.6 Kalibrasi menggunakan tongkat *wand*



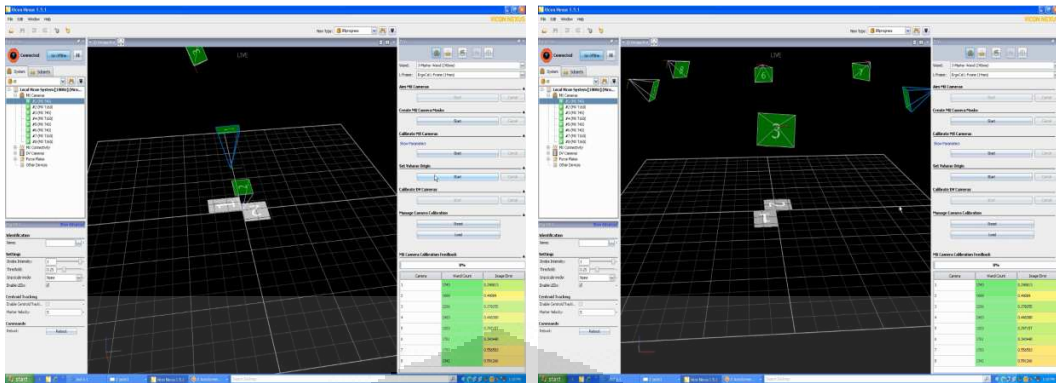
Gambar 3.7 Tampilan Kalibrasi *Wand* Pada Semua Kamera Mx

Langkah berikutnya merupakan *set volume origin*, langkah ini bertujuan untuk menetapkan acuan arah sumbu X, Y dan Z pada *virtual environment*, seperti gambar 3.8 berikut.



Gambar 3.8 Peletakan *L-Frame* Pada Proses Kalibrasi

Terlihat pada gambar 3.9 setelah *L-Frame* diletakkan dan tombol *set volume origin* ditekan maka kamera MX berada di posisi riil-nya.



Gambar 3.9 Tampilan Sebelum Dan Sesudah *Set Volume Origin*

### 3.3.2. Pemasangan *marker* dan proses *labelling* pada model (manusia)

Subjek manusia yang berperan sebagai model akan dipasangi 53 buah *marker* di titik-titik tertentu pada tubuhnya sesuai dengan kebutuhan *software Jack 6.1*. *Marker* ini berfungsi sebagai sensor yang memantulkan cahaya ke kamera MX sehingga setiap pergerakan dari model dapat terdeteksi oleh kamera MX. Berikut merupakan tabel titik pemasangan *marker*.

Tabel 3.3 Titik Pemasangan *Marker* Pada *Jack 6.1*

No	Label	Penempatan
1	TopHead	ubun-ubun
2	BackHead	bagian tengah belakang kepala
3	FrontHead	kening bagian atas
4	LHead	atas telinga kiri
5	RHead	atas telinga kanan sedikit condong depan
6	RShoulder	tngah bahu kanan
7	LShoulder	tengah bahu kiri
8	BNeck	belakang leher
9	Sternum	ujung tulang dada dekat perut
10	LBack	tonjolan belikat kiri
11	RBack	ujung tulang rusuk bagian kanan

No	Label	Penempatan
12	Rbicep	tengah lengan kanan
13	RElbow	siku kanan bagian luar
14	RPostElbow	siku kanan bagian dalam
15	RForeArm	tengah tangan kanan
16	RRadius	pergelangan tangan kanan searah ibu jari
17	RUlna	pergelangan tangan kanan searah kelingking
18	RThumb	pangkal ibu jari tangan kanan
19	RMHand	tengah metakarpal kanan
20	RPinky	pangkal jari kelingking tangan kanan
21	LBicep	tengah lengan kiri
22	LElbow	siku kiri bagian luar
23	LPostElbow	siku kiri bagian dalam
24	LForeArm	tengah tangan kiri
25	LRadius	pergelangan tangan kiri searah ibu jari
26	LUlna	pergelangan tangan kiri sarah kelingking
27	LThumb	pangkal ibu jari tangan kiri
28	LMHand	tengah metakarpal kiri
29	LPinky	pangkal kelingking tangan kiri
30	Clav	pangkal tulang dada dekat leher
31	RASIS	tonjolan depan tulang panggul kanan
32	LASIS	tonjolan depan tulang panggul kiri
33	RPSIS	tonjolan belakang tulang panggul kanan
34	LPSIS	tonjolan belakang tulang panggul kiri
35	Sacrum	punggung sejajar LPSIS dan RPSIS
36	RHip	pangkal paha kanan
37	LHip	pangkal paha kiri
38	RThigh	paha kanan bagian depan
39	RPostThigh	paha kanan bagian belakang
40	RKnee	lutut kanan

No	Label	Penempatan
41	RShank	tulang kering kanan
42	RAnkle	mata kaki kanan
43	RHeel	tumit kanan
44	RToe	pangkal ibu jari kaki kanan
45	RLatFoot	pangkal kelingking kaki kanan
46	LThigh	paha kiri bagian depan
47	LPostThigh	paha kiri bagian belakang
48	LKnee	lutut kiri
49	LShank	tulang kering kiri
50	LAnkle	mata kaki kiri
51	LToe	pangkal ibu jari kaki kiri
52	LHeel	tumit kiri
53	LLatFoot	pangkal kelingking kaki kiri

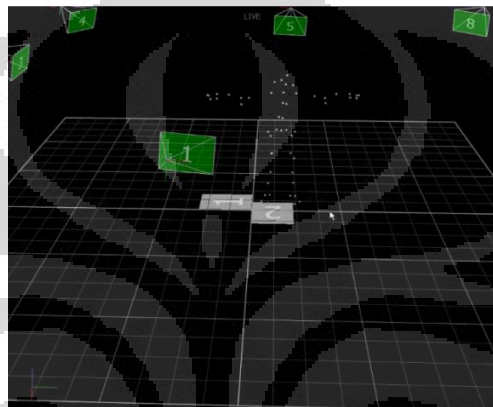


Gambar 3.10 Ilustrasi Pemasangan *Marker* Pada Model

Ketika *marker* telah terpasang sesuai dengan tabel 3.1 pada tubuh model, dilanjutkan dengan *subject calibration*. Hal ini dilakukan agar *Vicon Nexus 1.5.1* merekam posisi statis dari model, yaitu dengan model

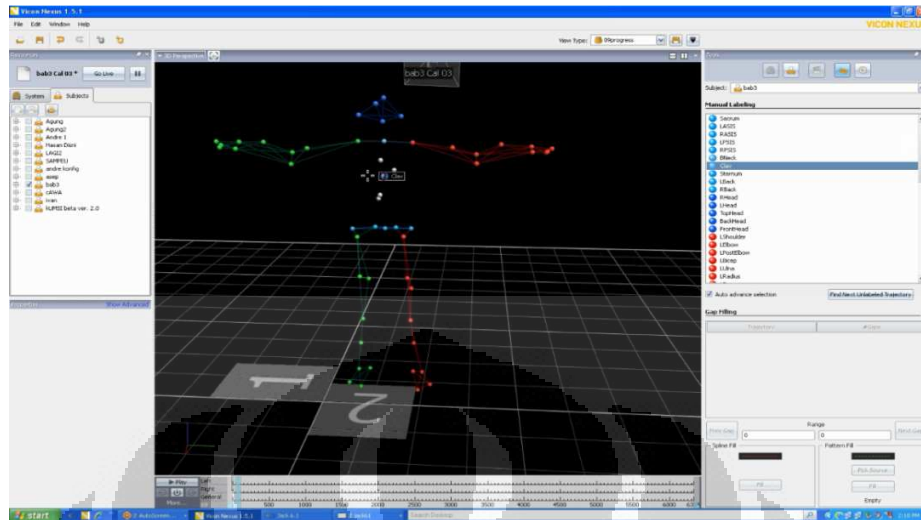


memposisikan tubuhnya menyerupai huruf T (*T-pose*). Hal ini bertujuan agar pada saat perekaman gerakan yang dinamis kamera-kamera MX dapat mengenali *markers* yang sudah menempel pada tubuh model. Dengan alur kerja sebagai berikut, mengaktifkan (*go live*) kamera MX untuk merekam posisi *T-pose* selama kurang lebih 4 detik dengan menekan tombol *start* pada *subject capture*.



Gambar 3.11 Ilustrasi Posisi *T-Pose*

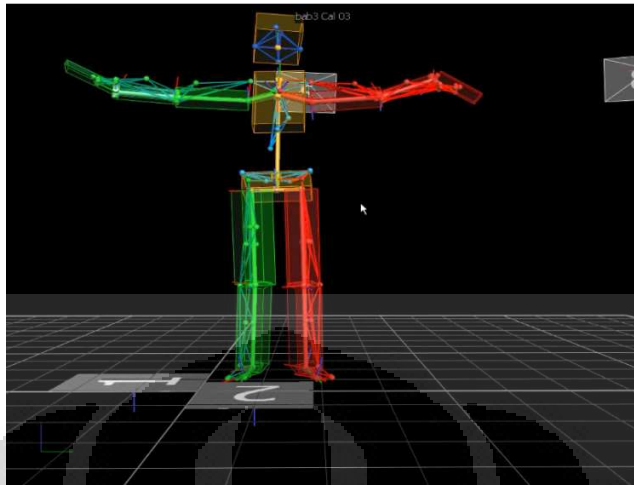
Kemudian menonaktifkan (*go offline*) kamera MX dan merekonstruksi data yang barusan direkam. Hasil rekonstruksi data memunculkan titik-titik *markers* tubuh model walaupun kamera MX dalam keadaan nonaktif. Tahap berikutnya adalah *labeling* yaitu menamai titik-titik *marker* sesuai dengan nama dan posisinya merunut tabel 3.1. Dengan proses *labeling*, *Vicon Nexus 1.5.1* sudah dapat mengenali *markers* walau model melakukan gerakan, tentunya selama model melakukan gerakan di area *capture*.



Gambar 3.12 Ilustrasi Proses *Labeling*

### 3.3.3. Pembuatan *Pipeline*

Proses *pipeline* merupakan proses selanjutnya setelah proses *labeling*. Proses *pipeline* diperlukan agar nantinya koneksi antara *Vicon Nexus 1.5.1* dan *software Jack 6.1* sukses, artinya *software Jack 6.1* dapat membaca titik-titik *marker* hasil dari perekaman via *Vicon Nexus 1.5.1*. Proses *pipeline* dimulai dengan menekan tombol *subject calibration* pada *tools subject preparation*. Pilih opsi *Jack Static* pada *current pipeline*, dimana opsi *Jack Static* terdiri dari dua kalibrasi yaitu *processing static subject calibration* dan *fit subject motion*, beri tanda ceklis pada keduanya dan klik tombol *play* untuk mengeksekusi proses *pipeline*.



Gambar 3.13 Ilustrasi Proses *Pipeline*

### 3.4. Proses *Motion Capture*

Setelah proses *subject calibration* selesai, proses *motion capture* sudah dapat dilakukan. Yaitu saat pelaku kerja melakukan adegan proses pengambilan sampel pada keran pengambilan sampel. Perekaman gerakan dilakukan selama beberapa detik dan berulang-ulang sampai dengan hasil rekaman gerak hampir menyerupai gerakan aslinya.

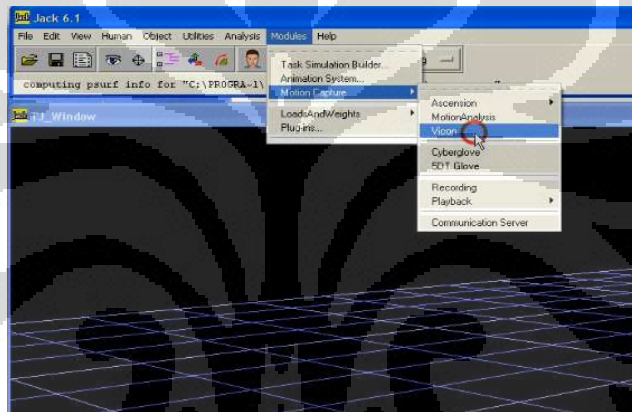
### 3.5. Pengolahan Data

Setelah pengumpulan data tahap selanjutnya adalah pengolahan data, . Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software Jack 6.1*. Terdapat beberapa tahapan umum dalam mengolah data menggunakan perangkat lunak ini, yaitu :

- Mengkoneksikan antara *Vicon Nexus 1.5.1* dan *software Jack 6.1*
- Membuat manekin (*virtual human*)
- Mengkoneksikan manekin dan data *motion capture*
- Menjalankan simulasi dan hasil analisa terhadap manekin
- Melakukan perhitungan *Posture Evaluation Index (PEI)* kondisi aktual

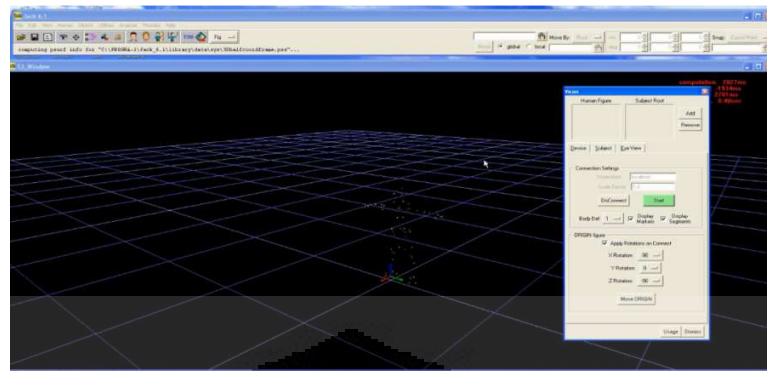
### 3.5.1. Pengkoneksian *Vicon Nexus 1.5.1* dan *Jack 6.1*

Data *motion capture* digunakan sebagai acuan gerak dari manekin dalam *software Jack 6.1*. Maka dari itu keduanya harus tetap terkoneksi dengan cara membuka kembali file *T-Pose motion capture* yang sudah diberi label. Lalu menjalankan proses *pipeline* pada file tersebut dan biarkan *Vicon Nexus 1.5.1* tetap aktif juga file tetap pada kondisi *play*. Setelah proses *pipeline* selesai maka data tersebut sudah dapat di *input* ke *software Jack 6.1*. Data *motion capture* siap, kita beralih ke *software Jack 6.1* dan membuka *tab modules* dan memilih *motion capture* lalu *vicon*, seperti gambar berikut.



Gambar 3.14 Ilustrasi Tahapan Awal Koneksi Dengan *Vicon Nexus 1.5.1*

Kemudian *tab Vicon* pada *Software Jack 6.1* muncul, dan pada saat tombol *connect* ditekan maka *Vicon Nexus 1.5.1* dan *Software Jack 6.1* pun sudah terkoneksi ditandai dengan munculnya gambar titik-titik *marker* seperti yang terlihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.15 Ilustrasi Koneksi Jack 6.1 Dengan Vicon Nexus 1.5.1

### 3.5.2. Pembuatan Manekin (*Virtual Human*)

Pembuatan manekin berdasarkan data persentil antropometri pelaku kerja yang telah dikumpulkan, sehingga manekin yang diciptakan benar-benar merepresentasikan pelaku kerja seperti aslinya. Pembuatan manekin dapat dilakukan dari *tab human*, lalu pilih *create* atau jenis manekin dapat dipilih dari *library*.

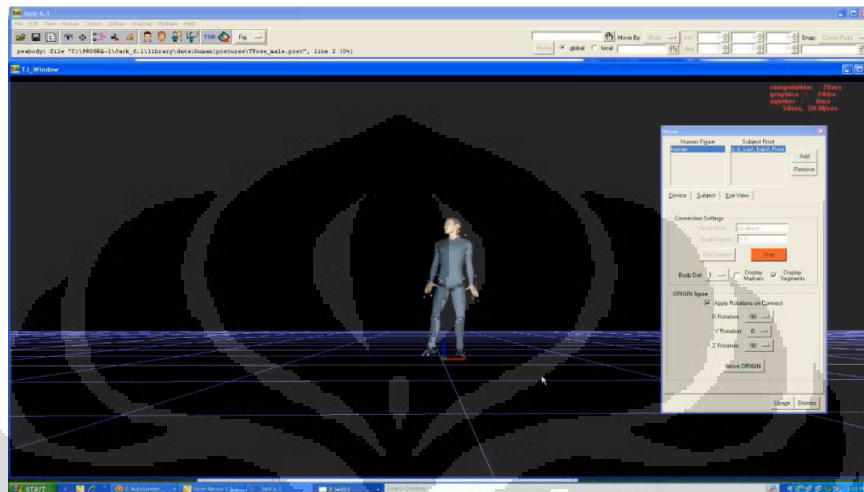


Gambar 3.16 Ilustrasi Manekin Pada Jack 6.1

### 3.5.3. Pengkoneksian manekin dan data *motion capture*

Manekin yang diciptakan harus lebih dulu dikoneksikan dengan data *motion capture*, tujuannya agar titik-titik *marker* bersinergi dengan manekin. Sehingga saat data *motion capture* dijalankan maka manekin pun mengikuti

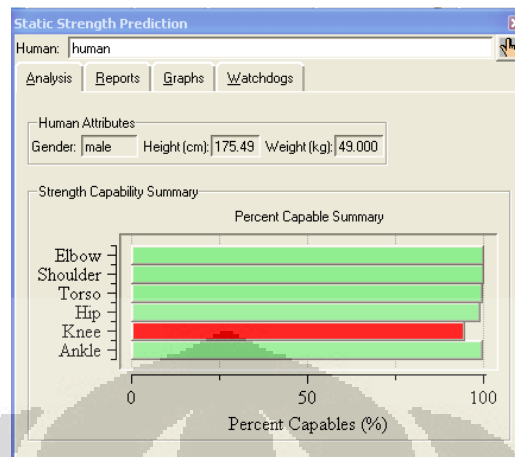
gerakan dari titik-titik *marker* tadi. Pengkoneksian dilakukan dari *tab vicon*, *adding* manekin lalu *constraint*. Berikut merupakan ilustrasi manekin yang sudah mengikuti gerakan atau *motion* dari data *vicon system*.



Gambar 3.17 Ilustrasi Manekin Melakukan *Motion*

#### 3.5.4. Menjalankan simulasi dan hasil analisa dari manekin

Setelah manekin dan data *motion capture* terkoneksi kita sudah dapat menjalankan simulasi, dengan menekan *start* pada *tab vicon*. Tidak hanya pada saat manekin bergerak melakukan simulasi, pada saat manekin dalam keadaan diam pun analisa *posture evaluation index* sudah dapat dijalankan. Namun peneliti mencari hasil yang menunjukkan nilai-nilai keergonomisannya paling rendah, dan pada simulasi ini keadaan duduk jongkok sambil mengulurkan tanganlah yang memiliki nilai keergonomisan paling rendah. Dan pada tahap awal simulasi ini, dijalankan simulasi pada kondisi aktual keran pengambilan sampel baik untuk data antropometri persentil 5%, 50% dan 95%.



Gambar 3.18 Nilai Ssp Kondisi Aktual Persentil 5%

Gambar 3.18 menunjukkan nilai SSP pada kondisi aktual persentil 5%, dimana bagian lutut (*knee*) prosentase kapabilitasnya berwarna merah namun masih berada diatas 90%.

Category	Value
Upper arm	5
Lower arm	3
Wrist	3
Wrist Twist	1
Total (A)	7
Neck	5
Trunk	4
Total (B)	8
Grand Score	7

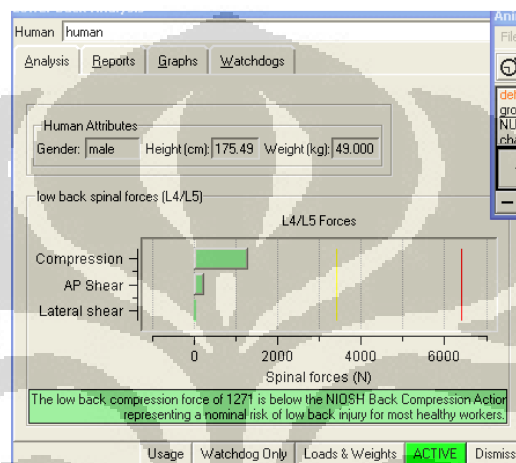
Muscle Use: Normal, no extreme use  
Force/Load: < 2 kg intermittent load  
Ams: Not supported

Legs and Feet Rating: Seated, Legs and feet well supported. Weight even.

Action: Investigation and changes are required immediately.

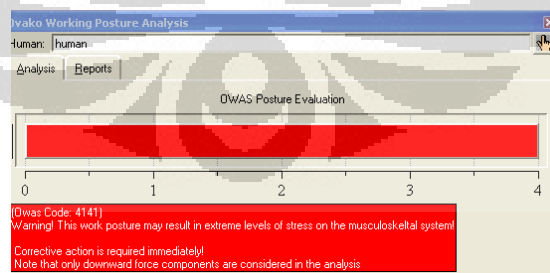
Gambar 3.19 Nilai Rula Kondisi Aktual Persentil 5%

Hasil RULA yang ditunjukkan gambar 3.19 yaitu postur persentil 5% pada kondisi aktual. Dengan total skor 7 yang merupakan skor maksimal dari RULA, hal ini dikarenakan lengan mendapatkan skor 5 karena melakukan jangkauan penuh bahkan mempengaruhi atau menyebabkan pergerakan pada bahu.



Gambar 3.20 Nilai Lba Kondisi Aktual Persentil 5%

Sedangkan hasil LBA seperti yang digambarkan gambar 3.20 masih dalam taraf normal karena masih berada di bawah 3400 Newton yaitu sebesar 1271 Newton.

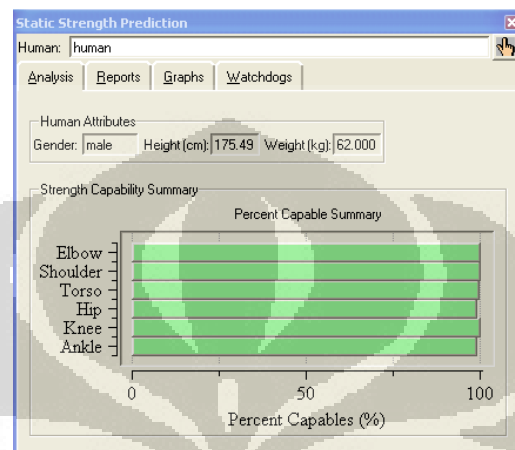


Gambar 3.21 Nilai Owas Kondisi Aktual Persentil 5%

Begitu juga dengan hasil OWAS dari persentil 5% pada kondisi aktual seperti pada gambar 3.21 dengan total skor 4 dari maksimal skor 4 dan



menunjukkan kode 4141 yang berarti pelaku kerja melakukan gerakan membungkuk sambil berputar pada bagian punggung dengan kedua kaki tertekuk.



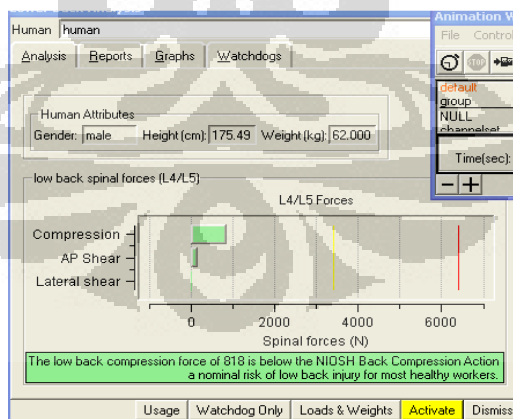
Gambar 3.22 Nilai Ssp Kondisi Aktual Persentil 50%

Gambar 3.22 menunjukkan nilai SSP pada kondisi aktual persentil 50%, dimana semua bagian tubuh yang menjadi faktor penilaian berwarna hijau yang menandakan postur yang sedang dilakukan termasuk dalam kategori aman.

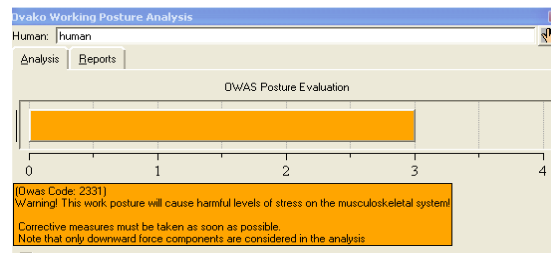
Hasil RULA yang ditunjukkan gambar 3.23 yaitu postur persentil 50% pada kondisi aktual. Dengan total skor 7 yang merupakan skor maksimal dari RULA, hal ini dikarenakan lengan mendapatkan skor 5 karena melakukan jangkauan penuh bahkan mempengaruhi atau menyebabkan pergerakan pada bahu.

Gambar 3.23 Nilai Rula Kondisi Aktual Persentil 50%

Sedangkan hasil LBA seperti yang digambarkan gambar 3.24 masih dalam taraf normal karena masih berada di bawah 3400 Newton yaitu sebesar 818 Newton.

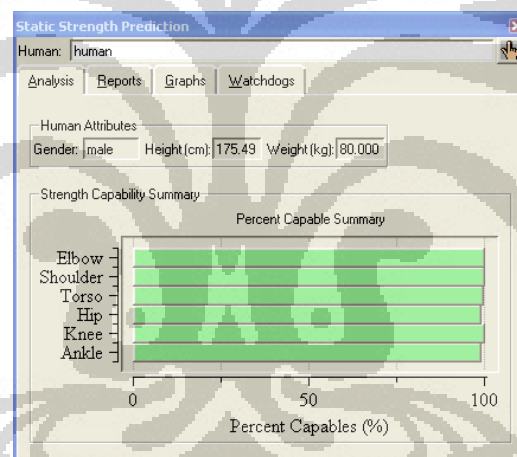


Gambar 3.24 Nilai Lba Kondisi Aktual Persentil 50%



Gambar 3.25 Nilai Owas Kondisi Aktual Persentil 50%

Begitu juga dengan hasil OWAS dari persentil 50% pada kondisi aktual seperti pada gambar 3.25 dengan total skor 4 dari maksimal skor 4 dan menunjukkan kode 2331 yang berarti pelaku kerja melakukan gerakan yang cenderung membungkuk pada bagian punggung.

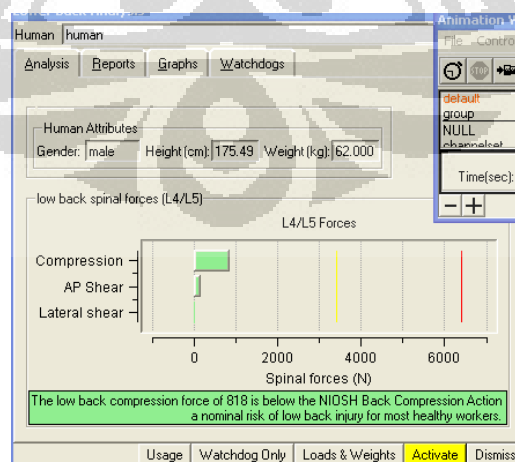


Gambar 3.26 Nilai Ssp Kondisi Aktual Persentil 95%

Gambar 3.26 menunjukkan nilai SSP pada kondisi aktual persentil 95%, dimana semua bagian tubuh yang menjadi faktor penilaian berwarna hijau yang menandakan postur yang sedang dilakukan termasuk dalam kategori aman.

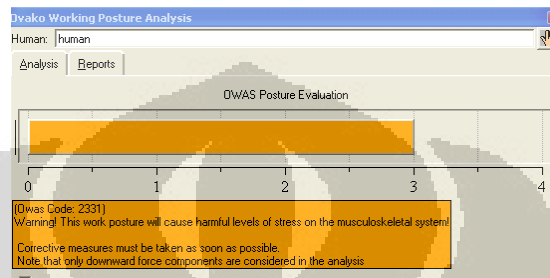
Gambar 3.27 Nilai Rula Kondisi Aktual Persentil 95%

Hasil RULA yang ditunjukkan gambar 3.27 yaitu postur persentil 95% pada kondisi aktual. Dengan total skor 7 yang merupakan skor maksimal dari RULA, hal ini dikarenakan lengan mendapatkan skor 5 karena melakukan jangkauan penuh bahkan mempengaruhi atau menyebabkan pergerakan pada bahu.



Gambar 3.28 Nilai Lba Kondisi Aktual Persentil 95%

Sedangkan hasil LBA seperti yang digambarkan gambar 3.24 masih dalam taraf normal karena masih berada di bawah 3400 Newton yaitu sebesar 818 Newton.



Gambar 3.29 Nilai Owas Kondisi Aktual Persentil 95%

Begitu juga dengan hasil OWAS dari persentil 95% pada kondisi aktual seperti pada gambar 3.29 dengan total skor 4 dari maksimal skor 4 dan menunjukkan kode 2331 yang berarti pelaku kerja melakukan gerakan yang cenderung membungkuk pada bagian punggung.

### 3.5.5. Perhitungan *posture evaluation index* (PEI) kondisi aktual

Hasil analisa diatas sudah dapat menjadi acuan perhitungan *posture evaluation index*. Yaitu adanya nilai *lower back analysis*, *ovako working posture analysis system* dan *rapid upper limb assessment*, dengan rumus perhitungan seperti berikut :

$$PEI = \left( \frac{LBA}{3400\text{Newton}} \right) + \left( \frac{OWAS}{4} \right) + \left( \frac{RULA}{7} \times 1,42 \right)$$

Nilai PEI digunakan sebagai suatu index yang menyatakan kedudukan nilai ergonomis suatu desain, yang dalam hal ini adalah desain keran pengambilan sampel. Semakin kecil nilai index PEI menyatakan keergonomisan suatu tempat atau desain yang sedang diteliti semakin baik dan

sebaliknya semakin tinggi index nilai PEI maka semakin jauh pula suatu tempat atau desain tersebut dari nilai-nilai ergonomis. Berikut merupakan perhitungan nilai index PEI dari kondisi aktual keran pengambilan sampel pada tiap persentilnya.

- Nilai PEI kondisi aktual persentil 5%

$$PEI = \left( \frac{1204 \text{ Newton}}{3400 \text{ Newton}} \right) + \left( \frac{3}{4} \right) + \left( \frac{6}{7} \times 1,42 \right) = 2,321$$

- Nilai PEI kondisi aktual persentil 50%

$$PEI = \left( \frac{1518 \text{ Newton}}{3400 \text{ Newton}} \right) + \left( \frac{3}{4} \right) + \left( \frac{6}{7} \times 1,42 \right) = 2,413$$

- Nilai PEI kondisi aktual persentil 95%

$$PEI = \left( \frac{1977 \text{ Newton}}{3400 \text{ Newton}} \right) + \left( \frac{3}{4} \right) + \left( \frac{6}{7} \times 1,42 \right) = 2,548$$

Nilai-nilai index PEI diatas digunakan sebagai nilai perbandingan untuk nilai index PEI konfigurasi desain yang akan diteliti. Pada kondisi aktual, index PEI tertinggi dicapai saat postur pelaku kerja persentil 5% melakukan kegiatan pengambilan sampel dan untuk persentil 50% dan 95% mempunyai nilai yang sama, namun ketiga nilai index tersebut masih dikategorikan tinggi mengingat nilai maksimal index PEI adalah 3,42. Oleh karena itu konfigurasi-konfigurasi desain yang akan diteliti diusahakan memiliki nilai index PEI yang rendah.

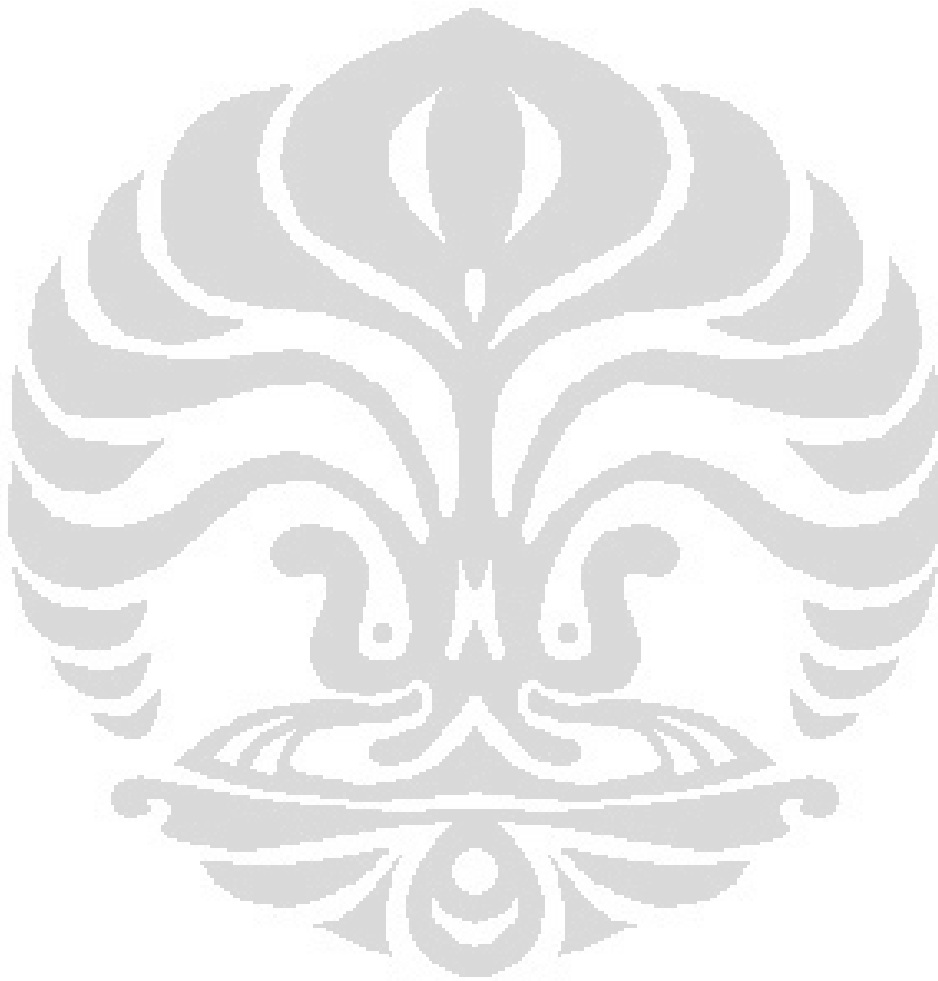
### 3.5.6. Verifikasi dan validasi model

Verifikasi model dilakukan untuk mengetahui apakah model yang telah dibuat berhasil disimulasikan atau tidak. Sementara validasi model dilakukan untuk mengetahui apakah hasil dari simulasi model bernilai tepat. Dengan kata lain, verifikasi model lebih berorientasi pada proses yang dapat dijalankan, sedangkan validasi model lebih berorientasi pada hasil.

Permodelan manekin (*virtual human*) menggunakan *software Jack 6.1* ini telah diverifikasikan. Verifikasi dilakukan dengan menjalankan simulasi yang telah dibuat dan memperhatikan output yang dihasilkan *task analysis*

*toolkit* berupa skor SSP, LBA, RULA dan OWAS. Ternyata selama simulasi berjalan, perubahan postur yang terjadi mengakibatkan perubahan skor pada output *task analysis toolkit*.

Sedangkan validasi model dilakukan dengan cara merekayasa berbagai jenis postur tubuh. Dan terlihat bahwa perubahan postur tubuh manekin tersebut mempengaruhi nilai skor output dari *task analysis toolkit*.



## BAB 4 ANALISIS

Bab ini membahas tentang analisis- analisis ergonomi dalam kegiatan pengambilan sampel pada keran pengambilan sampel yang dilakukan oleh pelaku kerja di bagian laboratorium kontrol produksi pada PT. PUSRI dengan berbagai konfigurasi desain yang telah dibuat menggunakan *tools analysis toolkit (TAT)* dari *software Jack 6.1*. Hasil analisis dari TAT akan dihitung dengan metode *posture evaluation index (PEI)*, dimana hasil dari perhitungan PEI merupakan nilai atau indeks yang menunjukkan suatu optimasi secara ergonomis pada suatu area kerja. Dan setiap konfigurasi desain yang telah dibuat memiliki indeks yang berbeda-beda, konfigurasi desain dengan indeks PEI yang paling kecil merupakan desain yang paling optimal secara ergonomi.

Tabel 4.1 Tabel Konfigurasi Desain

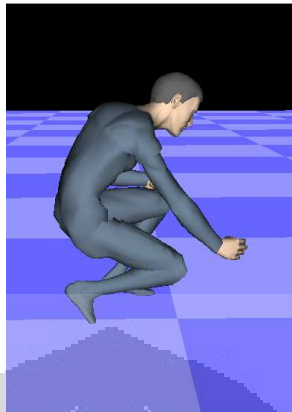
No	Jarak titik pijak dengan keran pengambilan sampel (cm)	Ketinggian keran sampel dari lantai (cm)	Persentil(%)
1	20	25	5
	20	25	50
	20	25	95
2	50	130	5
	50	130	50
	50	130	95
3	40	130	5
	40	130	50
	40	130	95



Berdasarkan tabel 4.1 ketinggian akan diatur pada titik 25 cm daridasar lantai dan 130cm dari dasar lantai, dimana ketinggian 25 cm merupakan ketinggian aktual sedangkan ketinggian 130 cm didapat dari percobaan yang dilakukan dengan kenaikan ketinggian setiap 5cm sejak ketinggian 75 cm yang bernilai index PEI sebesar 2,10. Didapatkan hasil bahwa pada ketinggian 130 cm tersebut merupakan konfigurasi dengan nilai PEI yang terbaik dengan 0,95 dan nilai index ini cukup mengalami perubahan yang signifikan sejak pengaturan ketinggian pada 125 cm dengan nilai index PEI 1,29. Pengaturan ketinggian diatas 130 cm mengalami kenaikan nilai index PEI, seperti pada ketinggian 135 cm dengan nilai index 0,97, ketinggian 140 cm dengan nilai index 0,99. Hal ini dikarenakan semakin naik ketinggian keran maka pelaku kerja harus semakin menaikkan juga ketinggian lengannya karena harus menggapai keran. Oleh karena itu titik yang dirasa paling ideal adalah 130 cm. Begitu juga dengan jarak keran, pada titik berjarak 40 cm dirasa yang paling ideal karena memiliki nilai index PEI yang paling baik dalam hal ini yang paling rendah.

#### **4.1. Data analisis kondisi aktual**

Sebelumnya pada bab 3 telah dilakukan perhitungan nilai PEI terhadap desain kondisi aktual keran pengambilan sampel dengan letak keran 50 cm dari jarak titik pijak pelaku kerja dan ketinggian posisi keran 25 cm dari lantai. Dimana letak posisi keran pengambilan sampel yang berjarak 50 cm memaksa para pelaku kerja menggunakan jangkauan maksimal tangannya dalam melakukan proses pengambilan sampel.



Gambar 4.1 Ilustrasi Desain Kondisi Aktual

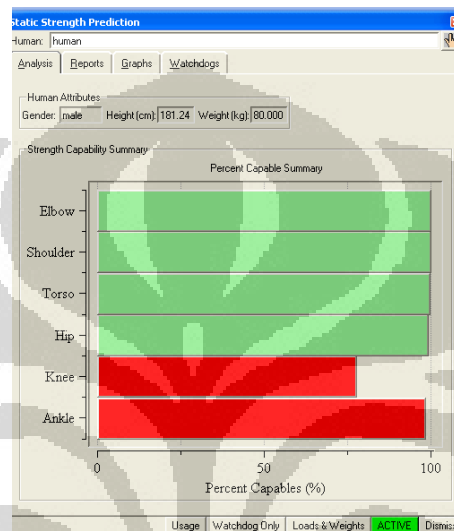
Hasil analisis kondisi aktual ini akan menjadi pembandingan dari hasil analisis konfigurasi desain yang diuji, jika nilai PEI dari konfigurasi lebih rendah dari nilai PEI kondisi normal maka desain konfigurasi tersebut sudah dapat dikatakan lebih baik daripada desain kondisi aktual berdasarkan aspek ergonomisnya. Berikut merupakan data hasil analisis kondisi aktual keran pengambilan sampel seperti yang sudah dibahas pada bab 3.

Tabel 4.2 Tabel Konfigurasi Aktual

No	Jarak titik pijak dengan keran pengambilan sampel (cm)	Ketinggian keran sampel dari lantai (cm)	Persentil (%)	SSP	LBA	OWAS	RULA	<i>Posture Evaluation Index</i>
1	50	25	5	good	1204	3	6	2.321
	50	25	50	good	1518	3	6	2.413
	50	25	95	not good	1977	3	6	2.548

Seperti terlihat pada tabel, kondisi aktual memungkinkan untuk pelaku kerja persentil 5% dan 50% walau dengan nilai PEI yang masih relatif tinggi, terlebih untuk pelaku kerja persentil 95% karena hasil SSP-nya terutama pada

bagian lutut (*knee*) yang prosentase kapabilitasnya hanya mencapai 78% dimana batas minimal prosentase kapabilitas yang disarankan oleh NIOSH untuk setiap bagian tubuh yang menjadi fokus penilaian SSP adalah 90%. Berikut merupakan hasil SSP dari persentil 95% pada kondisi aktual.

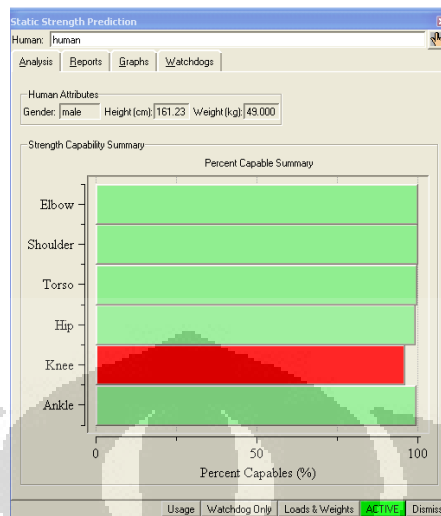


Gambar 4.2 Analisis Ssp Kondisi Aktual Persentil 95%

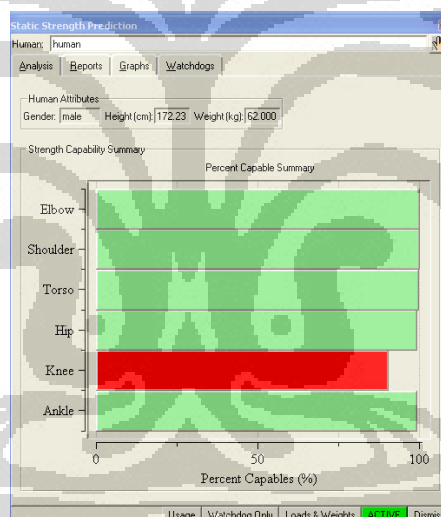
Dari hasil seperti terlihat pada gambar 4.2 dipastikan bahwa kondisi aktual tidak disarankan untuk pelaku kerja terutama pelaku kerja persentil 95%.

#### 4.1.1. Analisis *Static Strength Prediction* (SSP) kondisi aktual

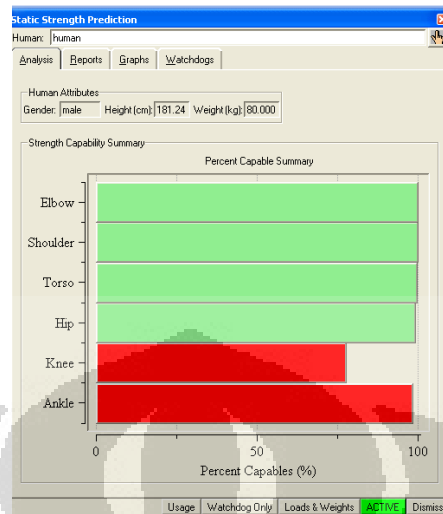
Hasil dari SSP menentukan apakah postur yang sedang diteliti layak atau tidak. Jika dari suatu desain menghasilkan nilai SSP yang persentasenya kurang dari 90% maka dapat disimpulkan bahwa desain tersebut belum layak atau harus segera dirubah desainnya. Berikut merupakan hasil analisis SSP dari kondisi aktual.



Gambar 4.3 Analisis Ssp Kondisi Aktual Persentil 5%



Gambar 4.4 Analisis Ssp Kondisi Aktual Persentil 50%



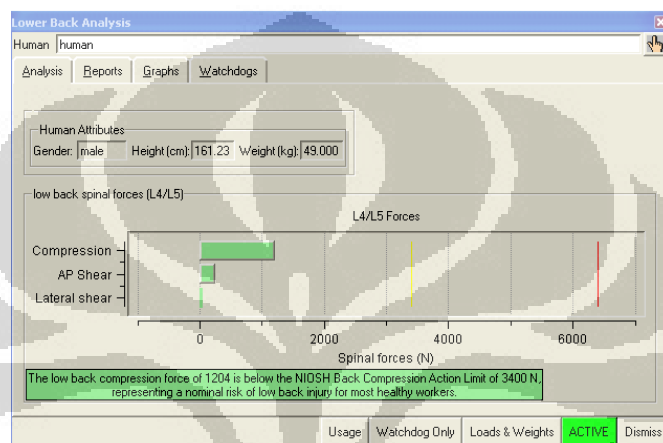
Gambar 4.5 Analisis Ssp Kondisi Aktual Persentil 95%

Kondisi diatas menyatakan bahwa desain pada kondisi aktual akan beresiko jika dilakukan oleh pelaku kerja persentil 5% dan 50%, karena diprediksi akan mengalami gangguan pada lututnya (*knee*) namun gangguan masih relatif rendah. Berbeda dengan pelaku kerja persentil 95% yang hasil SSP-nya menyatakan gangguan akan terjadi pada lutut (*knee*) dan pergelangan kakinya (*ankle*). Gangguan yang terjadi pada lutut menunjukkan prosentase sebesar 22% dengan prosentase kapabilitas hanya sebesar 78%, dimana NIOSH menyarankan prosentase gangguan maksimal adalah 10% yang artinya prosentase kapabilitas pelaku kerja harus mencapai 90% untuk setiap bagian tubuh yang menjadi fokus dari analisis SSP.

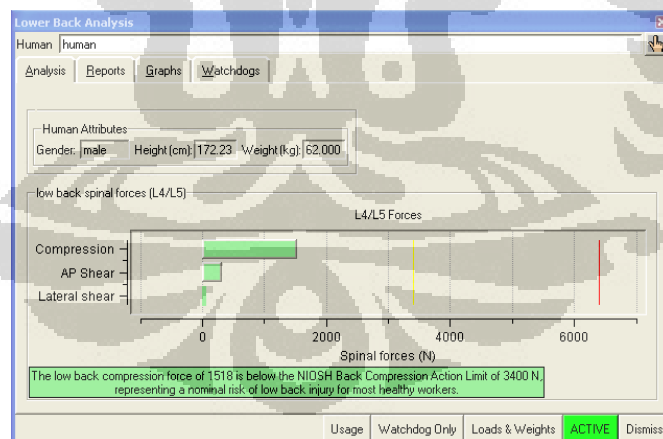
#### 4.1.2. Analisis *Lower Back Analysis* (LBA) kondisi aktual

Analisis ini untuk mengevaluasi tekanan yang dialami oleh tulang belakang pada saat pelaku kerja melakukan kegiatannya. Nilai LBA yang diambil yaitu kondisi dimana tulang belakang manekin, yang dalam hal ini merepresentasikan pelaku kerja, menerima tekanan terbesar dalam satuan *Newton* (N) saat simulasi dijalankan. Berdasarkan hasil analisis yang didapat seperti pada gambar 4.6 sampai gambar 4.7, tiap-tiap persentil menerima

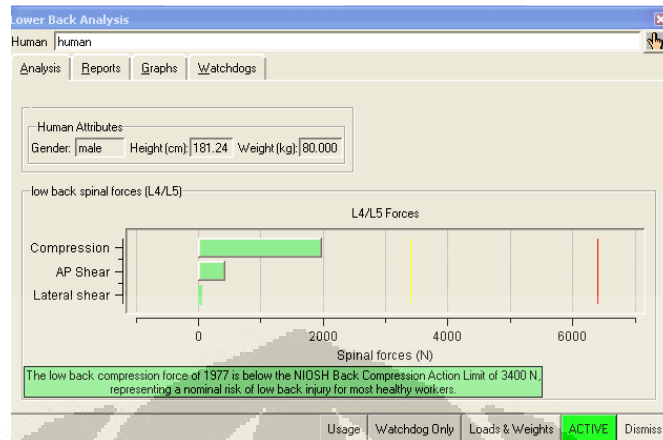
tekanan secara berurutan dari 5%, 50% dan 95% sebesar 1204 N, 1518 N dan 1977 N. Dimana nilai-nilai tersebut masih berada dibawah 3400 N yang merupakan *compression action limit*. Hal ini menyatakan bahwa desain kondisi aktual tidak terlalu membahayakan bagian tulang belakang pelaku kerja.



Gambar 4.6 Analisis Lba Kondisi Aktual Persentil 5%



Gambar 4.7 Analisis Lba Kondisi Aktual Persentil 50%

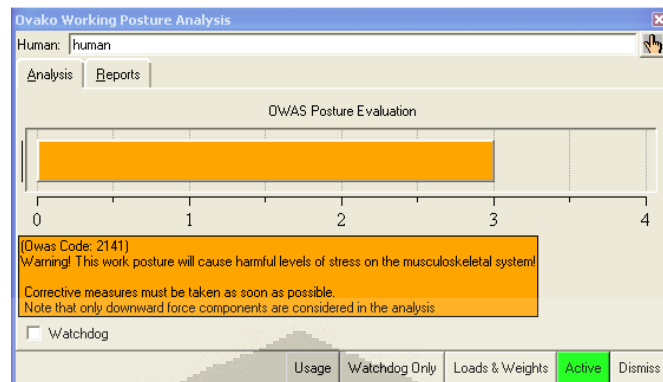


Gambar 4.8 Analisis Lba Kondisi Aktual Persentil 95%

#### 4.1.3. Analisis *Ovako Working Analysis System* (OWAS) kondisi aktual

Analisis ini digunakan untuk mengetahui kenyamanan postur pelaku kerja saat melakukan kegiatannya. Apakah perlu dilakukannya suatu perbaikan atau tidak. Evaluasi ketidaknyamanan dari postur kerja dinyatakan dalam bentuk kode OWAS. Kode OWAS terdiri dari empat digit angka dimana masing-masing angka tersebut menggambarkan tingkat kenyamanan dari punggung (*back*), lengan (*arm*), kaki (*leg*) dan beban angkut (*load handle*). Kombinasi dari kode tersebut menghasilkan nilai total yang menunjukkan tingkat urgensi pengambilan aksi perbaikan posisi atau postur kerja yang dapat mengurangi potensi cedera bagi pelaku kerja.

Dari hasil simulasi yang telah dijalankan seperti terlihat pada gambar 4.9 ternyata nilai dan kode OWAS untuk masing-masing persentil sama yaitu total skor 3 dan kode OWAS 2141, seperti yang ditunjukkan gambar di bawah ini.



Gambar 4.9 Analisis Owas Kondisi Aktual Persentil 5%, 50% Dan 95%

Berdasarkan gambar diatas kode OWAS 2141 menunjukkan bahwa:

1. Postur bagian punggung masuk dalam kategori 2, yaitu postur punggung dalam keadaan membungkuk.
2. Postur bagian lengan masuk dalam kategori 1, yaitu postur kedua lengan berada di bawah bahu
3. Postur bagian kaki masuk dalam kategori 4, yaitu pelaku kerja dalam keadaan jongkok dengan lutut tertekuk.
4. Beban angkut masuk dalam kategori 1, karena dalam melakukan pekerjaannya pelaku kerja membawa alat kerja yang total massanya tidak sampai 10 Kg atau masih dibawah 10 Kg.

#### 4.1.4. Analisis *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) kondisi aktual

Analisis ini digunakan untuk mengevaluasi tingkat resiko cedera dan gangguan *musculoskeletal* pada tubuh bagian atas. Analisis dibuat berdasarkan kualitas postur, penggunaan otot, beban yang diterima tubuh, durasi kerja dan frekuensi kerja. RULA menilai sebuah kegiatan dengan mengindikasikan tingkat intervensi atas apa yang harus dilakukan untuk mengurangi resiko cedera. Berikut merupakan hasil analisis RULA untuk kondisi actual seperti yang terlihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Analisis Rula Kondisi Aktual Persentil 5%, 50% Dan 95%

Hasil analisis RULA untuk kondisi aktual menunjukkan peringkat postur dan skor total yang sama untuk semua persentil yaitu lengan atas (*upper arm*) 4, lengan bawah (*lower arm*) 3, pergelangan tangan (*wrist*) 2, putaran pergelangan tangan (*wrist twist*) 1, leher (*neck*) 5 dan batang tubuh (*trunk*) 3 dengan skor total 6. Yang artinya ukuran populasi tidak berpengaruh pada tingkat kenyamanan postur pelaku kerja. Namun skor total 6 menyatakan bahwa kondisi ini harus diinvestigasi lebih lanjut dan melakukan tindakan perbaikan secepatnya.

## 4.2. Analisis konfigurasi 1

Pada desain konfigurasi 1 ini dicoba memajukan posisi keran pengambilan sampel namun tetap pada kondisi ketinggian aktualnya. Yaitu hanya mengatur jarak antara titik pijak kaki dan keran pengambilan sampel sejauh kurang lebih 20 cm dari kondisi aktualnya sejauh kurang lebih 50 cm.

### 4.2.1. Analisis konfigurasi 1 persentil 5%



Gambar 4.11 Ilustrasi Konfigurasi 1 Persentil 5%

Berdasarkan data diatas didapatkan konfigurasi ini mempunyai hasil analisis SSP masih dikatakan layak, dengan nilai ataupun skor LBA 1041 *Newton*, OWAS 3 dan RULA 4. Sehingga perhitungan PEI sebesar:

$$PEI = \left( \frac{1041 \text{ Newton}}{3400 \text{ Newton}} \right) + \left( \frac{3}{4} \right) + \left( \frac{4}{7} \times 1,42 \right) = 1,868$$

#### 4.2.2. Analisis konfigurasi 1 persentil 50%



Gambar 4.12 Ilustrasi Konfigurasi 1 Persentil 50%

Berdasarkan data diatas didapatkan konfigurasi ini mempunyai hasil analisis SSP yang tidak baik terutama pada bagian lutut pelaku kerja, yaitu prosentase kapabilitasnya di bawah 90%, dengan nilai ataupun skor LBA 1322 *Newton*, OWAS 3 dan RULA 4. Sehingga perhitungan PEI sebesar:

$$PEI = \left( \frac{1322 \text{ Newton}}{3400 \text{ Newton}} \right) + \left( \frac{3}{4} \right) + \left( \frac{4}{7} \times 1,42 \right) = 1,950$$

#### 4.2.3. Analisis konfigurasi 1 persentil 95%



Gambar 4.13 Ilustrasi Konfigurasi 1 Persentil 95%

Berdasarkan data diatas didapatkan konfigurasi ini mempunyai hasil analisis SSP yang buruk terutama pada bagian lutut pelaku kerja, yaitu prosentase kapabilitasnya di bawah 90%, dengan nilai ataupun skor LBA 1709 *Newton*, OWAS 1 dan RULA 4. Sehingga perhitungan PEI sebesar:

$$PEI = \left( \frac{1709 \text{ Newton}}{3400 \text{ Newton}} \right) + \left( \frac{3}{4} \right) + \left( \frac{4}{7} \times 1,42 \right) = 2,064$$

#### 4.3. Analisis konfigurasi 2

Pada desain konfigurasi 2 ini dicoba meninggikan posisi keran pengambilan sampel namun tetap pada kondisi jarak dari titik pijak pelaku kerja seperti aktualnya. Yaitu memposisikan ketinggian keran pengambilan sampel sampai pada ketinggian 130 cm dari lantai. Yang pada kondisi aktualnya diposisikan setinggi kurang lebih 25 cm.

#### 4.3.1. Analisis konfigurasi 2 persentil 5%



Gambar 4.14 Ilustrasi Konfigurasi 2 Persentil 5%

Berdasarkan data diatas didapatkan konfigurasi ini mempunyai hasil analisis SSP yang baik, yaitu semua prosentase kapabilitas segmen tubuh berada di atas 90%, dengan nilai ataupun skor LBA 313 *Newton*, OWAS 1 dan RULA 4. Sehingga perhitungan PEI sebesar:

$$PEI = \left( \frac{313 \text{ Newton}}{3400 \text{ Newton}} \right) + \left( \frac{1}{4} \right) + \left( \frac{4}{7} \times 1,42 \right) = 1,153$$

#### 4.3.2. Analisis konfigurasi 2 persentil 50%



Gambar 4.15 Ilustrasi Konfigurasi 2 Persentil 50%

Berdasarkan data diatas didapatkan konfigurasi ini mempunyai hasil analisis SSP yang baik, yaitu semua prosentase kapabilitas segmen tubuh berada di atas 90%, dengan nilai ataupun skor LBA 357 *Newton*, OWAS 1 dan RULA 3. Sehingga perhitungan PEI sebesar:

$$PEI = \left( \frac{357 \text{ Newton}}{3400 \text{ Newton}} \right) + \left( \frac{1}{4} \right) + \left( \frac{3}{7} \times 1,42 \right) = 0,963$$

#### 4.3.3. Analisis konfigurasi 2 persentil 95%



Gambar 4.16 Ilustrasi Konfigurasi 2 Persentil 95%

Berdasarkan data diatas didapatkan konfigurasi ini mempunyai hasil analisis SSP yang baik, yaitu semua prosentase kapabilitas segmen tubuh berada di atas 90%, dengan nilai ataupun skor LBA 453 *Newton*, OWAS 1 dan RULA 3. Sehingga perhitungan PEI sebesar:

$$PEI = \left( \frac{453 \text{ Newton}}{3400 \text{ Newton}} \right) + \left( \frac{1}{4} \right) + \left( \frac{3}{7} \times 1,42 \right) = 0,991$$

#### 4.4. Analisis konfigurasi 3

Pada desain konfigurasi 3 ini dicoba meninggikan posisi keran pengambilan sampel dan juga memajukan posisi keran pengambilan sampel. Yaitu memposisikan ketinggian keran pengambilan sampel sampai pada

ketinggian 130 cm dari lantai dan memajukan posisi keran hingga berjarak 40 cm dari titik pijak pelaku kerja.

#### 4.4.1. Analisis konfigurasi 3 persentil 5%



Gambar 4.17 Ilustrasi Konfigurasi 3 Persentil 5%

Berdasarkan data hasil analisis didapatkan konfigurasi ini mempunyai hasil analisis SSP yang baik, yaitu semua prosentase kapabilitas segmen tubuh berada di atas 90%, dengan nilai ataupun skor LBA 301 *Newton*, OWAS 1 dan RULA 3. Sehingga perhitungan PEI sebesar:

$$PEI = \left( \frac{301 \text{ Newton}}{3400 \text{ Newton}} \right) + \left( \frac{1}{4} \right) + \left( \frac{3}{7} \times 1,42 \right) = 0,947$$

#### 4.4.2. Analisis konfigurasi 3 persentil 50%

Berdasarkan data analisis didapatkan konfigurasi ini mempunyai hasil analisis SSP yang baik, yaitu semua prosentase kapabilitas segmen tubuh berada di atas 90%, dengan nilai ataupun skor LBA 342 *Newton*, OWAS 1 dan RULA 3.



Gambar 4.18 Ilustrasi Konfigurasi 3 Persentil 50%

Sehingga perhitungan PEI sebesar:

$$PEI = \left( \frac{342 \text{ Newton}}{3400 \text{ Newton}} \right) + \left( \frac{1}{4} \right) + \left( \frac{3}{7} \times 1,42 \right) = 0,959$$

#### 4.4.3. Analisis konfigurasi 3 persentil 95%

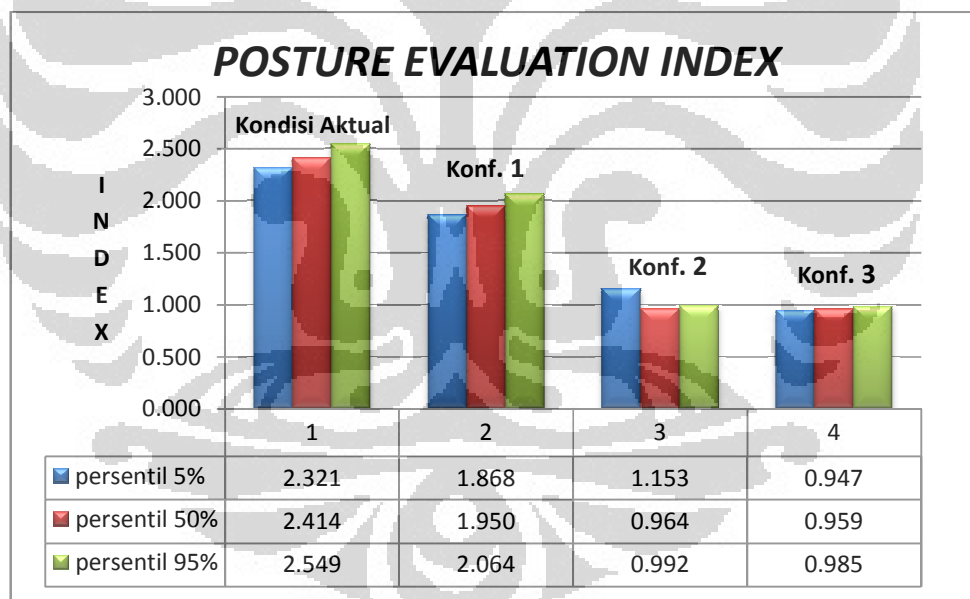


Gambar 4.19 Ilustrasi Konfigurasi 3 Persentil 95%

Berdasarkan data analisis didapatkan konfigurasi ini mempunyai hasil analisis SSP yang baik, yaitu semua prosentase kapabilitas segmen tubuh berada di atas 90%, dengan nilai ataupun skor LBA 430 *Newton*, OWAS 1 dan RULA 3. Sehingga perhitungan PEI sebesar:

#### 4.5. Analisis *Posture Evaluation Index* (PEI)

Nilai-nilai PEI yang didapat dari analisis kondisi aktual dan konfigurasi digunakan sebagai acuan dalam menetapkan optimasi secara ergonomi sebuah operasi yang berada di suatu area kerja. Berikut merupakan tabel rekapitulasi nilai PEI.



Gambar 4.20 Grafik Rekapitulasi Nilai PEI

Dari grafik 4.20 terlihat bahwa pada kondisi aktual nilai PEI masih relatif tinggi yang mencapai nilai index 2,549 dengan nilai maksimum PEI sebesar 3,4. Dimana semakin tinggi nilai PEI mengartikan bahwa semakin tidak optimum pula desain keran pengambilan sampel yang ada. Dan hasil analisis SSP untuk



persentil 95% adalah tidak baik, dimana prosentase kapabilitas untuk lutut (*knee*) hanya mencapai 78% dari prosentase kapabilitas minimal yang ditetapkan NIOSH sebesar 90% yang artinya desain keran pengambilan sampel aktual tidak disarankan untuk persentil 95% dan akan beresiko mengakibatkan cedera bagi persentil 5% dan 50% karena nilai PEI yang masih relatif tinggi.

Grafik kedua menunjukkan index dari PEI konfigurasi 1, meskipun menunjukkan kemajuan dalam hal index PEI dibandingkan dengan desain kondisi aktual yang mencapai 2,064 namun desain konfigurasi 1 ini tidak lebih baik dibandingkan desain kondisi aktual dikarenakan hasil dari prosentase kapabilitas SSP untuk persentil 50% dan 95% kurang dari 90%, artinya desain konfigurasi 1 ini tidak disarankan untuk pelaku kerja persentil 50% dan 95%.

Grafik ketiga menunjukkan index dari PEI konfigurasi 2, pada desain konfigurasi ini terjadi perubahan yang cukup signifikan karena terjadi perubahan postur kerja yang juga signifikan dengan mengubah posisi ketinggian keran pengambilan sampel. Sehingga pelaku kerja tidak perlu melakukan postur jongkok saat proses pengambilan sampel. Index PEI konfigurasi ini mencapai 1,153 untuk persentil 5%; 0,964 untuk persentil 50% dan 0,992 untuk persentil 95%. Dengan hasil ini dapat dikatakan bahwa konfigurasi 2

Grafik keempat menunjukkan index dari PEI konfigurasi 3, tidak banyak perubahan postur yang terjadi pada konfigurasi ini sejak postur pada konfigurasi 2, hanya jarak antara titik pijak dan posisi keran yang diperdekat. Terlihat kemajuan dalam index PEI walau tidak besar yaitu 0,947 untuk persentil 5%; 0,959 untuk persentil 50% dan 0,985 untuk persentil 95%. Berdasarkan hasil nilai index PEI dapat dikatakan bahwa konfigurasi 3 inilah konfigurasi yang paling baik secara ergonomi. Dalam hal ini juga perlu diperhatikan tekanan dari sampel cair yang mengalir dalam pipanya, apakah pada ketinggian 1,3 meter tekanan sampel cair tersebut dapat menjangkau atau tidak. Dengan diameter pipa 1,5 cm, *flowrate* 80 m<sup>3</sup>/jam, massa jenis sampel 1000 Kg/m<sup>3</sup> dan prinsip hukum kekelan energi didapatkan hasil bahwa pada ketinggian 1.3 m dari dasar lantai *flowrate* masih berada pada kisaran 74 m<sup>3</sup>/jam.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Dari hasil analisa keran pengambilan sampel yang dilakukan pada bab 4, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

- Kondisi aktual proses pengambilan sampel mengharuskan pelaku kerja melakukan postur bungkuk dan jongkok. Kondisi aktual ini disimulasikan pada ketiga macam persentil 5%, 50% dan 95%. Hasil dari kondisi aktual ini menyatakan bahwa kondisi ini memberikan resiko cedera bagi pelaku kerja persentil 5% dan 50%, terutama untuk persentil 95% sangat tidak disarankan bekerja pada kondisi aktual ini.
- Terdapat 3 buah konfigurasi diluar desain kondisi aktual keran pengambilan sampel yang disimulasikan pada ketiga jenis persentil. Simulasi ini dilakukan untuk mengetahui konfigurasi yang paling baik hasilnya secara ergonomis.
- Hasil analisis kondisi aktual keran pengambilan sampel menyatakan bahwa desain ini sangat tidak disarankan untuk pelaku kerja persentil 95% mengingat hasil SSP untuk bagian lutut yang prosentase kapabilitasnya tidak sampai pada titik 90% dengan nilai PEI tertinggi yaitu 2,549
- Dari analisis didapatkan hasil bahwa konfigurasi 3, mendekatkan titik pijak pelaku kerja dengan keran pengambilan sampel serta menaikkan posisi keran hingga ketinggian 1,3 m, merupakan hasil terbaik dan menunjukkan kemajuan yang signifikan dibandingkan desain kondisi aktual dan konfigurasi lainnya. Dengan nilai index PEI berturut-turut untuk 5%, 50% dan 95% sebesar 0,947; 0,959 dan 0,985.
- Secara umum, desain konfigurasi 3 yang disimulasikan menunjukkan hasil yang positif secara ergonomi karena nilai index PEI menunjukkan penurunan yang cukup signifikan.

- Faktor yang mempengaruhi perubahan nilai index PEI untuk keran pengambilan sampel adalah jarak titik pijak pelaku kerja dengan keran pengambilan sampel dan ketinggian keran pengambilan sampel.
- *Range* yang disarankan terhadap ketinggian keran pengambilan sampel antara 130cm sampai dengan 140cm. Pada saat posisi ketinggian 130cm keatas kondisi batang tubuh (*torso*) sudah dalam posisi tegak lurus dengan kata lain tidak dalam kondisi membungkuk, namun untuk ketinggian 140cm lebih, pelaku kerja harus semakin menaikkan tangannya untuk menjangkau objek kerja, dalam hal ini keran pengambilan sampel, yang menyebabkan naiknya nilai PEI. *Range* ini bukan hanya dapat diterapkan di PT. PUSRI berkenaan dengan proses pengambilan sampel, namun untuk area kerja lain di industri lain dengan bidang kerja yang lain pun dapat diterapkan.

## 5.2. Saran

Terdapat beberapa saran yang muncul selama melakukan proses penelitian yang bertujuan mencapai hasil yang lebih baik.

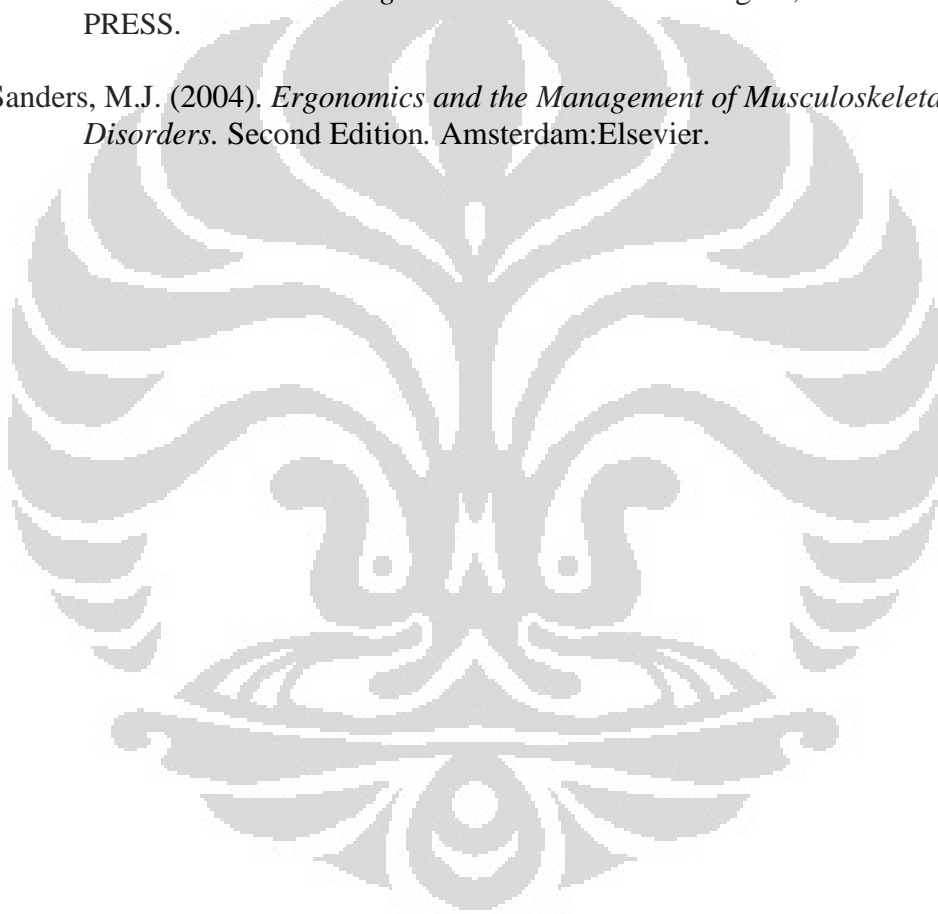
- Tidak hanya pada keran pengambilan sampel dan tidak hanya di PT.PUSRI, solusi untuk kasus sejenis juga dapat diterapkandi tempat lain, dengan *range* ketinggian posisi objek kerja antara 130cm sampai dengan 140cm akan dapat mengurangi resiko cedera.
- Untuk penerapan desain keran pengambilan sampel di PT. PUSRI dapat ditambahkan sejenis wastafel yang berguna sebagai penadah sampel cair yang keluar dari keran agar sampel yang mengalir dapat diarahkan ke dalam parit.
- Penelitian ini dilakukan pada konfigurasi posisi jongkok seperti keadaan aktualnya dan posisi berdiri, tidak dilakukannya konfigurasi dalam posisi duduk karena setiap pengambilan sampel hanya memakan waktu 10 – 15 detik, mengingat dalam 1 *shift* (8 jam kerja) pelaku kerja harus mengambil sampel pada 24 titik keran pengambilan sampel, maka posisi duduk dirasa tidak maksimal. Karena untuk melakukan postur duduk pelaku kerja harus melakukan postur membungkuk dan dalam waktu kurang dari 15 detik pelaku

kerja akan melakukan postur membungkuk lagi untuk menuju postur berdiri. Namun untuk industri lain yang memiliki permasalahan yang hampir menyerupai namun dengan dengan durasi kerja yang lebih panjang, dalam artian durasi kerja jauh melebihi 15 detik, konfigurasi duduk dapat diperhitungkan.



## DAFTAR REFERENSI

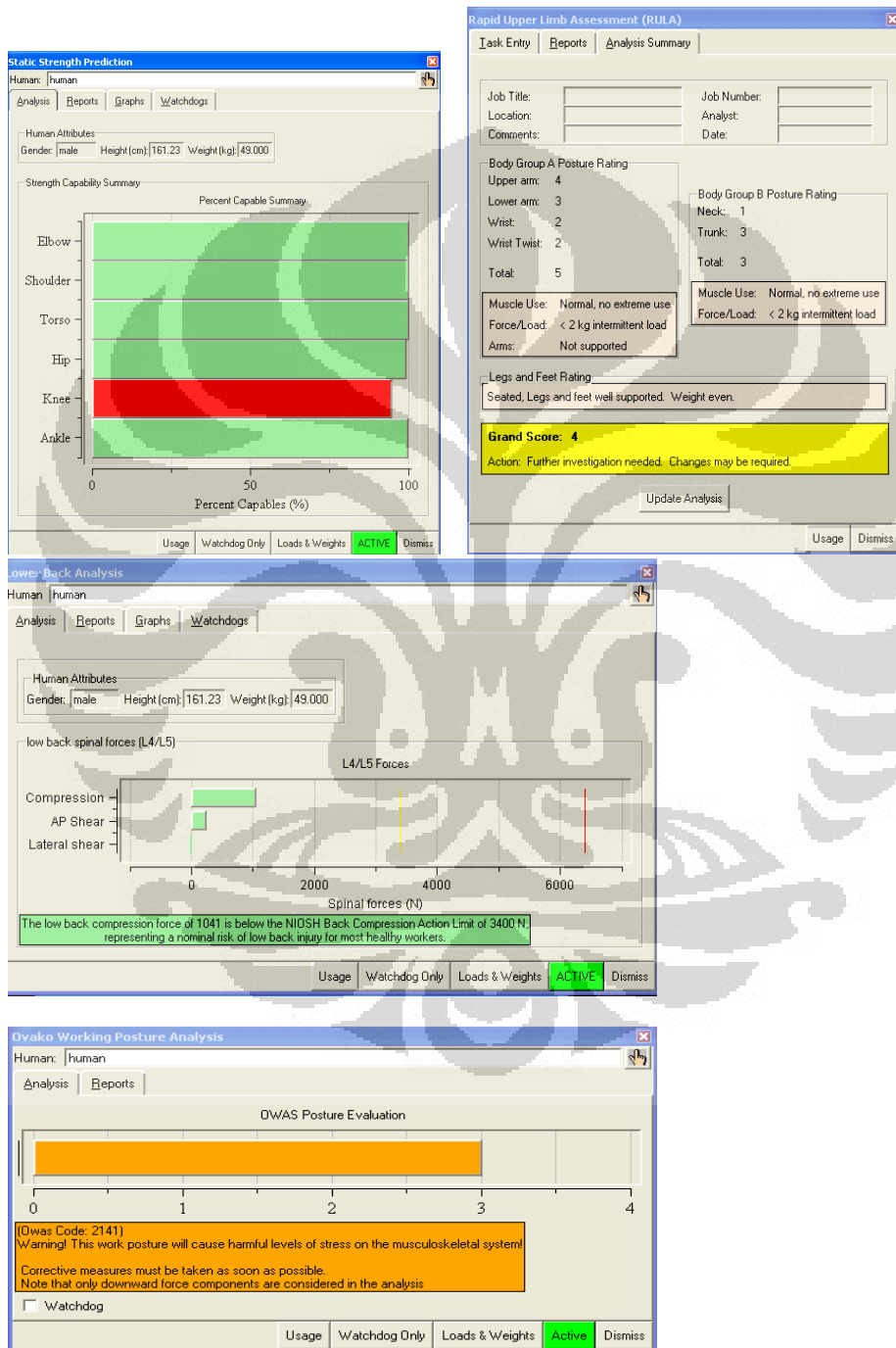
- Bridger, R.S. (2003). *Introduction To Ergonomics*. London: Taylor & Francis.
- Caputo, F., Gironimo, G.d., and Marzano, A. “*Ergonomic Optimization of a Manufacturing System Work Cell in a Virtual Environment*”, 21-27.
- Helander, M. (2006). *A Guide To Human Factors And Ergonomics (2nd ed.)*. London: Taylor & Francis.
- Neville, Stanton., Alan, H., Karel, B., Eduardo, S., and Hal, H.(2005). *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. Washington, D.C.: CRC PRESS.
- Sanders, M.J. (2004). *Ergonomics and the Management of Musculoskeletal Disorders*. Second Edition. Amsterdam:Elsevier.



## Lampiran 1

### Analisis *Task Analysis Toolkit* dari software *Jack 6.1*

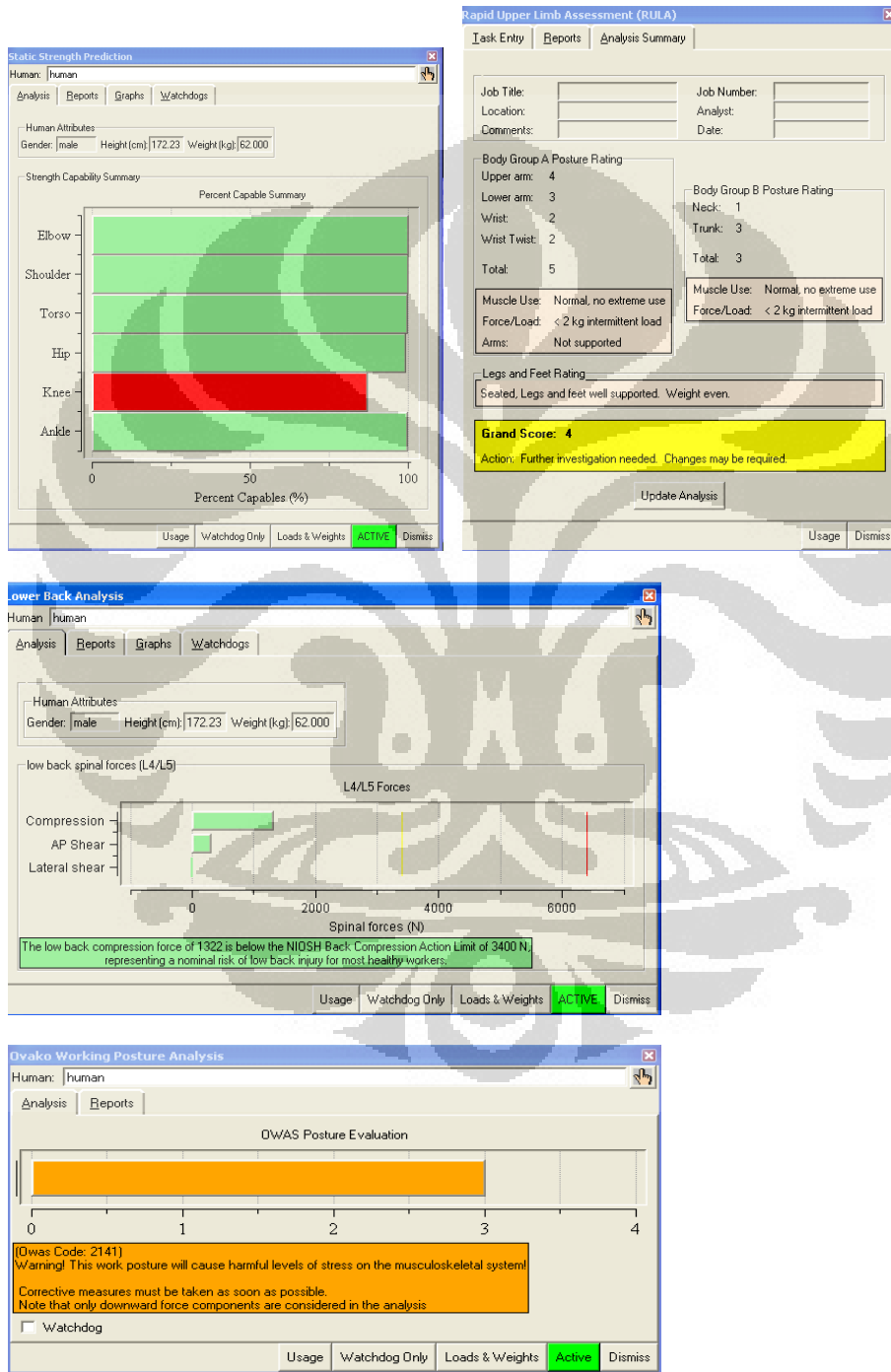
#### Konfigurasi 1 persentil 5%



## Lampiran 1

### Analisis Task Analysis Toolkit dari software Jack 6.1 (lanjutan)

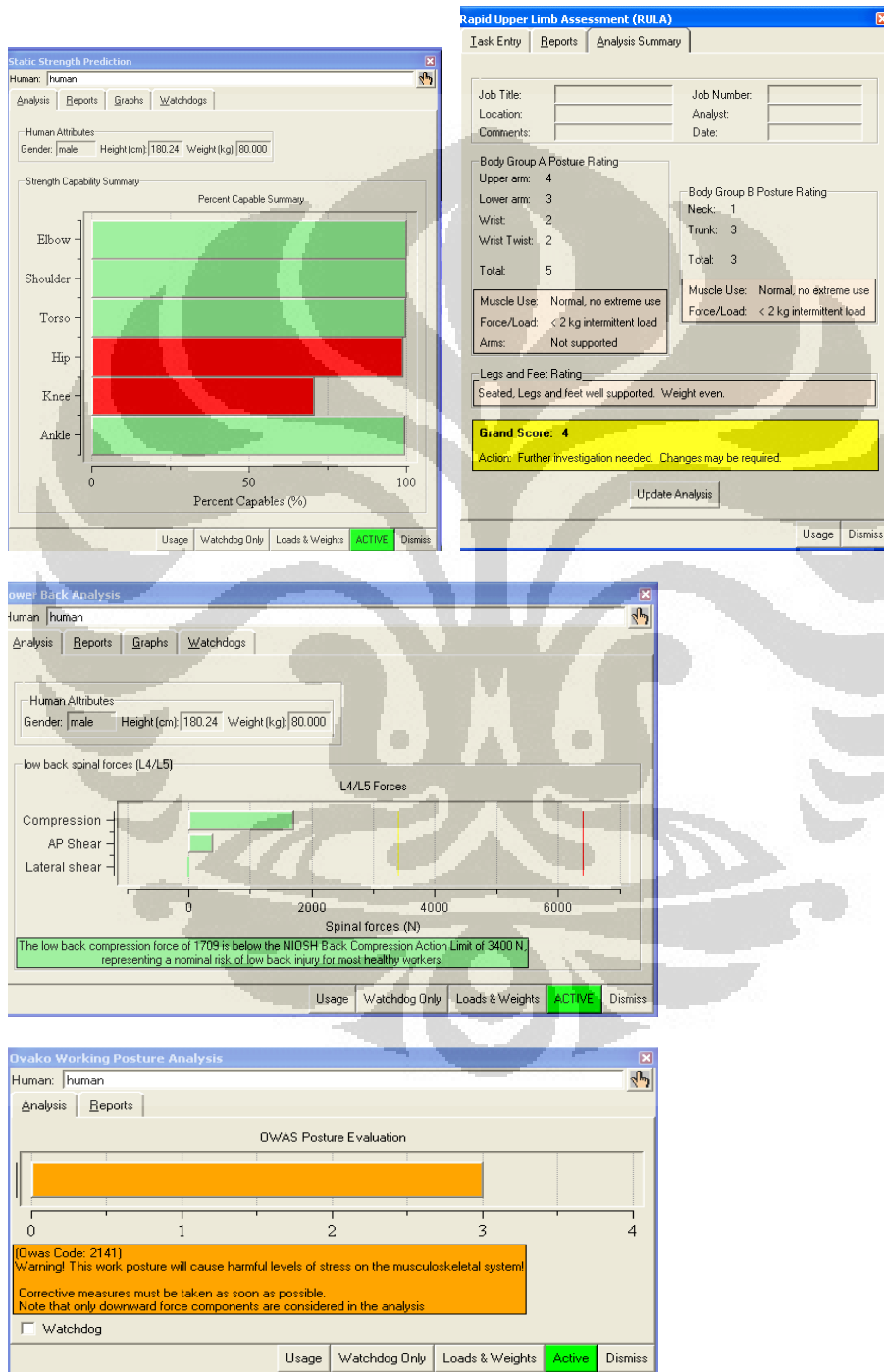
#### Konfigurasi 1 persentil 50%



## Lampiran 1

### Analisis Task Analysis Toolkit dari software Jack 6.1 (lanjutan)

#### Konfigurasi 1 persentil 95%

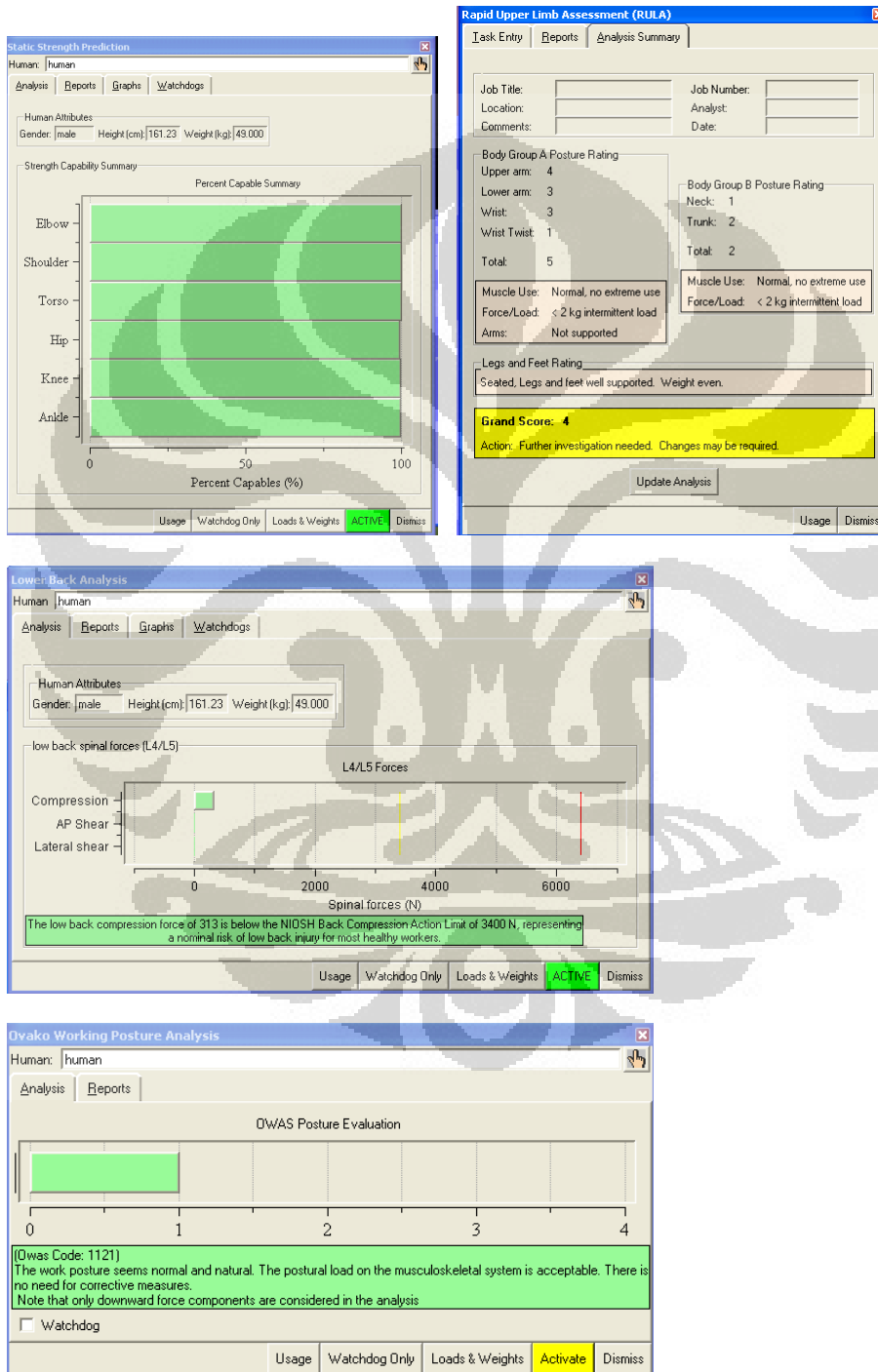




## Lampiran 1

### Analisis Task Analysis Toolkit dari software Jack 6.1 (lanjutan)

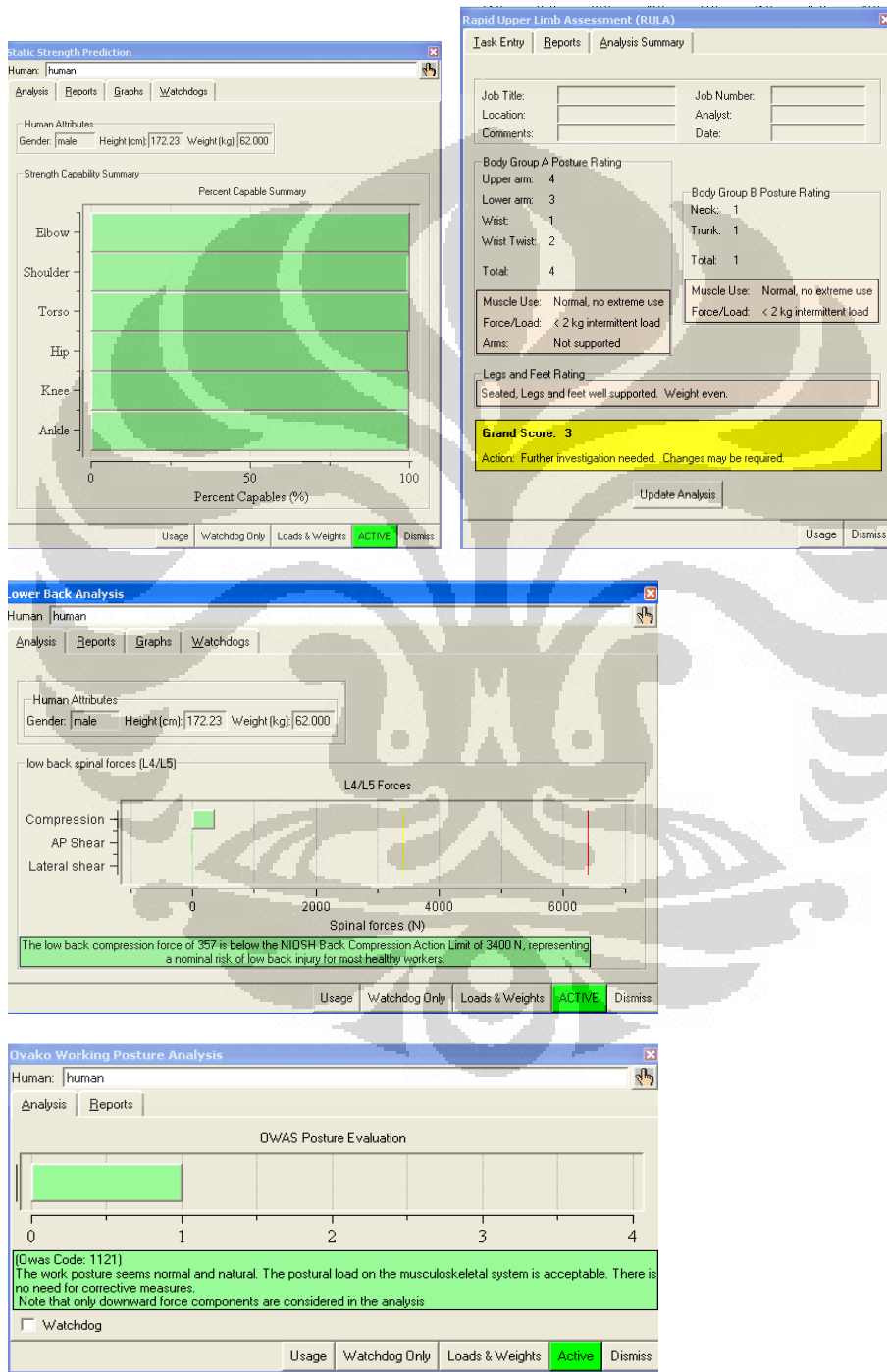
#### Konfigurasi 2 persentil 5%



## Lampiran 1

### Analisis Task Analysis Toolkit dari software Jack 6.1 (lanjutan)

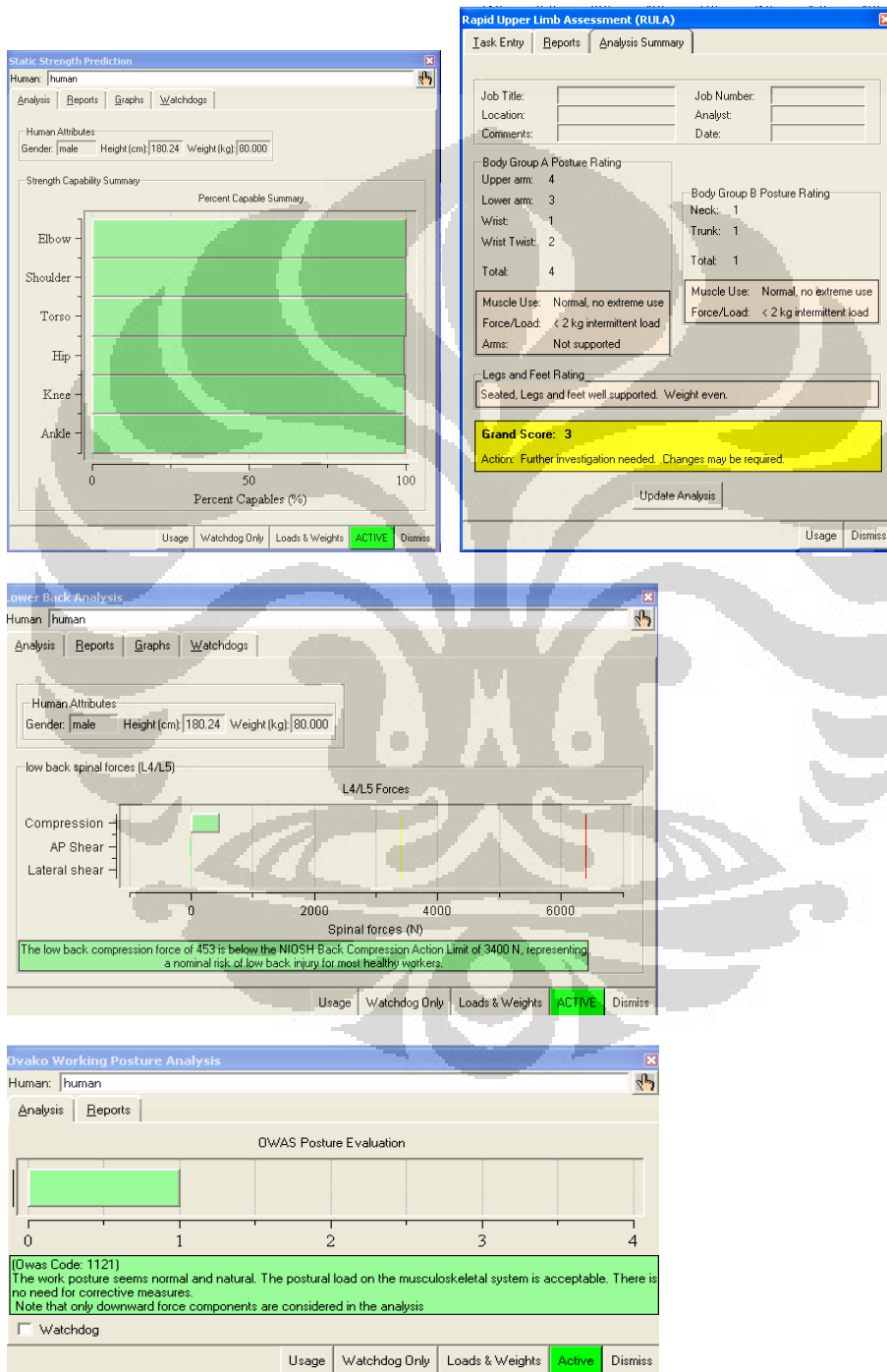
#### Konfigurasi 2 persentil 50%



## Lampiran 1

### Analisis *Task Analysis Toolkit* dari software *Jack 6.1* (lanjutan)

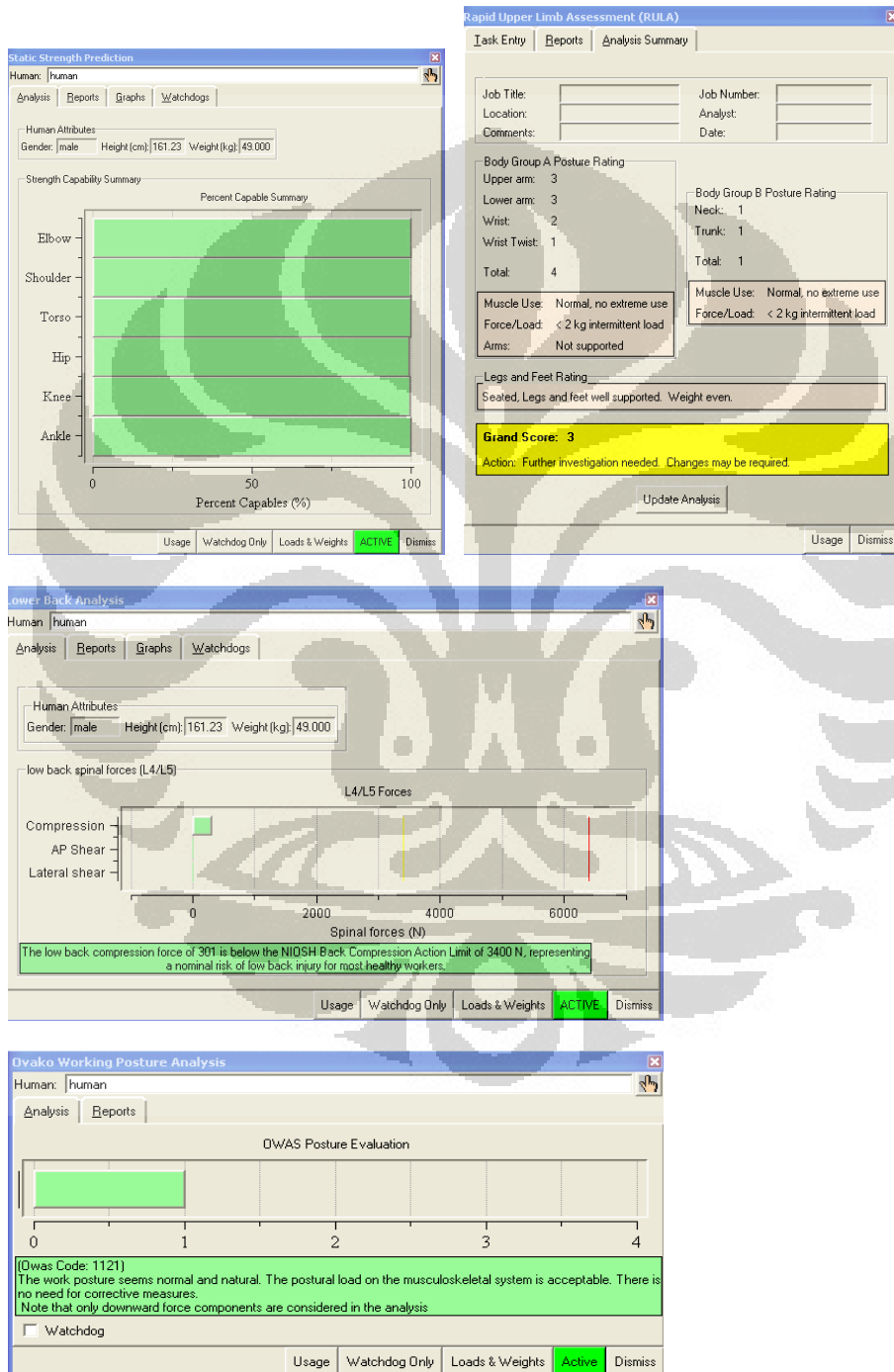
#### Konfigurasi 2 persentil 95%



## Lampiran 1

### Analisis Task Analysis Toolkit dari software Jack 6.1 (lanjutan)

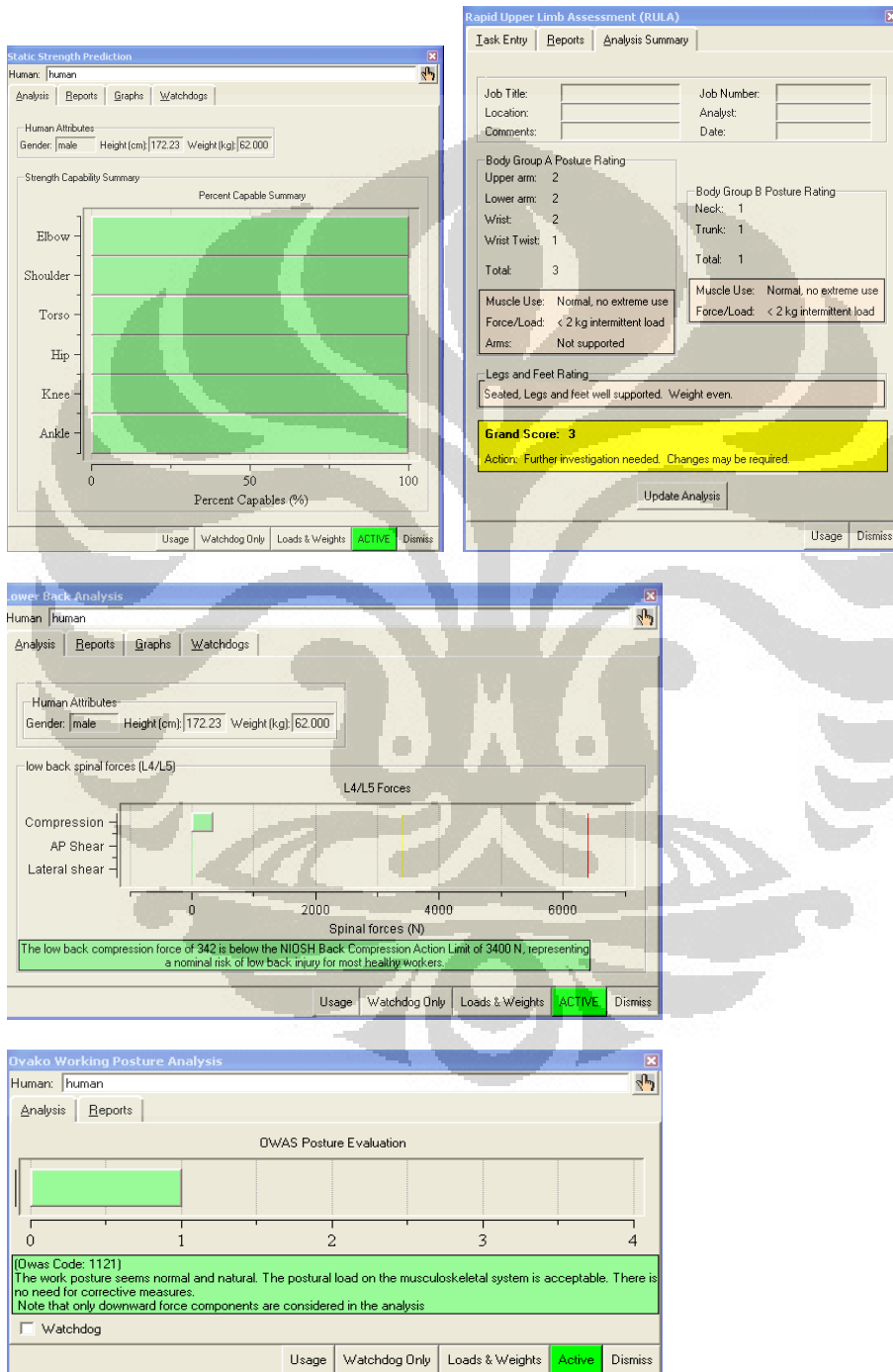
#### Konfigurasi 3 persentil 5%



## Lampiran 1

### Analisis Task Analysis Toolkit dari software Jack 6.1 (lanjutan)

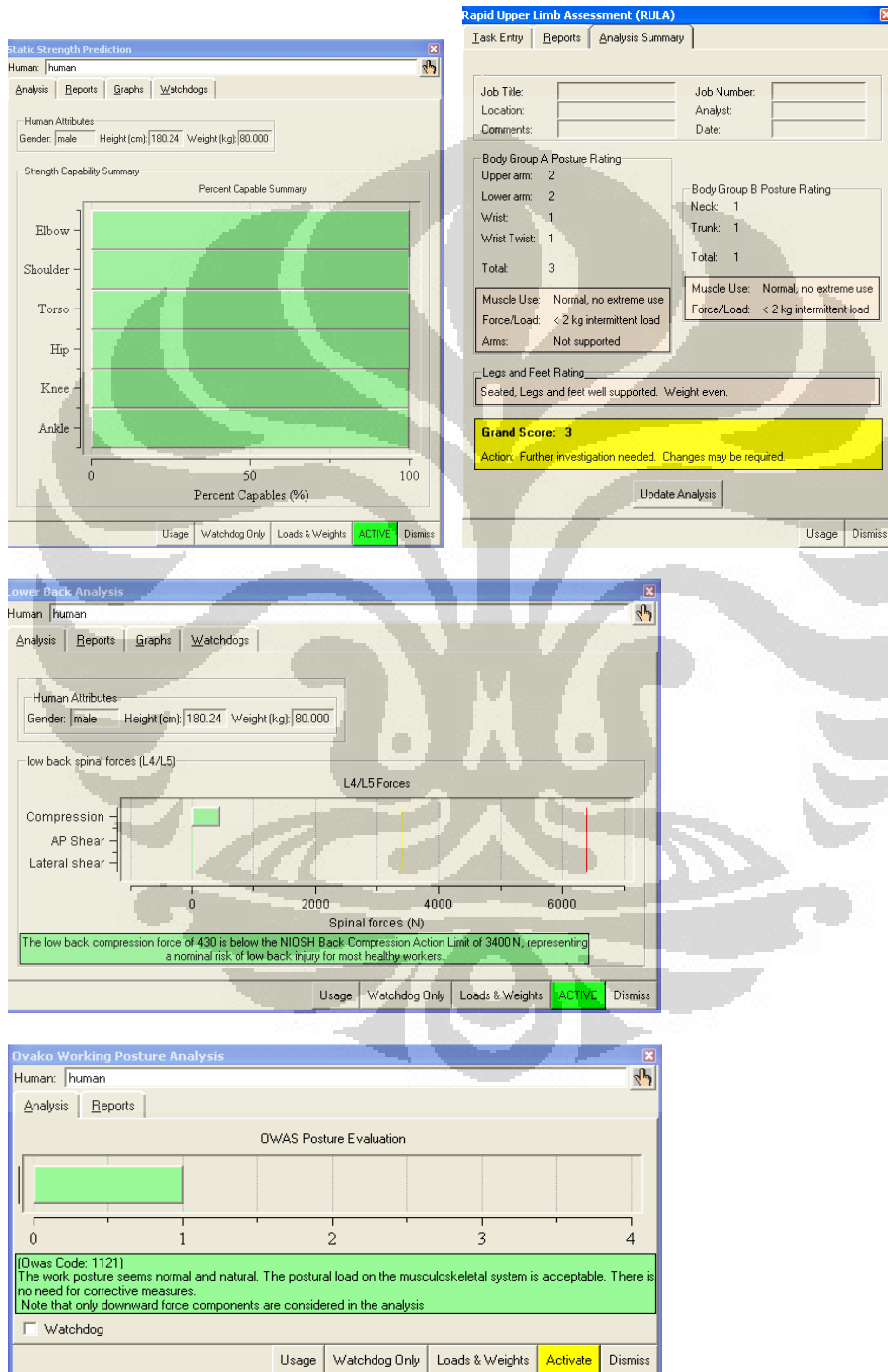
#### Konfigurasi 3 persentil 50%



# Lampiran 1

## Analisis Task Analysis Toolkit dari software Jack 6.1 (lanjutan)

### Konfigurasi 3 persentil 95%



## Lampiran 2

### Kuesioner



TEKNIK INDUSTRI  
UNIVERSITAS INDONESIA

#### Kuesioner Mengenai Desain Sampling Point di PT PUSRI

Saya Dimas Prabowo mahasiswa Teknik Industri UI sedang mengadakan penelitian tugas akhir mengenai posisi kerja saat proses pengambilan sample di sampling point yang dirasa masih kurang ergonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah posisi kerja yang dialami saat ini berpotensi menimbulkan keluhan ataupun gangguan kesehatan pada pekerja. Oleh karena itu, saya membutuhkan bantuan anda untuk mengisi kuesioner ini dengan jawaban-jawaban yang tepat dan sesuai menurut anda. Dan bila terdapat suatu hal yang berkenaan dengan kuesioner ini untuk ditanyakan dapat menghubungi saya di [dimasprbo@yahoo.com](mailto:dimasprbo@yahoo.com) atas perhatian dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Nama Responden:	Berdian Hatami
Jenis Kelamin:	Laki-Laki
Usia:	28
Tinggi Badan:	180
Berat Badan:	80

Letakkan tanda (X) kolom isian

1. Apakah anda merasa terganggu atau kurang nyaman dengan posisi kerja yang bisa anda lakukan saat pengambilan sample?

ya  tidak

2. Apakah anda mengetahui resiko apa yang ditimbulkan dari posisi kerja yang tidak ergonomis?

ya  tidak

3. Bagaimana tingkat kepuasan Anda terhadap kondisi (desain) sampling point pada area kerja anda saat ini?

sangat puas  tidak puas   
puas  sangat tidak puas   
biasa saja

4. Mohon tuliskan ide dari anda secara pribadi yang dirasa dapat memperbaiki kinerja anda mengenai desain sampling point ....

lanjut ke sheet gangguan musculoskeletal

Gambar 3.1. Lembar Isian

	Selama pengambilan sampel, seberapa sering anda merasa tidak nyaman, sakit pada :			Jika Mengalami Ketidaknyamanan, sakit, nyeri, seberapa tinggi tingkat ketidaknyamanan tersebut?			Jika mengalami Ketidaknyamanan, sakit, nyeri, apakah mengganggu kemampuan kerja anda?		
	Tidak sering	Sering	Sering Sekali	Sedikit tidak nyaman	Tidak nyaman	Sangat tidak nyaman	Tidak terganggu	Agak terganggu	Sangat terganggu
Leher	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bahu (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bahu (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Punggung Atas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengan (Kanan) Atas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengan (Kiri) Atas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Siku (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Siku (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengan (Kanan) Bawah	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengan (Kiri) Bawah	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Punggung Bawah	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pergelangan Tangan (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pergelangan Tangan (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jari (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jari (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tangan (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tangan (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pinggul	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paha (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paha (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lutut (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lutut (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Betis (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Betis (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kaki (Kanan) Atas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kaki (Kiri) Atas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kaki (Kanan) Bawah	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kaki (Kiri) Bawah	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Lampiran 2

Kuesioner



TEKNIK INDUSTRI  
UNIVERSITAS INDONESIA

Kuesioner Menegret Desain Sampling Pada Dept. PT SRI

Saya Dimas Prabowo mahasiswa Teknik Industri UI sedang melakukan penelitian mengenai apa peran posisi kerja saat proses pengambilan sampel di sampling point yang dirasa masih kurang ergonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah posisi kerja yang dilakukan saat ini berpotensi menimbulkan keluhan ataupun gangguan kesehatan pada pekerja. Oleh karena itu, saya membutuhkan bantuan anda untuk mengisi kuesioner ini dengan jawaban - jawaban yang tepat dan sesuai menurut anda. Dan bila terdapat suatu hal yang berkenaan dengan kuesioner ini untuk ditanyakan dapat menghubungi saya di [dimasprbwo@uihoo.com](mailto:dimasprbwo@uihoo.com) atas perhatian dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Nama Responden:	Adul Hakin
Jenis Kelamin:	Laki - laki
Usia:	24
Tinggi Badan:	172
Berat Badan:	68

(cat: berikan tanda (x) kolom isian)

1. Apakah anda merasa terganggu atau kurang nyaman dengan posisi kerja yang biasa anda lakukan saat pengambilan sampel?  
ya  tidak
2. Apakah anda mengetahui resiko apa yang ditimbulkan dari posisi kerja yang tidak ergonomis?  
ya  tidak
3. Bagaimana tingkat kepuasan Anda terhadap kondisi desain sampling point pada area kerja anda saat ini?  
sangat puas  tidak puas   
puas  sangat tidak puas   
biasa saja

4. Mohon tuliskan ide dari anda secara pribadi yang dimana dapat menjadi mudah aksesnya anda mengenai desain sampling point.

Sampling point hendaknya memperhatikan K3 bagi yang mengambil sampel.


lanjut ke sheet gangguan muskuloskeletal

Abdul Patiyon

	Selama pengambilan sampel, seberapa sering anda merasa tidak nyaman, sakit/rada :			Jika Mengalami Ketidaknyamanan, sakit, nyeri, seberapa tinggi tingkat ketidaknyamanan tersebut?			Jika mengalami ketidaknyamanan, sakit, nyeri, apakah mengganggu kemampuan kerja anda?		
	Tidak sering	Sering	Sering sekali	Sedikit tidak nyaman	Tidak nyaman	Sangat tidak nyaman	Tidak Berganggu	Agak Berganggu	Sangat Berganggu
Leher	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Bahu (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
Bahu (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
Punggung Atas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Lengan (Kanan) Atas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
Lengan (Kiri) Atas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
Siku (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
Siku (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
Lengan (Kanan) Bawah									
Lengan (Kiri) Bawah									
Punggung Bawah		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Pergelangan (Kanan) Tangan		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Pergelangan (Kiri) Tangan		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Jari (Kanan) Tangan									
Jari (Kiri) Tangan									
Panggul									
Paha (Kanan)		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Paha (Kiri)		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Lutut (Kanan)									
Lutut (Kiri)									
Betis (Kanan)		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Betis (Kiri)		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Naki (Kanan) Bawah		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Naki (Kiri) Bawah		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	

Lampiran 2

Kuesioner

**TEKNIK INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS INDONESIA**

Kuesioner Mengenai Desain *Sampling Point* di PT. PUSRI

Saya Dimas Prabowo mahasiswa Teknik Industri UI sedang melakukan penelitian tugas akhir mengenai posisi kerja saat proses pengambilan sampel di *Sampling Point* yang dirasa masih kurang ergonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah posisi kerja yang digunakan saat ini berpotensi menimbulkan keluhan ataupun gangguan kesehatan pada pekerja. Oleh karena itu, saya membutuhkan bantuan anda untuk mengisi kuesioner ini dengan jawaban-jawaban yang tepat dan sesuai menurut anda. Dengan terdapat nama anda yang berkenan dengan besaran jumlah data yang dapat menghubungi saya di [dimas@hsia.yahoo.com](mailto:dimas@hsia.yahoo.com) atau perantara dan kerabat saya, saya ucapkan terima kasih.

Nama Responden:	HAELPA DEPI
Jenis Kelamin:	PEREMPUAN
Usia:	23 Tahun
Tinggi Badan:	163,5 cm
Berat Badan:	48,5 Kg

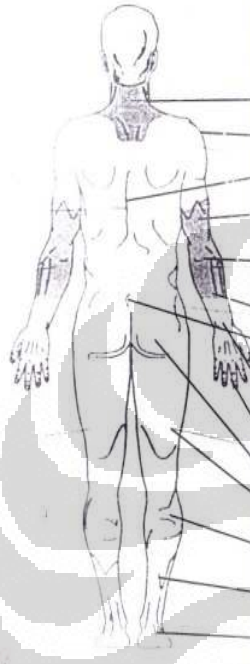
cat: berikan tanda (x) kolom isian

1. Apakah anda merasa terganggu atau kurang nyaman dengan posisi kerja yang biasa anda lakukan saat pengambilan sample?  
ya  tidak
2. Apakah anda mengetahui risiko apa yang ditimbulkan dari posisi kerja yang tidak ergonomis?  
ya  tidak
3. Bagaimana tingkat kepuasan Anda terhadap konaisi (desain) *Sampling Point* pada area kerja anda saat ini?  
sangat puas  tidak puas   
puas  sangat tidak puas   
biasa saja
4. Mohon tuliskan ide dari anda secara pribadi yang dirasa dapat meningkatkan kinerja anda mengenai desain *Sampling Point*

Pbuat seperti posisi wastafel yang pas dengan posisi tangan dan tubuh, juga secara fungsi agar tidak mengalami kesulitan dalam pengambilan sample. (dibuat agar saat sampling tidak perlu membungkuk dan tidak perlu tenaga extra untuk membuka valve)

lanjut ke sheet gangguan muskuloskeletal

Markan tanda (x) kolom isian



	Selama pengambilan sampel seberapa sering anda merasa tidak nyaman, sakit pada :			Jika Mengalami Ketidaknyamanan, sakit, nyeri, seberapa tinggi tingkat ketidaknyamanan tersebut?			Jika mengalami ketidaknyamanan, sakit, nyeri, apakah mengganggu kemampuan kerja anda?		
	Tidak sering	Sering	Sangat Sering	Sedikit tidak nyaman	Tidak nyaman	Sangat tidak nyaman	Tidak terganggu	Agak terganggu	Sangat terganggu
Leher	✓			✓				✓	
Bahu (Kanan)		✓			✓			✓	
Bahu (Kiri)									
Punggung Atas	✓			✓			✓		
Lengan (Kanan)		✓			✓				✓
Atas (Kiri)									
Siku (Kanan)	✓			✓				✓	
Siku (Kiri)									
Lengan (Kanan)	✓			✓			✓		
Bawah (Kiri)	✓			✓			✓		
Punggung Bawah				✓		✓			✓
Pergelangan (Kanan)	✓	✓			✓			✓	
Tangan (Kiri)									
Jari (Kanan)									✓
Tangan (Kiri)									
Panggul	✓			✓			✓		
Paha (Kanan)	✓			✓			✓		
Paha (Kiri)	✓			✓			✓		
Lutut (Kanan)				✓			✓		✓
Lutut (Kiri)				✓			✓		✓
Betis (Kanan)	✓			✓			✓		✓
Betis (Kiri)	✓			✓			✓		✓
Kaki (Kanan)	✓			✓			✓		✓
Kaki (Kiri)	✓			✓			✓		✓

Wijaya, Doga

## Lampiran 2

### Kuesioner



TEKNIK INDUSTRI  
UNIVERSITAS INDONESIA

#### Kuesioner Mengenai Desain *Sampling Point* di PT. PUSRI

Saya Dimas Prabowo mahasiswa Teknik Industri UI sedang mengadakan penelitian tugas akhir mengenai posisi kerja saat proses pengambilan sample di *Sampling Point* yang dirasa masih kurang ergonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah posisi kerja yang dialami saat ini berpotensi menimbulkan keluhan ataupun gangguan kesehatan pada pekerja. Oleh karena itu, saya membutuhkan bantuan anda untuk mengisi kuesioner ini dengan jawaban – jawaban yang tepat dan sesuai menurut anda. Dan bila terdapat suatu hal yang berkenaan dengan kuesioner ini untuk ditanyakan dapat menghubungi saya di [dimasprbw@yahoo.com](mailto:dimasprbw@yahoo.com) atas perhatian dan kerja samanya saya ucapkan terima kasih.


Nama Responden:	Ivan Cifa Farma
Jenis Kelamin:	Laki - Laki
Usia:	22 tahun
Tinggi Badan:	165
Berat Badan:	65

Leti: berikan tanda (v) kolom isian

1. Apakah anda merasa terganggu atau kurang nyaman dengan posisi kerja yang biasa anda lakukan saat pengambilan sample?  
ya  tidak
2. Apakah anda mengetahui resiko apa yang ditimbulkan dari posisi kerja yang tidak ergonomis?  
ya  tidak
3. Bagaimana tingkat kepuasan Anda terhadap kondisi (desain) *Sampling Point* pada area kerja anda saat ini?  
sangat puas  tidak puas   
puas  sangat tidak puas   
biasa saja
4. Mohon tuliskan ide/ opini anda secara pribadi yang dirasa dapat memperbaiki kinerja anda mengenai desain *Sampling Point* ...

lanjut ke sheet gangguan musculoskeletal

Letakkan tanda (X) kolom isian



	Selama pengambilan sampel, seberapa sering anda merasa tidak nyaman, sakit pada :			Jika Mengalami Ketidaknyamanan, sakit, nyeri, seberapa tinggi tingkat ketidaknyamanan tersebut?			Jika mengalami ketidaknyamanan, sakit, nyeri, apakah mengganggu kemampuan kerja anda?		
	Tidak sering	Sering	Sering Sekali	Sedikit tidak nyaman	Tidak nyaman	Sangat tidak nyaman	Tidak terganggu	Agak terganggu	Sangat terganggu
Leher	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bahu (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bahu (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Punggung Atas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengan Atas (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengan Atas (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Siku (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Siku (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengan Bawah (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengan Bawah (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Punggung Bawah	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pergelangan Tangan (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pergelangan Tangan (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jari (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jari (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Panggul	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paha (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paha (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lutut (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lutut (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Betis (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Betis (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kaki (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kaki (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Lampiran 2

Kuesioner



Kuesioner Mengenai Desain Sampling Point di PT. PUSRI

Saya Dimas Prabowo mahasiswa Teknik Industri UI sedang mengadakan penelitian tugas akhir mengenai posisi kerja saat proses pengambilan sample di sampling point yang dirasa masih kurang ergonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah posisi kerja yang dialami saat ini berdampak menimbulkan keluhan ataupun gangguan kesehatan pada pekerja. Oleh karena itu, saya membutuhkan bantuan anda untuk mengisi kuesioner ini dengan jawaban - jawaban yang tepat dan sesuai menurut anda. Dan bila terdapat suatu hal yang berkenaan dengan kuesioner ini untuk ditanyakan dapat menghubungi saya di [dimasprbwo@yahoo.com](mailto:dimasprbwo@yahoo.com) atas perhatian dan kerja samanya saya ucapkan terima kasih.

Nama Responden:	Jefri
Jenis Kelamin:	Laki - laki
Usia:	23 thn
Tinggi Badan:	161
Berat Badan:	49

Jeri - berikan tanda (X) kolom isian

1. Apakah anda merasa terganggu atau kurang nyaman dengan posisi kerja yang harus anda lakukan saat pengambilan sample?  
ya  tidak
2. Apakah anda mengetahui resiko apa yang ditimbulkan dari posisi kerja yang tidak ergonomis?  
ya  tidak
3. Bagaimana tingkat kepuasan Anda terhadap kondisi (desain) sampling point pada area pengambilan sample?  
sangat puas  tidak puas   
puas  sangat tidak puas   
biasa saja

4. Mohon tuliskan ide dari anda secara pribadi yang dirasa dapat meningkatkan kenyamanan mengenai desain sampling point

Sampling point hendaknya berada di lingkungan yang sirkulasi udaranya lebih leluasa, dan kalau bisa posisi mengambilnya tidak menangkup, intinya harus memperhatikan Erg.

lanjut ke sheet gangguan muskuloskeletal

silahkan berikan tanda (x) kolom isian



	Selama pengambilan sampel, seberapa sering anda merasa tidak nyaman, sakit pada :			Jika Mengalami Ketidaknyamanan, sakit, nyeri, seberapa tinggi tingkat ketidaknyamanan tersebut?			Jika mengalami ketidaknyamanan, sakit, nyeri, apakah mengganggu kemampuan kerja anda?		
	Tidak sering	Sering	Sering Sekali	Sedikit tidak nyaman	Tidak nyaman	Sangat tidak nyaman	Tidak terganggu	Agak terganggu	Sangat terganggu
Leher	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bahu (Kanan)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bahu (Kiri)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Punggung Atas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengan (Kanan) Atas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengan (Kiri) Atas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Siku (Kanan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Siku (Kiri)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengan (Kanan) Bawah	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengan (Kiri) Bawah	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Punggung Bawah	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pergelangan Tangan (Kanan)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pergelangan Tangan (Kiri)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jari (Kanan)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jari (Kiri)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pangkal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paha (Kanan)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paha (Kiri)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tutur (Kanan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tutur (Kiri)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Belis (Kanan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Belis (Kiri)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kaki (Kanan)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kaki (Kiri)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## Lampiran 2

### Kuesioner



#### Kuesioner Mengenai Desain *Sampling Point* di PT. PUSRI

Saya Dimas Prabowo mahasiswa Teknik Industri UI sedang mengadakan penelitian tugas akhir mengenai posisi kerja saat proses pengambilan sample di *sampling point* yang dirasa masih kurang ergonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah posisi kerja yang dialami saat ini berpotensi menimbulkan keluhan atau pun gangguan kesehatan pada pekerja. Oleh karena itu, saya membutuhkan bantuan anda untuk mengisi kuesioner ini dengan jawaban – jawaban yang tepat dan sesuai menurut anda. Dan bila terdapat suatu hal yang berkenaan dengan kuesioner ini untuk ditanyakan dapat menghubungi saya di [dimasprbw@yahoo.com](mailto:dimasprbw@yahoo.com) atas perhatian dan kerja samanya saya ucapkan terima kasih.

Nama Responden:	MURCHRIM
Jenis Kelamin:	LAKI-LAKI
Usia:	39 TH
Tinggi Badan:	161 CM
Berat Badan:	65 KG

(cat: berikan tanda (x) kolom isian)

1. Apakah anda merasa terganggu atau kurang nyaman dengan posisi kerja yang biasa anda lakukan saat pengambilan sample?  
ya  tidak
2. Apakah anda mengetahui resiko apa yang ditimbulkan dari posisi Kerja yang tidak ergonomis?  
ya  tidak
3. Bagaimana tingkat kepuasan Anda terhadap kondisi (desain) *sampling point* pada area kerja anda saat ini?  
sangat puas  tidak puas   
puas  sangat tidak puas   
biasa saja

4. Mohon tuliskan ide dari anda secara pribadi yang dirasa dapat memperbaiki kondisi anda mengenai desain *sampling point* . . .

lanjut ke sheet gangguan muskuloskeletal

ket : berikan tanda (✓) kolom isian



	Selama pengambilan sampel seberapa sering anda merasa tidak nyaman, sakit atau :			Jika Mengalami Ketidaknyamanan, sakit, nyeri, seberapa tinggi tingkat ketidaknyamanan tersebut?			Jika mengalami ketidaknyamanan, sakit, nyeri, apakah mengganggu kemampuan kerja anda?		
	Tidak sering	Sering	Sering Sekali	Sedikit tidak nyaman	Tidak nyaman	Sangat tidak nyaman	Tidak terganggu	Agak terganggu	Sangat terganggu
Leher	✓			✓			✓		
Bahu (Kanan)	✓								
Bahu (Kiri)									
Punggung Atas	✓								
Lengan (Kanan) Atas	✓								
Lengan (Kiri) Atas									
Siku (Kanan)	✓								
Siku (Kiri)									
Lengan (Kanan) Bawah	✓								
Lengan (Kiri) Bawah									
Punggung Bawah	✓								
Pergelangan (Kanan) Tangan	✓								
Pergelangan (Kiri) Tangan									
Jari (Kanan)	✓								
Jari (Kiri)									
Tangan (Kanan)	✓								
Tangan (Kiri)									
Panggul	✓								
Paha (Kanan)	✓								
Paha (Kiri)									
Lutut (Kanan)	✓								
Lutut (Kiri)	✓								
Betis (Kanan)	✓								
Betis (Kiri)	✓								
Kaki (Kanan)	✓								
Kaki (Kiri)									

MUKAPAZAL

## Lampiran 2

### Kuesioner



TEKNIK INDUSTRI  
UNIVERSITAS INDONESIA

#### Kuesioner Mengenai Desain *Sampling Point* di PT. PUSRI

Saya Dimas Prabowo mahasiswa Teknik Industri UI sedang mengadakan penelitian tugas akhir mengenai posisi kerja saat proses pengambilan sample di *sampling point* yang dirasa masih kurang ergonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah posisi kerja yang dialami saat ini berpotensi menimbulkan keluhan ataupun gangguan kesehatan pada pekerja. Oleh karena itu, saya membutuhkan bantuan anda untuk mengisi kuesioner ini dengan jawaban - jawaban yang tepat dan sesuai menurut anda. Dan bila terdapat suatu hal yang berkenaan dengan kuesioner ini untuk ditanyakan dapat menghubungi saya di [dimasprbw@yahoo.com](mailto:dimasprbw@yahoo.com) atas perhatian dan kerja samanya saya ucapkan terima kasih.

Nama Responden:	Muhyanto
Jenis Kelamin :	laki - laki
Usia :	29
Tinggi Badan :	175
Berat Badan :	62

Letakkan tanda (v) kolom isian

1. Apakah anda merasa terganggu atau kurang nyaman dengan posisi kerja yang biasa anda lakukan saat pengambilan sample?

ya

tidak

2. Apakah anda mengetahui resiko apa yang ditimbulkan dari posisi kerja yang tidak ergonomis?

ya

tidak

3. Bagaimana tingkat kepuasan Anda terhadap kondisi (desain) *sampling point* pada area kerja anda saat ini?

sangat puas

tidak puas

puas

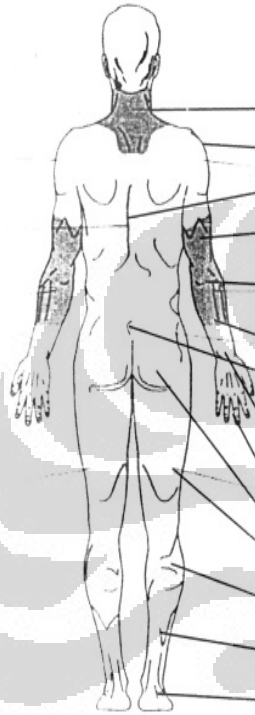
sangat tidak puas

biasa saja

4. Mohon tuliskan ide dari anda secara pribadi yang dirasa dapat memperbaiki kinerja anda mengenai desain *sampling point*...

lanjut ke sheet gangguan muskulo-skeletal

cut : berikan tanda (x) kolom isian



	Selama pengambilan sampel, seberapa sering anda merasa tidak nyaman, sakit pada :			Jika Mengalami Ketidaknyamanan, sakit, nyeri, seberapa tinggi tingkat ketidaknyamanan tersebut?			Jika mengalami ketidaknyamanan, sakit, nyeri, apakah mengganggu kemampuan kerja anda?		
	Tidak sering	Sering	Sering Sekali	Sedikit tidak nyaman	Tidak nyaman	Sangat tidak nyaman	Tidak terganggu	Agak terganggu	Sangat terganggu
Leher	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bahu (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bahu (Kiri)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Punggung Atas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengan (Kanan) Atas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengan (Kiri) Atas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Siku (Kanan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Siku (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengan (Kanan) Bawah	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengan (Kiri) Bawah	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Punggung Bawah	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pergelangan Tangan (Kanan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pergelangan Tangan (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jari Tangan (Kanan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jari Tangan (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pangkal Paha	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paha (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paha (Kiri)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lutut (Kanan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lutut (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Betis (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Betis (Kiri)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kaki (Kanan) Bawah	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kaki (Kiri) Bawah	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Lampiran 2

### Kuesioner



#### Kuesioner Mengenai Desain *Sampling Point* di PT. PUSRI

Saya Dimas Prabowo mahasiswa Teknik Industri UI sedang mengadakan penelitian tugas akhir mengenai posisi kerja saat proses pengambilan sample di *sampling point* yang dirasa masih kurang ergonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah posisi kerja yang dialami saat ini berpotensi menimbulkan keluhan ataupun gangguan kesehatan pada pekerja. Oleh karena itu, saya membutuhkan bantuan anda untuk mengisi kuesioner ini dengan jawaban – jawaban yang tepat dan sesuai menurut anda. Dan bila terdapat suatu hal yang berkenaan dengan kuesioner ini untuk ditanyakan dapat menghubungi saya di [dimasprbw@yahoo.com](mailto:dimasprbw@yahoo.com) atas perhatian dan kerja samanya saya ucapkan terima kasih.

Nama Responden:	Febriany, Harthanan
Jenis Kelamin :	Laki-laki
Usia :	26 tahun
Tinggi Badan :	172 cm
Berat Badan :	65 kg

lett : berikn tanda (x) kolom isian

1. Apakah anda merasa terganggu atau kurang nyaman dengan posisi kerja yang biasa anda lakukan saat pengambilan sample?

ya  tidak

2. Apakah anda mengetahui resiko apa yang ditimbulkan dari posisi kerja yang tidak ergonomis?

ya  tidak

3. Bagaimana tingkat kepuasan Anda terhadap kondisi (desain) *sampling point* pada area kerja anda saat ini?

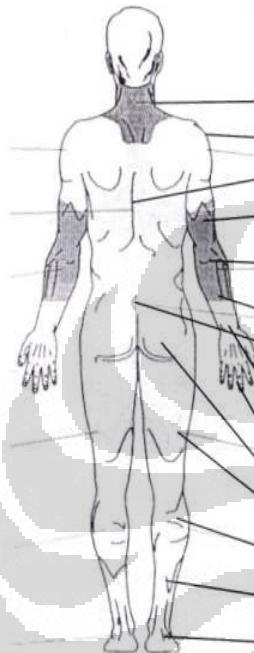
sangat puas  tidak puas   
puas  sangat tidak puas   
biasa saja

4. Mohon tuliskan ide dari anda secara pribadi yang dirasa dapat mempermudah kinerja anda mengenai desain *sampling point* ....

Yang mudah dalam pengambilannya dengan posisi tubuh yang sesempadan mungkin.
--

lanjut ke sheet gangguan musculoskeletal

berikan tanda (✓) kolom isian



	Selama pengambilan sampel, seberapa sering anda merasa tidak nyaman, sakit pada :			Jika Mengalami Ketidaknyamanan, sakit, nyeri, seberapa tinggi tingkat ketidaknyamanan tersebut?			Jika mengalami ketidaknyamanan, sakit, nyeri, apakah mengganggu kemampuan kerja anda?		
	Tidak sering	Sering	Sering Sekali	Sedikit tidak nyaman	Tidak nyaman	Sangat tidak nyaman	Tidak terganggu	Agak terganggu	Sangat terganggu
Leher	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bahu (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bahu (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Punggung Atas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengan (Kanan) Atas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Lengan (Kiri) Atas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Siku (Kanan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Siku (Kiri)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengan (Kanan) Bawah	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengan (Kiri) Bawah	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Punggung Bawah	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Pergelangan Tangan (Kanan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pergelangan Tangan (Kiri)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jari (Kanan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jari (Kiri)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Panggul	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paha (Kanan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paha (Kiri)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lutut (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lutut (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Betis (Kanan)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Betis (Kiri)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kaki (Kanan)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kaki (Kiri)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Rizki Harnison

## Lampiran 2

### Kuesioner



TEKNIK INDUSTRI  
UNIVERSITAS INDONESIA

#### Kuesioner Mengenai Desain Sampling Point di PT. PUSRI

Saya Dimas Prabowo mahasiswa Teknik Industri UI sedang mengadakan penelitian tugas akhir mengenai posisi kerja saat proses pengambilan sample di sampling point yang dirasa masih kurang ergonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah posisi kerja yang dialami saat ini berpotensi menimbulkan keluhan ataupun gangguan kesehatan pada pekerja. Oleh karena itu, saya membutuhkan bantuan anda untuk mengisi kuesioner ini dengan jawaban - jawaban yang tepat dan sesuai menurut anda. Dan bila terdapat suatu hal yang berkenaan dengan kuesioner ini untuk ditanyakan dapat menghubungi saya di [dimasprbwa@yahoo.com](mailto:dimasprbwa@yahoo.com) atas perhatian dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Nama Responden:	BAKA FN
Jenis Kelamin:	LAKI - LAKI
Usia:	24
Tinggi Badan:	176
Berat Badan:	66

(Ltt : Berikan tanda (X) kolom isian.

1. Apakah anda merasa terganggu atau kurang nyaman dengan posisi kerja yang biasa anda lakukan saat pengambilan sample?

ya  tidak

2. Apakah anda mengetahui resiko apa yang ditimbulkan dari posisi kerja yang tidak ergonomis?

ya  tidak

3. Bagaimana tingkat kepuasan Anda terhadap kondisi (desain) sampling point pada area kerja anda saat ini?

sangat puas  tidak puas   
puas  sangat tidak puas   
biasa saja

4. Mohon tuliskan ide dari anda secara pribadi yang dirasa dapat memperbaiki kinerja anda mengenai desain sampling point ....

lanjut ke sheet gangguan musculoskeletal

cat : berikan tanda (X) kolom isian

	Selama pengambilan sampel, seberapa sering anda merasa tidak nyaman, sakit pada :			Jika Mengalami Ketidaknyamanan, sakit, nyeri, seberapa tinggi tingkat ketidaknyamanan tersebut?			Jika mengalami ketidaknyamanan, sakit, nyeri, apakah mengganggu kemampuan bekerja anda?		
	Tidak sering	Sering	Sering Sekali	Sedikit tidak nyaman	Tidak nyaman	Sangat tidak nyaman	Tidak terganggu	Agak terganggu	Sangat terganggu
Leher	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Bahu (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
Bahu (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
Punggung Atas	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Lengan (Kanan) Atas	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Lengan (Kiri) Atas	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Siku (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Siku (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Lengan (Kanan) Bawah	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Lengan (Kiri) Bawah	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Punggung Bawah	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Pergelangan Tangan (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Pergelangan Tangan (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Jari (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Jari (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Tangan (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Tangan (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Pangkal Paha (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Pangkal Paha (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Lutut (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Lutut (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Betis (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Betis (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Kaki (Kanan)	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Kaki (Kiri)	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		