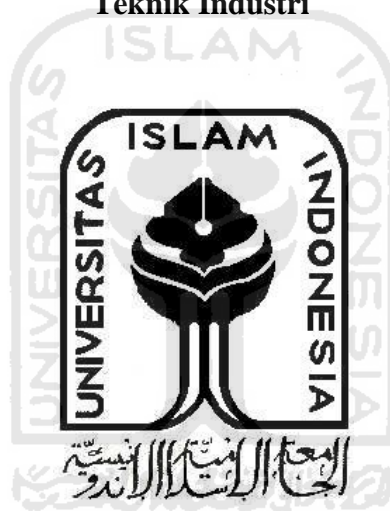


## **TUGAS AKHIR**

# **PERANCANGAN ULANG TEMPAT KERJA OPERATOR DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI PARTISIPATORI UNTUK MENGURANGI KELUHAN MUSKULOSKELETAL DAN KELELAHAN**

**(Studi Kasus pada Operator General Part di Divisi Stamping Tools, PT. Mekar  
Armada Jaya (New Armada), Magelang, Jawa Tengah)**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1  
Teknik Industri**



**Oleh**

**Nama : Muhammad Andi Aziz Nur Abdillah**

**No. Mahasiswa : 07522072**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2011**

## PENGAKUAN

Demi Allah, Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 14 Desember 2011



Muh. Andi Aziz Nur Abdillah

07522072



**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PERANCANGAN ULANG TEMPAT KERJA OPERATOR  
DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI PARTISIPATORI UNTUK  
MENGURANGI KELUHAN MUSKULOSKELETAL DAN  
KELELAHAN**



الإسلام جامعة

**Pembimbing**



**Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, MT**

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

### PERANCANGAN ULANG TEMPAT KERJA OPERATOR DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI PARTISIPATORI UNTUK MENGURANGI KELUHAN MUSKULOSKELETAL DAN KELELAHAN

#### TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Muhammad Andi Aziz Nur Abdillah  
No. Mahasiswa : 07522072

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai  
Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata – 1  
Teknik Industri

Yogyakarta, 30 Desember 2011

Tim Penguji

Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, MT  
Ketua

Drs. H. M. Ibnu Mastur, MSIE  
Anggota I

Drs. Imam Djati W, M.Eng.Sc  
Anggota II

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Industri  
Universitas Islam Indonesia

Drs. H. M. Ibnu Mastur, MSIE

5/1/2012

## PERSEMBAHAN



*Ku persembahkan karya ini ibundaku tersayang, Ayahanda, Kakak dan Adikku  
Terimakasih atas untaian do'a, nasihat, kasih sayang, semangat dan dukungan...*

*Jazakumullah Khoiron Katsiron...*

## MOTTO

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا (٦) فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ (٧) وَإِلَىٰ رَبِّكَ فَارْغَبْ (٨)

“Dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan (6) Karena itu bila selesai suatu tugas, mulailah tugas yang lain dengan sungguh – sungguh (7) Hanya kepada Tuhanmu hendaknya kau berharap (8)”

(QS. Asy-Syarah : 6 – 8)

فَمَنْ يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ خَيْرًا يَرَهُ (٧) وَمَنْ يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ شَرًّا يَرَهُ (٨)

“Barangsiapa yang mengerjakan kebaikan seberat dzarrahpun, niscaya dia akan melihat balasannya (7) Dan barangsiapa yang mengerjakan kejahatan sebesar dzarrahpun, niscaya dia akan melihat balasannya pula (8)”

(QS. Al Zalzalah 7-8)

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah Rabb alam semesta. Shalawat dan salam semoga terlimpahkan kepada Rasulullah *Shallallahu Alaihi wa Sallam*, keluarganya, sahabatnya dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, dan syukur Alhamdulillah atas segala rahmat dan anugerah-Nya yang telah memberi ilmu, kekuatan dan kesempatan sehingga Tugas Akhir dengan judul ” *Perancangan Ulang Tempat Kerja Operator Dengan Pendekatan Ergonomi Partisipatori Untuk Mengurangi Keluhan Muskuloskeletal dan Kelelahan*” ini dapat terselesaikan.

Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata-1 program studi Teknik Industri pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Keberhasilan terselesaikannya Tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Ir. Gumbolo HS., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Drs. H. M. Ibnu Mastur, MSIE., selaku Ketua Prodi Teknik Industri serta pengurus Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Prof. Dr. Hari Purnomo, MT., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bantuan dan arahnya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Sukandar selaku pembimbing di PT. Mekar Armada Jaya yang selalu membantu dalam penelitian.
5. Ibu, Bapak, kakak dan adik atas segala doa, bantuan, dan kasih sayang yang tiada hentinya.
6. Semua pihak yang telah membantu, memberi semangat dan memberi segala masukan dalam menjalankan penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat khususnya di dunia ilmu pengetahuan bagi semua pihak. Dan semoga Allah SWT

memberikan ridha dan membalas segala budi baik yang telah diberikan kepada penulis.

*Wassalamu 'alaikum Wr. Wb*

Yogyakarta, 14 Desember 2011

Penulis





## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGAKUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
HALAMAN MOTTO .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
ABSTRAK .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penelitian .....	5
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1 Ergonomi .....	7
2.2 Sistem Kerja .....	9
2.3 Postur Duduk .....	11
2.4 Keluhan Muskuloskeletal .....	12

2.4.1	WMSDs ( <i>Work Related Musculoskeletal Disorders</i> ) .....	13
2.4.2	CTDs ( <i>Cumulative Trauma Disorders</i> ) .....	14
2.4.3	CTS ( <i>Carpal Tunnel Syndrome</i> ) .....	15
2.5	Nordic Body Map .....	16
2.6	Kelelahan .....	18
2.7	Pendekatan Ergonomi Partisipatori .....	23
2.8	Antropometri .....	25
2.9	Desain Produk .....	27
2.10	Uji Beda .....	28
 <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>		
3.1	Lokasi Penelitian .....	30
3.2	Populasi dan Sampel .....	30
3.3	Variabel Penelitian .....	30
3.4	Alat Yang Digunakan .....	30
3.5	Rancangan Penelitian .....	31
3.6	Jenis Data dan Pengumpulan Data .....	34
3.6.1	Jenis Data .....	34
3.6.2	Pengumpulan Data .....	34
3.7	Tahap Penelitian .....	35
3.7.1	Identifikasi Masalah .....	35
3.7.2	Tahap Persiapan .....	35
3.7.3	Tahap Penelitian dengan Pendekatan Ergonomi Partisipatori .....	36
3.7.4	Pengumpulan Data .....	38
3.7.5	Implementasi .....	38
3.8	Analisis Data .....	39

3.8.1 Analisa Deskriptif .....	39
3.8.2 Analisa Induktif .....	39

#### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

4.1 Pengumpulan Data .....	41
4.1.1 Desain Tempat Kerja Lama .....	41
4.1.2 Desain Tempat Kerja Baru .....	43
4.1.3 Data Antropometri .....	45
4.2 Pengolahan Data .....	48
4.2.1 Karakteristik Subjek .....	48
4.2.2 Uji T Terhadap Keluhan Muskuloskeletal dan Kelelahan .....	49

#### **BAB V PEMBAHASAN**

5.1 Proses Perancangan Berbasis Ergonomi .....	51
5.2 Antropometri Desain Meja Kerja .....	55
5.3 Karakteristik Subjek .....	56
5.4 Uji Beda Tingkat Keluhan Muskuloskeletal dan Kelelahan .....	56
5.4.1 Uji Beda Keluhan Muskuloskeletal Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen .....	56
5.4.2 Uji Beda Kelelahan Kerja Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen .....	58

#### **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1 Kesimpulan .....	61
6.2 Saran .....	62

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Macam Presentil dan Cara Perhitungan Distribusi Normal .....	27
Tabel 4.1	Data Antropometri .....	46
Tabel 4.2	Data Presentil Antropometri .....	46
Tabel 4.3	Deskripsi Subjek .....	43
Tabel 4.4	Rerata, Beda Rerata, dan Uji t antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen pada Responden.....	49
Tabel 5.1	Perbedaan Desain Lama dan Baru .....	54



## DATFAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Nordic Body Map</i> .....	17
Gambar 3.1 Rancangan Penelitian.....	31
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	33
Gambar 3.3 Model Pendekatan Partisipatori (Purnomo, 2008).....	37
Gambar 4.1 Tempat kerja Operator <i>Finishing Part</i> Lama .....	42
Gambar 4.2 Posisi Kerja Operator Pada Saat Bekerja.....	42
Gambar 4.3 Meja Kerja Baru Tampak Atas .....	43
Gambar 4.4 Meja Kerja Baru Tampak Depan .....	44
Gambar 4.5 Meja Kerja Baru Tampak Samping .....	44
Gambar 4.6 Kursi Kerja Baru.....	45
Gambar 4.7 Aplikasi Presentil pada Desain <i>Prototype</i> .....	48
Gambar 5.1 Desain Kursi Operator Sebelum Perbaikan .....	52
Gambar 5.2 Desain Meja dan Kursi Operator Setelah Perbaikan .....	53
Gambar 5.3 Grafik Tingkat Keluhan Muskuloskeletal Antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen .....	57
Gambar 5.4 Grafik Tingkat Keluhan Kelelahan Antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen .....	59

## ABSTRAK

*Indonesia merupakan negara berkembang dengan pertumbuhan di sektor industri yang semakin pesat. Kesehatan dan keselamatan kerja merupakan hal utama yang diperhatikan oleh perusahaan. Beberapa perusahaan kurang memperhatikan faktor keselamatan dan kesehatan operator. Finishing General Part merupakan proses akhir dengan melakukan grinding untuk part-part kecil. Pekerjaan menggerinda dilakukan dengan repetitif dan sikap kerja yang tidak alamiah berlangsung lama. Operator bekerja dengan posisi setengah jongkok dan membungkuk. Hal ini dapat berakibat timbulnya berbagai gangguan pada sistem muskuloskeletal. Melalui pendekatan partisipatori dilakukan perancangan ulang tempat kerja yang didesain sesuai antropometri operator untuk mengurangi keluhan muskuloskeletal dan kelelahan kerja sehingga dalam menjalankan pekerjaannya operator merasa nyaman dan aman. Tempat kerja dirancang menggunakan kursi dan meja ergonomis untuk memudahkan operator dalam bekerja. Rancangan penelitian ini adalah rancangan sama subyek dengan 6 operator laki-laki sebagai sampel. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tempat kerja berupa meja dan kursi baru mampu menurunkan keluhan muskuloskeletal sebesar 31,7% dan keluhan kelelahan sebesar 16,1%.*

*Kata Kunci : Desain tempat kerja, Meja Kursi, Keluhan Muskuloskeletal, Kelelahan, Ergonomi Partisipatori*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Indonesia merupakan negara yang sedang berkembang. Sebagai negara berkembang banyak sekali dijumpai industri-industri yang masih menggunakan tenaga manusia dalam proses produksinya walaupun beberapa industri yang relatif modern telah banyak menggunakan alat-alat bantu pada proses produksi. Proses produksi secara manual masih sangat diperlukan karena memiliki kelebihan dibandingkan dengan menggunakan mesin, misalnya proses finishing yang membutuhkan ketelitian pada proses akhir.

Peningkatan keselamatan para pekerja pada aktivitas produksi secara manual mendapat perhatian sangat besar karena sering menimbulkan kecelakaan kerja. Posisi kerja operator merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kecelakaan kerja atau cedera. Dilihat dari sudut pandang Ergonomi, posisi kerja pekerja atau operator pada saat beraktivitas sangat berpengaruh terhadap kelelahan dan rentan terhadap kecelakaan kerja yaitu cedera pada tulang belakang akibat posisi kerja yang salah. Aktivitas kerja berlangsung secara manual dan kurang memperhatikan faktor kenyamanan, kesehatan maupun keselamatan kerja manusia tanpa disadari hal tersebut akan mempengaruhi efektivitas, efisiensi dan produktivitas kerja (Jovianto, 2005). Byrd dan Moore (1986) menyatakan bahwa penurunan produktivitas kerja pada pekerja terutama disebabkan oleh adanya kelelahan kerja.

PT. Mekar Armada Jaya merupakan salah satu perusahaan karoseri yang berada di Magelang, Jawa tengah. Perusahaan tersebut banyak dijumpai operator yang secara manual melaksanakan proses produksi. Salah satunya adalah operator *finishing general part*. Operator pada bagian ini melakukan proses akhir dari proses produksi yakni melakukan proses ampelas, gerinda dan *manual cutting* pada *part body* mobil. Posisi kerja operator harus nyaman mungkin dalam melakukan proses produksi. Perusahaan belum menyediakan meja dan kursi kerja untuk mendukung kenyamanan kerja operator. Sebagai akibatnya, operator berinisiatif membuat sendiri kursi kerja. Kursi kerja dirancang tanpa disertai meja sebagai alas kerja sehingga posisi kerja operator terlalu membungkuk yang dapat mengakibatkan resiko cedera pada muskuloskeletal. Sebagian besar dari mereka juga mengeluh sakit pinggang dan mudah merasa lelah.

Beberapa peneliti sebelumnya telah melakukan penelitian mengenai perancangan alat kerja yang ergonomis. Setyaningrum (2004) melakukan penelitian untuk memperbaiki postur kerja karyawan pada perusahaan pembuatan patung. Perbaikan postur kerja dilakukan untuk mengurangi cedera muskuloskeletal. Putro (2006) melakukan penelitian untuk menganalisa cedera muskuloskeletal yang terjadi pada operator komputer di Balai Pelatihan dan Pengembangan Bioteknologi Pertanian Terapan Yogyakarta. Afrizal (2008) Merancang ulang meja komputer untuk mengurangi keluhan muskuloskeletal dan meningkatkan kerja karyawan. Zuhri (2010) Melakukan perancangan kursi mekanik disesuaikan dengan dimensi tubuh orang Indonesia menggunakan ergonomi partisipatori.

Dari beberapa penelitian di atas, perancangan ulang tempat kerja untuk operator *finishing general part* pada industri karoseri belum pernah dilakukan sebelumnya. Keselamatan kerja merupakan prioritas utama dalam perusahaan. Sikap



atau posisi kerja yang mengabaikan kaidah-kaidah ergonomi akan berakibat kelelahan dan rendahnya produktivitas operator. Untuk meningkatkan kinerja dan produktivitas diperlukan alat kerja yang mendukung. Menurut Wignyosoebroto (1995) kinerja dan produktivitas adalah perbandingan antara keluhan dan masukan. Dalam perancangan alat kerja yang baik maka perlu diketahui keluhan dan masukan dari operator secara langsung. Dalam kasus ini, operator *finishing part* perusahaan karoseri melakukan pekerjaannya dengan posisi yang dapat menimbulkan cedera muskuloskeletal. Diperlukan alat kerja yang dapat membantu mengatasi keluhan tersebut yakni penambahan meja kerja yang sesuai dengan aspek ergonomi. Diharapkan dengan alat kerja yang nyaman dan aman dapat meningkatkan produktivitas dan lingkungan kerja yang sehat.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi di perusahaan karoseri di atas, maka dapat memberikan inspirasi untuk melakukan penelitian mengenai perancangan ulang tempat kerja operator *finishing general part* dilihat dari aspek ergonomi. Pada penelitian ini, digunakan pendekatan parsipatori ergonomi untuk mengetahui secara pasti bagaimana suatu tempat kerja dirancang sedemikian rupa sehingga nyaman dan aman digunakan oleh operator.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijelaskan maka dapat diidentifikasi permasalahan yang dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang ulang tempat kerja operator *finishing general part* berdasarkan keinginan operator dengan memenuhi aspek ergonomi ?
2. Seberapa besar penurunan keluhan muskuloskeletal dan penurunan kelelahan operator *finishing general part* terhadap desain kursi yang baru ?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah perlu dilakukan untuk memfokuskan kajian yang akan dilaksanakan sehingga tujuan penelitian dapat dicapai dengan baik. Batasan masalah yang dilakukan yakni sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di divisi *Stamping and Tools* PT. Mekar Armada Jaya.
2. Penelitian ini hanya dilakukan pada operator *Finishing General Part*.
3. Pengambilan data dilakukan untuk mendapatkan ukuran dimensi tubuh yang digunakan untuk melakukan rancangan tempat kerja operator yang ergonomis.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, penelitian ini mempunyai tujuan yakni :

1. Untuk merancang ulang tempat kerja operator *finishing* berdasarkan data keinginan operator dengan memenuhi aspek ergonomi.
2. Untuk mengetahui dasin kursi dan meja operator yang ergonomis dan nyaman bagi operator *finishing*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain :

1. Bagi Peneliti

Sebagai pengalaman langsung bagi peneliti dalam melakukan penelitian dalam bentuk tulisan ilmiah khususnya mengenai masalah Ergonomi dalam bekerja dan sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana.

2. Institusi

Sebagai bahan pustaka di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia dalam pengembangan ilmu Ergonomi.

### 3. Tenaga Kerja

Sebagai pengetahuan tambahan tentang tempat kerja yang ergonomis sehingga dapat menghindari keluhan-keluhan akibat tempat kerja yang tidak ergonomis.

### 4. Perusahaan yang bersangkutan

Sebagai gambaran untuk perusahaan agar memperhatikan stasiun kerja operator yang ergonomis di rantai produksi yang dapat menyebabkan *human error* sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk mengurangi adanya produk cacat dan meningkatkan produktifitas.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Pada tugas akhir ini akan disusun sistematika penulisan sebagai berikut :

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian. Disamping itu juga memuat uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Mengandung uraian tentang kerangka dan bagan alir penelitian, teknik yang dilakukan, model yang dipakai, bahan atau materi, alat tata cara penelitian dan data yang akan dikaji serta analisis yang akan dipakai.

### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Menguraikan tentang data-data yang dihasilkan selama penelitian kemudian pengolahan data dengan metode yang telah ditentukan hasil analisa.

## **BAB V PEMBAHASAN**

Membahas hasil penelitian hasil penelitian yang dilakukan untuk menghasilkan suatu kesimpulan dan rekomendasinya atau saran yang harus diberikan untuk penelitian lanjutan.

## **LAMPIRAN**

a. **GAMBAR**

b. **TABEL**



## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Ergonomi

Istilah ergonomi berasal dari bahasa latin yaitu *ergon* (kerja) dan *nomos* (hukum alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain perancangan (Nurmianto, 2005). Ergonomi merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mempunyai kaitan dengan prestasi tentang hubungan optimal antara pekerja dan lingkungan kerja (Tayyari dan Smith, 1997). Ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia di tempat kerja, di rumah dan tempat lainnya. Di dalam ergonomi dibutuhkan studi tentang sistem dimana manusia, fasilitas kerja dan lingkungannya saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya.

Ergonomi merupakan suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem tersebut dengan baik (Sutalaksana, 1979). Lingkungan kerja yang baik yaitu lingkungan yang nyaman, aman dan nyaman bagi pekerjanya.

Jika ingin meningkatkan kemampuan manusia untuk melakukan tugas, maka beberapa hal di sekitar lingkungan alam manusia seperti peralatan, lingkungan fisik, posisi gerak (kerja) perlu diperbaiki atau dimodifikasi atau redesain yakni didesain disesuaikan dengan kemampuan dan keterbatasan manusia. Dengan kemampuan

tubuh yang meningkat secara optimal, maka tugas kerja yang dapat diselesaikan juga akan meningkat. Sebaliknya, apabila lingkungan alam sekitar termasuk peralatan yang tidak sesuai dengan kemampuan alamiah tubuh manusia, maka akan boros penggunaan energi dalam tubuh, cepat lelah, hasil tidak optimal bahkan berakibat kepada kecelakaan.

Tujuan dari ergonomi ini adalah untuk menciptakan suatu kombinasi yang paling serasi antara sub sistem peralatan kerja dengan manusia sebagai tenaga kerja. Secara umum tujuan dari penerapan ergonomi adalah (Tarwaka, et.al., 2004) :

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental serta mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial di masa produktif maupun di masa setelah tidak produktif.
3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

Sedangkan tujuan utama dari penerapan ergonomi ada empat (Santoso, 2004; Notoatmodjo dan Soekidjo, 2003), yaitu :

1. Memaksimalkan efisiensi karyawan
2. Memperbaiki kesehatan dan keselamatan kerja
3. Menganjurkan agar bekerja dengan aman, nyaman dan bersemangat
4. Memaksimalkan bentuk kerja

Menurut Nurmianto (2005), peranan penerapan ergonomi antara lain :

- a. Aktivitas rancang bangun (desain) ataupun rancang ulang (re-desain)

Hal ini dapat meliputi perangkat keras seperti perkakas kerja (*tools*), bangku kerja (*benches*), platform, kursi, pegangan alat kerja (*workholders*), sistem pengendali (*controls*), alat peraga (*displays*), jalan atau lorong (*access ways*), pintu (*doors*), jendela (*windows*) dan lain sebagainya.

b. Desain pekerjaan pada suatu organisasi

Misalnya : Penentuan jumlah jam istirahat, pemilihan jadwal pergantian waktu kerja (*shift kerja*), meningkatkan variasi pekerjaan dan lain-lain.

c. Meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja.

Misalnya : desain suatu sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri dan ngilu pada sistem kerangka dan otot manusia, desain stasiun kerja untuk alat peraga visual (*visual display unit station*). Hal ini adalah untuk mengurangi ketidaknyamanan visual dan postur kerja, desain suatu perkakas kerja (*handtools*) untuk mengurangi kelelahan kerja, desain suatu peletakan instrumen dan sistem pengendalian agar didapat optimasi dalam proses transfer informasi dan lain-lain.

Untuk mencapai tujuan ergonomi, maka perlu keserasian antara pekerja dengan pekerjaannya, sehingga manusia sebagai pekerja dapat bekerja sesuai dengan kemampuan, kelebihan dan keterbatasannya. Secara umum kemampuan, kelebihan serta keterbatasan manusia ditentukan oleh berbagai faktor yaitu umur, jenis kelamin, ras, antropometri, status kesehatan, gizi, kesegaran jasmani, pendidikan, ketrampilan, budaya, tingkah laku, kebiasaan dan kemampuan beradaptasi (Sutalaksana, 2006).

## 2.2 Sistem Kerja

Ergonomi merupakan interaksi antara manusia dengan obyek yang digunakannya dan terhadap lingkungan tempat manusia bekerja. Mc Cormik dan Sanders (1979) mengemukakan salah satu bagian dari aplikasi *human factor* ergonomi adalah *human*

*error*, kecelakaan dan keselamatan kerja. Pendekatan ini menganut prinsip *human Centered Design* atau *fit the job to the man* dimana manusia sebagai pusat sistem. Karena manusia sebagai pusat sistem maka sesuai perancangan sistem kerja diarahkan pada perancangan yang sesuai dengan manusia itu sendiri. Tujuan yang hendak dicapai adalah meningkatkan efektivitas kerja yang dihasilkan oleh sistem kerja dengan tetap memandang manusia sebagai pusat sistem untuk mempertahankan dan meningkatkan unsur kenyamanan dan kesehatan (Purnomo, 2003).

Sistem kerja yang baik merupakan sistem kerja yang mengandung keterkaitan yang erat antara manusia sebagai pengguna atau pekerja dengan lingkungan kerja. Sedangkan yang dimaksud dengan lingkungan kerja adalah seluruh alat, perkakas, bahan, metode kerja, serta lingkungan kerja fisik kerja (Sastrowinoto, 1985). Sistem kerja yang baik tidak terlepas dari *work place* (tempat kerja) maupun langkah-langkah operasional tugas yang harus dilakukan dalam suatu pekerjaan.

Langkah-langkah dalam mendesain sistem kerja adalah sebagai berikut (Tayyari dan Smith, 1997) :

1. Menentukan tujuan, yakni output yang ingin dicapai harus telah terdefinisi.
2. Menentukan input yang dibutuhkan untuk menghasilkan output.
3. Mendeskripsikan proses, yakni proses harus digambarkan bagaimana input dapat dikonversi menjadi output.
4. Alokasi fungsi semua tugas dan fungsi harus bisa diidentifikasi untuk mencapai tujuan.
5. Desain interface, yakni desain antara operator dan komponen sistem lainnya seperti mesin, alat kerja dan faktor lingkungan untuk mencapai peningkatan performansi secara optimal dan mengurangi kesalahan kerja.



### 2.3 Postur Duduk

Postur duduk sangat berpengaruh terhadap kesehatan. Duduk secara benar dapat mencegah linu, ketegangan otot, dan membantu mencegah sakit di daerah punggung dan leher. Postur yang bagus juga dapat membantu otot untuk bisa bekerja dengan lebih efisien, yang berguna untuk mencegah kelelahan. Dengan postur duduk yang benar maka aliran nafas dari daerah perut menjadi lancar. Demikian juga aliran darah menuju otak menjadi lancar sehingga dapat meningkatkan konsentrasi. Menurut Phillips (2000) dalam ergonomi, postur duduk dasar dikelompokkan menjadi enam, yaitu :

1. Front support

Postur duduk dibantu dengan topangan didepan, biasanya pada dada ditopang dengan menggunakan sandaran kursi.

2. *Reclining*

Postur duduk semi berbaring dengan posisi bersandar pada sandaran kursi dan kaki berada pada *footrest*.

3. *Kneeling*

Postur duduk tanpa bersandar dengan pusat tumpuan pada lutut dan betis yang berada pada *footrest* kursi.

4. Re-balance

Postur duduk yang seimbang karena kaki depan ditopang dengan menggunakan *footrest* dan belakang pada bagian punggung ditopang dengan sandaran kursi.

#### 5. *Stool*

Postur duduk sederhana seperti duduk di bangku tanpa bersandar pada sandaran kursi dan berpijak pada *footrest*.

#### 6. Tradisional

Postur duduk pada umumnya dengan bersandar pada sandaran kursi dan kaki berpijak di lantai.

### 2.4 **Keluhan Muskuloskeletal**

Sistem muskuloskeletal adalah permasalahan yang berhubungan dengan *muscle*. Sistem ini termasuk didalamnya adalah otot, syaraf dan tulang. Peregerakan atau aktivitas tubuh manusia adalah masalah koordinasi dari sistem usaha ketiga hal tersebut diatas. Pekerjaan yang dirancang kurang baik akan menghasilkan ketidak efektifan terhadap sistem muskuloskeletal tersebut. Keluhan yang sering terjadi ini yang biasa diistilahkan dengan *musculoskeletal disorders* (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal (Grandjean, 1993). Oleh karena itu, permasalahan ini banyak berhubungan dengan ketegangan-ketegangan otot ataupun yang lainnya yang berkaitan dengan sakit pada otot, syaraf dan tulang (Kristyanto, 2004). Sistem kerangka otot tubuh manusia terdiri dari sistem kerangka dan sistem otot yang membentuk mekanisme gerakan dan melakukan fungsi penting lainnya. Sistem kerangka merupakan alat pengungkit mekanis yang pergerakannya diperoleh dari kontraksi otot. Masalah pergerakan tubuh menjadi salah satu perhatian dalam ilmu ergonomi (Tayyari dan Smith, 1997).

### 2.4.1 WMSDs (*Work Related Musculoskeletal Disorders*)

WMSDs adalah sekumpulan gangguan sistem muskuloskeletal menyangkut otot, tendon dan syaraf yang diakibatkan oleh pekerjaan yang dilakukan secara berulang-ulang dengan intensitas tinggi dan waktu istirahat yang kurang (Suparjo, 2005). Terjadinya WMSDs sangat berkaitan erat dengan postur kerja, gerakan-gerakan kerja yang terjadi serta alat-alat, gerakan-gerakan kerja yang terjadi serta alat yang digunakan untuk kegiatan secara manual.

Keluhan otot skeletal pada umumnya terjadi karena kontraksi otot yang berlebihan akibat pemberian beban kerja yang terlalu berat dengan durasi pembebanan yang panjang. Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya keluhan otot skeletal, yaitu (Tayyari dan Smith, 1997) :

1. Peregangan otot yang berlebihan, yaitu peregangan otot yang dilakukan akibat pengerahan tenaga yang berlebihan.
2. Aktivitas yang berulang, yaitu pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus sehingga otot menerima tekanan tanpa memperoleh kesempatan untuk relaksasi.
3. Sikap kerja tidak alamiah, yaitu sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian – bagian tubuh bergerak manjauh dari posisi alamiah, misalnya pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk, kepala terangkat.

Tulang belakang manusia merupakan tulang penyangga utama badan dan memiliki beban lainnya yaitu menjaga keseimbangan badan, selain itu juga berhubungan erat dengan otot-otot sekitar tulang yang menopang pada tulang tersebut, dan juga merupakan jalur peredaran darah yang tergolong vital. Bagian tulang punggung bawah (*lumbar*) merupakan bagian yang menanggung beban berat,

memungkinkan badan untuk membungkuk dan berputar. Kesalahan dalam membawa beban, kesalahan dalam sikap duduk, sering mengakibatkan gangguan pada bagian ini. Duduk membungkuk dalam waktu lama akan mengakibatkan *kyfosis* dan selanjutnya menimbulkan *low back pain*.

Perancang stasiun kerja merupakan salah satu output studi ergonomi di bidang industri. Inputnya dapat berupa kondisi manusia yang tidak aman dalam bekerja, kondisi fisik lingkungan kerja yang tidak nyaman dan adanya hubungan manusia-mesin yang tidak ergonomis. Kondisi manusia dikatakan tidak aman bila kesehatan dan keselamatan pekerja mulai terganggu. Kelelahan dan keluhan pekerja pada muskuloskeletal merupakan salah satu indikasi adanya gangguan kesehatan dan keselamatan pekerja. Keluhan muskuloskeletal merupakan keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang cukup lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Keluhan hingga kerusakan inilah yang biasanya diistilahkan dengan keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs) atau cedera pada sistem muskulokeletal (Grandjean, 1993).

#### **2.4.2 CTDs (*Cumulative Trauma Disorders*)**

*Cumulative Trauma Disorders* atau disebut juga sebagai *Repetitive Motion Injuries* atau *Musculoskeletal Disorders* adalah cedera pada sistem kerangka otot yang semakin bertambah secara bertahap sebagai akibat dari trauma kecil yang terus menerus disebabkan oleh desain yang buruk yaitu desain alat/sistem kerja yang membutuhkan gerakan tubuh dalam posisi yang tidak normal serta penggunaan

perkakas/*handtools* atau alat lainnya yang terlalu sering. Empat faktor penyebab timbulnya CTDs adalah :

1. Penggunaan gaya yang berlebihan selama gerakan normal.
2. Gerakan sendi yang kaku yaitu tidak berada pada posisi normal. Mislanya, bahu yang terlalu terangkat, lutut yang terlalu naik, punggung terlalu membungkuk dan lain sebagainya.
3. Perulangan gerakan yang sama secara terus-menerus.
4. Kurangnya istirahat yang cukup untuk memulihkan trauma sendi.

Gejala yang berhubungan dengan CTDs antara lain adalah terasa sakit atau nyeri pada otot, gerakan sendi yang terbatas dan terjadi pembengkakan. Jika gejala ini dibiarkan maka akan menimbulkan kerusakan permanen. CTDs merusak sistem saraf muskuloskeletal yaitu saraf (*nerves*), otot, tendon, ligamen, tulang dan tulang sendi (*joint*) pada pergerakan ekstrem dari bagian tubuh atas (bahu, tangan, siku, pergelangan tangan), tubuh bagian bawah (pinggul, lutut, kaki) dan bagian belakang (leher dan punggung/badan). Punggung, leher dan bahu merupakan bagian yang rentan terkena CTDs, penyakit yang diakibatkan adalah nyeri pada tengkuk/bahu (*cervical syndrom*), nyeri pada tulang belakang yang disebut *chronic low back pain*. Pada tangan dan pergelangan tangan terjadi penyakit *trigger finger* (tangan bergetar), *Raynaud's syndrome (vibration white finger)*, *carpal tunnel syndrome* (Tayyari dan Smith, 1997).

#### **2.4.3 CTS (*Carpal Tunnel Syndrome*)**

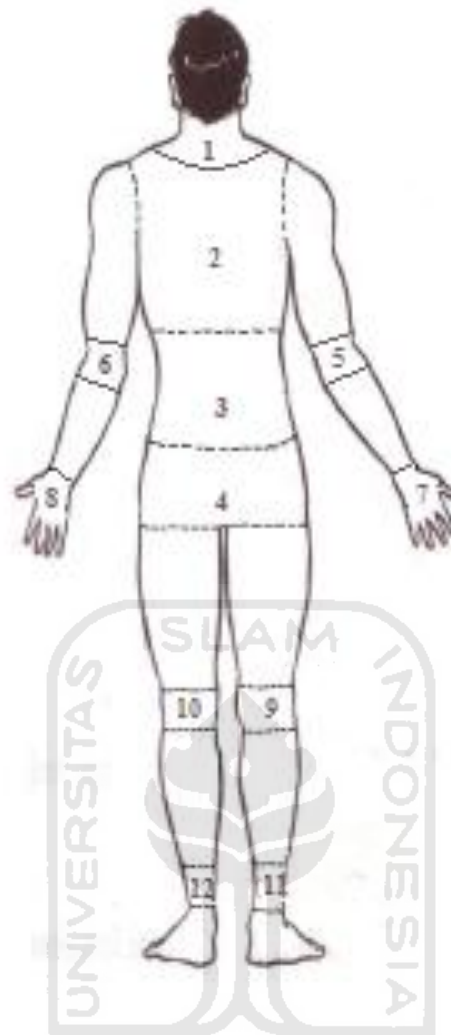
CTS (*Carpal Tunnel Syndrome*) merupakan gangguan yang mengenai daerah tangan dan pergelangan tangan yang ditandai dengan beberapa gejala seperti kesemutan, nyeri, kekakuan dan penurunan sensitivitas terhadap sentuhan terutama di daerah

perjalanan *nervus medianus* (tiga jari pertama). Faktor-faktor risiko yang juga berhubungan dengan pekerjaan tangan berulang sehingga meningkatkan risiko terjadinya CTS adalah lama melakukan pekerjaan, kurangnya perubahan jenis tugas (tidak adanya rotasi tugas) dan kurangnya istirahat, minimal 15% dari waktu kerja per hari.

Berbagai pekerja yang telah diteliti melakukan pekerjaan yang berulang antara lain: pekerja perakitan alat-alat otomotif, pekerja supermarket atau grosir yang bertugas memasang label, pekerja pada industri makanan dan buah-buahan dan banyak lagi lainnya. Pekerja wanita mempunyai risiko terjadinya CTS lebih tinggi dibandingkan dengan laki-laki mengingat pekerjaan yang repetitive sering dilakukan oleh pekerja wanita. Untuk bisa melakukan pengendalian yang efektif terhadap penyakit ini harus menyertakan semua komponen dari unsur-unsur pelaksanaan *higiene industry* (industrial higienis).

### **2.5 Nordic Body Map**

*Nordic Body Map* merupakan salah satu dari metode pengukuran subyektif untuk mengukur rasa sakit otot para pekerja. Untuk mengetahui letak rasa sakit atau ketidaknyamanan pada tubuh pekerja digunakan *body map*. Pembagian bagian-bagian tubuh serta keterangan dari bagian-bagian tubuh tersebut dapat dilihat pada gambar berikut (Santoso, 2004) :



Gambar 2.1 *Nordic Body Map* (Santoso, 2004)

Keterangan :

- |                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| 1. Leher             | 7. Pergelangan tangan kanan |
| 2. Punggung          | 8. Pergelangan tangan kiri  |
| 3. Pinggang          | 9. Lutut kanan              |
| 4. Pantat            | 10. Lutut kiri              |
| 5. Siku tangan kanan | 11. Pergelangan kaki kanan  |
| 6. Siku tangan kiri  | 12. Pergelangan kaki kiri   |

## 2.6 Kelelahan

Kelelahan merupakan menurunnya kemampuan dan ketahanan tubuh setelah melakukan suatu pekerjaan. Hal ini merupakan mekanisme perlindungan tubuh agar terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat atau dapat dikatakan sebagai sinyal tubuh yang mengisyaratkan seseorang untuk segera beristirahat. Apabila kondisi seperti ini dibiarkan berlanjut maka akan mempengaruhi produktifitas kerja seseorang. Istilah kelelahan biasanya menunjukkan kondisi yang berbeda-beda dari setiap individu, akan tetapi semuanya bermuara kepada hilangnya efisiensi dan penurunan kapasitas kerja serta ketahanan tubuh. Kelelahan dapat berupa kelelahan fisik, kelelahan emosional dan kelelahan mental karena bekerja dalam situasi yang menuntut keterlibatan emosional (Sutjipto, 2006). Grandjean (1993) menyatakan kelelahan secara umum merupakan suatu keadaan yang tercermin dari gejala perubahan psikologis berupa kelambanan aktifitas motorik dan respirasi, adanya perasaan sakit, berat pada bola mata, pelemahan motivasi, penurunan aktivitas yang akan mempengaruhi aktivitas fisik dan mental. Kelelahan terdiri dari kelelahan otot dan kelelahan umum. Kelelahan otot berupa gejala kesakitan yang amat sangat ketika otot menderita tegangan berlebihan. Sedang kelelahan umum adalah suatu tahap yang ditandai oleh rasa berkurangnya kesiapan untuk mempergunakan energi. Pulat (1992) mengemukakan secara umum gejala kelelahan dapat dimulai dari yang sangat ringan sampai perasaan yang sangat melelahkan.

Salah satu efek yang jelas dari kelelahan adalah berkurangnya kewaspadaan. Seseorang tak akan mampu berkonsentrasi terus menerus untuk kegiatan mental. Setelah mengalami ketegangan selama masa tertentu, akan terjadi gangguan pada persepsi, dan kecepatan reaksinya menjadi lambat. Untuk mengatasi gangguan ini



perlu dilakukan penyegaran di luar tekanan. Penyegaran terjadi terutama selama waktu tidur malam, atau pada waktu periode istirahat dan waktu berhenti kerja.

Kelelahan sesungguhnya merupakan suatu mekanisme perlindungan tubuh agar terhindar dari kerusakan lebih lanjut atau dapat dikatakan sebagai sinyal tubuh yang mengisyaratkan seseorang untuk segera beristirahat. Mekanisme ini diatur oleh sistem saraf pusat yang dapat mempercepat impuls yang terjadi di sistem aktivasi oleh sistem saraf simpatis dan memperlambat impuls yang terjadi di sistem inhibisi oleh saraf parasimpatis. Menurunnya kemampuan dan ketahanan tubuh akan mengakibatkan menurunnya efisiensi dan kapasitas kerja. Apabila kondisi seperti ini dibiarkan berlanjut maka akan mempengaruhi produktivitas seseorang.

Di samping efek fisiologis dan psikologis, kelelahan juga menyebabkan gangguan psikosomatik yang ditandai dengan sering sakit kepala, terengah-engah, tidak ada nafsu makan, mual, berdebar-debar, sukar tidur dan sebagainya. Faktor penyebab terjadinya kelelahan sangat bervariasi dan sangat kompleks. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk menghindari atau mengurangi kelelahan diantaranya faktor aktivitas kerja fisik, aktivitas kerja mental, stasiun kerja tidak ergonomis, sikap paksa, kerja statis, lingkungan kerja ekstrim, beban psikologis, kebutuhan kalori kurang, waktu kerja-istirahat tidak tepat.

Proses terjadinya kelelahan otot menurut teori kimia akibat berkurangnya cadangan energi dan meningkatnya sisa metabolisme sebagai penyebab hilangnya efisiensi otot. Setiap hari manusia selalu terlibat dengan kegiatan, baik itu bekerja atau bergerak yang memerlukan energi. Tubuh manusia dapat dianggap sebagai sebuah mesin yang dalam melaksanakan tugasnya dibatasi oleh hukum-hukum alam. Kemampuan manusia untuk melakukan berbagai macam kegiatan tersebut tergantung pada struktur fisik tubuh yang terdiri dari struktur tulang manusia dan sistem otot.

Untuk melaksanakan kegiatan tersebut diperlukan energi yang diperoleh dari proses metabolisme dalam otot, yaitu proses kimia yang mengubah sari-sari makanan menjadi dua bentuk yaitu kerja fisik dan panas.

Metabolisme merupakan salah satu proses penting dalam tubuh manusia. Salah satu proses yang paling penting di dalam tubuh adalah berubahnya energi kimia dari makanan menjadi panas dan tenaga mekanik. Jadi sumber kalori adalah pembakaran zat makanan dalam jaringan tubuh yang berubah menjadi panas, listrik, kimia dan kerja mekanik yang disebut metabolisme. Lewat proses metabolisme akan dihasilkan panas dan energi yang diperlukan untuk kerja fisik lewat sistem otot manusia. Disini zat makanan akan bersenyawa dengan oksigen ( $O_2$ ) yang dihirup, terbakar dan menghasilkan panas serta energi (Ganong, 2001).

Dalam sistem pernapasan oksigen diserap oleh pembuluh darah paru dan dibawa ke sel-sel otot untuk menghasilkan panas, tenaga dan asam laktat. Bila jumlah oksigen yang masuk melalui pernafasan lebih kecil dari pada tingkat kebutuhan, berarti reaksi oksigen dalam tubuh yang akan mengurangi asam laktat untuk diubah menjadi air ( $H_2O$ ) dan karbondioksida ( $CO_2$ ) agar bisa dikeluarkan dari tubuh menjadi tidak seimbang dengan pembentukan asam laktat sendiri. Sehingga terjadi penimbunan asam laktat dalam jaringan otot yang mengganggu kegiatan otot selanjutnya mengakibatkan adanya kelelahan. Gas  $CO_2$  sebagai hasil pembakaran di dalam sel tubuh ini mencerminkan jumlah oksigen yang digunakan untuk proses metabolisme di dalam sel tubuh (Guyton, 1987 ; Sherwood, 1996).

Karbohidrat yang diperoleh dari makanan diubah menjadi glukosa dan disimpan di hati dalam bentuk glikogen. Dalam otot terjadi kontraksi otot yang diikuti dengan terjadinya reaksi kimia (oksidasi glukosa) yang mengubah glikogen menjadi tenaga, listrik, kimia, panas dan asam laktat. Dalam tubuh dikenal fase pemulihan

yaitu suatu proses untuk mengubah asam laktat menjadi glikogen kembali dengan adanya oksigen dari pernafasan, sehingga memungkinkan otot bergerak secara kontinyu.

Ketika manusia melakukan kerja fisik yang memerlukan energi sebagai sumber tenaganya maka akan mengakibatkan adanya perubahan fungsi pada alat-alat tubuhnya. Gejala perubahan dapat dideteksi melalui : (a) frekuensi denyut jantung ; (b) tekanan darah ; (c) suhu badan ; (d) laju pengeluaran keringat ; (e) konsumsi oksigen ; (f) kandungan asam laktat dalam darah ; dan (g) kenaikan gula darah (Grandjean, 1993).

Pada waktu manusia melakukan aktivitas akan mengakibatkan pengeluaran energi yang sangat erat kaitannya dengan konsumsi energi. Konsumsi energi pada waktu kerja biasanya ditentukan dengan cara tidak langsung yaitu dengan pengukuran (a) frekuensi denyut jantung dan (b) konsumsi oksigen. Dalam fisiologi kerja, konsumsi energi diukur secara tidak langsung melalui konsumsi oksigen. Untuk setiap liter oksigen yang dikonsumsi rata-rata 4,8 kkal dilepas. Jumlah metabolisme aerobik atau pengeluaran energi kerja dapat ditentukan dengan mengalikan nilai konsumsi oksigen (liter/menit) dengan 4,8 kkal/liter. Sedangkan pada saat metabolisme basal diperkirakan memerlukan 0,25 liter oksigen/menit (Bridger, 1995). Pemadanan konsumsi oksigen dengan denyut nadi atau denyut jantung dalam suatu aktivitas kerja adalah sebagai berikut (Sastrowinoto, 1985) :

1. Operator pria bekerja dengan frekuensi 75 denyut/menit sepadan dengan konsumsi oksigen 0,5 liter/menit atau sepadan dengan pengeluaran energi 2,5 kkal/menit.

2. Operator wanita bekerja dengan frekuensi 62 denyut/menit, sepadan dengan konsumsi oksigen 0,25 liter/menit dan sepadan dengan pengeluaran energi 1,25 kkal/menit.

Frekuensi denyut nadi atau denyut jantung wanita umumnya lebih tinggi dari pria. Dalam keadaan yang sama frekuensi denyut nadi wanita 10 denyut lebih tinggi dari denyut pria setiap menitnya. Pada waktu istirahat orang akan mengeluarkan energi secara konstan, yang besarnya ditentukan oleh berat badan, tinggi badan dan jenis kelamin. Segala aktivitas akan mengkonsumsi sejumlah energi, dan jika konsumsi energi melebihi 5,2 kkal/menit, maka seseorang akan mengalami kelelahan, baik lelah otot, lelah visual, lelah mental maupun lelah monotonis. Pada teori saraf pusat dijelaskan bahwa perubahan kimia hanya merupakan penunjang proses kelelahan. Perubahan kimia yang terjadi mengakibatkan dihantarkannya rangsangan saraf melalui saraf sensoris ke otak yang disadari sebagai kelelahan otot. Selanjutnya serabut aferen ini menghambat pusat otak dalam mengendalikan gerakan sehingga frekuensi potensial kegiatan pada sel saraf menjadi berkurang. Berkurangnya frekuensi tersebut akan menurunkan kekuatan dan kecepatan kontraksi otot dan gerakan atas perintah kemauan menjadi lambat (Tarwaka, et.al., 2004).

Pada umumnya kelelahan yang diakibatkan oleh aktivitas kerja statis dipandang mempunyai pengaruh lebih besar dibandingkan dengan aktivitas kerja dinamis. Pada kondisi yang hampir sama, kerja otot statis mempunyai konsumsi energi yang lebih tinggi, frekuensi denyut nadi meningkat dan diperlukan waktu istirahat yang lebih lama. Dalam suasana kerja dengan otot statis kontraksi otot bersifat isometrik yaitu tegangan otot bertambah dan ukuran panjangnya praktis tidak berubah. Pada kerja otot statis tidak terjadi perpindahan beban akibat bekerjanya suatu gaya sehingga aliran darah agak menurun sehingga asam laktat terakumulasi dan

mengakibatkan kelelahan otot lokal (Kroemer, et.al. 1994). Suma'mur (1982) menyatakan bahwa kerja otot statis merupakan kerja berat (*strenous*). Pada kerja otot statis, dengan pengerahan tenaga 50% dari kekuatan maksimum otot hanya dapat bekerja selama 1 menit, sedangkan pada pengerahan tenaga < 20% kerja fisik dapat berlangsung cukup lama. Tetapi pengerahan otot statis sebesar 15% - 20% akan menyebabkan kelelahan dan nyeri jika pembebanan berlangsung sepanjang hari.

Pada kerja dinamis, kontraksi otot bersifat isotonik yaitu ukuran panjang otot berubah, sementara tegangan tetap. Kontraksi otot yang menghasilkan perpindahan gerak badan dinamis biasanya bersifat ritmik, sehingga waktu kerja dapat berlangsung lama. Karena kontraksi dan relaksasi otot yang bergantian maka aliran darah tidak cepat terganggu, sehingga rasa sakit pada otot yang bersangkutan tidak cepat timbul.

Pembebanan otot secara statis dalam jangka waktu cukup lama dan dilakukan berulang-ulang akan mengakibatkan *Repetitive Strain Injuries (RSI)* yaitu nyeri otot, tulang, tendon dan lain-lain. Namun jenis pekerjaan yang mengandung pembebanan otot statis ini sulit dihindarkan terutama dalam kondisi jika otot yang bersesuaian merupakan otot pokok untuk menjaga suatu postur. Upaya untuk mengurangi kelelahan dapat dilakukan dengan cara melakukan perubahan dari sikap kerja statis menjadi sikap kerja yang dinamis atau lebih bervariasi, agar sirkulasi darah dan oksigen dapat berjalan normal ke seluruh anggota tubuh.

## **2.7 Pendekatan Ergonomi Partisipatori**

Ergonomi partisipatori dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas produk melalui perbaikan kondisi kerja terkait dengan pemanfaatan atau penggunaan alat-alat kerja (Sutajaya, 2004). Sedangkan partisipasi ialah pelibatan mental dan emosi seseorang di dalam situasi kegiatan kelompok dan dalam menyampaikan tanggapannya (Manuaba,

2000). Itu berarti ergonomi partisipatori merupakan partisipasi aktif seseorang dengan menempatkan ergonomi sebagai acuannya dengan mempertimbangkan pendekatan secara holistik dan mengupayakan agar seseorang dalam kondisi sehat, aman, nyaman, efektif dan efisien sehingga tercapai produktivitas yang se-optimal mungkin. Hal ini didukung oleh penelitian Michie dan Williams yang dikutip oleh Sutajaya (2004) menyatakan bahwa tingkat absensi karena sakit dapat diturunkan dan kesehatan secara psikologis dapat ditingkatkan jika dilakukan pelatihan dan pendekatan organisasi dengan jalan meningkatkan partisipasi seseorang dalam mengambil kebijakan dan pemecahan masalah.

Ergonomi partisipatori juga merupakan perpaduan dari perancangan organisasi untuk menyelesaikan permasalahan ergonomi. Pekerja dari semua tingkatan fungsi dan struktur organisasi kerja berkumpul membentuk sebuah tim untuk berdiskusi menyelesaikan permasalahan kerja dengan menggunakan ergonomi sebagai forum (Karwowski dan Salvendy, 1998).

Ergonomi partisipatori merupakan partisipasi aktif dari karyawan dengan supervisor dan manajernya untuk menerapkan pengetahuan ergonomi di tempat kerjanya untuk meningkatkan kondisi lingkungan kerjanya. Dengan pendekatan ergonomi partisipatori, maka semua orang yang terlibat dalam unit kerja akan merasa terlibat, berkontribusi dan bertanggung jawab tentang apa yang mereka kerjakan (Tarwaka, et.al., 2004).

Ergonomi partisipatori mempunyai tiga tahapan, yaitu :

1. Seleksi partisipan. Pada tahap ini partisipan belum berperan secara penuh karena proses seleksi ditentukan oleh peneliti itu sendiri.

2. Desain dan pengembangan, Tahap ini merupakan tahap desain dan pengembangan sistem atau produk yang menjadi inovasi dari peneliti setelah mendapat masukan dari partisipan.
3. Implementasi. Sistem atau produk yang telah dirancang akan diuji cobakan pada partisipan itu sendiri.

Proses partisipasi mempunyai manfaat sebagai berikut :

- a) Meningkatkan efektifitas perubahan
- b) Implementasi yang lebih mudah dalam perubahan
- c) Meningkatkan komunikasi
- d) Mempermudah faktor resiko psikososial
- e) Proses partisipatori dapat digunakan sebagai model untuk alamat perosalan tempat kerja yang lain, dengan keuntungan potensial yang sama.

## 2.8 Antropometri

Antropometri berasal dari kata *antropos* dan *metricos*. *Antropos* berarti manusia dan *metricos* berarti ukuran. Antropometri adalah ukuran-ukuran tubuh manusia secara alamiah baik dalam melakukan aktivitas statis (ukuran sebenarnya) maupun dinamis (dिसesuaikan dengan pekerjaan) (Wignjosoebroto, 1995). Antropometri adalah ilmu yang berhubungan dengan pengukuran dimensi dan karakteristik tubuh manusia lainnya seperti volume, pusat gravitasi dan massa segmen tubuh manusia.

Antropometri dengan pengukuran dimensi dan ketentuan lain karakteristik fisik tubuh manusia seperti volume, properti inersia dan segmen tubuh. Antropometri dibagi atas dua bagian, yaitu (Wignjosoebroto, 1995) :

1. Antropometri statis, pengukuran dilakukan pada tubuh manusia yang berada pada posisi diam.

2. Antropometri dinamis, yakni dimensi tubuh diukur dalam berbagai posisi tubuh yang sedang bergerak, sehingga lebih kompleks dan lebih sulit diukur.

Ukuran- ukuran tubuh manusia sangat bervariasi, bergantung pada umur, jenis kelamin, ras, pekerjaan dan periode dari masa ke masa. Pengukuran dimensi-dimensi tubuh manusia merupakan bagian yang terpenting dari antropometri karena akan menjadi data dasar untuk mempersiapkan desain berbagai peralatan, mesin, proses dan tempat kerja (Harrianto, 2008). Ukuran tubuh yang penting untuk penerapan ergonomi, yaitu :

1. Pada sikap berdiri : tinggi badan berdiri, tinggi mata, tinggi bahu, tinggi siku, tinggi pinggul, tinggi pangkal jari tangan, tinggi ujung-ujung jari.
2. Pada sikap duduk : tinggi duduk, tinggi posisi mata, tinggi bahu, tinggi siku, tebal paha, jarak bokong-lutut, jarak bokong-lekuk lutut, tinggi lutut, lebar bahu, lebar pinggul (Harrianto, 2008).

Penerapan data antropometri dapat dilakukan jika tersedia nilai rata – rata ( $\bar{x}$ ) dan standar deviasi (SD) dari suatu distribusi normal. Sedangkan persentil adalah suatu nilai yang menyatakan bahwa persentase tertentu dari sekelompok orang yang ukurannya sama atau lebih rendah dari nilai tersebut (setelah perhitungan persentil). Misalnya 95th persentil akan menunjukkan 95% populasi akan berada pada atau berada di bawah ukuran tersebut; sedangkan 5th persentil akan menunjukkan 5% populasi akan berada pada atau di bawah ukuran itu (Wignjosoebroto, 1995). Pemakaian nilai-nilai persentil yang umum diaplikasikan dalam perhitungan antropometri dapat dilihat pada tabel 2.1. di bawah ini :



Tabel 2.1 Macam Presentil dan Cara Perhitungan Distribusi Normal

Presentil	Perhitungan
1 <sup>st</sup>	$\bar{X} - 2,325*SD$
2,5 <sup>th</sup>	$\bar{X} - 1,96*SD$
5 <sup>th</sup>	$\bar{X} - 1,645*SD$
10 <sup>th</sup>	$\bar{X} - 1,28*SD$
50 <sup>th</sup>	$\bar{X}$
90 <sup>th</sup>	$\bar{X} + 1,28*SD$
95 <sup>th</sup>	$\bar{X} + 1,645*SD$
97,5 <sup>th</sup>	$\bar{X} + 1,96*SD$
99 <sup>th</sup>	$\bar{X} + 2,325*SD$

Alat antropometer dapat digunakan untuk mengetahui ukuran tubuh. Selain itu, pengukuran tubuh dapat dilakukan dengan metode ukur tukang jahit menurut Suma'mur (*antropometry by Suma'mur's tailor method*) (Suma'mur, 1982).

## 2.9 Desain Produk

Desain produk merupakan skema dimana elemen-elemen fungsional dan produk disusun menjadi beberapa kumpulan komponen yang berbentuk fisik. Pendesainan ditetapkan selama fase pengembangan konsep dan perancangan tingkatan sistem (Ulrich dan Eppinger, 2000). Metode untuk menetapkan desain produk terdiri dari beberapa tahap, yaitu :

- a. Membuat skema produk
- b. Mengelompokkan elemen-elemen yang terdapat pada skema
- c. Membuat rancangan geometris yang masih kasar

Proses pengembangan konsep menurut (Ulrich dan Eppinger, 2000) mencakup kegiatan-kegiatan yaitu: Identifikasi kebutuhan pelanggan, penetapan spesifikasi target, penyusunan konsep, pemilihan konsep, pengujian konsep, penentuan spesifikasi akhir, perencanaan proyek, analisis ekonomi, analisis produk pesaing dan pembuatan *prototype*.

Proses desain biasanya mempertimbangkan aspek fungsi, estetika dan berbagai macam aspek lainnya, yang biasanya datanya didapatkan dari riset, pemikiran, *brainstorming*, maupun dari desain yang sudah ada sebelumnya. Membuat suatu desain bangunan dengan pendekatan ergonomi adalah merancang atau mendesain suatu bangunan dengan sudut pandang bagaimana bangunan yang didesain tersebut mampu mengatasi keterbatasan manusia, sehingga manusia sebagai user dapat memanfaatkan ruangan tersebut secara maksimal (Fauziah, 2009).

## 2.10 Uji Beda

Uji beda digunakan untuk menguji hipotesis komparatif dua sampel yang berkorelasi bila datanya berbentuk ordinal. Uji beda yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan uji statistik Nonparametrik dengan *Two Related Samples Test*.

Tahap-tahap pengujian pada uji t (T-test) antara lain :

1. Hipotesis :

$H_0 : \mu_0 = \mu_1$  = Tidak ada perbedaan skor bobot sebelum dan sesudah penelitian

$H_1 : \mu_0 \neq \mu_1$  = Ada perbedaan skor bobot sebelum dan sesudah penelitian

2. Menentukan taraf signifikansi

Taraf signifikansi ( $\alpha$ ) yang digunakan adalah 5% atau 0.05, dengan  $df=n-1$

3. Membandingkan besar probabilitas dengan taraf signifikansi

Jika probabilitas (*sig*) > 0.05 maka  $H_0$  diterima

Jika probabilitas (*sig*) < 0.05 maka  $H_0$  ditolak



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi Penelitian**

Penelitian dilakukan di divisi *Stamping and Tools* PT. Mekar Armada Jaya (New Armada) yang berada di Jl. Bambang Soengeng No.7 Magelang, Jawa Tengah.

#### **3.2 Populasi dan Sampel**

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh operator finishing general part di bagian *Stamping and Tools* dengan sampel sebanyak 6 orang.

#### **3.3 Variabel Penelitian**

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel tergantung. Variabel bebas bertindak sebagai input penelitian yaitu desain tempat kerja operator *finishing general part* model lama dan desain tempat kerja hasil rancangan berbasis ergonomi partisipatori. Sedangkan variabel tergantung bertindak sebagai *output* penelitian adalah keluhan muskuloskeletal tubuh dan kelelahan.

#### **3.4 Alat Yang Digunakan**

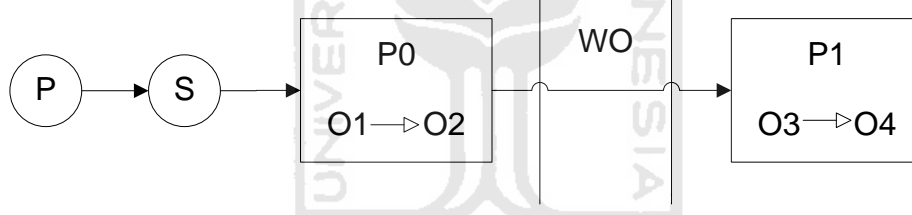
Dalam penelitian ini alat yang digunakan yaitu :

1. Jam henti (*Stop watch*) merk Casio sebagai alat untuk menghitung durasi kerja operator.

2. Kamera digital merk Samsung untuk mengambil foto dan rekaman gambar selama proses kerja.
3. Kuisioner *Nordic Body Map* yang digunakan untuk mendata keluhan muskuloskeletal yang terjadi.
4. Kuisioner *30 items of rating scale* yang dimodifikasi dengan empat skala *Likert* untuk mendata kelelahan.
5. Nota catatan dan alat tulis.

### 3.5 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian *Treatment by Subject Design* secara sederhana dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Rancangan Penelitian

Keterangan :

P = Populasi.

S = Sampel Penelitian.

PO = Perlakuan sebelum ada perbaikan desain tempat kerja (kelompok kontrol).

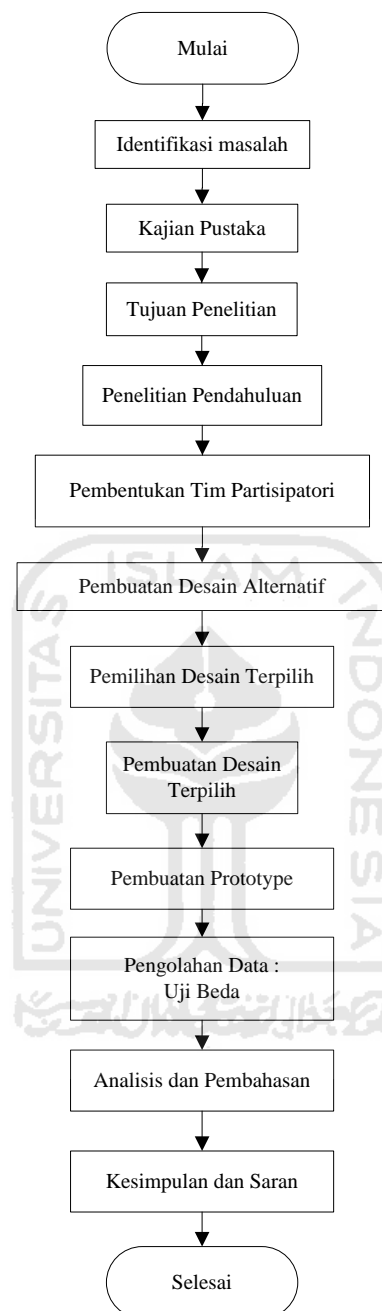
O1 = Pengukuran sebelum melakukan aktivitas terhadap keluhan muskuloskeletal dan kelelahan pada kelompok kontrol.

O2 = Pengukuran setelah melakukan aktivitas terhadap keluhan muskuloskeletal dan kelelahan pada kelompok kontrol.

- WO = *Washing Out* (waktu istirahat untuk menghilangkan efek perlakuan sebelumnya agar tidak meninggalkan efek/respon) selama 1 hari.
- P1 = Perlakuan setelah ada perbaikan desain tempat kerja (kelompok eksperimen).
- O3 = pengukuran sebelum melakukan aktivitas terhadap keluhan muskuloskeletal dan kelelahan pada kelompok eksperimen.
- O4 = Pengukuran setelah melakukan aktivitas terhadap keluhan muskuloskeletal dan kelelahan pada kelompok eksperimen.



Flowchart penelitian dapat dilihat seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 *Flowchart* Penelitian

### 3.6 Jenis Data dan Pangumpulan Data

#### 3.6.1 Jenis Data

##### 1. Data Primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan dengan cara melakukan pengamatan dan pengukuran secara langsung terhadap objek penelitian dilapangan. Data primer yang yang diambil yakni kondisi kerja operator yang diukur berdasarkan kuisisioner *Nordic Body Map*, kuisisioner *30 items of rating scale* dengan skala likert untuk mengukur kelelahan operator dan ukuran antropometri operator.

##### 2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dengan cara mengumpulkan buku-buku dan jurnal yang digunakan sebagai pendukung penelitian. Data sekunder ini digunakan sebagai referensi pendukung data primer dalam melakukan penelitian.

#### 3.6.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara :

##### 1. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan mengajukan pertanyaan secara umum kepada manajer bagian *Stamping and Tools* PT. Mekar Armada Jaya yang mengetahui sistem dan peraturan perusahaan, serta operator *finishing general part* sebagai subjek penelitian.



## 2. Studi Lapangan

Merupakan metode pengumpulan data yang diperoleh dari hasil pengamatan secara langsung yang berupa data tempat kerja lama yakni kursi kerja dan lingkungan perusahaan.

## 3. Kuisisioner

Kuisisioner diberikan pada pekerja terkait dengan kelelahan dan keluhan muskuloskeletal dalam menggunakan kursi dan meja kerja lama dan kursi dan meja kerja yang baru.

### **3.7 Tahap Penelitian**

#### **3.7.1 Identifikasi Masalah**

Mengetahui permasalahan yang dialami oleh operator mengenai posisi duduk yang salah serta keluhan yang dirasakan. Keluhan yang paling diperhatikan adalah keluhan sakit akibat gangguan muskuloskeletal dan kelelahan akibat posisi kerja yang salah. Keluhan-keluhan tersebut kemudian ditampung menjadi bahan pertimbangan dilakukannya penelitian.

#### **3.7.2 Tahap Persiapan**

Pada tahap ini dilakukan persiapan penelitian sebelum proses penelitian berlangsung. Hal-hal yang dipersiapkan antara lain : (1) Menyiapkan kuisisioner *Nordic Body Map (NBM)* yang digunakan untuk mengukur keluhan muskuloskeletal dan kuisisioner *30 items of rating scale* untuk mengukur kelelahan; (2) Menyiapkan alat-alat yang dibutuhkan.

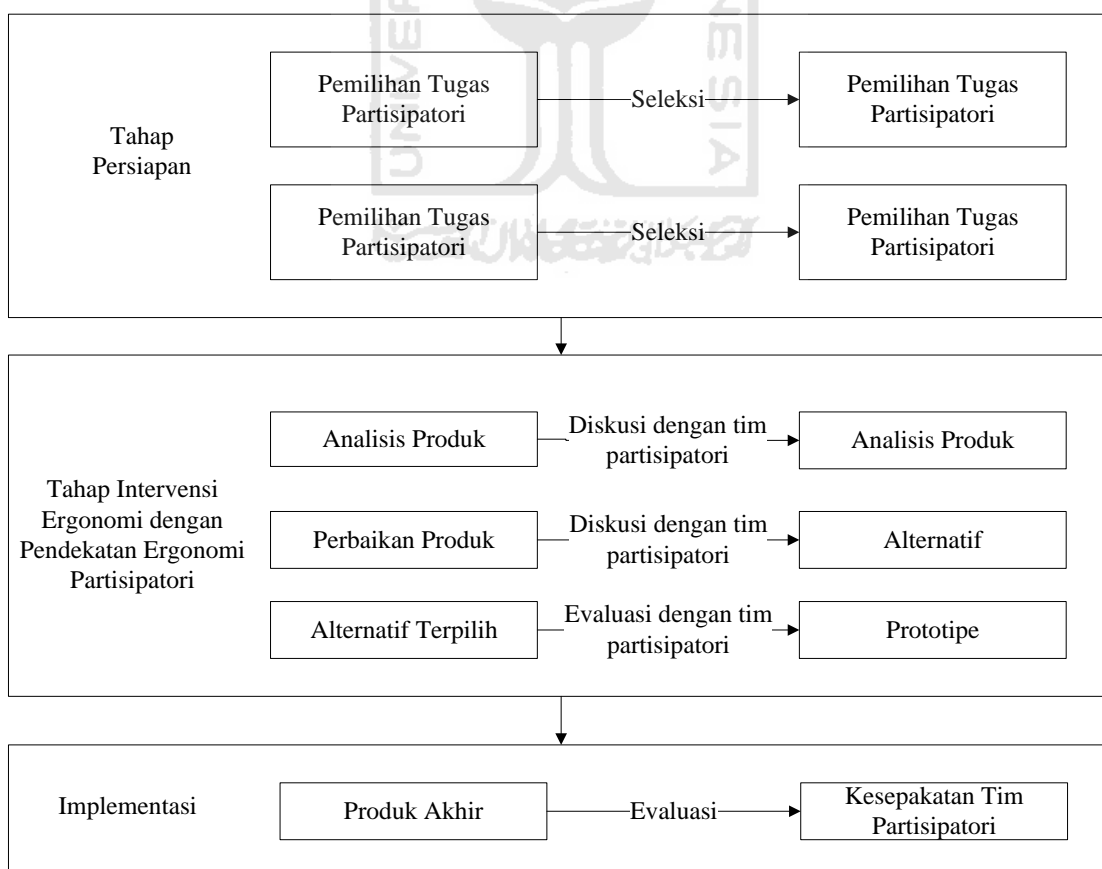
### 3.7.3 Tahap Penelitian dengan Pendekatan Ergonomi Partisipatori

Diantara tahap penelitian kontrol dan eksperimen dilakukan kegiatan partisipatori yakni dengan kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

1. Membentuk tim yang terdiri dari perancang, operator *finishing general part*, Manager divisi *Stamping and Tools*, ahli ergonomi serta tukang las pembuat *prototype*. Untuk operator yang menjadi partisipan dipilih 6 orang laki-laki sebagai sampel. Sedangkan Manager divisi *Stamping and Tools* sebagai pengawas dan penanggung jawab selama masa penelitian. *Prototype* dibuat di bengkel las di dekat lokasi perusahaan.
2. Identifikasi masalah-masalah ergonomi yang ada di tempat kerja yang berhubungan dengan keluhan muskuloskeletal berdasarkan hasil pengukuran terhadap pekerja. Operator mengisi kuesioner *Nordic Body Map (NBM)* yang digunakan untuk mengukur keluhan muskuloskeletal dan kuisisioner *30 items of rating scale* dengan empat skala *Likert* untuk mengukur kelelahan.
3. Pemberian penjelasan dan pelatihan singkat terhadap partisipan tentang proses partisipasi ergonomi dan tugas-tugas yang harus dilakukan. Tugas yang harus dilakukan pekerja adalah menyampaikan permasalahan ergonomi yang ada di tempat kerja dan perubahan yang ingin dilakukan. Manager divisi *Stamping and Tools* mendapatkan tugas untuk memberikan batasan-batasan perubahan sesuai dengan peraturan yang ada. Tugas perancang adalah merancang tempat kerja dari permasalahan yang diutarakan oleh operator dan manager. Ahli ergonomi bertugas untuk memberikan masukan kepada perancang tentang aspek-aspek ergonomi dalam perancangan meja dan kursi kerja. Sedangkan

tukang pengelasan bertugas untuk memberikan masukan kepada perancang mengenai spesifikasi bahan dan harga dalam perancangan meja kerja.

4. Melakukan proses wawancara pada partisipan operator dan manager divisi untuk mengetahui secara spesifik masalah yang ada di tempat kerja dari operator pekerja dan batasan perubahan yang diijinkan dari perusahaan sehingga mendapatkan informasi yang ada di tempat kerja secara tepat.
5. Melakukan diskusi dengan tim ergonomi partisipatori untuk melakukan pemecahan masalah ergonomi yang berhubungan dengan keluhan muskuloskeletal, kelelahan dengan intervensi ergonomi oleh peneliti.
6. Membuat desain perbaikan kondisi alat kerja berdasarkan hasil kegiatan partisipatori sebelumnya.
7. Mengimplementasikan desain perbaikan alat kerja di tempat kerja.



Gambar 3.3 Model Pendekatan Partisipatori (Purnomo, 2008)

### 3.7.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara :

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dan kerangka teori merupakan kerangka acuan yang disusun berdasarkan kajian berbagai aspek, baik secara teoritis maupun empiris yang menumbuhkan gagasan dan mendasari usulan penelitian tindakan kelas. Dasar-dasar usulan penelitian tindakan kelas tersebut dapat berasal dari temuan dan hasil penelitian terdahulu yang terkait dan mendukung pilihan tindakan untuk mengatasi permasalahan penelitian tindakan kelas. Studi ini dilakukan dengan membaca dan mempelajari beberapa referensi seperti literatur, laporan ilmiah dan tulisan ilmiah lain yang dapat mendukung terbentuknya landasan teori, sehingga dapat digunakan sebagai landasan yang kuat dalam analisis penelitian.

2. Penelitian Lapangan

Dalam penelitian ini, metode pengumpulan data dengan penelitian lapangan dilakukan secara langsung pada saat aktifitas kerja berlangsung. Data yang berkaitan dengan kondisi kerja diukur dan dikumpulkan seperti keluhan muskuloskeletal diukur berdasarkan kuisioner *Nordic Body Map* dan kuisioner *30 items of rating scale* dengan empat skala *Likert* untuk mengukur kelelahan.

### 3.7.5 Implementasi

Tahap implementasi ini dilakukan setelah *prototype* yang dibuat sudah jadi dan telah dianggap baik dan sesuai dengan kesepakatan anggota tim.

### 3.8 Analisis Data

Dalam penelitian ini, observasi terhadap subjek yang sama atau sampel yang sama dengan bantuan kuisioner. Data hasil kuisioner diolah dengan bantuan program *Statistical for Social Science* (SPSS). Analisis data dibagi dalam dua bagian yaitu analisis deskriptif dan uji beda.

#### 3.8.1 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif pada subjek dilakukan dengan menghitung rerata dan simpang baku untuk masing-masing kriteria yaitu usia, tinggi badan dan berat badan.

#### 3.8.2 Analisis Induktif

Analisis induktif pada dilakukan dengan menghitung uji beda. Uji terhadap penurunan keluhan muskuloskeletal dan kelelahan pada kelompok kontrol dan eksperimen menggunakan uji beda dua kelompok berpasangan dengan taraf signifikansi ( $\alpha=0.05$ ).

- a. Uji terhadap Penurunan Keluhan Muskuloskeletal

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

Tidak ada perbedaaan penurunan keluhan muskuloskeletal yang berarti antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

Ada perbedaan penurunan keluhan muskuloskeletal yang berarti antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

- b. Uji kelompok Penurunan Kelelahan

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

Tidak ada perbedaaan penurunan keluhan kelelahan yang berarti antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

Ada perbedaan penurunan keluhan kelelahan yang berarti antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.



## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan untuk membuat tempat kerja baru antara lain:

##### 4.1.1 Desain Tempat Kerja Lama

Berdasarkan observasi yang dilakukan di tempat kerja terhadap operator selama proses *finishing general part* yakni proses *grinding*, operator mengalami keluhan pada beberapa anggota badan, antara lain leher, punggung, pergelangan tangan, lutut dan beberapa anggota tubuh lainnya. Keluhan tersebut dalam jangka panjang akan mengakibatkan cedera pada bagian tubuh yang bersangkutan. Posisi kerja operator dalam bekerja juga berbahaya terhadap muskuloskeletal yang dalam jangka panjang akan berakibat pada kelumpuhan. Semua keluhan tersebut dikarenakan perancangan tempat kerja operator *finishing* ini tidak sesuai dengan konsep ergonomi. Tempat kerja hanya berupa kursi pendek yang mengharuskan operator bekerja dengan posisi setengah jongkok. Alas kerja menggunakan lantai sehingga posisi tubuh operator harus membungkuk pada saat bekerja.



Gambar 4.1 Tempat kerja Operator *Finishing Part* Lama

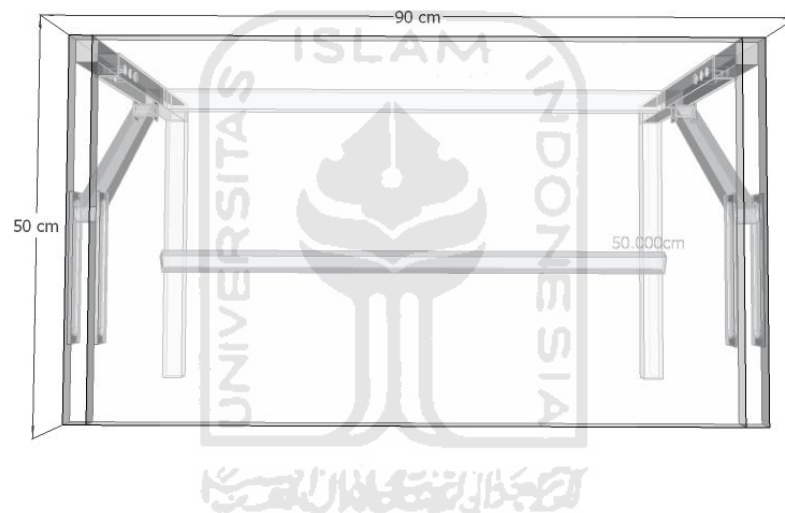


Gambar 4.2 Posisi Kerja Operator Pada Saat Bekerja

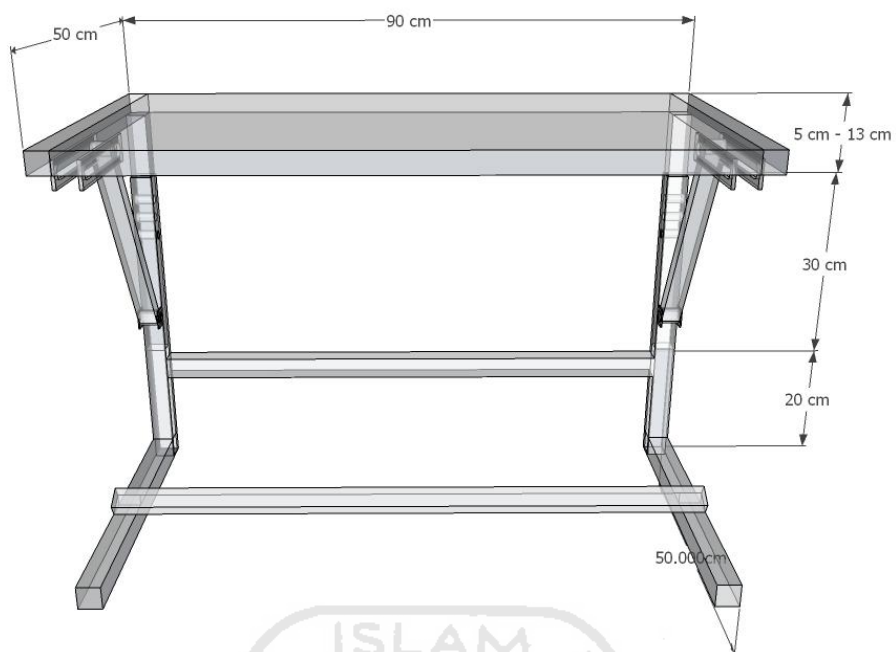


#### 4.1.2 Desain Tempat Kerja Baru

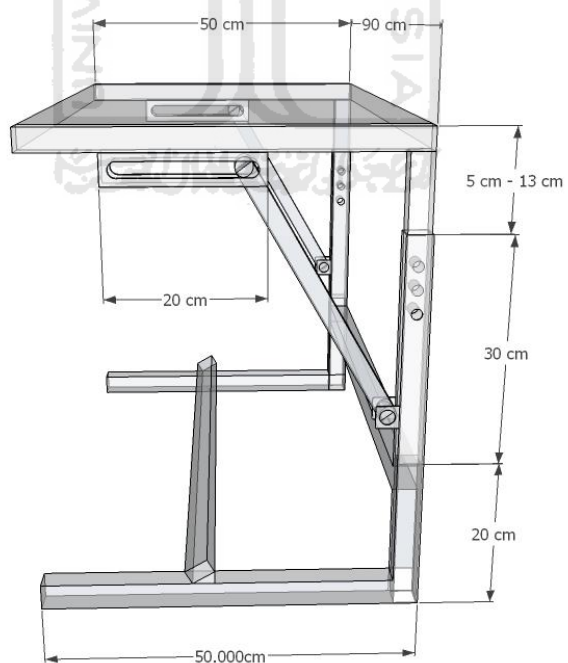
Tempat kerja ini dirancang berdasarkan antropometri operator atau orang Indonesia pada umumnya. Disini ditambahkan meja kerja untuk mengoreksi posisi duduk operator yang membungkuk. Tinggi meja kerja dapat disesuaikan dengan kebutuhan operator dengan melakukan perubahan pada pengait pengatur ketinggian meja. Posisi meja kerja juga dapat dimiringkan ke depan untuk mempermudah operator melakukan penekanan pada saat proses *grinding*.



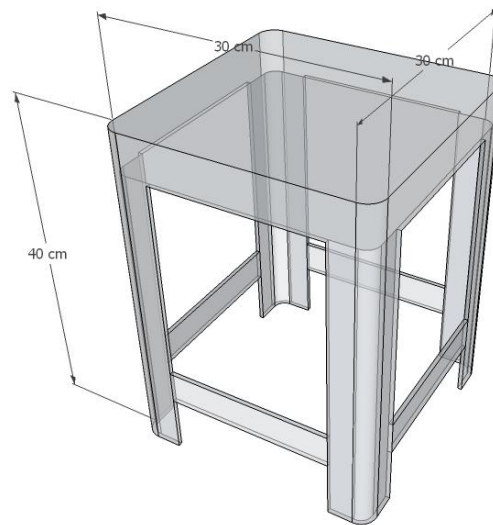
Gambar 4.3 Meja Kerja Baru Tampak Atas



Gambar 4.4 Meja Kerja Baru Tampak Depan



Gambar 4.5 Meja Kerja Baru Tampak Samping



Gambar 4.6 Kursi Kerja Baru

#### 4.1.3 Data Antropometri

Tabel data antropometri dibawah ini merupakan ukuran yang diambil dari 6 responden yang keseleluruhannya adalah operator *finishing*. Dimensi yang diukur adalah :

1. Tinggi popliteal (Tpo) : Jarak vertikal dari lantai hingga bagian bawah paha saat subyek duduk tegak.
2. Tinggi siku duduk (Tsd) : Jarak vertikal dari permukaan alas lantai hingga siku pada saat subyek duduk tegak.
3. Jangkauan tangan (Jt) : Jarak horizontal dari bahu hingga ujung jari tengah.
4. Tinggi kaki sampai paha saat duduk (Tpo+Tp) : Jarak vertikal dari lantai sampai paha bagian atas.
5. Panjang popliteal (Ppo) : Jarak horizontal dari pantat hingga bawah paha saat subyek duduk tegak.
6. Lebar Pinggul (Lp) : Jarak horizontal dari bagian terluar pinggul sisi kanan hingga bagian terluar pinggul sisi kiri saat subyek duduk tegak.

Berikut ini adalah data antropometri pada Tabel 4.1

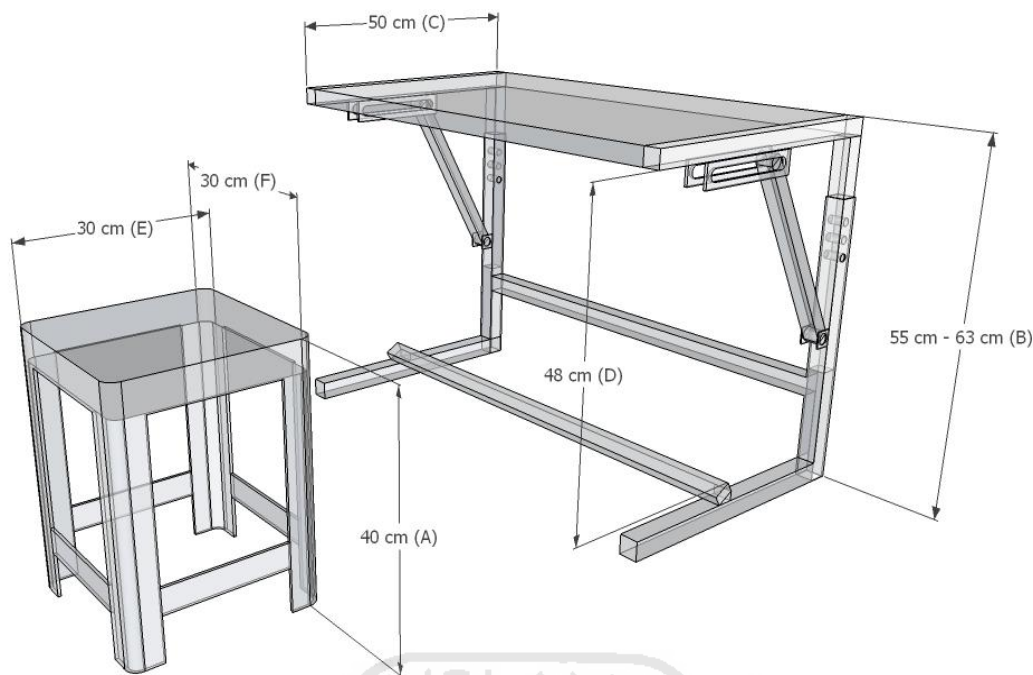
Tabel 4.1 Data Antropometri

Responden	Tpo	Tsd	Jt	Tpo+Tp	Ppo	Lp
1	41	61	69	58,5	42,5	39
2	44,5	63	70,2	60,5	45	42
3	40	60	69,5	55	40	35
4	41	62	68,7	56	43	46
5	42	62	69	56	41	38
6	39,7	59	66,8	53,5	37	35,5
Avg	41,4	61,2	68,9	56,6	41,4	40
St. Dev	1,73973178	1,47196	1,14134	2,51827	2,764356	4,1833

Dibawah ini adalah data presentil antropometri, presentil yang digunakan yaitu presentil 5% dan 50% - 95%. Presentil ini digunakan pada perhitungan antropometri. Penggunaan presentil disesuaikan dengan dimensi yang digunakan. Berikut adalah data presentil pada Tabel 4.2:

Tabel 4.2 Data Presentil Antropometri Operator Posisi Duduk

No	Keterangan	Simbol Dimensi	Presentil yang Digunakan (%)	Ukuran (cm)
1	Tinggi Popliteal	A	50	41,4
2	Tinggi siku duduk	B	50 - 95	58,7 - 63,6
3	Jangkauan tangan	C	5	67
4	Tinggi kaki sampai paha	D	50 - 95	52,5 - 60,7
5	Panjang Polipetial	E	50	41,4
6	Lebar Pinggul	F	50	40



Gambar 4.7 Aplikasi Presentil pada Desain *Prototype*

Pemilihan presentil untuk tiap dimensi didasarkan kepada beberapa pertimbangan, yaitu :

1. Tinggi kaki-kaki kursi hingga alas, untuk tinggi kaki-kaki kursi menggunakan dimensi tinggi kaki hingga bawah paha saat duduk dengan presentil 50% agar sesuai dengan ukuran rata-rata operator. Pengukuran dimensi ini didasarkan pada adanya keluhan kelelahan ditandai dengan sakit kesemutan pada bagian kaki operator.
2. Tinggi alas meja bagian atas, untuk alas meja menggunakan dimensi tinggi siku duduk saat duduk dengan presentil 5% hingga 95% sehingga operator yang memiliki dimensi besar maupun kecil dapat merasa nyaman dan mudah saat bekerja. Pengukuran dimensi ini didasarkan pada adanya keluhan kelelahan pada bagian bahu, nyeri pada leher dan keluhan muskuloskeletal

pada bagian punggung dan pinggang operator diakibatkan posisi kerja yang membungkuk.

3. Panjang kursi, untuk panjang kursi menggunakan dimensi jarak horizontal dari pantat hingga bawah paha saat duduk dengan presentil 50% agar sesuai dengan ukuran rata-rata operator. Pengukuran dimensi ini didasarkan pada adanya keluhan kelelahan pada bagian pantat dan paha.
4. Lebar kursi, untuk lebar kursi menggunakan dimensi lebar punggung dengan presentil 50% sehingga sesuai dengan ukuran rata-rata operator. Pengukuran dimensi ini didasarkan pada adanya keluhan pada bagian pantat dan paha.
5. Lebar meja, untuk lebar meja menggunakan dimensi jangkauan tangan dengan presentil 5% sehingga operator yang memiliki jangkauan terkecil dapat menjangkau benda di sudut meja. Pengukuran dimensi ini didasarkan pada adanya keluhan kelelahan pada bagian bahu dan siku diakibatkan jarak bahu hingga alas kerja terlalu dekat.
6. Tinggi alas meja bagian bawah, untuk tinggi alas meja dapat diatur ketinggiannya menggunakan dimensi tinggi kaki sampai paha dengan presentil 5% hingga 95% sehingga operator yang memiliki dimensi besar maupun kecil dapat merasa nyaman dan mudah saat bekerja. Dimensi ini untuk menentukan tebal alas meja dan jarak alas kursi dengan alas meja bagian bawah agar bagian paha dari operator dapat bergerak leluasa.

## **4.2 Pengolahan Data**

### **4.2.1 Karakteristik Subjek**

Dalam pengumpulan data, yang menjadi subjek penelitian adalah operator *finishing general part* dengan jumlah 6 orang. Deskripsi subjek dapat dilihat pada tabel 4.3 :

Tabel 4.3 Deskripsi Subjek

Aspek	Laki-laki		
	Rerata	Simpang baku	Rentangan
Usia (tahun)	31	6,89	25 – 43
Tinggi badan (cm)	166,7	7,08	160 – 178
Berat badan (kg)	62	2,28	59 – 65

Tabel 4.3 menyatakan bahwa usia subjek didapat rerata  $31 \pm 6,89$  dengan rentangan 25-43 tahun. Tinggi badan subjek didapat rerata  $166,7 \pm 7,08$  dengan rentangan 160 – 178 cm. Berat badan subjek didapat rerata  $62 \pm 2,28$  dengan rentangan 59 – 65 kg.

#### 4.2.2 Uji T Terhadap Keluhan Muskuloskeletal dan Kelelahan

Analisis *Two Related Samples Test* digunakan untuk menguji perbedaan antara dua variabel dalam satu grup. Analisis yang digunakan adalah uji *nonparametric* yaitu dengan menggunakan uji t berpasangan (*Two Related Samples Test*). Hasil uji t untuk subjek ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Rerata, Beda Rerata, dan Uji t antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen pada Responden

Variabel	Kelompok	Rerata	Simpang Baku	Beda Rerata	T hitung	<i>P value</i>
Keluhan Muskuloskeletal sebelum beraktivitas	Kontrol	17	1.264	0.334	0.466	0.651
	Eksperimen	16.667	1.211			

Variabel	Kelompok	Rerata	Simpang Baku	Beda Rerata	T hitung	<i>P value</i>
Keluhan Kelelahan sebelum beraktivitas	Kontrol	27	1.549	1.167	0.164	0.873
	Eksperimen	27.334	1.94			
Keluhan Muskuloskeletal setelah beraktivitas	Kontrol	27.334	2.16	8.667	6.669	0.000
	Eksperimen	18.667	2.23			
Keluhan Kelelahan setelah beraktivitas	Kontrol	38.5	3.728	6.834	3.2	0.004
	Eksperimen	31.667	3.66			

Tabel 4.4 menyatakan bahwa tingkat keluhan muskuloskeletal dan kelelahan setelah beraktivitas pada sampel didapat nilai probabilitas masing-masing sebesar 0,000 ( $p < 0.05$ ) dan 0,004 ( $p < 0.05$ ). Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna keluhan muskuloskeletal dan kelelahan pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen setelah beraktivitas. Sedangkan tingkat keluhan muskuloskeletal dan kelelahan sebelum beraktivitas pada sampel didapat nilai probabilitas masing-masing sebesar 0,651 ( $p > 0.05$ ) dan 0,873 ( $p > 0.05$ ), dan dinyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna keluhan muskuloskeletal dan kelelahan pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen sebelum beraktivitas (Perhitungan selengkapnya pada Lampiran 3).



Beda rerata tingkat keluhan muskuloskeletal antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen setelah beraktivitas adalah sebesar 8,667 atau terjadi penurunan keluhan muskuloskeletal sebesar 31,7 %. Beda rerata tingkat kelelahan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen setelah beraktivitas adalah sebesar 6,833 atau terjadi penurunan kelelahan sebesar 17,74 % (Perhitungan selengkapnya pada Lampiran 2).

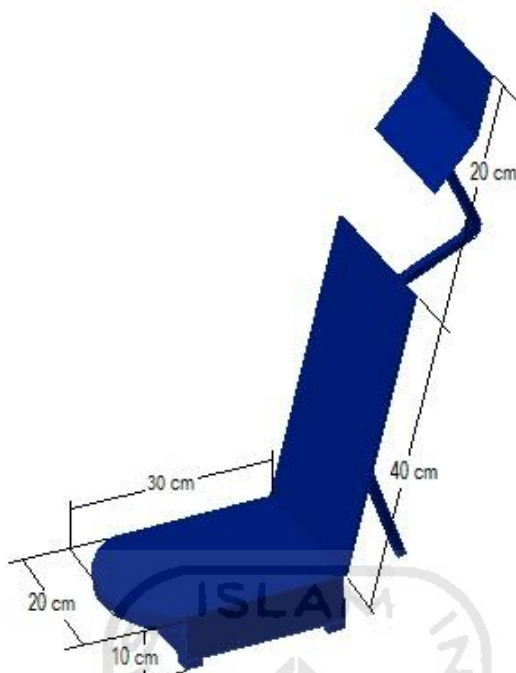


## BAB V

### PEMBAHASAN

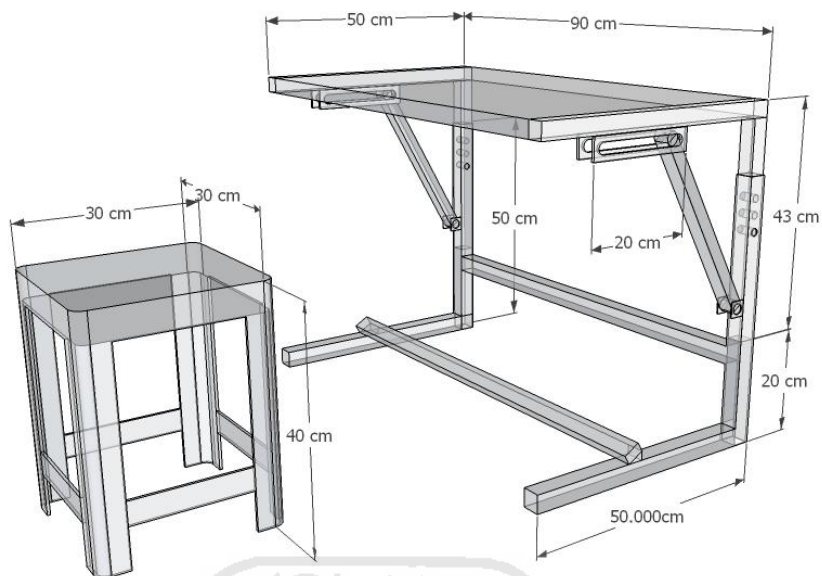
#### 5.1 Proses Perancangan Berbasis Ergonomi

Proses perancangan tempat kerja operator *finishing general part* ini difokuskan pada perancangan meja dan kursi kerja operator menggunakan pendekatan ergonomi partisipatori. Penilaian terhadap keluhan muskuloskeletal dan kelelahan dengan menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* dan kuisisioner kelelahan digunakan untuk mengetahui keluhan apa saja yang dirasakan selama bekerja secara langsung. Diskusi langsung dengan operator dilakukan untuk mengetahui batasan serta hal-hal yang harus diperhatikan dalam proses perancangan meja kerja. Dari hasil kuisisioner didapatkan bahwa selama bekerja mengalami keluhan pada bagian leher, punggung, pinggang, pergelangan tangan dan pergelangan kaki. Operator hanya menggunakan kursi kerja yang tidak ergonomis dengan posisi setengah jongkok dan membungkuk selama bekerja. Dari hasil diskusi, operator menginginkan meja dan kursi kerja yang bisa memudahkan mereka dalam bekerja, nyaman digunakan dan tidak menyebabkan sakit pada anggota tubuh. Desain meja kerja juga harus fleksibel dalam menunjang aktivitas operator dan memberikam keleluasaan bekerja bagi operator. Sebelum mengetahui hal apa saja yang perlu diperhatikan dalam perancangan meja dan kursi kerja maka perlu dibuat desain kursi kerja lama operator menggunakan CAD, dapat dilihat pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 Desain Kursi Operator Sebelum Perbaikan

Desain kursi kerja lama ini didiskusikan dengan operator terlebih dahulu, dan didapatkan beberapa masukan dari operator. Pada desain kursi kerja lama selain memiliki ukuran yang tidak nyaman, kursi ini juga mengharuskan operator untuk membungkuk selama bekerja sehingga operator sering mengalami sakit di bagian leher, punggung dan pinggang. Alas kerja masih menggunakan lantai karena tidak tersedia meja kerja yang nyaman bagi operator. Karena hal tersebut, maka dilakukan perbaikan pada desain kursi kerja lama dan membuat desain meja kerja operator baru seperti terlihat pada gambar 5.2.



Gambar 5.2 Desain Meja dan Kursi Operator Setelah Perbaikan

Perubahan desain kursi kerja yang baru adalah ukuran kursi yang disesuaikan dengan ukuran tubuh operator. Disini kursi kerja menggunakan kursi biasa karena sudah sesuai dengan antropometri operator. Pembuatan desain meja kerja dilakukan sesuai hasil diskusi dengan operator yakni fleksibel dan leluasa. Meja kerja dapat di atur ketinggiannya dengan 3 tingkat ketinggian sesuai kebutuhan operator. Selain itu pada penyangga meja bagian depan dapat di atur ketinggiannya sehingga meja dapat dibuat miring ke depan hingga  $30^{\circ}$  untuk memudahkan operator melakukan *grinding* secara presisi. Desain meja dibuat dengan hanya menggunakan 2 kaki-kaki meja di bagian belakang untuk memberikan keleluasaan mobilitas operator saat mengambil *part* yang akan dikerjakan.

Desain meja dan kursi baru ini didiskusikan lagi dengan operator apakah sudah sesuai dengan kebutuhan mereka dan ternyata kebutuhan operator sudah terpenuhi. Sebelum *prototype* desain meja dan kursi ini dibuat, desain ini didiskusikan terlebih dahulu dengan tukang bengkel las mengenai bahan yang cocok untuk meja

kerja ini dan apakah bisa diproduksi atau tidak, serta mengetahui kendala dalam memproduksi. Dari hasil diskusi, tukang memberikan masukan bahan menggunakan pipa besi untuk kaki-kaki meja dan plat besi untuk alas kerja dikarenakan harga yang terjangkau dan bahan yang kuat. Sedangkan pada proses penyambungan lebih menggunakan las karbit untuk bagian meja yang tetap dan mur baut untuk menyatel meja.

Langkah selanjutnya adalah mendiskusikan desain terpilih dengan ahli ergonomi untuk menentukan ukuran dimensi meja dan kursi berdasarkan antropometri operator. Setelah didapatkan ukuran yang sesuai, desain terpilih diproduksi oleh tukang las dan meja kursi kerja siap untuk diaplikasikan. Dalam proses pembuatan meja dan kursi kerja ini menghabiskan biaya Rp 550.000,- . Uji coba meja kursi ini dilakukan di luar perusahaan dikarenakan peraturan perusahaan yang melarang alat kerja baru masuk ke perusahaan. Peraturan ini berlaku karena sistem alat kerja perusahaan yang sudah dibakukan.

Tabel 5.1 Perbedaan Desain Lama dan Baru

No	Kursi Kerja Lama	Kursi dan Meja Kerja Baru
1	Tidak dirancang berdasarkan antropometri.	Dirancang berdasarkan data antropometri.
2	Tidak menggunakan alas meja.	Menggunakan alas meja yang dapat diatur ketinggian dan kemiringannya.
3	Tinggi kursi terlalu pendek sehingga posisi duduk operator setengah jongkok dan kaki terlalu menekuk.	Tinggi kursi sesuai dengan rata-rata tinggi popliteal operator sehingga posisi kaki tidak menekuk.

## 5.2 Antropometri Desain Meja Kerja

Dalam kajian ilmu antropometri perancangan meja dan kursi kerja diusahakan dibuat nyaman karena pada saat proses desain mengacu pada data antropometri sebagai berikut :

1. Tinggi kaki-kaki kursi hingga alas, untuk tinggi kaki-kaki kursi menggunakan dimensi tinggi kaki hingga bawah paha saat duduk dengan presentil 50% agar sesuai dengan ukuran rata-rata operator. Pengukuran dimensi ini didasarkan pada adanya keluhan kelelahan ditandai dengan sakit kesemutan pada bagian kaki operator.
2. Tinggi alas meja bagian atas, untuk alas meja menggunakan dimensi tinggi siku duduk saat duduk dengan presentil 5% hingga 95% sehingga operator yang memiliki dimensi besar maupun kecil dapat merasa nyaman dan mudah saat bekerja. Pengukuran dimensi ini didasarkan pada adanya keluhan kelelahan pada bagian bahu, nyeri pada leher dan keluhan muskuloskeletal pada bagian punggung dan pinggang operator diakibatkan posisi kerja yang membungkuk.
3. Panjang kursi, untuk panjang kursi menggunakan dimensi jarak horizontal dari pantat hingga bawah paha saat duduk dengan presentil 50% agar sesuai dengan ukuran rata-rata operator. Pengukuran dimensi ini didasarkan pada adanya keluhan kelelahan pada bagian pantat dan paha.
4. Lebar kursi, untuk lebar kursi menggunakan dimensi lebar pinggang dengan presentil 50% sehingga sesuai dengan ukuran rata-rata operator. Pengukuran dimensi ini didasarkan pada adanya keluhan pada bagian pantat dan paha.
5. Lebar meja, untuk lebar meja menggunakan dimensi jangkauan tangan dengan presentil 5% sehingga operator yang memiliki jangkauan terkecil dapat

menjangkau benda di sudut meja. Pengukuran dimensi ini didasarkan pada adanya keluhan kelelahan pada bagian bahu dan siku diakibatkan jarak bahu hingga alas kerja terlalu dekat.

6. Tinggi alas meja bagian bawah, untuk tinggi alas meja dapat diatur ketinggiannya menggunakan dimensi tinggi kaki sampai paha dengan presentil 5% hingga 95% sehingga operator yang memiliki dimensi besar maupun kecil dapat merasa nyaman dan mudah saat bekerja. Dimensi ini untuk menentukan tebal alas meja dan jarak alas kursi dengan alas meja bagian bawah agar bagian paha dari operator dapat bergerak leluasa.

### 5.3 Karakteristik Subjek

Jumlah subjek dalam penelitian ini adalah 6 orang operator. Rerata umur subjek penelitian adalah  $31 \pm 6,89$  tahun dengan rentangan 25 - 43 tahun. Rerata tinggi badan subjek penelitian adalah  $166,7 \pm 7,08$  dengan rentangan 160 – 178 cm. Rerata berat badan subjek adalah  $62 \pm 2,28$  dengan rentangan 59 – 65 kg. Tinggi badan dan berat badan akan sangat berpengaruh pada *Body Mass Index* (BMI). *Body Mass Index* (BMI) merupakan standar yang biasanya digunakan untuk menentukan berat ideal, sehingga status gizi seseorang dapat diketahui. Kategori kekurangan berat badan pada BMI adalah kurang dari 18,5; kategori normal pada BMI adalah 18,5–24,9; kategori kelebihan berat badan pada BMI adalah 25–29,9 dan kategori obesitas pada BMI adalah lebih besar dari 30 (pdpersi, 2003). Subjek penelitian memiliki rerata BMI sebesar  $22,404 \pm 1,439$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa responden memiliki tingkat BMI normal dan diasumsikan cakupan gizi yang baik.

## 5.4 Uji Beda Tingkat Keluhan Muskuloskeletal dan Kelelahan

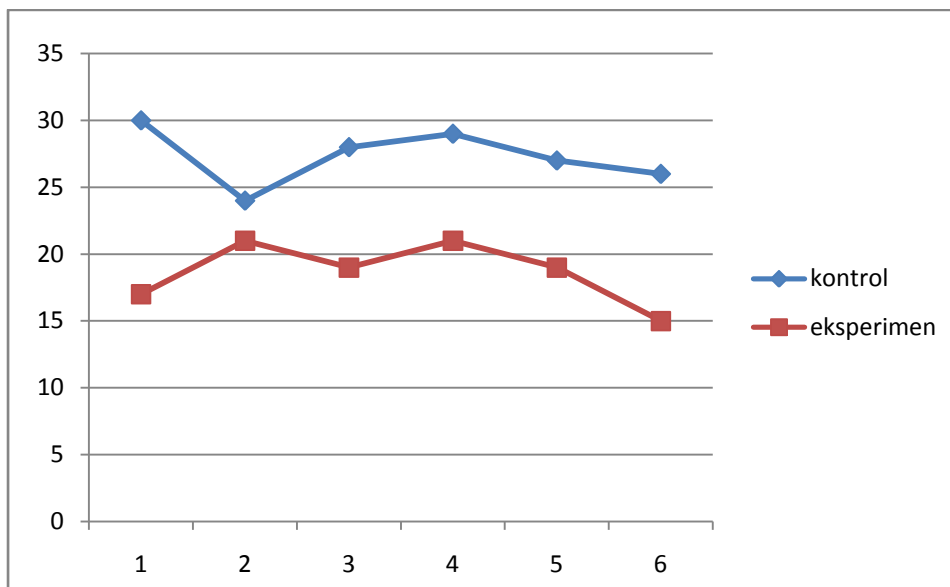
Uji beda yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji nonparametrik dengan uji t berpasangan (*Two Related Samples Test*) dengan 6 responden. Uji beda bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang bermakna antara semua variabel pada kelompok kontrol dan eksperimen.

### 5.4.1 Uji Beda Keluhan Muskuloskeletal Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen

Keluhan muskuloskeletal diukur dengan menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* diberikan sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan. Nilai keluhan sebelum kerja merupakan jumlah nilai keluhan yang dirasakan oleh subjek penelitian yang terdapat pada kuesioner pada masing-masing perlakuan. Nilai keluhan setelah kerja adalah jumlah keluhan yang dirasakan oleh subjek penelitian setelah melakukan pekerjaan pada masing-masing perlakuan. Beda keluhan muskuloskeletal merupakan selisih antara nilai keluhan muskuloskeletal sesudah kerja dengan nilai keluhan muskuloskeletal sebelum kerja. Untuk tingkat keluhan muskuloskeletal didapat nilai probabilitas sebesar 0,000 ( $p < 0,05$ ) sehingga dinyatakan bahwa terdapat penurunan keluhan muskuloskeletal secara bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Beda rerata antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen adalah sebesar 8,667 atau terjadi penurunan sebesar 31,7 %.

Perbedaan tingkat keluhan muskuloskeletal antar kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dapat dilihat pada Gambar 5.3.



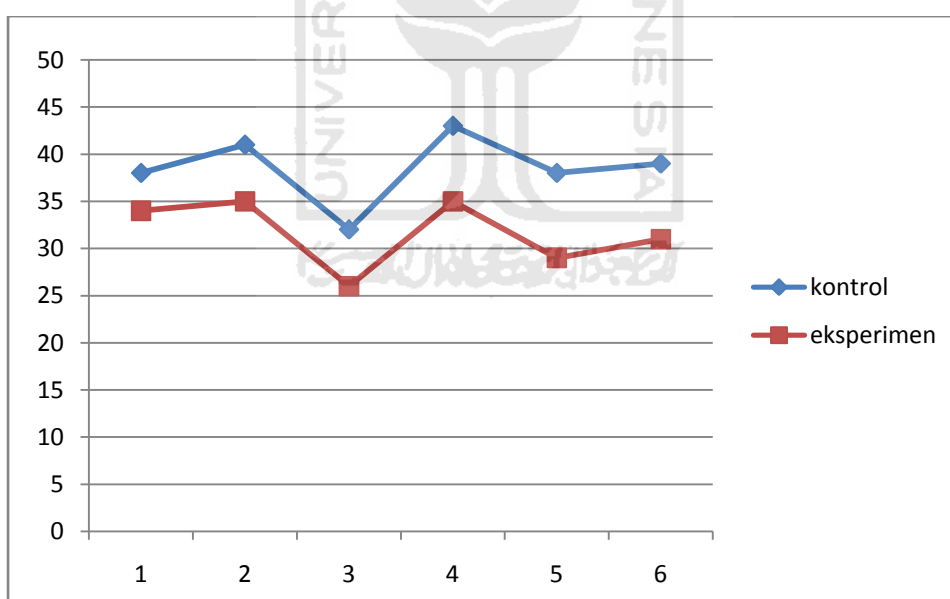


Gambar 5.3 Grafik Tingkat Keluhan Muskuloskeletal Antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen

Berdasarkan gambar 5.3 semua sampel mengalami penurunan tingkat keluhan muskuloskeletal. Didapat penurunan pada keluhan subyektif yaitu sakit/kaku pada leher dari 100% menjadi 16,67%, sakit pada bahu kanan dari 83,33% menjadi 0%, sakit pada bahu kiri dari 33,3% menjadi 0,00%. sakit pada punggung dari 33,33% menjadi 0%, sakit pada pinggang dari 33,3% menjadi 0%, sakit pada pantat dari 0% menjadi 0%, sakit pada siku tangan kanan dari 83,33% menjadi 0%. Sakit pada siku tangan kiri dari 16,67% menjadi 0%, sakit pada pergelangan tangan kanan dari 0% menjadi 0%, sakit pada pergelangan tangan kiri dari 0% menjadi 0%, sakit pada lutut kanan dari 33,33% menjadi 0%, sakit pada lutut kiri dari 16,67% menjadi 0%. Sakit pada pergelangan kaki kanan dari 0% menjadi 0%, sakit pada pergelangan kaki kiri dari 0% menjadi 0%.

#### 5.4.2 Uji Beda Kelelahan Kerja Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen

Kelelahan operator diukur menggunakan kuesioner kelelahan *30 rating of scale* dengan 4 skala *Likert* yang dimodifikasi. diberikan kepada operator sebelum dan sesudah melakukan aktivitas. Nilai keluhan sebelum melakukan aktivitas merupakan jumlah nilai keluhan yang dirasakan oleh subjek penelitian yang terdapat pada kuesioner pada masing-masing perlakuan. Beda keluhan kelelahan merupakan selisih antara nilai kelelahan sebelum melakukan aktivitas. Untuk tingkat kelelahan didapat nilai probabilitas sebesar 0,004 ( $p < 0,05$ ) sehingga dinyatakan bahwa terdapat penurunan kelelahan secara berarti antara kelompok kontrol dengan kelompok eksperimen. Beda rerata antara kelompok kontrol dengan kelompok eksperimen adalah sebesar 8 atau terjadi penurunan sebesar 16,1 %.



Gambar 5.4 Grafik Tingkat Keluhan Kelelahan Antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen

Berdasarkan Gambar 5.4 sebagian besar sampel mengalami penurunan kelelahan. Dari hasil kuesioner kelelahan, didapat penurunan pada kelelahan yaitu penurunan kegiatan dari 25% menjadi 20%, dan fisik dari 13,33% menjadi 0%.

Dari uji beda keluhan muskuloskeletal dan kelelahan dapat dikatakan bahwa perancangan meja dan kursi kerja yang baru ini dapat menurunkan keluhan muskuloskeletal dan kelelahan. Penurunan keluhan muskuloskeletal dan kelelahan ini dikarenakan desain baru mengikuti kaidah ergonomi dan dilakukan dengan berpartisipasi aktif dengan operator kerja. Partha (2002) juga menjelaskan bahwa modifikasi yang dilakukan pada peralatan kerja melalui pendekatan ergonomi dapat meningkatkan produktivitas kerja serta menurunkan beban kerja dan keluhan subjektif. Begitu juga dengan Prasetyowibowo (1990) yang menjelaskan bahwa untuk merancang suatu produk agar dapat memenuhi fungsinya dan sesuai dengan keinginan pemakai harus dirancang dengan baik. Pada penelitian ini perancangan meja dan kursi dilakukan dengan baik sehingga operator dapat melakukan pekerjaannya dengan nyaman, aman dan dapat meningkatkan produktivitas.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Desain meja dan kursi kerja operator *finishing general part* di bagian *Stamping and Tools* PT. Mekar Armada Jaya Magelang, dengan pendekatan ergonomi partisipatori adalah fasilitas kerja yang dirancang sesuai keinginan dan kebutuhan operator berdasarkan aspek ergonomi. Kursi kerja menggunakan kursi biasa yang sesuai dengan antropometri operator. Dari hasil perhitungan antropometri didapat tinggi kursi 40 cm, panjang alas kursi 30 cm dan lebar alas kursi 30 cm. Meja kerja ditambahkan pengatur ketinggian alas kerja untuk menyesuaikan tinggi siku operator pada saat duduk agar sikap kerja operator tidak membungkuk dan tidak mudah lelah. Pengatur ketinggian meja kerja ini menggunakan baut penahan dengan 3 setelan ketinggian. Pada alas meja juga ditambahkan pengatur kemiringan alas meja untuk memudahkan operator pada saat proses penekanan menggunakan gerinda sehingga tidak mudah lelah pada bagian bahu. Pada saat penahan alas meja bagian depan digeser maka alas meja akan miring ke depan dan dapat diatur tingkat kemiringannya hingga 30°. Pada bagian bawah meja ditambahkan pijakan kaki operator agar tidak mudah lelah dan nyaman digunakan. Dari hasil perhitungan antropometri didapatkan ukuran tinggi meja 55 cm hingga 63 cm, tebal alas meja 5 cm, panjang meja

90 cm dan lebar meja 50 cm. Berdasarkan diskusi dengan tukang, rangka meja kerja terbuat dari balok besi ukuran 3 x 3 cm dengan pertimbangan kekuatan rangka dan alas meja menggunakan plat besi agar tidak mudah tergores gerinda.

2. Perubahan alat bantu kerja berupa meja dan kursi operator *finishing general part* dengan pendekatan ergonomi partisipatori memberikan penurunan terhadap tingkat keluhan muskuloskeletal sebesar 8,667 atau terjadi penurunan keluhan muskuloskeletal sebesar 31,7 % dari desain semula. Penurunan terhadap tingkat kelelahan sebesar 6,83 atau terjadi penurunan kelelahan sebesar 17,74 % dari desain semula.

## 6.2 Saran

1. Pihak perusahaan atau bagian K3 harus lebih memperhatikan keselamatan dan kesehatan pekerja dalam menjalankan pekerjaannya, maupun fasilitas penunjang lainnya yang berhubungan dengan interaksi antara manusia, dan alat yang digunakan.
2. Perlu diteliti lebih lanjut mengenai keselamatan kerja operator di bagian lain yang mempunyai resiko lebih tinggi seperti bagian *press machine* dan *Manual cutting*.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai desain tempat kerja operator *finishing general part* untuk peningkatan produktifitas yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal, R., 2008. Rancang ulang meja kerja berkomputer untuk mengurangi keluhan muskuloskeletal dan meningkatkan kinerja karyawan (Studi kasus di dinas kependudukan dan catatan sipil kota Magelang), Skripsi S1 Teknik Industri. Yogyakarta: UII (*unpublished*).
- Bridger, R. S., 1995. *Introduction to ergonomi*. USA: Mc Graw-Hill Inc.
- Byrd dan Moore, 1986. *Strategic planning for industrial engineering function*. New York: Van Nosstran Reinhold Company.
- Fauziah, A. (2008). Perancangan Ulang Handle Gergaji Tangan untuk Meningkatkan Produktivitas dengan Pendekatan Ergonomi Partisipatori. Skripsi S1 Teknik Industri. Yogyakarta: UII (*unpublished*)
- Ganong, W. F., 2001. *Fisiologi kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Grandjean, E., 1993. *Fitting the task to the man*. 4<sup>th</sup> ed. London: Taylor & Francis Inc.
- Guyton, A.C., 1987. *Fisiologi kedokteran*. Edisi Ke-5. Jakarta: EGC.
- Harrianto, R., 2008. *Buku ajar kesehatan kerja*. Jakarta: EGC.
- Jovianto, E., 2005. Perancangan metode kerja berbasis ergonomi pada bagian penyetulan dan pengelasan teknik industri. Tugas Akhir Teknik Industri. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Karwowsky, W., dan Salvendy, G., Eds., 1998. *Ergonomics in manufacturing: raising productivity through workplace improvement*. Michigan: SME Press and IIE Press.
- Kristyanto, B., 2004. Ergonomi konkruen dan penerapannya dalam sistem manufaktur. Yogyakarta: *Prosiding Seminar Nasional Ergonomi, Aplikasi Ergonomi dalam Industri*.

- Kroemer, K., Kroemer, H. dan Kroemer-Elbert, K., 1994. *Ergonomics, how to design for ease & efficiency*. New Jersey : Prentice Hall. Englewoods Clifts.
- Manuaba, A., 2000. Participatory ergonomics improvement at the workplace. *Jurnal Ergonomi Indonesia Vol. I*. Bali: Program Studi Ergonomi - Fisiologi Kerja Universitas Udayana.
- McCormick, Ernest. J., dan Sanders., 1979. *Human factors in engineering & design*. New Delhi : Tata Mc Graw Hill Publishing Company LTD.
- Notoatmodjo., dan Soekidjo., 2003. *Metodologi penelitian kesehatan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Nurmianto, E., 2005. *Ergonomi konsep dasar dan aplikasinya*. Jakarta: Guna Widya.
- Partha, C.G.I., (2002). penggunaan betel modifikasi menurunkan beban kerja dan keluhan subjektif serta meningkatkan produktifitas pembobok tembok pemasang pipa instalasi listrik. Tesis Program Pascasarjana. Denpasar: Universitas Udayana.
- Pdpersi. 2003. Berat badan ideal : diakses pada tanggal 2 juni 2011. Tersedia di : <http://www.pdpersi.co.id>
- Phillips, C. A., 2000. *Human factor engineering*. United States of America: John Wiley and Sons, Inc.
- Prasetyowibowo, B. (1999). *Desain Produk Industri*. Bandung: Yayasan Delapan Sepuluh.
- Pulat, B.M., 1992. *Fundamentals of industrial ergonomics*. New Yersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Purnomo, H., 2003. *Pengantar teknik industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Putro, Y. N., 2006. Analisis pengaruh postur kerja dan stasiun kerja terhadap kenyamanan operator komputer dengan metode visual display terminal (VDT) workstation. Skripsi S1 Teknik Industri. Yogyakarta: UII (*Unpublished*).
- Romi, D. A., 2011. Perancangan alat tenun pada pengrajin mendong dengan pendekatan ergonomi partisipatori. Skripsi S1 Teknik Industri. Yogyakarta: UII (*unpublished*).
- Santoso, G., 2004. *Ergonomi manusia, peralatan, dan lingkungan*. Sidoarjo: Prestasi Pustaka Publisher.
- Sastrowinoto, S., 1985. *Meningkatkan Produktivitas Dengan Ergonomi*, Seri Manajemen No. 116. Jakarta: PT. Pustaka Binaman Pressindo.
- Setyaningrum, R., 2004. Analisis postur kerja dan perancangan dimensi tempat kerja berdasarkan prinsip-prinsip ergonomi dengan menggunakan metode rapid upper LIMB assessment (Rula). Skripsi S1 Teknik Industri. Yogyakarta: UII (*Unpublished*).
- Sherwood, L., 1996. *Fisiologi manusia: dari sel ke sistem.*, Edisi 2. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Suma'mur, P.K., 1982. *Ergonomi untuk produktivitas kerja*. Jakarta: Yayasan Swabhawa Karya.
- Suparjo, I., 2005. Analisis postur dan pergerakan kerja dengan mempergunakan metode occupational repetitive action index (INDEKS OCRA). Skripsi S1 Teknik Industri. Yogyakarta: UII (*Unpublished*).
- Sutajaya., 2004. Penerapan ergonomi partisipatori dalam memperbaiki kondisi Kerja di industri kecil menengah di Bali. Yogyakarta: *Prosiding Seminar Nasional Ergonomi, Aplikasi Ergonomi dalam Industri*.



- Sutalaksana, I. Z., 1979. *Teknik tata cara kerja*. Departemen Teknik Industri. Bandung: ITB.
- Sutalaksana, I.Z., 2006. *Teknik perancangan sistem kerja*. Bandung: ITB.
- Sutjipto, A., 2006. Analisis pengaruh sudut rotasi keyboard terhadap beban otot, performansi kerja, tingkat ketidaknyamanan, dan tingkat kelelahan pada pekerjaan pengetikan berkomputer. Laporan Tugas Akhir, Departemen Teknik Industri. Bandung: ITB.
- Tarwaka, Bakri, S.H.A., dan Sudiajeng, L., 2004. *Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas*. Surakarta: UNIBA PERS.
- Tayyari, F., dan Smith, J.L., 1997. *Occupational ergonomics, principles and applications*. London: Chapman & Hall inc.
- Ulrich K.T., dan Eppinger S.D., 2000. *Perencanaan dan pengembangan produk*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Wignjosoebroto, S., 1995. *Ergonomi, studi gerak dan waktu*, edisi pertama. Surabaya: PT. Guna Widya.
- Zuhri, A. S., 2010. Perancangan kursi mekanik dengan pendekatan ergonomi partisipatori. Skripsi S1 Teknik Industri, Yogyakarta: UII (*Unpublished*).

## LAMPIRAN 1

### DESKRIPSI RESPONDEN

#### 1.1 Karakteristik Sampel Berdasarkan Usia, Berat dan Tinggi

Nama	Usia	Tinggi badan	Berat badan
Afrodi	43	160	60
Achmad zuhri asnawi	26	178	62
Edi widodo	35	160	59
Fakhrur rifa'i	25	165	65
Sugianto	32	165	62
Rofiq N	27	172	64
<b>Rata-rata</b>	31.34	166.67	62
<b>Simpangan baku</b>	6.89	7.08	2.28

#### 1.2 Berat Badan Ideal

Nama	Usia	Tinggi badan (m)	Berat badan (kg)	IMT	Status IMT
Afrodi	43	1,60	60	23.4375	normal
Achmad zuhri asnawi	26	1,78	62	19.56823633	normal
Edi widodo	35	1,60	59	23.046875	normal
Fakhrur rifa'i	25	1,65	65	23.87511478	normal
Sugianto	32	1,65	62	22.77318641	normal
Rofiq N	27	1,72	64	21.63331531	normal

$$\text{Berat badan ideal} = \text{Berat (kg)} / [\text{tinggi (m)}]^2$$



## 2.2 Rekap Kelompok Eksperimen Sebelum Beraktivitas

### a. Aspek Keluhan Muskuloskeletal

No	Nama	Keluhan Subjektif														ΣX					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14						
1	Afrodi	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
2	Achmad Zuhri A	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	16
3	Edi Widodo	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
4	Fakhrur Rifa'i	1	2	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
5	Sugianto	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	18
6	Rofiq N	1	2	3	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18

### b. Aspek Kelelahan

No	Nama	Keluhan Subyektif																				ΣX
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Afrodi	2	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	27
2	Achmad Zuhri A	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	27
3	Edi Widodo	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	24
4	Fakhrur Rifa'i	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	2	30
5	Sugianto	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	26
6	Rofiq N	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	27

### 2.3 Rekap Kelompok Kontrol Sesudah Beraktivitas

#### a. Aspek Keluhan Muskuloskeletal

No	Nama	Keluhan Subjektif														ΣX
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	Afrodi	4	3	2	3	2	2	3	2	1	1	3	2	1	1	30
2	Achmad Zuhri A	3	3	2	1	2	1	3	2	2	1	1	1	1	1	24
3	Edi Widodo	3	3	3	3	1	2	3	2	1	1	2	2	1	1	28
4	Fakhrur Rifa'i	3	2	2	1	3	2	3	2	2	1	3	3	1	1	29
5	Sugianto	3	3	2	1	3	2	3	2	2	1	1	1	2	1	27
6	Rofiq N	3	3	3	2	1	1	2	3	1	1	2	2	1	1	26

#### b. Aspek Kelelahan

No	Nama	Keluhan Subyektif																				ΣX
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Afrodi	3	3	2	2	2	3	2	1	1	2	1	1	1	2	2	1	3	3	2	1	38
2	Achmad Zuhri A	3	3	2	3	1	4	3	2	2	1	1	2	1	1	2	2	3	2	1	2	41
3	Edi Widodo	2	2	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1	3	2	32
4	Fakhrur Rifa'i	4	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	3	3	2	2	2	43
5	Sugianto	2	3	2	2	3	2	2	2	1	2	2	1	1	2	1	2	1	3	2	2	38
6	Rofiq N	2	3	1	3	1	3	2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	2	3	2	2	39

## 2.4 Rekap Kelompok Eksperimen Sesudah Beraktivitas

### a. Aspek Keluhan Muskuloskeletal

No	Nama	Keluhan Subjektif														ΣX					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14						
1	Afrodi	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
2	Achmad Zuhri A	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
3	Edi Widodo	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	19
4	Fakhrur Rifa'i	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	21
5	Sugianto	3	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
6	Rofiq N	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15

### b. Aspek Kelelahan

No	Nama	Keluhan Subyektif																				ΣX
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Afrodi	2	3	2	2	2	3	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	34
2	Achmad Zuhri A	3	3	2	3	1	2	3	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	35
3	Edi Widodo	2	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	26
4	Fakhrur Rifa'i	3	3	2	2	2	1	2	1	2	1	2	2	1	1	2	1	2	1	2	2	35
5	Sugianto	2	2	1	2	1	3	1	1	2	3	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	29
6	Rofiq N	2	3	1	2	1	3	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	31

Data selisih tingkat keluhan muskuloskeletal dan data kelelahan

Operator	Keluhan Muskuloskeletal			Tingkat Kelelahan		
	Sebelum	Sesudah	Selisih	Sebelum	Sesudah	Selisih
1	30	17	13	38	34	4
2	24	21	3	41	35	6
3	28	19	9	32	26	6
4	29	21	8	43	35	8
5	27	19	8	38	29	9
6	26	15	11	39	31	8
Jumlah	164	112	52	231	190	41
Rata-rata	27.34	18.67	8.67	38.5	31.67	6.83

Dari tabel diatas, didapat rerata perbandingan tiap variabel pada kelompok sebelum perbaikan setelah beraktivitas menggunakan desain lama dan kelompok sesudah perbaikan setelah beraktivitas menggunakan desain baru, seperti di bawah ini:

Aspek	Kelompok sebelum	Kelompok sesudah	Selisih	%	Keterangan
muskuloskeletal	27.34	18.67	8.67	31.7	menurun
kelelahan	38.5	31.67	6.83	17.74	menurun

### Besar selisih kelompok kontrol dan kelompok eksperimen

a. tingkat keluhan muskuloskeletal

$$\begin{aligned} \text{prosentase \%} &= \left( \frac{\bar{X} \text{ kontrol} - \bar{X} \text{ eksperimen}}{\bar{X} \text{ kontrol}} \right) \times 100\% \\ &= \left( \frac{27.34 - 18.67}{27.34} \right) \times 100\% = 31.7 \% \end{aligned}$$

b. tingkat keluhan kelelahan

$$\begin{aligned} \text{prosentase \%} &= \left( \frac{\bar{X} \text{ kontrol} - \bar{X} \text{ eksperimen}}{\bar{X} \text{ kontrol}} \right) \times 100\% \\ &= \left( \frac{38.5 - 31.67}{38.5} \right) \times 100\% = 17.74 \% \end{aligned}$$

## 2.5 Rekap Hasil Keluhan Muskuloskeletal

### a. Rekap kelompok kontrol

Jumlah lelah (3 dan 4)	6	6	2	2	3	2	5	1	0	0	4	4	0	0
Jumlah agak lelah (2)	0	0	3	2	1	2	1	5	2	0	1	1	0	0
N	6													
Presentase lelah	100	100	33.34	33.33	50	33.33	83.33	16.67	0	0	66.67	66.67	0	0
Presentase agak lelah	0	0	50	33.33	16.67	33.33	16.67	83.33	33.33	0	16.67	16.67	0	0

### b. Rekap kelompok eksperimen

Jumlah lelah (3 dan 4)	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah agak lelah (2)	4	4	4	4	2	3	4	3	2	0	2	2	0	0
N	6													
Presentase lelah	0	33.33	0	0	0	16.67	0	0	0	0	0	0	0	0
Presentase agak lelah	66.67	66.67	66.67	66.67	33.33	50	66.67	50	33.33	0	33.33	33.33	0	0

### c. Rekap hasil keluhan muskuloskeletal

No	Jenis Keluhan	Prosentase		
		Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan	Selisih
1	Sakit/kaku di leher	100.00	16.67	83.33
2	Sakit di bahu kanan	83.33	0.00	83.33
3	Sakit di bahu kiri	33.33	0.00	33.33
4	Sakit di punggung	33.33	0.00	33.33
5	Sakit di pinggang	33.33	0.00	33.33
6	Sakit di pantat	0.00	0.00	0.00
7	Sakit pada siku tangan kanan	83.33	0.00	83.33
8	Sakit pada siku tangan kiri	16.67	0.00	16.67
9	Sakit pada pergelangan tangan kanan	0.00	0.00	0.00
10	Sakit pada pergelangan tangan kiri	0.00	0.00	0.00
11	Sakit pada lutut kanan	33.33	0.00	33.33
12	Sakit pada lutut kiri	16.67	0.00	16.67
13	Sakit pada pergelangan kaki kanan	0	0	0
14	Sakit pada pergelangan kaki kiri	0	0	0

## 2.6 Rekap Hasil Keluhan Kelelahan

no	jenis kelelahan	sebelum perbaikan	setelah perbaikan	selisih
1	kelelahan kegiatan	25.00	20.00	5.00
2	kelelahan fisik	13.33	0.00	13.33



### LAMPIRAN 3

### OUTPUT SPSS

#### 3.1 Uji Beda

Uji beda rerata antara tingkat keluhan muskuloskeletal dan keluhan antara kelompok kontrol dan eksperimen setelah dan sebelum aktivitas :

#### T-Test

**Group Statistics**

	kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
muskuloskeletal_sebelum_beraktivitas	Kelompok Kontrol	6	17.0000	1.26491	.51640
	Kelompok Eksperimen	6	16.6667	1.21106	.49441
kelelahan_sebelum_beraktivitas	Kelompok Kontrol	6	27.0000	1.54919	.63246
	Kelompok Eksperimen	6	26.8333	1.94079	.79232
muskuloskeletal_sesudah_beraktivitas	Kelompok Kontrol	6	27.3333	2.16025	.88192
	Kelompok Eksperimen	6	18.6667	2.33809	.95452
kelelahan_sesudah_beraktivitas	Kelompok Kontrol	6	38.5000	3.72827	1.52206
	Kelompok Eksperimen	6	31.6667	3.66970	1.49815

**Independent Samples Test**

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
muskuloskeletal_sebelum_beraktivitas	Equal variances assumed	.000	1.000	.466	10	.651	.33333	.71492	-1.25961	1.92628
	Equal variances not assumed			.466	9.981	.651	.33333	.71492	-1.26002	1.92668
kelelahan_sebelum_beraktivitas	Equal variances assumed	.033	.859	.164	10	.873	.16667	1.01379	-2.09221	2.42554
	Equal variances not assumed			.164	9.532	.873	.16667	1.01379	-2.10734	2.44067
muskuloskeletal_sesudah_beraktivitas	Equal variances assumed	.025	.878	6.669	10	.000	8.66667	1.29957	5.77104	11.56229
	Equal variances not assumed			6.669	9.938	.000	8.66667	1.29957	5.76859	11.56474
kelelahan_sesudah_beraktivitas	Equal variances assumed	.165	.693	3.200	10	.004	6.83333	2.13568	2.07475	11.59192
	Equal variances not assumed			3.200	9.997	.004	6.83333	2.13568	2.07459	11.59208

### 3.2 Analisis T-test Hasil SPSS

Uji terhadap Penurunan Keluhan Muskuloskeletal

$H_0$  = Tidak ada perbedaan penurunan keluhan muskuloskeletal/kelelahan yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

$H_1$  = Ada perbedaan penurunan keluhan muskuloskeletal/kelelahan yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

Jika probabilitas (*sig*) > 0.05 maka  $H_0$  diterima

Jika probabilitas (*sig*) < 0.05 maka  $H_0$  ditolak

1. Keluhan muskuloskeletal sebelum beraktifitas

$$0.651 > 0.05$$

p-value (sig. 2 tailed) > taraf signifikansi ( $\alpha$ ), maka  $H_0$  diterima yang berarti tidak ada perbedaan penurunan keluhan muskuloskeletal yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

2. Keluhan kelelahan sebelum beraktifitas

$$0.873 > 0.05$$

p-value (sig. 2 tailed) > taraf signifikansi ( $\alpha$ ), maka  $H_0$  diterima yang berarti tidak ada perbedaan penurunan keluhan kelelahan yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

3. Keluhan Muskuloskeletal setelah beraktifitas

$$0.000 < 0.05$$

p-value (sig. 2 tailed) < taraf signifikansi ( $\alpha$ ), maka  $H_0$  ditolak yang berarti ada perbedaan penurunan keluhan muskuloskeletal yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

4. Keluhan kelelahan setelah beraktifitas

$$0.004 < 0.05$$

p-value (sig. 2 tailed) < taraf signifikansi ( $\alpha$ ), maka  $H_0$  ditolak yang berarti ada perbedaan penurunan keluhan kelelahan yang berarti antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.



**LAMPIRAN 4**  
**SURAT UNTUK RESPONDEN, KUISIONER KELUHAN**  
**MUSKULOSKELETAL (NBM) DAN SKALA LIKERT**

Kepada

Yth. Responden

Dengan hormat,

Dalam rangka penelitian Tugas Akhir yang berjudul *Perancangan Ulang Tempat Kerja Operator General Part Dengan Pendekatan Ergonomi Partisipatori*, maka dengan ini saya:

Nama : Muh. Andi Aziz Nur Abdillah

NIM : 07 522 173

Jurusan : Teknik Industri - Universitas Islam Indonesia

Mengharapkan partisipasi Saudara dalam penelitian ini, untuk mengisi kuesioner berikut ini. Kuisisioner ini terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian 1 berupa keluhan-keluhan muskuloskeletal (NBM) yang terjadi pada tubuh responden sebelum dan sesudah beraktivitas. Bagian ke-2 berupa kuisisioner 30 *items of rating scale* untuk mengukur kelelahan yang terjadi pada responden sebelum dan sesudah beraktivitas.

Kami mengharapkan Saudara dapat menjawab setiap pertanyaan yang terlampir sesuai dengan apa yang Saudara alami. Jika ada pertanyaan yang menurut Saudara kurang jelas dan membingungkan. Maka Saudara dapat menanyakan pada peneliti.

Atas perhatian, waktu dan partisipasi Saudara kami mengucapkan banyak terima kasih.

Hormat Saya,

Muh. Andi Aziz Nur Abdillah

**KUESIONER NORDIC BODY MAP**  
**[PENGUKURAN: SEBELUM KERJA/ SETELAH KERJA ]**

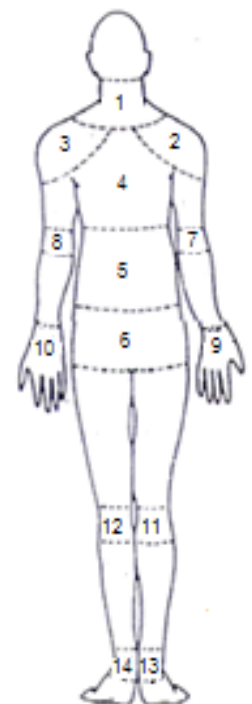
1. Nama : .....
2. Umur/tgl.lahir : ..... / .....
3. Jenis kelamin : Pria
4. Status : Kawin / belum kawin\*
5. Jenis pekerjaan : .....

JUMLAH SKOR:

KETERANGAN SKOR:

- 1: TIDAK SAKIT
- 2: AGAK SAKIT
- 3: SAKIT
- 4: SAKIT SEKALI

No	Jenis Keluhan	1	2	3	4
1	Sakit/kaku di leher				
2	Sakit di bahu kanan				
3	Sakit di bahu kiri				
4	Sakit di punggung				
5	Sakit di pinggang				
6	Sakit di pantat				
7	Sakit pada siku tangan kanan				
8	Sakit pada siku tangan kiri				
9	Sakit pada pergelangan tangan kanan				
10	Sakit pada pergelangan tangan kiri				
11	Sakit pada lutut kanan				
12	Sakit pada lutut kiri				
13	Sakit pada pergelangan kaki kanan				
14	Sakit pada pergelangan kaki kiri				



**KUESIONER 30 ITEMS OF RATING SCALE DENGAN SKALA LIKERT  
UNTUK MENGUKUR KELELAHAN SECARA UMUM  
(Sebelum Beraktivitas)**

**Berilah tanda silang (X) pada jawaban yang tersedia sesuai dengan kondisi saudara saat ini.**

Nama :

Tinggi Badan :

Jenis Kelamin :

Berat Badan :

Umur :

Hari/Tanggal :

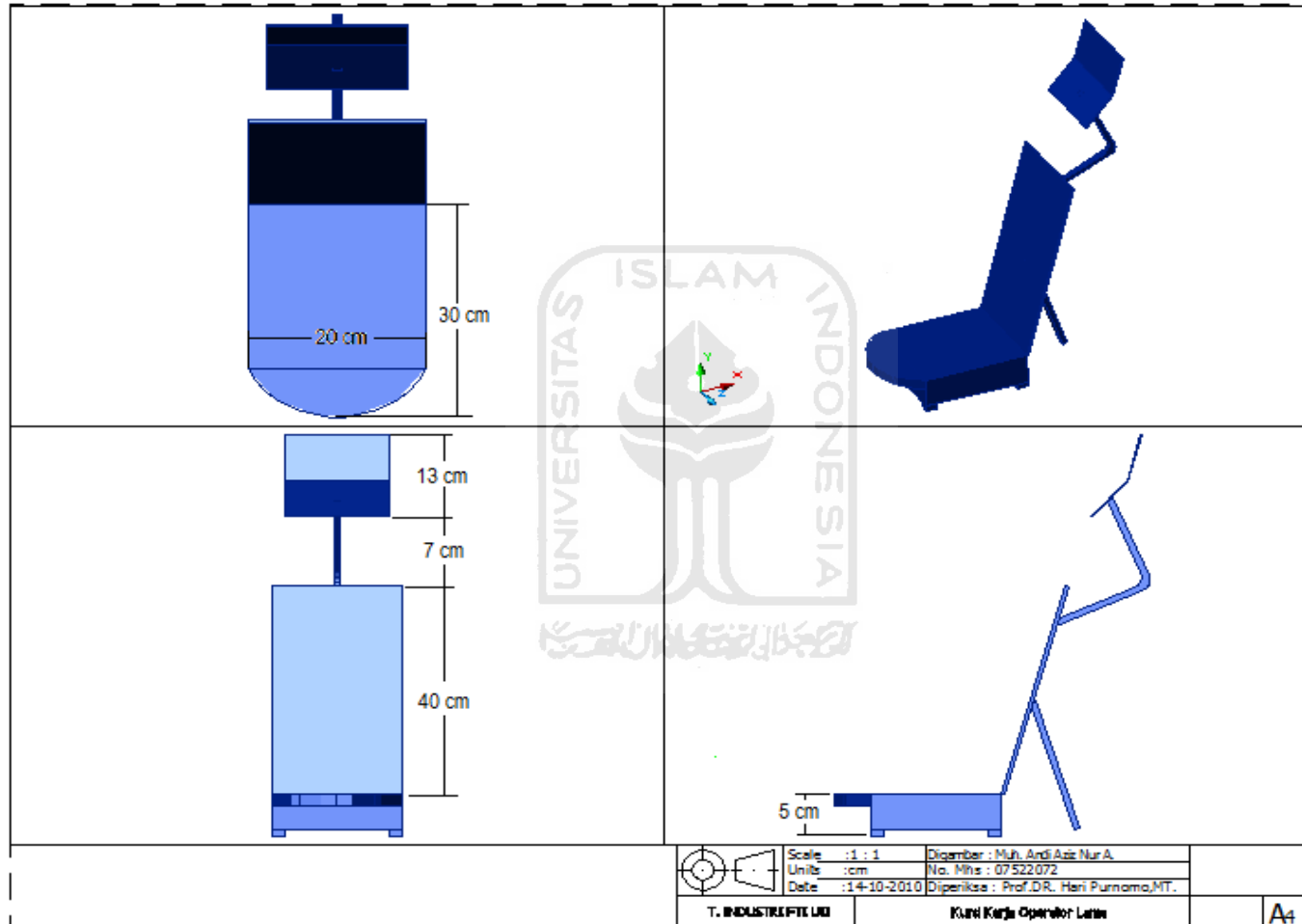
1. Apakah saudara merasa berat dibagian kepala?
  - a. Tidak berat
  - b. Agak berat
  - c. Berat
  - d. Sangat Berat
2. Apakah saudara merasa lelah pada seluruh badan?
  - a. Tidak lelah
  - b. Agak lelah
  - c. Lelah
  - d. Sangat lelah
3. Apakah kaki saudara terasa berat?
  - a. Tidak berat
  - b. Agak berat
  - c. Berat
  - d. Sangat berat
4. Apakah saudara sering menguap?
  - a. Tidak pernah
  - b. Jarang
  - c. Sering
  - d. Hampir setiap hari
5. Apakah pikiran saudara terasa kacau?
  - a. Tidak kacau
  - b. Agak kacau
  - c. Kacau
  - d. Sangat kacau
6. Apakah saudara merasa mengantuk?
  - a. Tidak mengantuk
  - b. Agak mengantuk
  - c. Mengantuk
  - d. Sangat mengantuk
7. Apakah saudara merasa ada beban pada punggung?
  - a. Tidak terasa
  - b. Agak terasa
  - c. Terasa
  - d. Sangat terasa
8. Apakah saudara merasa kaku dalam menggerakkan badan?
  - a. Tidak kaku
  - b. Agak kaku
  - c. Kaku
  - d. Sangat kaku
9. Apakah saudara merasa sempoyongan ketika berdiri?
  - a. Tidak sempoyongan
  - b. Agak sempoyongan
  - c. Sempoyongan
  - d. Sangat berat

10. Apakah ada perasaan sangat ingin berbaring?  
a. Tidak ingin berbaring  
b. Agak ingin berbaring  
c. Ingin berbaring  
d. Sangat ingin berbaring
11. Apakah saudara merasa susah berpikir?  
a. Tidak susah  
b. Agak susah  
c. Susah  
d. Sangat susah
12. Apakah saudara merasa gugup?  
a. Tidak gugup  
b. Agak gugup  
c. Gugup  
d. Sangat gugup
13. Apakah saudara tidak bisa berkonsentrasi?  
a. Bisa berkonsentrasi  
b. Agak bisa berkonsentrasi  
c. Tidak bisa berkonsentrasi  
d. Sangat tidak bisa berkonsentrasi
14. Apakah saudara merasa tidak dapat memusatkan perhatian terhadap obyek kerja?  
a. Dapat memusatkan perhatian  
b. Agak dapat memusatkan perhatian  
c. Tidak dapat memusatkan perhatian  
d. Sangat tidak memusatkan perhatian
15. Apakah saudara ingin sekali istirahat?  
a. Tidak ingin  
b. Agak cenderung ingin  
c. Cenderung ingin  
d. Sangat cenderung ingin
16. Apakah saudara merasa sakit kepala?  
a. tidak sakit  
b. Agak sakit  
c. Sakit  
d. Sangat sakit
17. Apakah saudara merasa kaku di bagian bahu?  
a. Tidak kaku  
b. Agak kaku  
c. Kaku  
d. Sangat kaku
18. Apakah saudara merasa nyeri di punggung?  
a. Tidak nyeri  
b. Agak nyeri  
c. Nyeri  
d. Sangat nyeri
19. Apakah nafas saudara terasa tertekan?  
a. Tidak tertekan  
b. Agak tertekan  
c. Tertekan  
d. Sangat tertekan
20. Apakah badan saudara terasa bergetar?  
a. Tidak bergetar  
b. Agak bergetar  
c. Bergetar  
d. Sangat bergetar

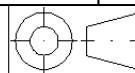
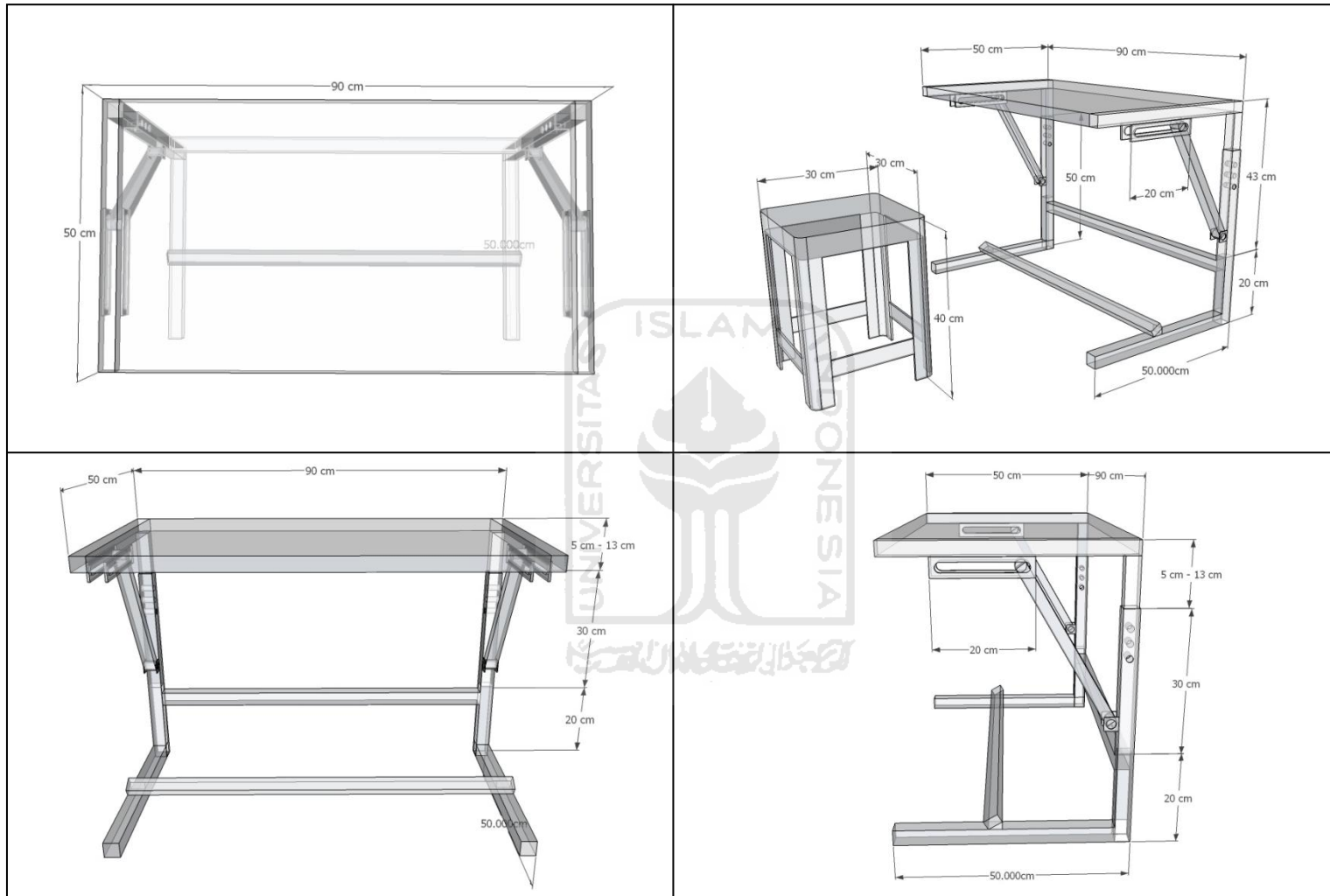


## LAMPIRAN 5

### GAMBAR TEMPAT KERJA OPERATOR MODEL LAMA



## GAMBAR TEMPAT KERJA OPERATOR BARU



Scale : 1 : 1  
 Units : cm  
 Date : 14-10-2010

Digambar : Muh. Andi Aziz Nur A.  
 No. Mhs : 07522072  
 Diperiksa : Prof. DR. Hari Purnomo, MT.

T. INDUSTRI FTI UII

Meja Kursi Kerja Operator Baru

A4

LAMPIRAN 6  
DOKUMENTASI PENELITIAN





## Dokumentasi Pembuatan Meja dan Kursi Baru



