

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN TROLI TABUNG GAS LPG 3 KG DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI PARTISIPATORI

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



Oleh

Nama : Muhamad Widi Rachmanto

No. Mahasiswa : 07 522 146

**PRODI 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



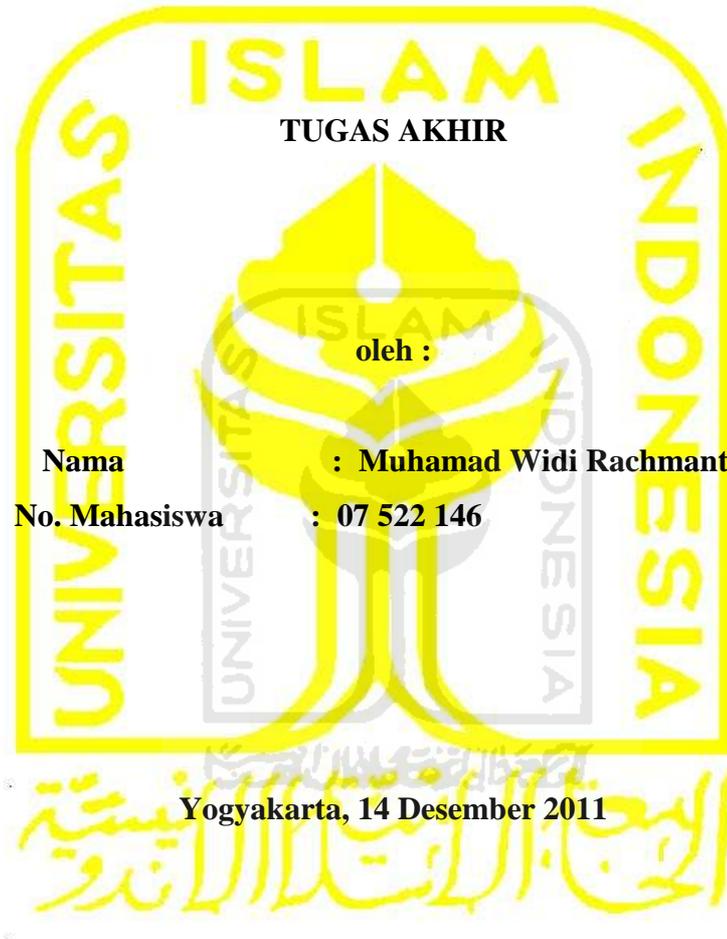
Muhamad Widi Rachmanto

07 522 146



LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PERANCANGAN TROLI TABUNG GAS LPG 3 KG
DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI PARTISIPATORI**



Pembimbing

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

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PERANCANGAN TROLI TABUNG GAS LPG 3 KG
DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI PARTISIPATORI**



TUGAS AKHIR

oleh :

Nama : Muhamad Widi Rachmanto

No. Mahasiswa : 07 522 146

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 29 Desember 2011

Tim Penguji

Imam Djati W., Drs, M.Eng.Sc
Ketua

Hudaya, Ir., H., MM
Anggota I

Drs. R. Abdul Djalal, MM.
Anggota II

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Industri
Universitas Islam Indonesia

Drs. H. M. Ibnu Mastur, MSIE

5/1/2012 .

PERSEMBAHAN

Ku persembahkan karya ini untuk Sang Rabbul 'Izzati...

Teruntuk yang tersayang Ibunda Puji Rahayu dan ayahanda Djarwana Yang tak pernah letih menguntai do'a, merajut kasih sayang, memberi nasehat, kesabaran, dukungan, senyuman dan air mata.

Teruntuk mba Bayu Yuli Asryah. Terimakasih untuk do'a dan dukungannya,..

Teruntuk semua Guru-guru yang telah memberikanku ilmu-ilmu yang sangat berharga dalam hidupku..

Motivator-motivator yang dikirim Allah untukku...

Ya Allah ampunilah dosa-dosanya dan sayangilah mereka semua...Amien...

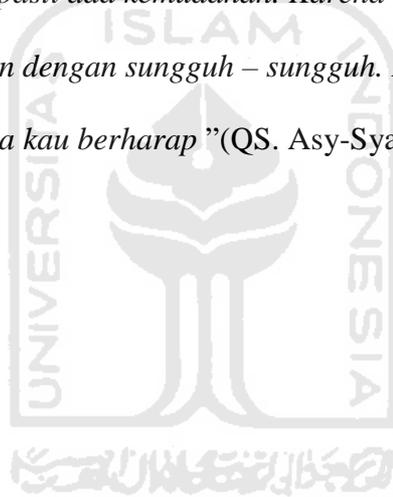
Jazakumullah Khoiron Katsiron...

MOTTO

“Maha suci Allah yang di tangan-Nya, segala kerajaan dan Dia mahakuasa atas segala sesuatu, yang menjadikan mati dan hidup, untuk menguji siapa diantara kalian yang terbaik amalnya. Dan Dia maha perkasa lagi maha pengampun. Yang telah menciptakan tujuh lapis langit...”

(Al-Mulk: 01 – 03)

“Dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan. Karena itu bila selesai suatu tugas, mulailah tugas yang lain dengan sungguh – sungguh. Hanya kepada Tuhanmu hendaknya kau berharap”(QS. Asy-Syarh : 6 – 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 Troli Tabung Gas LPG 3 Kg Dengan Pendekatan Ergonomi Partisipatori*" 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 Imam Djati W., Drs, M.Eng.Sc., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bantuan dan arahnya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Ibu, Bapak dan kakak atas segala doa, bantuan, dan kasih sayang yang tiada hentinya.
5. 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	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Ergonomi	8
2.2 Keluhan Muskuloskeletal	11
2.3 Kuisiонер Nordic Body Map	14
2.4 Mekanika	15
2.4.1 Statika	15

2.4.2 Gaya	17
2.5 Kelelahan.....	21
2.6 Konsep Anthropolometri	22
2.7 Desain Produk	26
2.8 Pendekatan Partisipatori Ergonomi	27
2.9 Uji Beda.....	29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian	30
3.2 Populasi	30
3.3 Variabel Penelitian	30
3.4 Alat Penelitian	31
3.5 Rancangan Penelitian	31
3.6 Prosedur Penelitian.....	34
3.6.1 Tahap Persiapan	34
3.6.2 Tahap Penelitian Ergonomi Partisipatori	34
3.6.3 Pengumpulan Data	36
3.6.4 Implementasi	36
3.7 Analisis Data	37
3.7.1 Analisis Deskriptif	37
3.7.2 Analisis Induktif.....	37
3.7.2.2 Uji Beda	37
a. Uji Terhadap Penurunan Keluhan Muskuloskeletal	37
b. Uji Terhadap Kelelahan	37

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data	39
4.1.1 Desain Troli Tabung Gas LPG 3 Kg Lama	39
4.1.2 Desain Troli Tabung Gas LPG 3 Kg Baru.....	41

4.1.3 Data Antropometri	43
4.2 Pengolahan Data.....	45
4.2.1 Gaya Yang Diterima Pekerja.....	45
4.2.1.1 Gaya Yang Diterima Pekerja Dengan Troli Lama.	45
4.2.1.2 Gaya Yang Diterima Pekerja Dengan Troli Baru ..	46
4.2.2 Karakteristik subjek.....	47
4.2.3 Uji T terhadap keluhan muskuloskeletal dan kelelahan....	48

BAB V PEMBAHASAN

5.1 Proses Perancangan Troli	50
5.1.1 Melakukan Pengamatan Terhadap Aktivitas Kerja.....	50
5.1.2 Menyebarkan Kuisisioner <i>Nordic Body Map</i>	50
5.1.3 Mengidentifikasi Kebutuhan dan Keinginan Partisipan.....	51
5.1.3.1 Pekerja.....	51
5.1.3.2 Ahli ergonomi	52
5.1.3.3 Owner.....	54
5.1.3.4 Tukang Las	54
5.2 Karakteristik Subjek.....	54
5.3 Anthropometri Desain Troli Tabung Gas LPG 3 Kg	55
5.4 Beban Yang Diterima Pekerja.....	55
5.5 Uji Beda Tingkat Keluhan Muskuloskeletal dan Kelelahan	55
5.5.1 Uji Beda Tingkat Keluhan Muskuloskeletal Antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen	56
5.5.2 Uji Beda Kelelahan Antara 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 4.1. Data Antropometri	43
Tabel 4.2. Data Persentil Antropometri	44
Tabel 4.3. Karakteristik Subjek.....	47
Tabel 4.4. Rerata, Beda Rerata, Uji T Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen pada Responden	48



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	<i>Nordic Body Map</i>	15
Gambar 2.2	Tumpuan Rol	16
Gambar 2.3	Tumpuan Sendi	16
Gambar 2.4	Tumpuan Jepitan	17
Gambar 2.5	Sketsa Prinsip Statika Kesetimbangan.....	18
Gambar 2.6	Sketsa <i>Shearing Force Diagram</i>	19
Gambar 2.7	Sketsa <i>Normal Force</i>	19
Gambar 2.8	Sketsa <i>Moment Bending</i>	20
Gambar 2.9	Landasan Sketsa <i>Moment Bending</i>	20
Gambar 2.10	Landasan Arah Kanan.....	20
Gambar 2.11	Landasan Arah Kiri.....	21
Gambar 2.12	Siklus Alami Produk	26
Gambar 3.1	Rancangan Penelitian.....	31
Gambar 3.2.	<i>Flowchart</i> Penelitian.....	33
Gambar 4.1	Komponen Troli Lama.....	40
Gambar 4.2	Ukuran Troli Lama	41
Gambar 4.3	Komponen Troli Baru	42
Gambar 4.4	Ukuran Troli Baru.....	43
Gambar 4.5	Gaya Troli Lama	45
Gambar 4.6	Gaya Troli Baru	46
Gambar 5.1	Desain Troli Pertama	52
Gambar 5.2	Desain Troli Kedua.....	53
Gambar 5.3	Desain Troli Ketiga.....	54

Gambar 5.4 Grafik Tingkat Keluhan Muskuloskeletal Antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....57

Gambar.5.5. Grafik Tingkat Kelelahan Antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....59

.....



ABSTRAK

Konversi tabung gas LPG dilaksanakan tahun 2010. Masyarakat berpindah bahan bakar untuk memasak dari minyak tanah ke gas LPG. Konversi ini menciptakan peluang bisnis. Salah satu peluan bisnis yang ada adalah agen gas LPG. PT. Mitra Sinar adalah salah satu agen gas LPG 3 Kg untuk wilayah kabupaten Kebumen. Salah satu aktivitas yang ada di perusahaan ini adalah manual material handling (mmh), yaitu memindahkan tabung gas LPG 3 Kg dari gudang penyimpanan menuju ke truk pengangkut atau sebaliknya. Troli yang di gunakan pada perusahaan ini hanya dapat mengangkut tabung gas LPG 3 Kg sebanyak 5 buah dan pekerja harus mengeluarkan gaya angkat untuk membawa tabung gas LPG 3 Kg dengan menggunakan troli. Sehingga penggunaan untuk jangka panjang dan berulang kali dapat mengakibatkan kelelahan serta rasa sakit pada anggota tubuh. Oleh karena itu dilakukan desain troli tabung gas LPG 3 Kg dengan pendekatan ergonomi partisipatori yang ditujukan untuk mengurangi keluhan muskuloskeletal dan kelelahan pekerja. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat tenun baru mampu menurunkan keluhan muskuloskeletal sebesar 27,07 % dan menurunkan kelelahan sebesar 8.72%

Kata Kunci : Desain, Troli, Keluhan muskuloskeletal, kelelahan, Ergonomi partisipatori



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Konversi minyak tanah ke *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) sudah dilaksanakan pada tahun 2010. Masyarakat yang dahulu menggunakan kompor minyak tanah sekarang beralih ke kompor gas. Pada awal konversi minyak tanah ke LPG, masyarakat mendapatkan bantuan dari pemerintah berupa kompor gas dan tabung LPG 3 Kg. Konversi minyak tanah ke LPG juga membuka peluang usaha baru. Salah satu rantai pendistribusian yang ada dalam usaha ini adalah agen. Di dalam agen, terdapat aktivitas mulai dari tabung isi gas LPG 3 Kg sampai ke agen dan berakhir sampai konsumen. Sebelum sampai ke tangan konsumen, tabung gas LPG 3 Kg disimpan terlebih dahulu di dalam gudang untuk menjaga ketersediaan. Tabung gas yang baru diisi dari SPBE, diangkut menggunakan truk menuju ke gudang penyimpanan. Dalam satu truk, biasanya tabung disusun menjadi lima tingkatan, hal ini bertujuan agar tabung tidak melebihi badan bak truk. Untuk memindahkan tabung gas LPG 3 Kg dari truk menuju ke dalam gudang penyimpanan ada beberapa cara yang digunakan, salah satunya menggunakan troli.

PT. Mitra Sinar adalah sebuah agen gas LPG 3 Kg yang berada di daerah Prembun kabupaten Kebumen. Salah satu kegiatan yang ada di dalam agen ini adalah *manual material handling* (MMH). Pemindahan tabung gas LPG 3 Kg dari truk menuju gudang penyimpanan, atau pemindahan tabung dari gudang menuju truk merupakan salah satu kegiatan MMH. Pemindahan tabung gas LPG 3 Kg dari truk menuju gudang penyimpanan atau sebaliknya dalam agen ini sudah menggunakan

troli. Troli yang digunakan dalam agen ini hanya dapat mengangkut tabung gas LPG 3 Kg, yang disusun keatas sebanyak 5 buah. Bila truk dalam posisi penuh atau kosong, pekerja memindahkan tabung gas LPG sebanyak 112 kali dari gudang penyimpanan menuju truk atau sebaliknya. Truk hanya dapat diisi maksimal 560 tabung dengan posisi tabung gas LPG 3 Kg disusun keatas sebanyak 5 buah. Hal ini dapat menyebabkan pekerja mengalami kelelahan, dan akan membuat lama proses pemindahan tabung.

Aktivitas kegiatan pemindahan material secara manual dapat menimbulkan resiko cedera. Kecelakaan (industrial accident) yaitu kerusakan jaringan tubuh yang diakibatkan mengangkat yang berlebihan, selain itu mempunyai resiko besar terjadinya penyakit cedera tulang belakang akibat dari penanganan barang yang cukup berat dan posisi tubuh yang salah dalam bekerja (Sudaryanto, 2011). Adanya sikap paksa pada postur kerja alamiah yang mengakibatkan *awkward posture* akan menimbulkan potensi MSDs (Norman dan Wells, 1998). Kegiatan ini juga dapat menimbulkan kelelahan kerja yang sangat berpengaruh terhadap produktivitas kerja bahkan penurunan produktivitas kerja terutama disebabkan oleh adanya kelelahan kerja (Byrd dan Moore, 1986).

Usaha perbaikan kerja untuk mengurangi keluhan dapat dilakukan dengan perancangan alat kerja yang hendaknya bersifat sederhana, biaya murah, mudah dilakukan dan dapat memberikan keuntungan secara ekonomi (Manuba, 1992). Merancang peralatan harus memenuhi fungsinya dan memperhatikan keinginan pemakai (Prasetyowibowo, 1999).

Beberapa penelitian terkait dengan perancangan troli adalah penelitian yang dilakukan oleh Sudaryanto (2011) tentang Desain Kereta Dorong Material Handling Untuk Meningkatkan Produktivitas. Penelitian lain terkait dengan ergonomi

partisipatori adalah penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Syaiful Zuhri (2010) tentang perancangan kursi mekanik dengan pendekatan ergonomi partisipatori. Bertitik tolak dari permasalahan diatas, maka penelitian ini mengambil judul sementara **“Perancangan Troli Tabung Gas LPG 3 Kg Dengan Pendekatan Ergonomi Partisipatori”**

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang terdapat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Desain troli gas LPG 3 Kg seperti apakah yang diinginkan oleh para pekerja berdasarkan pendekatan ergonomi partisipatori?
2. Seberapa besar penurunan keluhan muskuloskeletal dan penurunan kelelahan para pekerja terhadap desain troli gas LPG 3 Kg baru?
3. Seberapa besar gaya yang diterima pekerja saat menggunakan troli lama dan troli baru?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas, serta untuk mempermudah dalam pemecahan masalah, peneliti membatasi masalah yang akan diteliti sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di agen gas LPG 3 Kg di PT. Mitra Sinar, Prembun, Kebumen.
2. Objek yang diamati adalah pekerja di PT. Mitra Sinar.
3. Keadaan lingkungan di lokasi tempat penelitian diasumsikan normal.
4. Penelitian di fokuskan pada desain troli tabung gas LPG 3 Kg untuk menurunkan keluhan muskuloskeletal, menurunkan kelelahan kerja pekerja di agen gas LPG 3 Kg.
5. Pengamatan hanya dilakukan pada pekerja agen tabung gas LPG 3 Kg yang melakukan pekerjaan memindahkan tabung gas LPG 3 Kg dari truk menuju gudang penyimpanan atau sebaliknya.

I.4 Tujuan Penelitian.

Adapun tujuan dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah diatas adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui desain troli tabung gas LPG 3 Kg yang sesuai dengan keinginan pekerja di agen gas LPG 3 Kg berdasarkan pendekatan ergonomi partisipatori
2. Untuk mengetahui penurunan keluhan muskuloskeletal dan penurunan kelelahan pekerja sebelum dan sesudah bekerja menggunakan troli tabung gas LPG 3 Kg yang baru.
3. Untuk mengetahui berapa gaya yang diperlukan oleh pekerja saat menggunakan troli lama dan troli baru.

I.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Bagi Penulis

Untuk menambah wawasan dan pengetahuan tentang pengaruh perubahan sistem kerja terhadap keluhan subjektif dan kelelahan seseorang serta mendapatkan gambaran sesungguhnya antara teori yang didapatkan dengan fakta dilapangan.

b. Bagi Institusi

Diharapkan dapat menjadi masukan dan evaluasi bagi pemilik agen gas LPG 3 Kg untuk meningkatkan kenyamanan pekerjanya.

c. Bagi Masyarakat Umum

Diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi bacaan untuk menambah ilmu pengetahuan bagi para pembaca. Selain itu dapat digunakan sebagai acuan penelitian berikutnya mengingat masih banyaknya faktor-faktor yang belum termasuk dalam penelitian ini

I.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibuat untuk membantu memberikan gambaran umum tentang penelitian yang akan dilakukan. Secara garis besar sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan menguraikan secara singkat mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab Tinjauan Pustaka berisi uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan. Di samping itu juga berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian, dasar-dasar teori untuk mendukung kajian yang akan dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ketiga ini menguraikan bahan atau materi penelitian, alat, tata cara penelitian dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai dan sesuai dengan bagan alir yang telah dibuat.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

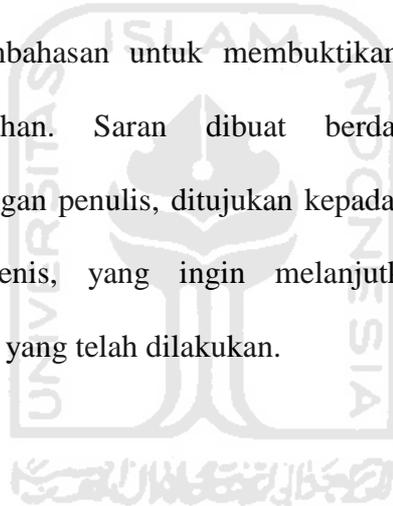
Bab ini menguraikan data-data yang dihasilkan selama penelitian dan pengolahan data tersebut dengan metode yang telah ditentukan hasil analisis.

BAB V PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil penelitian berupa tabel hasil pengolahan data, grafik, persamaan atau model serta analisis yang menyangkut penjelasan teoritis secara kualitatif, kuantitatif maupun statistik dari hasil penelitian dan kajian untuk menjawab tujuan penelitian.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan memuat pernyataan singkat dan tepat yang dijabarkan dari hasil penelitian serta pembahasan untuk membuktikan hipotesis atau menjawab permasalahan. Saran dibuat berdasarkan pengalaman dan pertimbangan penulis, ditujukan kepada para peneliti dalam bidang yang sejenis, yang ingin melanjutkan dan mengembangkan penelitian yang telah dilakukan.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Ergonomi

Ergonomi yang secara umum diartikan sebagai "*the study of work*" telah mampu membawa perubahan yang signifikan dalam mengimplementasikan konsep peningkatan produktivitas melalui efisiensi penggunaan tenaga kerja dan pembagian kerja berdasarkan spesialisasi keahlian kerja manusia (Bridger, 1995; Sanders & McCormick, 1992). *Human engineering* (Ergonomi) didefinisikan sebagai perancangan *man machine interface* sehingga pekerja dan mesin bisa berfungsi lebih efektif dan efisien sebagai sistem manusia mesin yang terpadu (Grandjean, 1993).

Sanders dan McCormick (1992) dalam hal ini secara tegas menyatakan manusia-manusia "pra-sejarah" yang menggunakan alat/perkakas (*tools*) baik untuk melindungi maupun membantu melaksanakan kerja tertentu merupakan peletak dasar pemikiran dan penerapan ergonomi dalam proses perancangan produk/peralatan kerja. Selanjutnya studi-studi mengenai peralatan kerja yang harus dioperasikan dengan menggunakan tenaga fisik manusia terutama di sektor pertanian (*people-powered farming tools*) seperti bajak, pacul, sabit, dan lain-lain telah pula melahirkan banyak perubahan maupun modifikasi rancangan dengan lebih memperhatikan faktor manusia.

Fokus dari ergonomi adalah manusia dan interaksinya dengan produk, peralatan, fasilitas, prosedur dan lingkungan dan pekerja serta kehidupan sehari-hari dimana penekanannya adalah pada faktor manusia (Wignjosoebroto, 1995). Osborne (1982) dan Pulat (1992) menyatakan bahwa ergonomi mempunyai tiga tujuan yaitu:

1. Memberikan kenyamanan

Dalam penerapan ergonomi akan dipelajari cara-cara penyesuaian pekerjaan, alat kerja dan lingkungan kerja dengan manusia, dengan memperhatikan kemampuan dan keterbatasan manusia itu sehingga tercapai suatu keserasian antara manusia dan pekerjaannya yang akan meningkatkan kenyamanan kerja dan produktivitas kerja.

2. Kesehatan dan keselamatan kerja yang optimal

Ergonomi memberikan peranan penting dalam meningkatkan kesehatan dan keselamatan kerja yang optimal artinya sangat berperan dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja, misalnya desain suatu sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri kerja untuk alat peraga *visual* (*Visual display unit*). Hal itu 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 di dapat optimasi dalam proses *transfer* informasi dengan dihasilkannya suatu respon yang cepat dengan meminimumkan resiko kesalahan, serta supaya didapatkan optimasi, efisien kerja dan hilangnya resiko kesehatan akibat metoda kerja yang kurang tepat.

3. Efisiensi kerja

Penting dalam penyesuaian antara peralatan kerja dengan kondisi tenaga kerja yang menggunakan. Kondisi tenaga kerja ini bukan saja aspek fisiknya (ukuran anggota tubuh: tangan, kaki, tinggi badan) tetapi juga kemampuan intelektual atau berpikirnya. Cara meletakkan dan penggunaan mesin otomatis dan komputerisasi di suatu pabrik misalnya,

harus disesuaikan dengan tenaga kerja yang akan mengoperasikan mesin tersebut, baik dari segi tinggi badan dan kemampuannya. Dalam kaitannya efisiensi yang ingin dicapai oleh ergonomi adalah mencegah kelelahan tenaga kerja yang menggunakan alat-alat tersebut, apabila peralatan kerja dan manusia atau tenaga kerja tersebut sudah cocok maka kelelahan dapat dicegah dan hasilnya lebih efisien, sehingga akan meningkatkan efisiensi kerja yang akan meningkatkan produktivitas kerja, sehingga yang terpenting yakni bagaimana mengatur cara atau metode kerja sehingga meskipun hanya dengan menggunakan anggota tubuh saja pekerjaan itu dapat terselesaikan dengan efisien tanpa menimbulkan kelelahan.

Secara umum tujuan dari penerapan ergonomi adalah (Tarwaka, 2004):

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, 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 baik selama kurun waktu usia produktif maupun 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.

Untuk mencapai tujuan ergonomi, maka perlu keserasian antara pekerja dan pekerjaannya, sehingga manusia sebagai pekerja dapat bekerja sesuai dengan kemampuan, kebolehan dan keterbatasannya. Secara umum kemampuan, kebolehan

dan keterbatasan manusia ditentukan oleh berbagai faktor yaitu umur, jenis kelamin, ras, anthropometri, status kesehatan, gizi, kesegaran jasmani, pendidikan, ketrampilan, budaya, tingkah laku, kebiasaan dan kemampuan beradaptasi (Tarwaka, 2004).

2.2 Keluhan Muskuloskeletal

Sistem muskuloskeletal adalah 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 lama maka dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligament dan tendon. Keluhan hingga kerusakan ini yang biasa diistilahkan dengan keluhan musculoskeletal disorders (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal (Grandjean, 1993). Gangguan muskuloskeletal yang sering juga disebut *Work Related Musculoskeletal Disorder* (WMSDs) merupakan pengelompokan dari suatu penyakit/kelainan yang disebabkan oleh kegiatan berulang (bergerak, bersikap, dll), pekerjaan yang statis, pemuatan yang terus-menerus pada struktur jaringan, kurangnya pemicu waktu penyembuhan, atau proses patologis (yang menimbulkan sakit) yang telah berlangsung lama (Hagberg, 1997).

Menurut Bridger, (1995) sikap kerja yang salah, canggung, dan di luar kebiasaan akan menambah resiko cedera pada bagian sistem musculoskeletal.

1. Sikap Kerja Berdiri

Sikap kerja berdiri merupakan salah satu sikap kerja yang sering dilakukan ketika melakukan sesuatu pekerjaan. Berat tubuh manusia akan ditopang oleh satu ataupun kedua kaki ketika melakukan posisi berdiri. Aliran beban berat tubuh mengalir pada kedua kaki menuju tanah. Hal ini

disebabkan oleh faktor gaya gravitasi bumi. Kestabilan tubuh ketika posisi berdiri dipengaruhi posisi kedua kaki. Kaki yang sejajar lurus dengan jarak sesuai dengan tulang pinggul akan menjaga tubuh dari tergelincir. Selain itu perlu menjaga kelurusan antara anggota bagian atas dengan anggota bagian bawah.

2. Sikap Kerja Membungkuk

Salah satu sikap kerja yang tidak nyaman untuk diterapkan dalam pekerjaan adalah membungkuk. Posisi ini tidak menjaga kestabilan tubuh ketika bekerja. Pekerja mengalami keluhan nyeri pada bagian punggung bagian bawah (*low back pain*) bila dilakukan secara berulang dan periode yang cukup lama. Sikap kerja membungkuk dapat menyebabkan “*slipped disks*”, bila dibarengi dengan pengangkatan beban berlebih. Prosesnya sama dengan sikap kerja membungkuk, tetapi akibat tekanan yang berlebih menyebabkan ligament pada sisi belakang lumbar rusak dan penekanan pembuluh syaraf. Kerusakan ini disebabkan oleh keluarnya material *invertebratal disks* pada akibat desakan tulang belakang bagian lumbar.

3. Pengangkatan Beban

Kegiatan ini menjadi penyumbang terbesar terjadinya kecelakaan kerja pada bagian punggung. Pengangkatan beban yang melebihi kadar dari kekuatan manusia menyebabkan penggunaan tenaga yang lebih besar pula atau *over exertion*. Adapun pengangkatan beban akan berpengaruh pada tulang belakang bagian lumbar. Pada wilayah ini terjadi penekanan pada bagian L5/S1 (lempeng antara lumbar ke 5 dan sacral 1) Penekanan pada daerah ini mempunyai batas tertentu untuk menahan tekanan.

Invertebratal disks pada bagian L5/S1 lebih banyak menahan tekanan daripada tulang belakang. Bila pengangkatan yang dilakukan melebihi kemampuan tubuh manusia, maka akan terjadi *disck herniation* akibat lapisan pembungkus pada *invertebratal disks* pada bagian L5/S1 pecah.

4. Membawa Beban

Terdapat perbedaan dalam menentukan beban normal yang dibawa oleh manusia. Hal ini dipengaruhi oleh frekuensi dari pekerjaan yang dilakukan. Faktor yang paling berpengaruh dari kegiatan membawa beban adalah jarak. Jarak yang ditempuh semakin jauh akan menurunkan batasan beban yang dibawa.

5. Kegiatan Mendorong Beban

Hal yang penting menyangkut kegiatan mendorong beban adalah tinggi tangan pendorong. Tinggi pegangan antara siku dan bahu selama mendorong beban dianjurkan dalam kegiatan ini. Hal ini dimaksudkan untuk menghasilkan tenaga maksimal untuk mendorong beban berat dan menghindari kecelakaan kerja bagian tangan dan bahu.

6. Menarik Beban

Kegiatan ini biasanya tidak dianjurkan sebagai metode pemindahan beban, karena beban sulit untuk dikendalikan dengan anggota tubuh. Beban dengan mudah akan tergelincir keluar dan melukai pekerjaanya. Kesulitan yang lain adalah pengawasan beban yang dipindahkan serta perbedaan jalur yang dilintasi. Menarik beban hanya dilakukan pada jarak yang pendek dan bila jarak yang ditempuh lebih jauh biasanya beban didorong ke depan.

2.3 Kuisoner *Nordic Body Map*

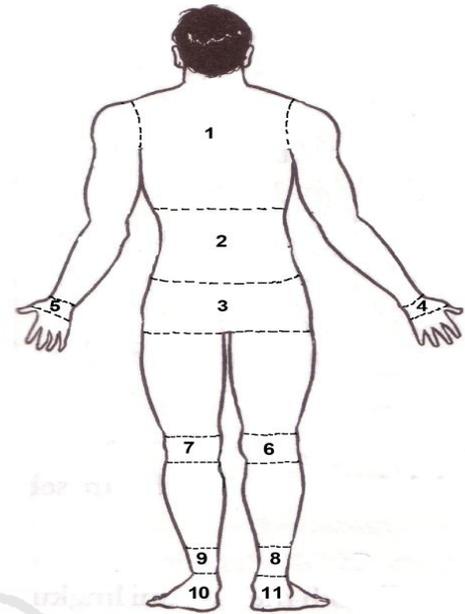
Metode dalam hal untuk mengetahui keluhan muskuloskeletal yang merupakan indikasi keluhan fisik adalah dengan menggunakan skala *Nordic Body Map* (NBM) untuk dapat diketahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari rasa tidak nyaman (agak sakit) sampai sangat sakit (Corlett,1992). Dengan melihat dan menganalisis peta tubuh (NBM) seperti pada Gambar.1 maka dapat diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot muskuloskeletal yang dirasakan oleh pekerja agar tidak terjadi bias pada saat pengukuran, maka sebaiknya pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah melakukan aktivitas kerja (*pre and post test*).

(Tarwaka, et al., 2004)



Keterangan gambar :

1. Punggung
2. Pinggang
3. Pantat
4. Pergelangan tangan kanan
5. Pergelangan tangan kiri
6. Lutut kanan
7. Lutut kiri
8. Pergelangan kaki kanan
9. Pergelangan kaki kiri
10. Kaki kiri
11. Kaki kanan



Gambar 2.1 *Nordic Body Map*

2.4 Mekanika

Mekanika dapat dikatakan sebagai cabang ilmu fisika yang berbicara tentang keadaan diam atau bergerak benda-benda yang mengalami kerja atau aksi gaya (Hibbeler, 1998). Konsep-konsep berkaitan dengan objek penelitian yang dilakukan yaitu mengenai ilmu statika, dan gaya.

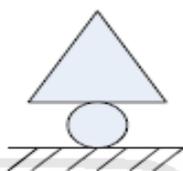
2.4.1 Statika

Statika adalah ilmu yang mempelajari tentang statik dari suatu beban terhadap gaya-gaya dan beban yang mungkin ada pada bahan tersebut, atau juga dapat dikatakan sebagai perubahan terhadap panjang benda awal karena gaya atau beban.

Terdapat 3 jenis tumpuan dalam ilmu statika untuk menentukan jenis perletakan yang digunakan dalam menahan beban yang ada dalam struktur, beban yang ditahan oleh perletakan, yaitu:

1. Tumpuan rol,

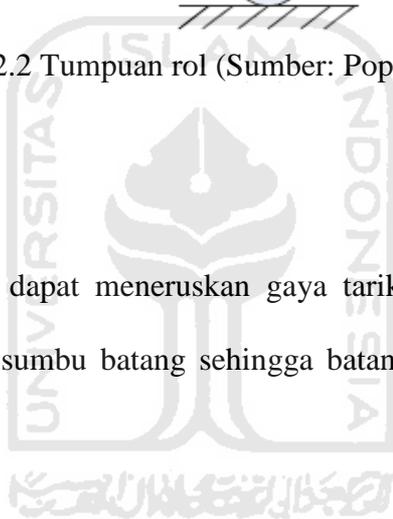
Tumpuan rol yaitu tumpuan yang dapat meneruskan gaya desak yang tegak lurus bidang peletakannya.



Gambar 2.2 Tumpuan rol (Sumber: Popov, 1991)

2. Tumpuan sendi,

Tumpuan yang dapat meneruskan gaya tarik dan desak tetapi arahnya selalu menurut sumbu batang sehingga batang tumpuan hanya memiliki satu gaya.



Gambar 2.3 Tumpuan sendi (Sumber: Popov, 1991)

3. Tumpuan jepitan,

Jepitan adalah tumpuan yang dapat meneruskan segala gaya dan momen sehingga dapat mendukung H, V dan M yang berarti mempunyai tiga gaya. Dari kesetimbangan kita memenuhi bahwa agar susunan gaya dalam

keadaan setimbang haruslah dipenuhi tiga syarat yaitu $\Sigma F_{\text{Horizontal}} = 0$,
 $\Sigma F_{\text{Vertikal}} = 0$, $\Sigma M = 0$



Gambar 2.4 Tumpuan Jepitan (Sumber: Popov, 1991)

2.4.2 Gaya

Suatu konstruksi bertugas mendukung gaya-gaya luar yang bekerja padanya yang kita sebut sebagai beban. Konstruksi harus ditumpu dan diletakkan pada peletakan-peletakan tertentu agar dapat memenuhi tugasnya yaitu menjaga keadaan konstruksi yang seimbang. Suatu konstruksi dikatakan seimbang bila resultan gaya yang bekerja pada konstruksi tersebut sama dengan nol atau dengan kata lain $\Sigma F_x = 0$, $\Sigma F_y = 0$, $\Sigma F_z = 0$, $\Sigma M = 0$.

Gaya adalah sesuatu yang menyebabkan suatu benda dari keadaan diam menjadi bergerak atau sebaliknya. Dalam ilmu statika berlaku hukum (Aksi = Reaksi), gaya dalam statika kemudian dikenal dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu:

1. Gaya luar

Gaya luar adalah gaya yang diakibatkan oleh beban yang berasal dari luar sistem yang pada umumnya menciptakan kestabilan konstruksi. Sedangkan beban adalah beratnya beban atau barang yang didukung oleh suatu konstruksi atau bangunan beban dan dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu :

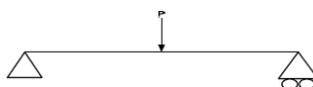
- a. Beban mati yaitu beban yang sudah tidak bisa dipindah-pindah, seperti dinding, penutup lantai dll.

- b. Beban sementara yaitu beban yang masih bisa dipindah-pindahkan, ataupun beban yang dapat berjalan seperti beban orang, mobil (kendaraan), kereta dll.
 - c. Beban terbagi rata yaitu beban yang secara merata membebani struktur. Beban dapat dibedakan menjadi beban segi empat dan beban segitiga.
 - d. Beban titik terpusat adalah beban yang membebani pada suatu titik.
 - e. Beban berjalan adalah beban yang bisa berjalan atau dipindah-pindahkan baik itu beban merata, titik, atau kombinasi antar keduanya.
2. Gaya dalam.

Akibat adanya gaya luar yang bekerja, maka bahan memberikan perlawanan sehingga timbul gaya dalam yang menyebabkan terjadinya deformasi atau perubahan bentuk. Agar suatu struktur tidak hancur atau runtuh maka besarnya gaya akan bergantung pada struktur gaya luar.

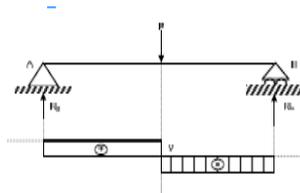
3. Gaya geser / *shearing force diagram*.

Gaya geser merupakan gaya dalam yang terjadi akibat adanya beban yang arah garis kerjanya tegak lurus (\perp) pada sumbu batang yang ditinjau.



Gambar 2.5 Sketsa prinsip statika kesetimbangan (Sumber: Popov, 1991)

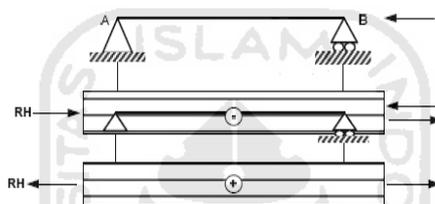
Gaya bidang lintang ditunjukkan dengan SFD (*shearing force diagram*), dimana penentuan tanda pada SFD berupa tanda negatif (-) atau positif (+) bergantung dari arah gaya.



Gambar 2.6 Sketsa *shearing force diagram* (Sumber: Popov, 1991)

4. Gaya normal /*normal force*.

Gaya normal merupakan gaya dalam yang terjadi akibat adanya arah garis kerjanya searah ($//$) sumbu batang yang ditinjau

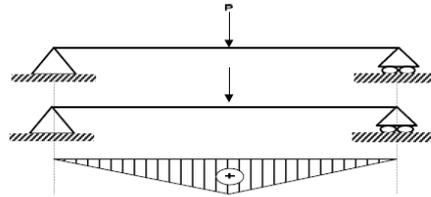


Gambar 2.7 Sketsa *normal force* (Sumber: Popov, 1991)

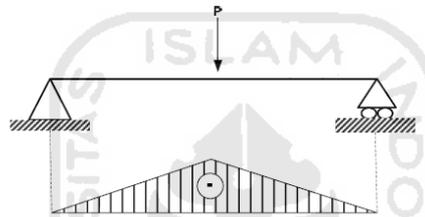
Agar batang tetap utuh, maka gaya dalam sama dengan gaya luar. Pada gambar diatas nampak bahwa tanda (-) negative yaitu batang tertekan, sedang bertanda (+) batang tertarik.

5. Momen.

Momen adalah gaya yang bekerja dikalikan dengan panjang lengan yang terjadi akibat adanya beban yang terjadi pada struktur tersebut



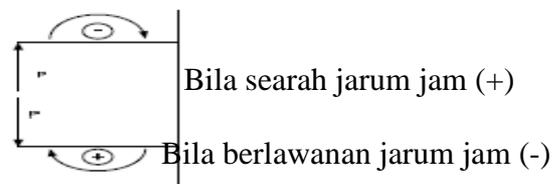
Gambar 2.8 Sketsa moment bending (+) (Sumber: Popov, 1991)



Gambar 2.9 Landasan sketsa moment bending (-) (Sumber: Popov, 1991)

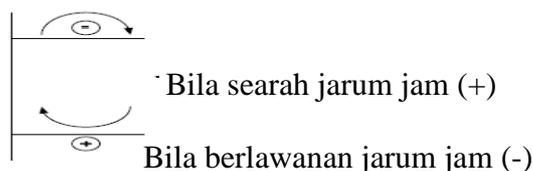
Dalam sebuah perhitungan gaya dalam momen memiliki kesepakatan yang senantiasa dipenuhi yaitu pada arah tinjauan, sebagai berikut:

- a. Ditinjau dari arah kanan,



Gambar 2.10 Landasan arah kanan (Sumber: Popov, 1991)

b. Ditinjau dari arah kiri,



Gambar 2.11 Landasan arah kiri (Sumber: Popov, 1991)

2.5 Kelelahan

Kelelahan secara umum merupakan suatu keadaan yang tercermin dari gejala perubahan psikologis berupa kelambanan aktivitas motorik dan respirasi, adanya perasaan sakit, berat pada bola mata, pelemahan motivasi, penurunan aktivitas yang akan mempengaruhi aktivitas fisik dan mental (Grandjean, 1993). Kelelahan dapat berupa kelelahan fisik, kelelahan emosional dan kelelahan mental karena bekerja dalam situasi yang menuntut keterlibatan emosional (Sutjipto, 2006).

Kelelahan diklasifikasikan dalam dua jenis, yaitu kelelahan otot dan kelelahan umum. Kelelahan otot merupakan tremor pada otot atau perasaan nyeri pada otot. Kelelahan otot merupakan tremor pada otot atau perasaan nyeri pada otot, sedangkan kelelahan umum biasanya ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja yang disebabkan oleh monotomi, intensitas, lamanya kerja fisik, keadaan lingkungan, mental, status kesehatan dan keadaan gizi (Grandjean, 1993).

Kelelahan terjadi karena terkumpulnya produk sisa dalam otot dan peredaran darah, dimana produk sisa ini bersifat bisa membatasi kelangsungan aktivitas otot. Produk sisa ini mempengaruhi serat syaraf dan sistem syaraf pusat, sehingga menyebabkan orang menjadi lambat bekerja jika sudah lelah (Sutalaksana, 2006).

Dari segi fisiologis (fisik atau kimia), tubuh manusia dianggap sebagai mesin yang mengkonsumsi bahan bakar, dan memberikan output berupa tenaga yang berguna untuk melaksanakan aktivitas. Pada prinsipnya, ada lima macam mekanisme yang dilakukan tubuh, yaitu sistem peredaran, sistem pencernaan, sistem otot, sistem syaraf dan sistem pernapasan. Kerja fisik yang terus menerus berpengaruh terhadap mekanisme di atas, baik secara terpisah maupun sekaligus (Sutalaksana, 2006).

Kelelahan psikologis (kejiwaan) menyangkut perubahan yang bersangkutan dengan moral seseorang. Kelelahan ini bisa disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya kurang minat pada pekerjaan, pekerjaan yang monoton, keadaan lingkungan, adanya hukum moral yang mengikat dan merasa tidak cocok. Sebab mental seperti tanggung jawab, kekhawatiran dan konflik. Pengaruh ini berkumpul dalam benak dan menimbulkan rasa lelah (Sutalaksana, 2006).

Untuk mengurangi tingkat kelelahan maka harus dihindarkan sikap kerja yang bersifat statis dan diupayakan sikap kerja yang lebih dinamis. Hal ini dapat dilakukan dengan merubah sikap kerja yang statis menjadi sikap kerja yang lebih bervariasi atau dinamis. Sehingga sirkulasi darah dan oksigen dapat berjalan normal ke seluruh anggota tubuh (Tarwaka, 2004).

2.6 Konsep Antropometri

Antropometri adalah ilmu yang mempelajari tentang ukuran tubuh manusia dan karakteristik fisik tubuh lainnya seperti ukuran, bentuk berat dan kekuatan yang digunakan untuk perancangan alat dan tempat kerja (Tayyari dan Smith, 1997). Zander (1989) dalam Purwanto (1992) menggunakan kesesuaian anatara ukuran tubuh pekerja dengan alat/mesin yang digunakan sebagai tolok ukur rancangan yang

optimal, sebab pada keadaan yang demikian, postur kerja pekerja akan alamiah, sehingga tercipta kondisi yang nyaman, aman, dan tidak cepat melelahkan pekerja.

Pemakaian data antropometri mengusahakan semua alat disesuaikan dengan kemampuan manusia, bukan manusia disesuaikan dengan alat. Rancangan yang mempunyai kompatibilitas tinggi dengan manusia yang memakainya sangat penting untuk mengurangi timbulnya bahaya akibat terjadinya kesalahan kerja akibat adanya kesalahan disain (*design-induced error*) (Liliana et.al., 2007).

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, dimana dimensi tubuh diukur dalam berbagai posisi tubuh yang sedang bergerak, sehingga lebih kompleks dan lebih sulit diukur.

Perbedaan antara satu populasi dengan populasi yang lain adalah dikarenakan oleh faktor-faktor berikut (Nurmianto, 2005):

1. Keacakan/random

Walaupun telah terdapat dalam satu kelompok populasi yang sudah jelas sama jenis kelamin, suku/bangsa, kelompok usia dan pekerjaannya, namun masih akan ada perbedaan yang cukup signifikan antara berbagai macam masyarakat.

2. Jenis kelamin

Ada perbedaan signifikan antara dimensi tubuh pria dan wanita. Untuk kebanyakan dimensi pria dan wanita ada perbedaan signifikan di antara

mean dan nilai perbedaan ini tidak dapat diabaikan. Pria dianggap lebih panjang dimensi segmen badannya daripada wanita sehingga data antropometri untuk kedua jenis kelamin tersebut selalu disajikan secara terpisah.

3. Suku bangsa

Variasi diantara beberapa kelompok suku bangsa telah menjadi hal yang tidak kalah pentingnya karena meningkatnya jumlah angka migrasi dari satu negara ke negara lain. Suatu contoh sederhana bahwa yaitu dengan meningkatnya jumlah penduduk yang migrasi dari negara Vietnam ke Australia, untuk mengisi jumlah satuan angka kerja (*industrial workforce*), maka akan mempengaruhi antropometri secara nasional.

4. Usia

Usia digolongkan atas berbagai kelompok usia yaitu:

- a. Balita,
- b. Anak-anak,
- c. Remaja,
- d. Dewasa, dan
- e. Lanjut usia

Hal ini jelas berpengaruh terutama jika desain diaplikasikan untuk antropometri anak-anak. Antropometrinya cenderung terus meningkat sampai batas usia dewasa. Namun setelah menginjak usia dewasa, tinggi badan manusia mempunyai kecenderungan menurun yang disebabkan oleh berkurangnya elastisitas tulang belakang (*intervertebral disc*) dan berkurangnya dinamika gerakan tangan dan kaki.

5. Jenis pekerjaan

Beberapa jenis pekerjaan tertentu menurut adanya persyaratan dalam seleksi karyawannya, misalnya: buruh dermaga/pelabuhan harus mempunyai postur tubuh yang relatif lebih besar dibandingkan dengan karyawan perkantoran pada umumnya. Apalagi jika dibandingkan dengan jenis pekerjaan militer.

6. Pakaian

Hal ini juga merupakan sumber keragaman karena disebabkan bervariasinya iklim/musim yang berbeda dari suatu tempat ke tempat yang lainnya terutama untuk daerah dengan empat musim. Misalnya pada waktu musim dingin manusia akan memakai pakaian yang relatif lebih tebal dan ukuran yang relatif lebih besar. Ataupun untuk para pekerja di pertambangan, pengeboran lepas pantai, pengecoran logam. Bahkan para penerbang dan astronot pun harus mempunyai pakaian khusus.

7. Faktor kehamilan pada wanita

Faktor ini sudah jelas mempunyai pengaruh perbedaan yang berarti kalau dibandingkan dengan wanita yang tidak hamil, terutama yang berkaitan dengan analisis perancangan produk dan analisis perancangan kerja.

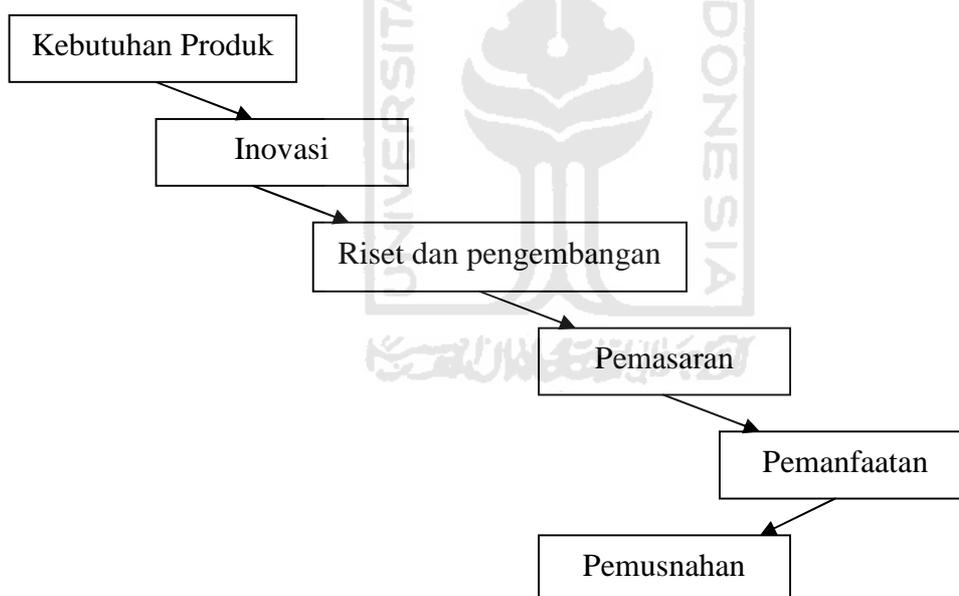
8. Cacat tubuh secara fisik

Suatu perkembangan yang mengemberikan pada decade terakhir yaitu dengan diberikannya skala prioritas pada rancang bangun fasilitas akomodasi untuk para penderita cacat tubuh secara fisik sehingga mereka dapat ikut serta merasakan “kesamaan” dalam penggunaan jasa dari hasil ilmu ergonomi di dalam pelayanan untuk masyarakat. Masalah yang sering timbul misalnya: keterbatasan jarak jangkauan, dibutuhkan ruang kaki (*knee space*) untuk desain meja kerja, lorong/ /jalur khusus untuk

kursi roda, ruang khusus di dalam *lavatory*, jalur khusus untuk keluar masuk perkantoran, kampus, hotel, restoran, supermarket dan lain-lain.

2.7 Desain Produk

Desain adalah prinsip - prinsip ilmiah, informasi teknis dan imajinasi dalam dimensi mekanik, mesin struktur atau system untuk melakukan fungsi dengan ekonomi maksimum dan efisiensi (Tahid, 2007). Produk adalah sebuah benda teknik yang keberadaannya di dunia merupakan hasil karya keteknikan, yaitu hasil rancangan, pembuatan teknik, dan hal-hal terkait lainnya (Harsokusumo, 2000). Setiap produk mempunyai siklus alami produk seperti yang digambarkan pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Siklus Alami Produk (Sumber: Harsokusumo)

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).

2.8 Pendekatan Ergonomi Partisipatori

Ergonomi partisipatori adalah strategic makro ergonomic untuk mengidentifikasi, menganalisis dan memecahkan masalah ergonomis (Imada, 1986). 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 acuaanya dengan mempertimbangkan pendekatan secara holistik dan mengupayakan agar seseorang dalam kondisi sehat, aman, nyaman, efektif dan efisien sehingga tercapai produktivitas yang setinggi-tingginya. 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. Keterlibatan orang dalam perencanaan dan mengendalikan sejumlah besar kegiatan kerja mereka sendiri, dengan cukup pengetahuan dan kekuatan untuk mempengaruhi baik proses dan hasil (Wilson and haines, 1997).

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 memiliki tiga tahapan yaitu (De jong, 2004):

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.

Imada (1991) memberikan tiga alasan menggunakan ergonomic partisipatori:

1. Ergonomi dalam banyak kasus menyediakan nama dan label untuk ide – ide, prinsip, atau praktek bahwa para pekerja sudah menggunakan dan dalam arti melegitimasi ide – ide dan pengalaman bahwa para pekerja telah terakumulasi dalam melakukan pekerjaan mereka.
2. Orang lebih cenderung untuk mendukung proyek – proyek bila mereka mempunyai rasa kepemilikan. Ini sering mengarah ke komitmen yang lebih besar untuk merubah desain tempat kerja mereka.
3. Partisipasi pengguna untuk memecahkan masalah dan mengembangkan teknologi untuk menciptakan alat yang fleksibel, dan mereka akan dapat memecahkan masalah di masa depan.

2.9 Uji Beda

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 (α) 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 agen gas LPG 3 Kg di PT. Mitra Sinar, Prembun, Kebumen.

3.2 Populasi

Populasi adalah himpunan yang anggotanya adalah keseluruhan dari anggota obyek pembicaraan. Dikemukakan bahwa jika jumlah populasi yang diamati kurang dari 100 maka lebih baik digunakan seluruhnya sehingga penelitiannya merupakan penelitian populasi (Arikunto, 2004). Objek penelitian yang dipilih adalah pekerja di PT. Mitra Sinar, Prembun, Kebumen yang berjumlah 9 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 perancangan troli tabung gas LPG 3 Kg berbasis ergonomi partisipatori. Sedangkan variabel tergantung bertindak sebagai *output* penelitian adalah keluhan muskuloskeletal dan kelelahan.

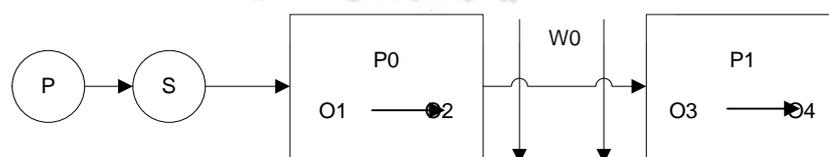
3.4 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini

1. kuesioner *Nordic Body Map* untuk mendata keluhan muskuloskeletal.
2. *30 items of rating scale* yang dimodifikasi dengan empat skala Likert untuk mendata kelelahan.
3. Jam henti (*stop watch*) digunakan untuk menghitung durasi kerja.
4. Camera digital, untuk mendokumentasikan proses kerja.
5. 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 :

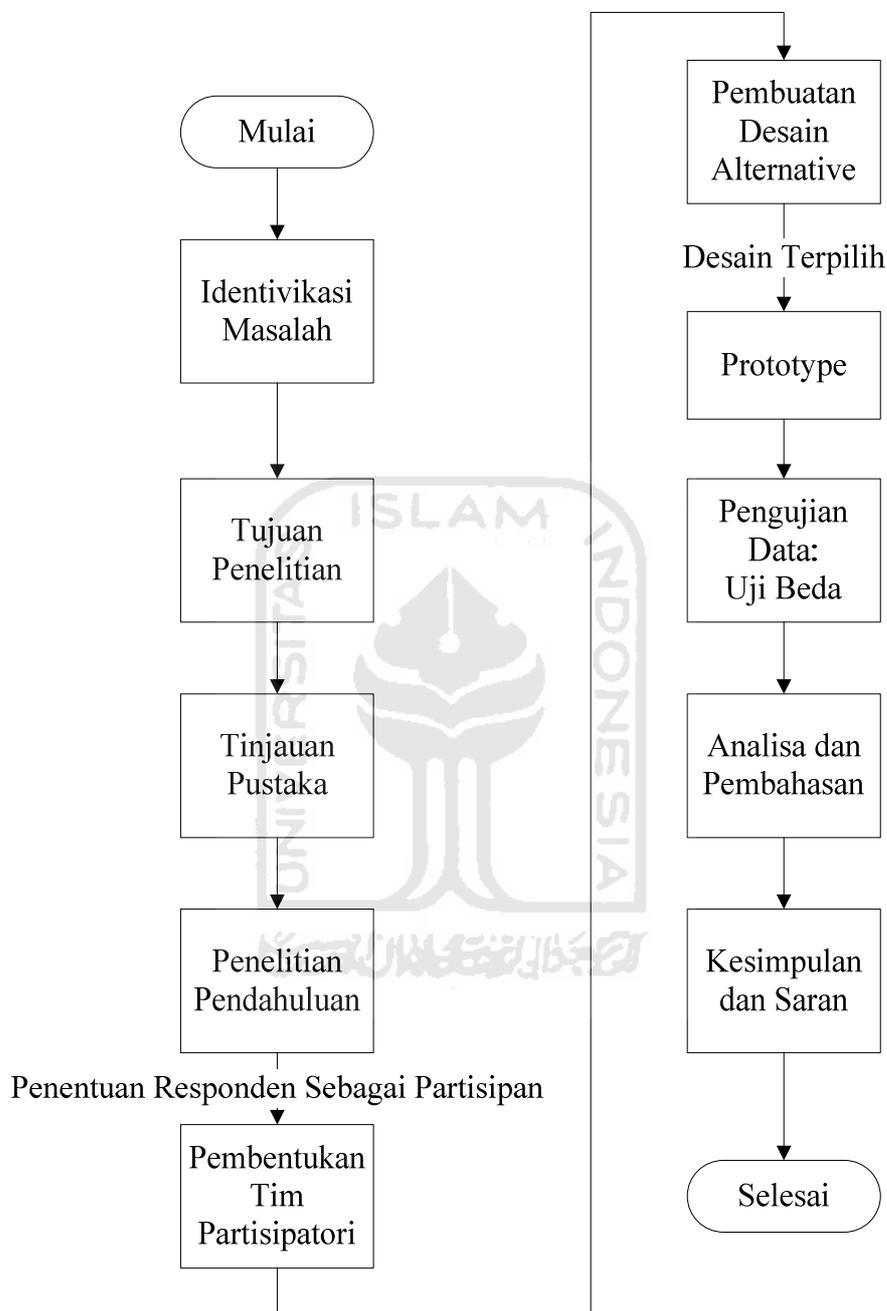
P = Populasi.

S = Sampel penelitian.

PO = Perlakuan sebelum ada perbaikan desain alat 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.
- PI = Perlakuan setelah ada perbaikan desain alat 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.

Adapun *Flowchart* Penelitian dapat ditunjukkan seperti Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Flowchart Penelitian

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 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 kuesioner 30 *items of rating scale* dengan skala *Likert* untuk mengukur kelelahan; (2) menyiapkan alat-alat yang dibutuhkan.

3.6.2 Tahap penelitian dengan Pendekatan ergonomi partisipatori

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

1. Pembentukan tim yang terdiri dari perancang, pekerja, pemilik agen gas LPG 3 Kg, ahli ergonomi, serta tukang las. Untuk pemilihan pekerja yang menjadi partisipan adalah 9 orang sampel laki-laki, untuk perancang diwakili oleh peneliti, serta untuk tukang diwakili oleh pembuat troli.
2. Identifikasi masalah-masalah ergonomi yang ada di tempat kerja yang berhubungan dengan keluhan muskuloskeletal berdasarkan hasil pengukuran terhadap pekerja dengan menggunakan, kuesioner *Nordic Body Map (NBM)*, kuesioner 30 *items of rating scale* dengan skala *Likert* untuk mengukur kelelahan.
3. Pemberian penjelasan dan pelatihan singkat terhadap partisipan tentang proses partisipatori 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.

Pemilik agen mendapatkan tugas untuk memberikan batasan-batasan perubahan sesuai dengan peraturan yang ada. Tugas perancang adalah merancang ulang troli tabung gas LPG 3 Kg dari permasalahan yang diutarakan oleh pekerja dan pemilik agen gas LPG 3 Kg. Ahli Ergonomi bertugas untuk memberikan masukan kepada perancang tentang aspek-aspek ergonomi dalam perancangan troli tabung gas LPG 3 Kg. Sedangkan tukang bertugas untuk memberikan masukan kepada perancang tentang spesifikasi bahan dan harga dalam perancangan troli tabung gas LPG 3 Kg.

4. Melakukan proses wawancara pada partisipan pekerja dan pemilik agen untuk mengetahui secara spesifik masalah yang ada di tempat kerja dari pekerja dan batasan perubahan yang diizinkan dari pemilik agen sehingga mendapatkan informasi tentang permasalahan ergonomi yang ada di tempat kerja dengan 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. Menganalisis desain produk lama dengan desain produk baru berdasarkan mekanika teknik.
8. Mengimplementasikan desain perbaikan alat kerja di tempat kerja.

3.6.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan agar peneliti dapat menguasai teori maupun konsep dasar yang berkaitan dengan masalah yang sedang diteliti. 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 kuesioner *30 items of rating scale* dengan skala *Likert* untuk mengukur kelelahan.

3.6.4 Implementasi

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

3.7 Analisis Data

Dalam penelitian ini, observasi dilakukan terhadap subjek yang sama atau sampel yang sama dengan bantuan kuesioner. Data hasil kuesioner diolah dengan bantuan

program *Statistical Program for Social Science* (SPSS). Analisis data dibagi dalam dua bagian yaitu analisis deskriptif dan analisis induktif.

3.7.1 Analisis Deskriptif

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

3.7.2 Analisis Induktif

Analisis induktif pada data penelitian 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 perbedaan penurunan keluhan muskuloskeletal yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

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

b. Uji Terhadap Penurunan Kelelahan

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

Tidak ada perbedaan penurunan keluhan kelelahan cedera yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

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



BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam membuat desain troli antara lain:

4.1.1 Desain Troli Tabung Gas LPG 3 Kg Lama

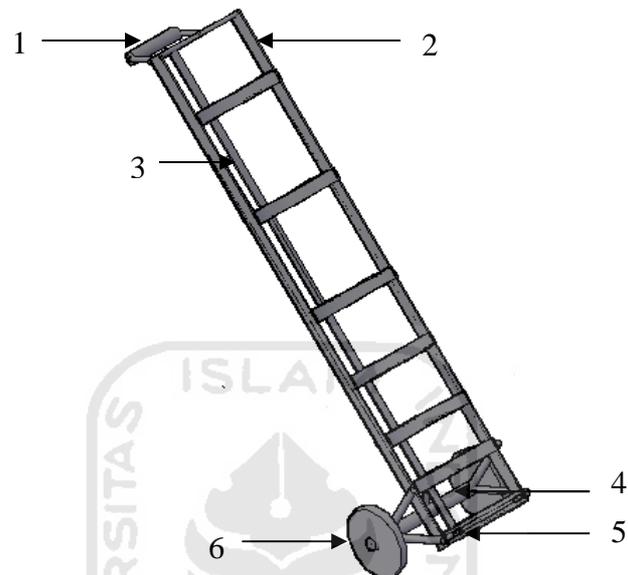
Berdasarkan pengamatan awal dengan menggunakan kuisioner keluhan dan kelelahan muskuloskeletal dari 9 pekerja, didapatkan hasil 77.8% pekerja mengalami sakit pada bagian pinggang, 66.7% pekerja mengalami sakit pada bagian pinggul, 55.6% pekerja mengalami sakit pada bagian pergelangan tangan kanan dan kiri, dan 55.6% pekerja mengalami sakit pada bagian lutut kanan dan kiri. Sakit yang diderita pekerja dapat disebabkan karena berbagai aktivitas kerja. Salah satu kegiatan *manual material handling* yang dilakukan adalah memindahkan tabung gas LPG 3 Kg dari gudang penyimpanan menuju truk pengangkut atau sebaliknya.

Pada proses pemindahan tabung dilakukan dengan menggunakan troli dengan kapasitas angkut 5 tabung atau 40 Kg berat gas LPG 3 Kg. Dan setiap pekerja melakukan aktivitas *manual material handling* sebanyak 112 kali repetisi selama 8 jam per hari. Proses tersebut ternyata terdapat beberapa kekurangan, yaitu:

1. Pekerja harus menahan beban troli dan tabung gas LPG 3 Kg saat proses pemindahan tabung.
2. Pekerja membutuhkan waktu yang cukup lama pada proses pemindahan tabung gas LPG 3 Kg.
3. Pada saat troli yang di atasnya terdapat tabung gas LPG 3 Kg ditegakan horizontal, tabung beresiko jatuh karena adanya gaya tolak pada tabung dengan troli.

Adapun troli yang digunakan di perusahaan ini memiliki spesifikasi dan ukuran seperti pada gambar 4.1 dan 4.2

Troli yang digunakan di PT. Mitra Sinar memiliki spesifikasi dan ukuran sebagai berikut:

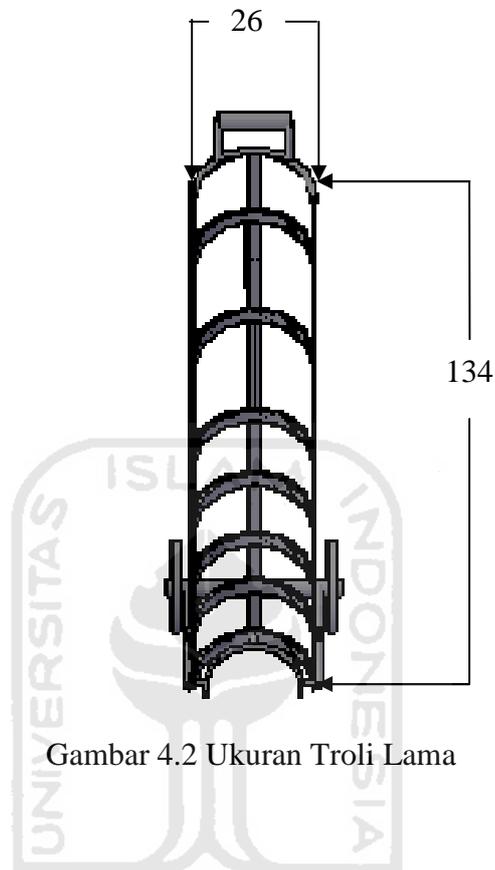


Gambar 4.1 Komponen Troli Lama

Keterangan:

1. Handle, berfungsi sebagai genggam tangan untuk mendorong troli.
2. Plat pengaman, berfungsi untuk menjaga tabung agar tidak jatuh kesamping.
3. Penyangga, berfungsi untuk menyangga tabung.
4. As, penghubung antara ke dua roda.
5. Penopang, berfungsi untuk mempermudah menaik tabung sehingga mudah untuk dibawa.
6. Roda, berfungsi untuk penggerak troli.

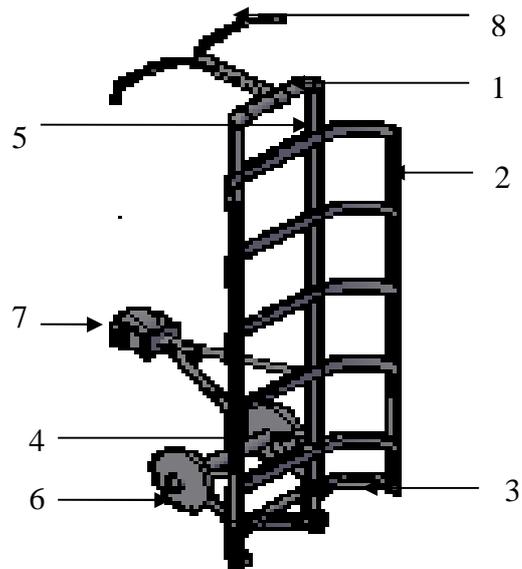
Adapun ukuran dari troli yang digunakan di PT. Mitra Sinar sebagai berikut:



Gambar 4.2 Ukuran Troli Lama

4.1.2 Desain Troli Tabung Gas LPG 3 Kg Baru

Troli tabung gas LPG 3 Kg ini didesain berdasarkan keinginan partisipan yang terdiri dari pekerja, owner, tukang las, ahli ergonomi dan mahasiswa. Ukuran troli dirancang berdasarkan data antropometri pekerja dan dimensi tabung gas LPG 3 Kg. Troli tabung gas LPG 3 Kg ini memiliki beberapa fungsi yang tidak dimiliki oleh troli tabung gas LPG 3 Kg yang lama. Berikut adalah Gambar 4.3 dan 4.4 yang merupakan gambar spesifikasi dan ukuran dari troli tabung gas LPG 3 Kg baru:

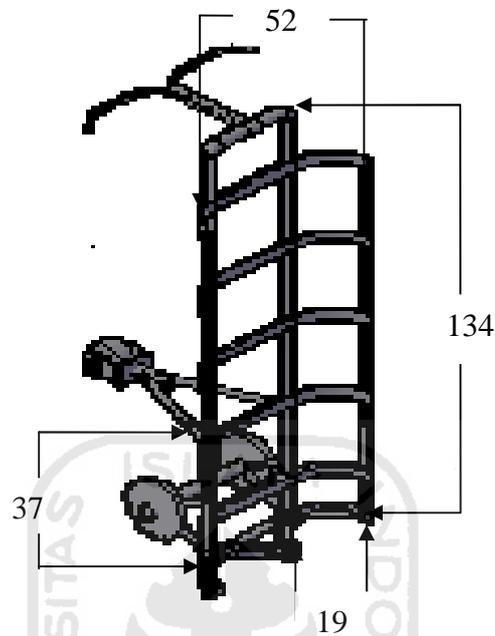


Gambar 4.3 Komponen Troli Baru

Keterangan:

1. Handle, berfungsi sebagai genggam tangan untuk mendorong troli.
2. Plat pengaman, berfungsi untuk menjaga tabung agar tidak jatuh kesamping.
3. Penyangga, berfungsi untuk menyangga tabung.
4. As, penghubung antara ke dua roda.
5. Penopang, berfungsi untuk mempermudah menaikan tabung sehingga mudah untuk dibawa.
6. Roda, berfungsi untuk penggerak troli.
7. Roda bantu, berfungsi untuk menopang beban ketika melakukan proses pemindahan tabung.
8. Pengaman, berfungsi untuk mencegah tabung terjatuh saat memposisikan troli secara horizontal.

Adapun ukuran troli tabung gas LPG 3 Kg yang baru adalah sebagai berikut:



Gambar 4.4 Ukuran Troli Baru

4.1.3 Data Antropometri

Tabel data Antropometri dibawah merupakan ukuran yang diambil dari 9 responden.

Dimensi yang di ukur adalah tinggi siku berdiri, lebar bahu, dan diameter lingkaran genggam. Berikut adalah datanya pada Tabel 4.1:

Tabel 4.1 Data Antropometri

No	Nama Responden	TB	TSB	LB	DLG
1	Suyitno	160	110.5	38.3	4.1
2	Arman	158	105.7	37.5	3.6
3	Wahyu	165	98.4	35.2	3.7
4	Maksum	160	99.5	38.5	4
5	Riyanto	160	109.6	39.3	4.1

No	Nama Responden	TB	TSB	LB	DLG
6	Suhadi P	160	101.3	35.5	3
7	M Taufik	173	103.6	36.5	3.5
8	Heri Lukman B	170	113.5	36.1	3.3
9	M Afandi	168	115	39.8	4.3
avg			106.344	37.4111	3.73333
stdev			6.09654	1.67141	0.4272

Ket :

TB : Tinggi Badan

TSB : Tinggi Siku Berdiri

LB : Lebar Bahu

DLG : Diameter Lingkar Genggam

Dibawah ini adalah data persentil antropometri, persentil yang digunakan yaitu persentil 5%, 50%, dan 99%. Persentil ini digunakan pada perhitungan antropometri. Penggunaan persentil disesuaikan dengan dimensi yang digunakan. Berikut adalah datanya pada Tabel 4.2:

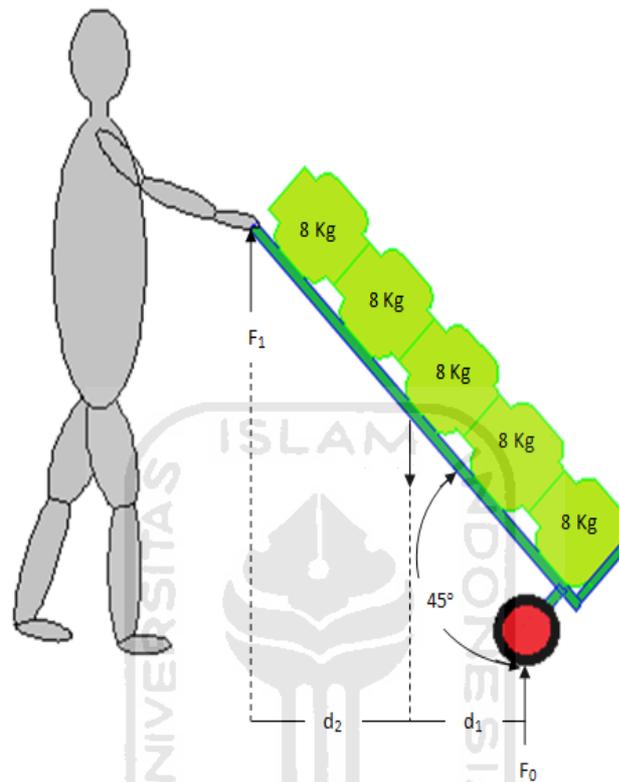
Tabel 4.2 Data Persentil Antropometri

No	Keterangan	Simbol Dimensi	5%	50%	99%
1	Tinggi Siku Berdiri (cm)	TSB	96.31564	106.3444	120.5189
2	Lebar Bahu (cm)	LB	34.6616	37.41111	41.29714
3	Diameter Lingkar Genggam (cm)	DLG	3.03059	3.73333	4.726574

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Gaya yang Diterima Pekerja

4.2.1.1 Gaya yang Diterima Pekerja Dengan Troli Lama



Gambar 4.5 Gaya Troli Lama

Mencari panjang d_1 dan d_2

Panjang d_1 ?

$$\cos 45^\circ = \frac{d_1}{67 \text{ cm}}$$

$$\frac{1}{2} \sqrt{2} = \frac{d_1}{67 \text{ cm}}$$

$$d_1 = \frac{1}{2} \sqrt{2} \times 67 \text{ cm}$$

$$d_1 = 47.38 \text{ cm}$$

Panjang d_2 ?

$$\cos 45^\circ = \frac{d_1 + d_2}{134 \text{ cm}}$$

$$\frac{1}{2} \sqrt{2} = \frac{d_1 + d_2}{134 \text{ cm}}$$

$$47.38 \text{ cm} + d_2 = \frac{1}{2} \sqrt{2} \times 134 \text{ cm}$$

$$d_2 = 47.38 \text{ cm}$$

Mencari gaya pada F_1

$$\Sigma M_o = 0$$

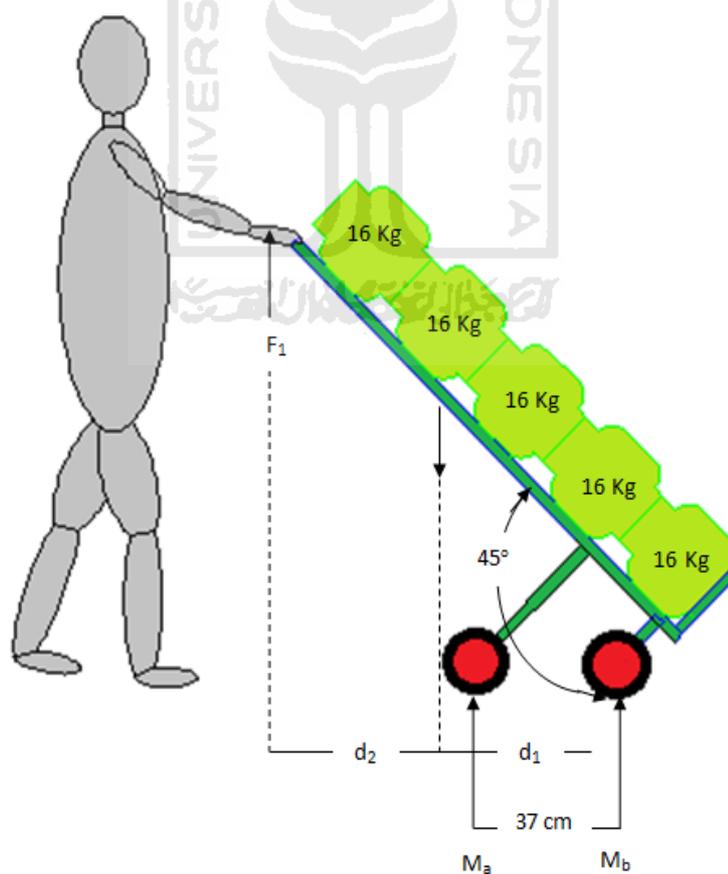
$$F_1 (d_1 + d_2) - 392 \text{ N} (d_2) = 0$$

$$F_1 (47.38 + 47.38) \text{ cm} - 392 \text{ N} (47.38) \text{ cm} = 0$$

$$F_1 = \frac{392 \text{ N} \times 47.38 \text{ cm}}{(47.38 + 47.38) \text{ cm}}$$

$$F_1 = 196 \text{ N}$$

4.2.1.2 Gaya yang Diterima Pekerja Dengan Troli Baru



Gambar 4.6 Gaya Troli Baru

$$\Sigma M_a = 0$$

$$784 \text{ N} (10.38 \text{ cm}) - F_b (37 \text{ cm}) = 0$$

$$12.567,52 \text{ N.cm} - F_b \cdot 37 \text{ cm} = 0$$

$$F_b = \frac{12.567,52 \text{ N.cm}}{37 \text{ cm}}$$

$$F_b = 219.94 \text{ N}$$

$$F_a$$

$$F_a + F_b = 784 \text{ N}$$

$$F_a + 219.94 \text{ N} = 784 \text{ N}$$

$$F_a = 784 \text{ N} - 219.94 \text{ N}$$

$$F_a = 564.06 \text{ N}$$

$$F_1 = 0 \text{ (karena beban sudah tertumpu pada kedua roda).}$$

4.2.2 Karakteristik Subjek

Dalam pengumpulan data, yang menjadi subjek penelitian adalah pekerja dengan jumlah 9 orang. Deskripsi subjek dapat dilihat pada tabel 4.3 :

Tabel 4.3 Deskripsi Subjek

Aspek	Laki-laki		
	Rerata	Simpang baku	Rentangan
Usia (tahun)	35.44	12.11	22-54
Tinggi badan (cm)	163.78	5.40	158 – 173
Berat badan (kg)	53.67	4.77	46-61

Tabel 4.3 menyatakan bahwa usia subjek didapat rerata $35,44 \pm 12,11$ dengan rentangan 22-54 tahun. Tinggi badan subjek didapat rerata $163,78 \pm 5,40$ dengan

rentangan 1658– 173 cm. Berat badan subjek didapat rerata $53,67 \pm 4,77$ dengan rentangan 46 – 61 kg.

4.2.3 Uji T Terhadap Keluhan Muskuloskeletal, dan kelelahan.

Karena keseluruhan data berdistribusi normal, maka analisis yang digunakan adalah uji *compare mean* yaitu dengan menggunakan uji t berpasangan (*Paired sample T-Test*). Hasil uji t untuk subjek ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Rerata, Beda Rerata, dan Uji t antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen pada Responden

Variabel	Kelompok	Rerata	Simpang Baku	Beda Rerata	t hitung	P
Keluhan Muskuloskeletal	Kontrol	26.67	1.58	7,22	8.37	0,000
	Ekperimen	19.44	1.81			
Kelelahan	Kontrol	49.67	2.39	4,34	5.09	0,001
	Ekperimen	45.33	0.71			

Tabel 4.6 menyatakan bahwa tingkat keluhan muskuloskeletal, dan kelelahan pada sampel didapat nilai probabilitas masing-masing sebesar 0,000; dan 0,001 ($p < 0.05$). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara semua variabel pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

Beda rerata tingkat keluhan muskuloskeletal antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen adalah sebesar 7.22 atau terjadi penurunan keluhan muskuloskeletal sebesar 27,07 %. Sedangkan Beda rerata kelelahan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen adalah sebesar 7.33 atau terjadi penurunan kelelahan sebesar 8.72 % (Perhitungan selengkapnya pada Lampiran 4).

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Proses Perancangan Troli

Proses perancangan troli adalah sebagai berikut:

5.1.1 Melakukan Pengamatan Terhadap Aktivitas Kerja

Beberapa kegiatan manual material handling yang terdapat diperusahaan ini antara lain: pemindahan tabung gas LPG 3 Kg dari gudang penyimpanan menuju ke truk penganakut dan sebaliknya, penataan tabung gas LPG 3 Kg dalam truk penganakut, dan aktivitas bongkar muat tabung gas LPG 3 Kg kepada penjual. Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas mana yang dapat dilakukan perbaikan. Setelah melakukan pengamatan, aktivitas yang dipilih untuk dilakukan perbaikan adalah pemindahan tabung gas LPG 3 Kg dari gudang penyimpanan menuju ke truk penganakut dan sebaliknya, penataan tabung gas LPG 3 Kg dalam truk penganakut. Pada proses pemindahan tabung dilakukan dengan menggunakan troli dengan kapasitas angkut 5 tabung atau 40 kg berat gas LPG 3 kg oleh pekerja yang bekerja di bagian gudang. Dan setiap pekerja melakukan aktivitas *manual material handling* sebanyak 112 kali repetisi selama 8 jam per hari.

5.1.2 Menyebarkan Kuisisioner *Nordic Body Map* (NBM)

Setelah melakukan aktivitas kerja yang akan dilakukan perbaikan, maka proses selanjutnya adalah Kuisisioner NBM digunakan untuk mengetahui seberapa besar keluhan dan kelelahan yang diderita oleh para pekerja. Setelah kuisisioner NBM disebar kepada para pekerja, diketahui bahwa 77.8% pekerja mengalami sakit pada bagian

pinggang, 66.7% pekerja mengalami sakit pada bagian pinggul, 55.6% pekerja mengalami sakit pada bagian pergelangan tangan kanan dan kiri, dan 55.6% pekerja mengalami sakit pada bagian lutut kanan dan kiri.

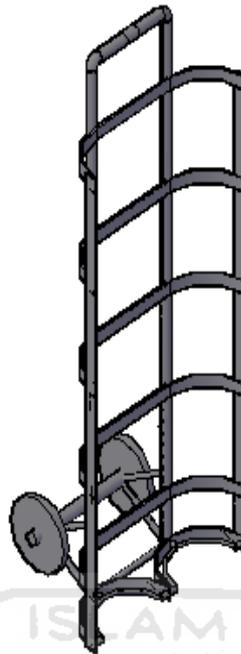
5.1.3 Mengidentifikasi Kebutuhan dan Keinginan Partisipan

Partisipan disini adalah pekerja, owner, tukang las, ahli ergonomic dan mahasiswa.

Adapun kebutuhan dan keinginan partisipan adalah sebagai berikut:

5.1.3.1 Pekerja

Setelah melakukan diskusi dengan pekerja, pada proses pemindahan tabung gas LPG 3 Kg dari gudang penyimpanan menuju truk pengangkut, pekerja menginginkan troli yang dapat membawa 10 tabung gas LPG 3 Kg dengan 2 jajar. Mereka menginginkan agar pada aktivitas tersebut bisa cepat selesai dan pekerja tidak perlu bolak – balik untuk mengambil tabung. Setelah mengetahui hal apa saja yang perlu diperhatikan dalam perancangan kursi mekanik lalu dibuatlah gambar desain menggunakan CAD, dapat dilihat pada Gambar 5.1.

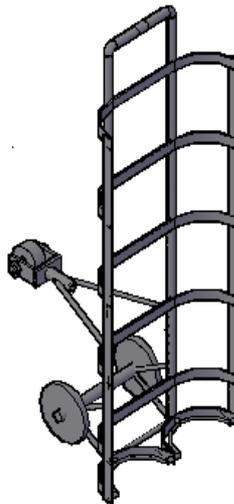


Gambar 5.1 Desain Troli Pertama

Gambar desain troli pertama diperlihatkan kepada pekerja, pekerja pun menyetujui desain pertama tersebut.

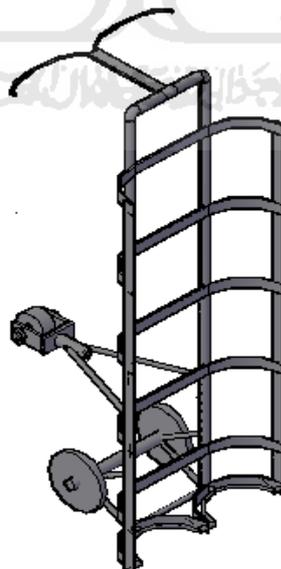
5.1.3.2 Ahli Ergonomi

Desain troli pertama dikonsultasikan dengan ahli ergonomi. Ahli ergonomi disini adalah dosen pembimbing. Ahli ergonomi menyarankan untuk menganalisis dengan menggunakan mekanika teknik. Setelah di analisis dengan menggunakan mekanika teknik, ternyata dengan menggunakan desain troli pertama gaya yang diterima pekerja lebih besar dari pada menggunakan troli lama. Sehingga perlu ditambahkan roda bantu untuk mengurangi gaya yang diterima oleh pekerja. Dibuatlah desain troli ke dua sebagai berikut:



Gambar 5.2 Desain Troli Kedua

Desain troli kedua didiskusikan kembali dengan ahli ergonomic dan pekerja. Setelah didiskusikan ternyata desain perlu ditambahkan rangka pengaman agar tabung gas LPG 3 Kg tidak terjatuh kedepan pada saat troli diposisikan dalam posisi vertical, karena adanya gaya pegas antara troli dengan tabung gas LPG 3 Kg. Sehingga dibuatlah desain troli ketiga.



Gambar 5.3 Desain Troli Ketiga

Desain troli ketiga pun didiskusikan kembali dengan pekerja dan ahli ergonomic, merekapun setuju dengan desain ketiga.

5.1.3.3 Owner

Pemilik perusahaan menginginkan agar harga untuk membuat troli yang baru tidak terlalu jauh dengan troli yang lama. Troli lama dibikin dengan memakan biaya sebesar Rp. 450.000,00.

5.1.3.4 Tukang Las

Setelah desain disetujui oleh pekerja, ahli ergonomic dan owner, desain diserahkan kepada tukanglas. Tukang las disini menentukan bahan yang digunakan untuk membuat troli tersebut agar biaya yang dikeluarkan untuk membuat troli sesuai dengan keinginan owner. Untuk bagian plat pengaman digunakan plat besi dengan ketebalan 0.3 cm, dan lebar 5 cm. Untuk bagian roda digunakan 2 jenis roda; roda tetap dan roda kemudi. Roda tetap yang digunakan memiliki ukuran diameter 8", dan roda kemudi miliki ukuran 6". Untuk bagian as roda, digunakan besi padatan, hal ini bertujuan agar as tidak mudah patah.

5.2 Karakteristik Subjek

Usia subjek didapat rerata $35,44 \pm 12,11$ dengan rentangan 22-54 tahun. Tinggi badan subjek didapat rerata $163,78 \pm 5,40$ dengan rentangan 1658– 173 cm. Berat badan subjek didapat rerata $53,67 \pm 4,77$ dengan rentangan 46 – 61 kg.

5.3 Antropometri Desain Troli Tabung Gas LPG 3 Kg

Anthropometri pekrja digunakan untuk mendesain troli agar nyaman digunakan oleh pera pekerja. Adapun beberapa dimensi tubuh yang digunakan untuk merancang troli tersebut antara lain; (1). Lebar penopang troli, untuk lebar penopang troli digunakan

dimensi lebar bahu dengan persentile 99%, sehingga didapatkan nilai sebesar 41.29 cm, lebar total sebesar 42 cm. (2). Tinggi troli saat posisi miring, untuk tinggi troli pada saat posisi miring menggunakan dimensi tinggi siku berdiri dengan persentile 5%, sehingga didapatkan nilai sebesar 96.32 cm, tinggi total sebesar 96 cm. (3). Handle, untuk handle menggunakan dimensi diameter gengaman tangan dengan persentil 5%, sehingga didapatkan nilai sebesar 3.03, diameter total sebesar 3cm.

5.4 Beban yang Diterima Pekerja

Sebelum menggunakan desain troli baru beban yang diterima pekerja saat melakukan aktivitas memindahkan tabung gas LPG 3 Kg dari gudang penyimpanan menuju ke truk pengangkut sebesar 196 N. setelah menggunakan desain troli baru, beban yang diterima pekerja saat melakukan aktivitas tabung gas LPG 3 Kg dari gudang penyimpanan menuju truk pengangkut sebesar 0 N.

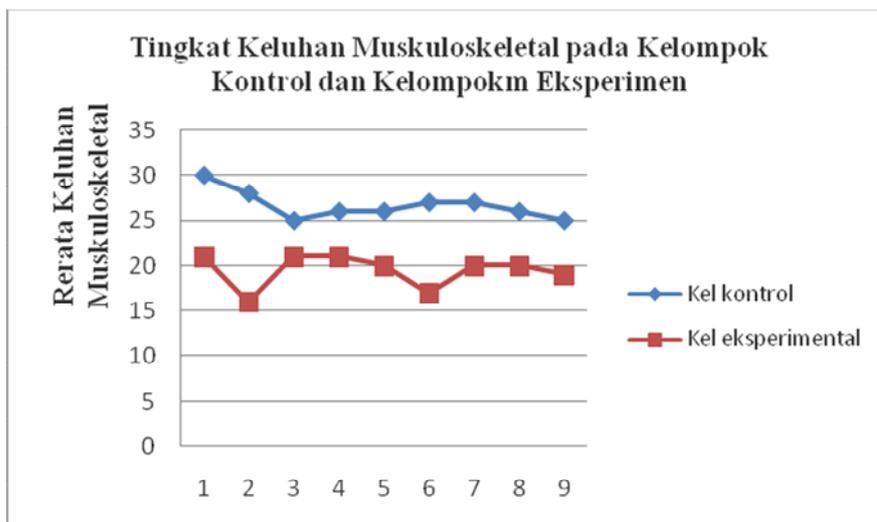
5.5 Uji Beda Tingkat Keluhan Muskuloskeletal, dan Kelelahan

Uji beda yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji parametrik dengan uji t berpasangan karena data yang diambil kurang dari 30 dan secara keseluruhan data berdistribusi normal. Uji beda bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang bermakna antara semua variabel pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

5.5.1 Uji Beda Keluhan Muskuloskeletal Kelompok Kontrol dan Kelompok

Eksperimen

Keluhan muskuloskeletal diukur dengan menggunakan kuesioner yang 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 7,22 atau terjadi penurunan sebesar 27.02 %. Perbedaan tingkat keluhan muskuloskeletal antar kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dapat dilihat pada Gambar 5.4



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

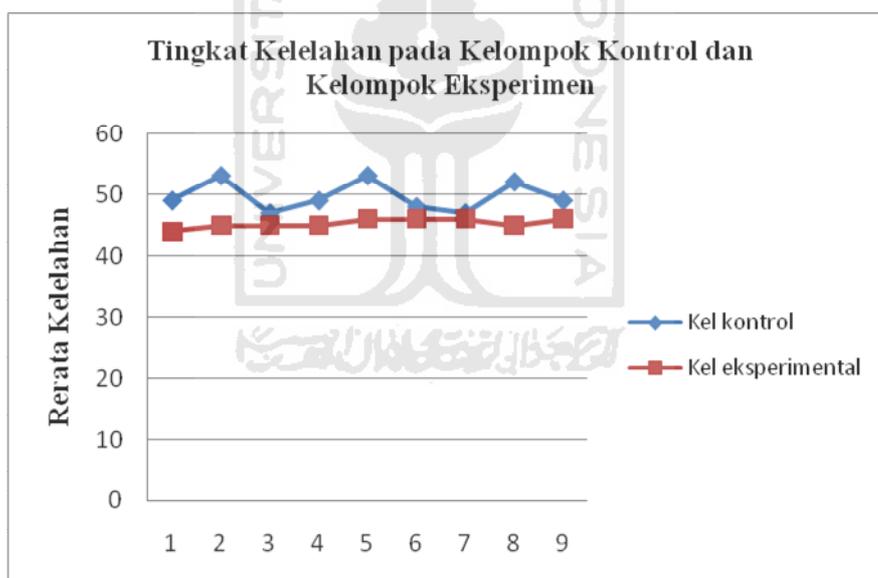
Berdasarkan Gambar 5.4 semua sampel mengalami penurunan keluhan muskuloskeletal. didapat penurunan pada keluhan subyektif yaitu sakit pada Punggung dari 77.8% menjadi 33.3%, Pinggang dari 66.7% menjadi 11.1%, sakit pada Pantat dari 0% menjadi 0%, sakit pada Pergelangan tangan kanan dari 55.6% menjadi 0% ,sakit pada Pergelangan tangan kiri dari 55.6% menjadi 0%, sakit pada Lutut kanan dari 55.6% menjadi 22.2%, sakit pada Lutut kiri dari 55.6% menjadi 11.1%, sakit pada Pergelangan kaki kanan dari 44.4% menjadi 0%, sakit pada Pergelangan kaki kiri dari 44.4% menjadi 0%, sakit pada Kaki kiri dari 33.3% menjadi 11.1%, sakit pada kaki kanan dari 33.3% menjadi 11.1%.

5.5.2 Uji Beda Kelelahan Kerja Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen

Kelelahan diukur dengan menggunakan kuesioner kelelahan dengan skala *Likert* diberikan sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan. 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 kelelahan merupakan selisih antara nilai kelelahan sesudah kerja dengan nilai kelelahan sebelum kerja. Untuk tingkat kelelahan didapat nilai probabilitas sebesar 0,000 ($p < 0,05$) sehingga dinyatakan bahwa terdapat penurunan kelelahan secara bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Beda rerata antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen adalah sebesar 4.33 atau terjadi penurunan sebesar 8.72 %.

Perbedaan tingkat kelelahan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar.5.5. Grafik Tingkat Kelelahan antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.

Berdasarkan Gambar 5.5 sebagian besar sampel mengalami penurunan kelelahan. Dari hasil hasil kuisisioner kelelahan, didapat penurunan pada kelelahan yaitu Penurunan pelemahan kegiatan dari 5.56% menjadi 0%, pelemahan motivasi dari 0% menjadi 0%, pelemahan fisik dari 0% menjadi 0%.

Dari uji beda keluhan muskuloskeletal dan kelelahan dapat dikatakan bahwa perancangan troli gas LPG 3 KG yang baru ini dapat menurunkan keluhan muskuloskeletal dan kelelahan. Suatu modifikasi yang dilakukan pada peralatan kerja melalui pendekatan ergonomi dapat meningkatkan produktivitas kerja serta menurunkan beban kerja dan keluhan subjektif (Partha, 2002). Dalam mendesain produk partisipasi dan komunikasi dari pengguna sangat dibutuhkan (Skepper et al., 1998). Perlu dilakukan perancang suatu produk yang baik, agar dapat memenuhi fungsinya dan sesuai dengan keinginan pemakai (Prasetyowibowo, 1999), sehingga apabila kursi mekanik ini dapat dirancang dengan baik maka mekanik yang melakukan pekerjaan merasa nyaman dan aman, sehingga meningkatkan produktivitasnya.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

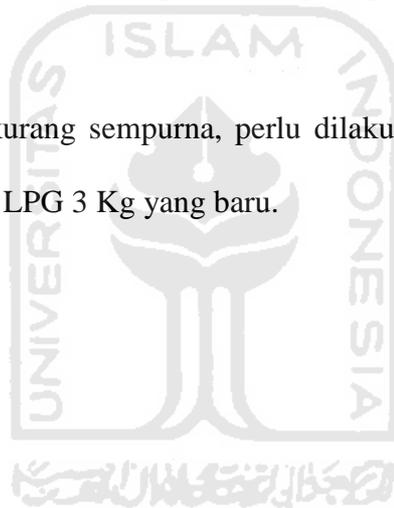
Dari hasil pengolahan data dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Desain troli tabung gas LPG 3 Kg terbaik yang sesuai dengan keinginan partisipan berdasarkan pendekatan ergonomi partisipatori adalah troli yang dapat mengangkut tabung gas LPG 3 Kg sebanyak 10 buah, terdapat roda pembantu untuk mengurangi beban yang diderita pekerja, dan terdapat pengunci untuk menjaga agar tabung tidak terjatuh ketika troli diposisikan dalam posisi vertical.
2. Perubahan alat bantu kerja berupa troli tabung gasl LPG 3 Kg dengan pendekatan ergonomi partisipatori, memberikan penurunan terhadap tingkat keluhan muskuloskeletal sebesar 7.22 atau sebesar 27,07 % dan penurunan tingkat kelelahan sebesar 7.33 atau sebesar 13,74 %.
3. Gaya yang diterima pekerja dengan menggunakan troli lama sebesar 196 N, dan gaya yang diterima pekerja dengan menggunakan troli baru sebesar 0 N.

6.2 Saran

Adapun saran yang akan diberikan untuk perusahaan dan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut

1. Pihak pemilik perusahaan atau manajemen harus lebih memperhatikan kesehatan dan kenyamanan pekerja dalam menjalankan pekerjaannya, maupun fasilitas penunjang lainnya.
2. Perlu diteliti lebih lanjut mengenai kekuatan bahan troli tabung gas LPG 3 Kg.
3. Perlu diciptakan alat untuk proses bongkar pasang dari truk order kepada konsumen.
4. Desain masih kurang sempurna, perlu dilakukan penelitian ulang desain troli tabung gas LPG 3 Kg yang baru.



Daftar Pustaka

- Arikunto, S., (2004). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktis*, hlm 153. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Byrd and Moore, 1986. *Strategic planning for industrial engineering function*. Van Nostrand Reinhold Company. New York.
- Bridger, R. S., 1995. *Introduction to Ergonomi*. Mc Graw-Hill Inc.USA.
- De Jong, AM. 2004. A three-phased model of participatory ergonomics processes to improve work in the construction industry. *Industrial Health Journal*. Delfi University of Technology. Vol 30. Hal 383-387.
- Fauziah, A. (2008). *Perancangan Ulang Handle Gergaji Tangan untuk Meningkatkan Produktivitas dengan Pendekatan Ergonomi Partisipatori*. Laporan Tugas Akhir, UII, Departemen Teknik Industri, Yogyakarta.
- Grandjean, E., (1993). *Fitting the Task to the Man*. 4th ed. Taylor & Francis Inc. London.
- Hagberg. Mats et al, *Work Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs); A Reference Book for Prevention*, Taylor & Francis, London: 1997, p.6.
- Haines, H. M. and Wilson, J. R. (1998). Development of a framework for participatory ergonomics. London, England: Crown.
- Harsokoesoemo, H. Darmawan. 2000, *Pengantar Perancangan Teknik*. Jakarta : Depdiknas.
- Hibbeler. R. C., (1998). *Mekanika Teknik Statika*. Jakarta: Prenhallindo.
- Imada, A. S. (1986). Is participatory ergonomics appropriate across cultures? Trends and future criteria. Proceedings of the Human Factors Society 30st Annual Meeting, Vol. II, 1107-1109.
- Imada, A. S. (1991). The rationale and tools of participatory ergonomics. In K. Noro and A. S. Imada (Eds.) *Participatory Ergonomics*. (pp 30-51). London: Taylor & Francis.
- Liliana, Y.P et.al. (2007). *Pertimbangan Antropometri Pada Disain*. Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir, Yogyakarta.
- Manuba, A., 1992. *Pengaruh Ergonomi Terhadap Produktivitas*. Seminar Produktivitas Tenaga Kerja. Jakarta.

- Manuaba,A. (2000). *Participatory Ergonomics Improvement at The Workplace*. Jurnal Ergonomi Indonesia Vol.I. 1 Juni: Program Studi Ergonomi-Fisiologi Kerja Universitas Udayana Bali.
- Norman, R., Wells, R. 1998. *Ergonomic Interventions for Reducing Musculoskeletal Disorders: An Overview, Related Issues and Future Directions*. Department of Kinesiology Faculty of Applied Health Sciences University of Waterloo Waterloo, ON N2L 3
- 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.
- Popov E.P., 1996. *Mechanics Of Materials*, Edisi Kedua, Erlangga. Press : Surakarta.
- Prasetyowibowo, Bagas, 1999. *Desain Produk Industri*. Penerbit Yayasan Delapan Sepuluh. Bandung.
- Pulat, B.M., (1992). *Fundamentals of Industrial Ergonomics*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Sanders, Mark S. and Ernest Mc Cormick, (1992). *Human Factors* New York: Mc Graw Hill Publishing Company Ltd.
- Sudaryanto, (2011). *Desain Kereta Dorong Material Handling Untuk Meningkatkan Produktivitas*. Thesis, Program Pasca Sarjana, Fakultas Teknologi Industri, UII, Yogyakarta.
- 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, ITB.
- 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. (2006). *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung:ITB.
- Tahid, Ir. Suwarno dan Yunia Dwi Nurcahyati. 2007, *Konsep Teknologi Dalam Pengembangan Produk Industri*. Jakarta : Kencana Pranda Media.

- Tarwaka, Bakri, S.H.A. dan Sudiajeng, L., (2004). Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas. Surakarta: UNIBA PERS.
- Tayyari, F., and Smith, J.L., (1997). *occupational ergonomics, principles and applications*. London: Chapman & Hall inc
- Ulrich K.T. Eppinger S.D., (2000). *product design and development*. USA: Mc Graw-Hill. Inc.
- Wignjosoebroto, S., (1995). *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, Edisi Pertama. Jakarta: PT. Guna Widya.
- Wilson, J. R., and Haines, H. M. (1997). Participatory Ergonomics. In Gavriel Salvendy (Ed.) *Handbook of Human Factors*, 2nd ed. (pp 490-513). New York: John Wiley & Sons.
- Zuhri, A. S., (2010). *Perancangan Kursi Mekanik Dengan pendekatan Ergonom Partisipatori*. Laporan Tugas Akhir, UII, Departemen Teknik Industri, Yogyakarta.



LAMPIRAN 1

DESKRIPSI RESPONDEN

1.1 Karakteristik Sampel Berdasarkan Usia, Berat, dan Tinggi

Nama	Jenis Kelamin	Umur	Tinggi Badan	Berat Badan
Suyitno	L	35	160	50
Arman	L	28	158	46
Wahyu	L	22	165	60
Maksum	L	33	160	53
Riyanto	L	42	160	51
Suhadi P	L	54	160	52
M Taufik	L	23	173	54
Heri Lukman B	L	28	170	61
M Afandi	L	54	168	56

1.2 Berat Badan Ideal

Berat badan Ideal = berat (kg) / [tinggi (m)]²

Nama	Jk	Umur	TB	BB	IMT	Status IMT
Suyitno	L	35	160	50	19.53125	Normal
Arman	L	28	158	46	18.42653	Underweight
Wahyu	L	22	165	60	22.03857	Normal
Maksum	L	33	160	53	20.70313	Normal
Riyanto	L	42	160	51	19.92188	Normal
Suhadi P	L	54	160	52	20.3125	Normal
M Taufik	L	23	173	54	18.0427	Underweight
Heri Lukman B	L	28	170	61	21.10727	Normal
M Afandi	L	54	168	56	19.84127	Normal

Batas ambang IMT untuk masyarakat Indonesia:

- kurus kekurangan berat badan tingkat berat < 17.0
- kurus kekurangan berat badan tingkat ringan 17.0-18.4
- normal 18.5 – 25.0

- kelebihan berat badan tingkat ringan 25.1 – 27.0
- kelebihan berat badan tingkat berat > 27.0



LAMPIRAN 2
DURASI KERJA

2.1 Lama Waktu Bongkar Muat Truk Sedang

Jam Kerja	Lama Waktu Bongkar Muat/Truk	Jumlah truk	Jumlah Bongkar Muat	Total Waktu Bongkar Muat
8 Jam	30 Menit	5 Armada	5 Kali	90 Menit

2.2 Lama Waktu Penggunaan Troli

Lama Bongkar Muat/Troli	Jumlah Troli	Jumlah Tabung Gas 5 Tumpuk Yang Harus Diangkut/Hari	Total Waktu Bongkar Muat
20 Detik	4 Buah	800 Buah	4.000 detik = 150 Menit

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	23	25	26	27	28	29	30
5	Riyanto	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
6	Suhadi P	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2
7	M Taufik	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
8	Heri Lukman B	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
9	M Afandi	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1

3.2 Rekap Kelompok Kontrol Setelah Beraktivitas

a. Aspek keluhan muskuloskeletal

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Suyitno	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3
2	Arman	3	3	2	2	2	3	3	2	2	3	3
3	Wahyu	2	3	1	2	3	2	3	2	2	3	2
4	Maksum	3	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2
5	Riyanto	3	2	1	3	2	3	2	3	3	2	2
6	Suhadi P	2	2	1	3	3	2	2	3	3	3	3
7	M Taufik	3	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2
8	Heri Lukman B	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2
9	M Afandi	3	3	2	3	2	2	2	3	3	1	1

b. Aspek kelelahan

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Suyitno	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	1	2	2	1	1

2	Arman	2	3	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	2
No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3	Wahyu	1	3	3	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1
4	Maksum	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	2	2
5	Riyanto	2	3	3	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	2
6	Suhadi P	1	3	1	1	2	1	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2
7	M Taufik	2	3	1	2	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1
8	Heri Lukman B	1	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2
9	M Afandi	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1

3.3 Rekap Kelompok Eksperimen Sebelum Beraktivitas

a. Aspek keluhan muskuloskeletal

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Suyitno	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
2	Arman	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1
3	Wahyu	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1
4	Maksum	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
5	Riyanto	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
6	Suhadi P	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
7	M Taufik	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
8	Heri Lukman B	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	M Afandi	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1

b. Aspek kelelahan

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Suyitno	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Arman	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
3	Wahyu	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1
4	Maksum	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2
5	Riyanto	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
6	Suhadi P	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	M Taufik	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
8	Heri Lukman B	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
9	M Afandi	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1

3.4 Rekap Kelompok Eksperimen Setelah Beraktivitas

a. Aspek keluhan muskuloskeletal

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Suyitno	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2
2	Arman	3	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1
3	Wahyu	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	3
4	Maksum	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1
5	Riyanto	2	2	1	2	1	3	2	1	1	3	2
6	Suhadi P	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1
7	M Taufik	3	2	2	2	2	1	3	2	1	1	1
8	Heri Lukman B	1	2	1	2	2	3	1	2	2	2	2

9	M Afandi	3	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1
---	----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

b. Aspek kelelahan

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Suyitno	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	1	2	2	1	1
2	Arman	1	2	1	2	1	1	2	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	2
3	Wahyu	1	2	3	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1
4	Maksum	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	2	2	1	2	2
5	Riyanto	2	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1
6	Suhadi P	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2
7	M Taufik	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1
8	Heri Lukman B	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2
9	M Afandi	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1



Data selisih tingkat keluhan muskuloskeletal, dan kelelahan

Sampel	Keluhan Subjektif			Kelelahan		
	Awal	Akhir	Selisih	Awal	Akhir	Selisih
1	30.00	21.00	9.00	49	44.00	5.00
2	28.00	16.00	12.00	53	45.00	8.00
3	25.00	21.00	4.00	47	45.00	2.00
4	26.00	21.00	5.00	49	45.00	4.00
5	26.00	20.00	6.00	53	46.00	7.00
6	27.00	17.00	10.00	48	46.00	2.00
7	27.00	20.00	7.00	47	46.00	1.00
8	26.00	20.00	6.00	52	45.00	7.00
9	25.00	19.00	6.00	49	46.00	3.00
Jumlah	240.00	175.00	65.00	447.00	408.00	39.00
Rata-rata	26.67	19.44	7.22	49.67	45.33	4.33

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

Aspek	Kelompok control	Kelompok eksperimen	Selisih	%	Keterangan
Keluhan muskuloskeletal	26.67	19.44	-7.22	-27.07	Menurun
Kelelahan	49.67	45.33	-4.33	-8.72	Menurun

Besar selisih kelompok kontrol dan kelompok eksperimen

a. tingkat keluhan muskuloskeletal

$$\text{Prosentase \%} = \left(\frac{X_{\text{klmpk_eksperimen}} - X_{\text{klmpk_kontrol}}}{X_{\text{klmpk_kontrol}}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Prosentase \%} = \left(\frac{26.67 - 19.44}{26.67} \right) \times 100\%$$

$$\text{Prosentase \%} = -27.07$$

b. tingkat kelelahan

$$\text{Prosentase \%} = \left(\frac{X_{\text{klmpk_eksperimen}} - X_{\text{klmpk_kontrol}}}{X_{\text{klmpk_kontrol}}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Prosentase \%} = \left(\frac{49.67 - 45.33}{49.67} \right) \times 100\%$$

$$\text{Prosentase \%} = -8.72$$

3.5 Rekap hasil keluhan muskuloskeletal

No	Jenis Keluhan	Prosentase		Selisih
		Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan	
1	Punggung	77.77	33.33	44.44
2	Pinggang	66.67	11.11	55.56
3	Pantat	0	0	0
4	Pergelangan Tangan Kanan	55.56	0	55.56
5	Pergelangan Tangan Kiri	55.56	0	55.56
6	Lutut Kanan	55.56	22.22	33.34
7	Lutut Kiri	55.56	11.11	44.45
8	Pergelangan Tangan Kanan	44.44	0	44.44
9	Pergelangan Tangan Kiri	44.44	0	44.44
10	Kaki Kiri	33.33	11.11	22.22
11	Kaki Kanan	33.33	11.11	22.22

3.6 Rekap hasil kelelahan

No	Jenis Kelelahan	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan	Selisih
1	Kelelahan Kegiatan	5.56	0	5.56
2	Kelelahan Motivasi	0	0	0
3	Kelelahan Fisik	0	0	0

LAMPIRAN 4

OUTPUT SPSS

Uji Beda

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

Paired Samples Statistics

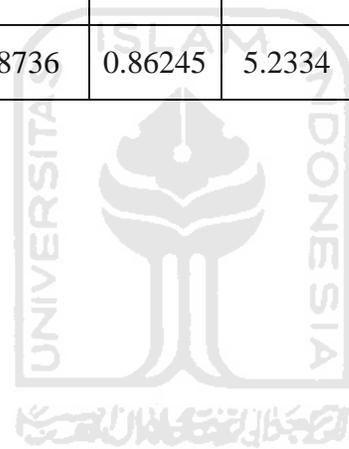
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Kelelahan_Setelah_Kontrol	49.6667	9	2.39792	.79931
	Kelelahan_Setelah_Eksperimen	45.3333	9	.70711	.23570
Pair 2	Muskuloskeletal_Stelah_Kontrol	26.6667	9	1.58114	.52705
	Muskuloskeletal_Setelah_Eksperimen	19.4444	9	1.81046	.60349

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Kelelahan_Setelah_Kontrol & Kelelahan_Setelah_Eksperimen	9	-.074	.850
	Muskuloskeletal_Stelah_Kontrol & Muskuloskeletal_Setelah_Eksperimen	9	-.160	.681

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Kelelahan_Setelah_Kontrol - Kelelahan_Setelah_Eksperimen	4.33333	2.54951	0.84984	2.37361	6.29306	5.099	8	0.001
Pair 2	Muskuloskeletal_Stelah_Kontrol - Muskuloskeletal_Setelah_Eksperimen	7.22222	2.58736	0.86245	5.2334	9.21105	8.374	8	0



LAMPIRAN 5

KUISIONER

LIKERT UNTUK MENGUKUR KELELAHAN SECARA UMUM

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 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 sering mengantuk?

- a. tidak mengantuk
b. Agak mengantuk
c. Mengantuk
d. Sangat mengantuk

7. Apakah saudara merasa ada beban pada mata?

- a. tidak terasa
b. Agak terasa
c. Terasa
d. Sangat terasa

8. Apakah saudara merasa kaku dan canggung dalam bergerak?
- 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 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 lelah untuk bicara?
- a. tidak lelah
b. Agak lelah
c. Lelah
d. Sangat lelah
13. Apakah saudara merasa gugup?
- a. tidak gugup
b. Agak gugup
c. Gugup
d. Sangat gugup
14. Apakah saudara tidak bisa berkonsentrasi?
- a. Bisa berkonsentrasi
b. Agak bisa berkonsentrasi
c. Tidak bisa berkonsentrasi
d. Sangat bisa berkonsentrasi
15. Apakah saudara merasa tidak dapat memusatkan perhatian terhadap sesuatu?
- a. Dapat memusatkan perhatian
b. Agak dapat memusatkan perhatian
c. Tidak dapat memusatka perhatian
d. Sangatdapat memusatkan perhatian
16. Apakah saudara mempunyai kecendrungan untuk lupa?
- a. tidak ada kecendrungan lupa
b. Agak cendrung lupa
c. Cendrung lupa
d. Sangat cendrung lupa
17. Apakah saudara merasa kurang percaya diri?
- a. Tetap percaya diri
b. Agak kurang percaya diri
c. Kurang percaya diri
d. Sangat percaya diri

18. Apakah saudara cemas terhadap sesuatu?
- a. tidak cemas
b. Agak cemas
c. Cemas
d. Sangat cemas
19. Apakah saudara tidak dapat mengontrol sikap?
- a. Dapat mengontrol sikap
b. Agak dapat mengontrol sikap
c. Tidak dapat mengontrol sikap
d. Sangat tidak dapat mengontrol sikap
20. Apakah saudara tidak merasa tekun dalam pekerjaan?
- a. Tekun
b. Agak tekun
c. Tidak tekun
d. Sangat tidak tekun
21. Apakah saudara merasa sakit kepala?
- a. tidak sakit
b. Agak sakit
c. Sakit
d. Sangat sakit
22. Apakah saudara merasa kaku di bagian bahu?
- a. tidak kaku
b. Agak kaku
c. Kaku
d. Sangat kaku
23. Apakah saudara merasa nyeri di punggung?
- a. tidak nyeri
b. Agak nyeri
c. Nyeri
d. Sangat nyeri
24. Apakah nafas saudara terasa tertekan?
- a. tidak tertekan
b. Agak tertekan
c. Tertekan
d. Sangat tertekan
25. Apakah saudara merasa haus?
- a. tidak haus
b. Agak haus
c. Haus
d. Sangat haus
26. Apakah saudara terasa serak?
- a. tidak serak
b. Agak serak
c. Serak
d. Sangat serak
27. Apakah saudara terasa pening?
- a. tidak pening
b. Agak pening
c. Pening
d. Sangat pening

28. Apakah kelopak mata saudara kejang/kaku?

a. tidak kejang

c. Kejang

b. Agak kejang

d. Sangat kejang

29. Apakah badan saudara terasa bergetar?

a. tidak bergetar

c. Bergetar

b. Agak bergetar

d. Sangat bergetar

30. Apakah saudara merasa kurang sehat?

a. Tetap segar

c. Kurang sehat

b. Agak kurang sehat

d. Sangat kurang sehat (sakit)



KUISIONER NORDIC BODY MAP (NBM)

Keterangan pengisian :

Kolom 1 = tidak sakit

Kolom 2 = agak sakit

Kolom 3 = sakit

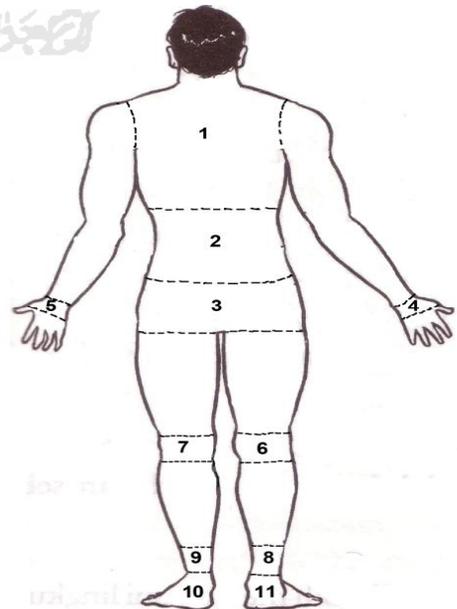
Kolom 4 = sakit sekali

Berilah tanda cek (√) pada jawaban yang anda pilih sesuai dengan tingkat keluhan/sakit pada otot yang anda rasakan selama dan sesudah bekerja!

No	Bagian Tubuh	Jawaban			
		1	2	3	4
1	Punggung				
2	Pinggang				
3	Pantat				
4	Pergelangan Tangan Kanan				
5	Pergelangan Tangan Kiri				
6	Lutut Kanan				
7	Lutut Kiri				
8	Pergelangan Tangan Kanan				
9	Pergelangan Tangan Kiri				
10	Kaki Kiri				
11	Kaki Kanan				

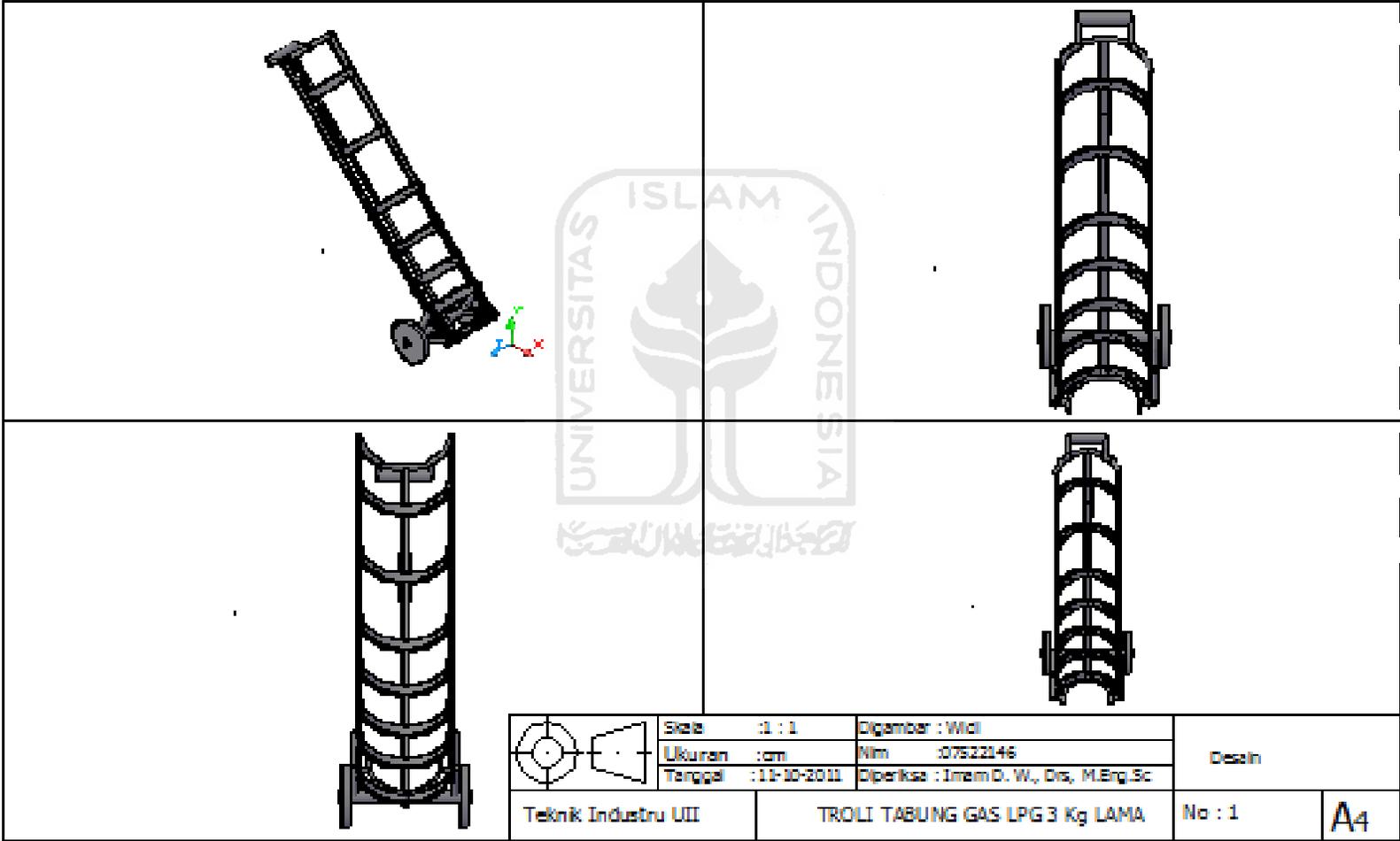
Keterangan gambar :

1. Punggung
2. Pinggang
3. Pantat
4. Pergelangan tangan kanan
5. Pergelangan tangan kiri
6. Lutut kanan
7. Lutut kiri
8. Pergelangan kaki kanan
9. Pergelangan kaki kiri
10. Kaki kiri
11. Kaki kanan

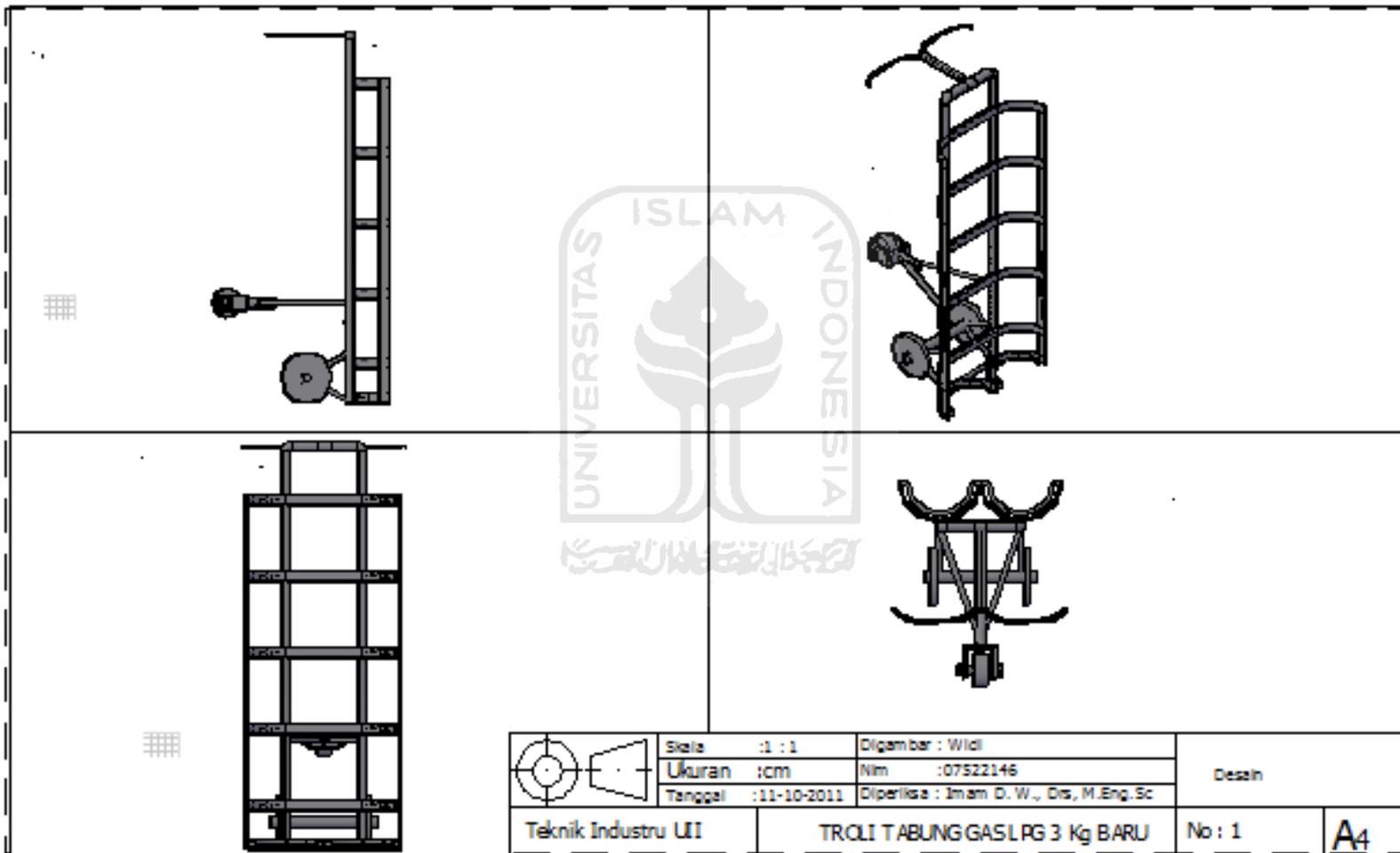


LAMPIRAN 6

GAMBAR TROLI TABUNG GAS LPG 3 Kg LAMA



GAMBAR TROLI TABUNG GAS LPG 3 Kg BARU



LAMPIRAN 6
DOKUMENTASI



Proses Pembuatan





Implementasi

