

**PERANCANGAN ULANG ALAT BANTU KERJA BATIK CAP
DENGAN MENGGUNAKAN PRINSIP-PRINSIP
ANTHROPOMETRIK**

(Studi Kasus di CV. Batik Indah Rara Djonggrang Yogyakarta)

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Industri**



Oleh :

Nama : Fitrania Ikasari
No. Mahasiswa : 02 522 033

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

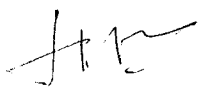
2007

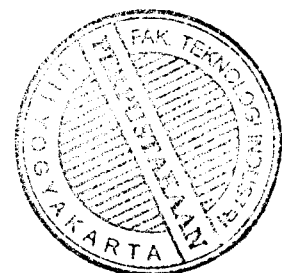
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**Perancangan Ulang Alat Bantu Kerja Batik Cap Dengan Menggunakan Prinsip-
Prinsip Anthropometrik
(Studi Kasus di CV. Batik Indah Rara Djonggrang Yogyakarta)**

TUGAS AKHIR




Ir. Hartomo, M. Sc



LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PERANCANGAN ULANG ALAT BANTU KERJA BATIK CAP DENGAN
MENGUNAKAN PRINSIP-PRINSIP ANTHROPOMETRIK
(Studi Kasus Di CV. Batik Indah Rara Djonggrang Yogyakarta)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Fitriana Ikasari

No. Mahasiswa : 02 522 033

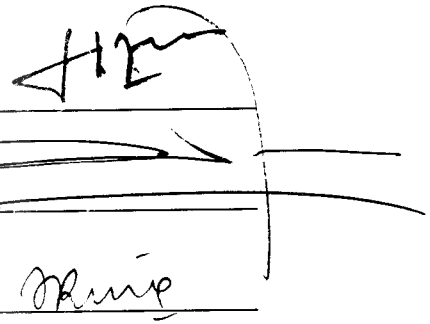
Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, Juni 2007

Tim Penguji,

Ir. Hartomo, M.Sc.
Ketua

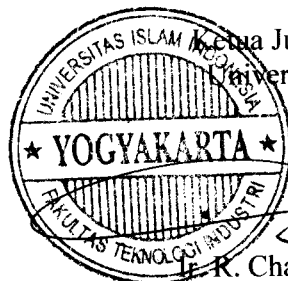
Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc.
Anggota I

Ir. Elisa Kusriani, MT
Anggota II



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri
Universitas Islam Indonesia



Ir. R. Chairul Saleh, M.Sc., Ph.D



Batik Indah

RARADJONGGRANG

Jl. Tirtodipuran 6A (18) Telp. (0274) 375209 Hunting
Fax : (0274) 378653 Yogyakarta 55143 - INDONESIA

ER BATIK FACTORY AND ART SHOP EXPORTER BATIK FACTORY AND ART SHOEXPORTER BATIK FAC

SURAT KETERANGAN

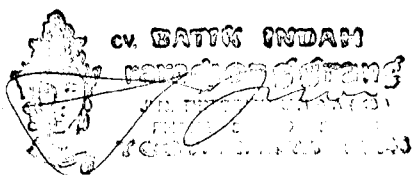
Dengan ini kami selaku Wakil Manajemen C.V. Batik Indah Rara Djonggrang yang beralamat di Jl. Tirtodipuran 18 Yogyakarta 55143, menerangkan bahwa yang tercantum namanya dibawah ini :

N A M A : Fitrania Ikasari
NIM : 02 522 033
Fak / Jur : Teknik Industri
Perguruan tinggi : Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

Telah melaksanakan Penelitian untuk Skripsi di Batik Rara Djonggrang dari tanggal 16 November – 16 Desember 2006, dalam hal pengambilan data dan observasi lapangan.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat dan agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya

Yogyakarta, 04 Januari 2007



Adhi W. Nugroho

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada :

Bapak, Ibu dan Dede

Atas segala doa dan dukungan yang telah diberikan



HALAMAN MOTTO

**“Bila seluruh pohon yang ada di bumi dijadikan pena, dan air samudra
dijadikan tinta ditambah tujuh samudra yang lain. Ilmu Allah tidak akan habis,
Allah Mahaperkasa dan Mahabijaksana.”**

(Q.S Luqmaan : 27)

**“Al Qur’an itu adalah ayat yang nyata dan jelas terutama di dada orang yang
punya ilmu”**

(Q.S Al ‘Ankabut : 49)

**“Sungguh bersama kesukaran pasti ada kemudahan.
Dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan.
Karena itu, bila selesai suatu urusan, mulailah urusan lain
dengan sungguh-sungguh.**

**Hanya kepada Tuhanmu hendaknya kau berharap”
(Q.S. Al-Insyirah : 5-8)**

**"Dia-lah Allah, yang Maha Esa. Allah adalah Tuhan yang bergantung kepada-
Nya segala sesuatu. Dia tiada beranak dan tidak pula diperanakkan. Dan tidak
ada seorangpun yang setara dengan Dia." (Q.S. Al – Ikhlas: 1 - 4)**

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum wr. wb.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan ridho-Nya yang besar sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Perancangan Ulang Alat Bantu Kerja Batik Cap Dengan Menggunakan Prinsip-Prinsip Anthropometrik” (Studi Kasus di CV. Batik Indah Rara Djonggrang Yogyakarta).

Tugas akhir ini merupakan salah satu mata kuliah yang wajib ditempuh oleh mahasiswa sebagai syarat kelulusan untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Kelancaran dalam mempersiapkan dan menyelesaikan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis haturkan kepada :

1. Bapak Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Hartomo, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang memberikan arahan dalam tugas akhir ini.
4. Batik Rara Djonggrang sebagai tempat pelaksanaan penelitian yang telah memberikan banyak bantuan.

5. Semua pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu per satu yang telah banyak memberikan bantuan, masukan, dorongan, dan semangat. Semoga Allah SWT memberikan balasan limpahan rahmat, karunia, serta kelapangan hati atas segala kabaikan yang telah mereka berikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan dari semua pihak untuk perbaikan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkannya.

Wassalamu'alaikum wr. wb.



Yogyakarta, April 2007

Fitrania Ikasari

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Pembimbing	ii
Halaman Penguji	iii
Halaman Penelitian	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xiv
Abstraksi	xv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
 BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Ergonomi	7
2.2 Ergonomi Dan Sistem Produksi	11
2.3 Anthropometri	14
2.3.1 Pedoman Pengukuran Dimensi Tubuh	17
2.3.2 Prinsip Perancangan	20
2.3.3 Aplikasi Statistik Dalam Penggunaan Data Antropometri	20
2.3.4 Uji Kecukupan Dan Keseragaman Data Antropometri	22
2.3.4.1 Uji Kecukupan Data	22

2.3.4.2 Uji Keseragaman Data	23
2.4 Fisiologi	24
2.4.1 Konsumsi Energi	26
2.4.2 Kelelahan Kerja	29
2.5 Pengukuran Waktu Kerja	30
2.5.1 Faktor Penyesuaian	31
2.5.2 Kelonggaran	33
2.6 Analisa Manfaat-Biaya	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Obyek Penelitian	38
3.2 Sumber dan Jenis Data	38
3.3 Metode Pengumpulan Data	39
3.4 Metode Pengolahan Data	41
3.5 Metode Analisis	42
3.6 Langkah – langkah penelitian	42
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
4.1 Pengumpulan Data	45
4.1.1 Data Sebelum Perbaikan	45
4.1.1.1 Data Aktual Ukuran Alat	45
4.1.1.2 Data Denyut Jantung	47
4.1.1.3 Data Waktu Siklus	48
4.1.1.4 Hasil Kuisisioner	48
4.1.2 Data Setelah Perbaikan	48
4.1.2.1 Data Denyut Jantung	48
4.1.2.2 Data Waktu Siklus	49
4.1.2.3 Hasil Kuisisioner	49
4.1.2.4 Data Anthropolometri	50
4.2 Pengolahan Data	52
4.2.1 Sebelum Perbaikan	52
4.2.1.1 Perhitungan Konsumsi Energi	52
4.2.1.1.1 Uji Keseragaman dan Kecukupan Data	52

4.2.1.1.2 Konsumsi energi	54
4.2.1.3 Perhitungan Waktu Baku	55
4.2.1.3.1 Uji Keseragaman dan Kecukupan Data	55
4.2.1.3.2 Penetapan Faktor Penyesuaian	58
4.2.1.3.3 Perhitungan Waktu Normal (W_n)	63
4.2.1.3.4 Penetapan Kelonggaran (<i>Allowance</i>)	65
4.2.1.3.5 Perhitungan Waktu Baku (W_b)	67
4.2.2 Setelah Perbaikan	67
4.2.2.1 Perhitungan Anthropometri	67
4.2.2.1.1 Uji Keseragaman Dan Kecukupan Data	67
4.2.2.1.2 Perhitungan Percentil	70
4.2.2.1.3 Rancangan Alat Bantu	71
4.2.2.2 Konsumsi Energi	75
4.2.2.2.1 Uji Keseragaman Dan Kecukupan Data	75
4.2.2.2.2 Perhitungan Konsumsi Energi	77
4.2.2.3 Perhitungan Waktu Baku	78
4.2.2.3.1 Uji Keseragaman Dan Kecukupan Data	78
4.2.2.3.2 Penetapan Faktor Penyesuaian	81
4.2.2.3.3 Perhitungan Waktu Normal (W_n)	86
4.2.2.3.4 Penetapan Kelonggaran (<i>Allowance</i>)	87
4.2.2.3.5 Perhitungan Waktu Baku (W_b)	89
4.2.2.4 Perhitungan Efisiensi	89
4.2.3 Perhitungan Biaya	90
4.2.3.1 Biaya Alat Lama	90
4.2.3.2 Biaya Alat Baru	91
4.2.3.3 Benefit Cost Ratio	92
BAB V PEMBAHASAN	
5.1 Analisis Desain Alat Sebelum Perbaikan	95
5.2 Analisis Desain Alat Setelah Perbaikan	98
5.3 Analisis Perbandingan	53

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan 106

6.2 Saran 107

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Cara pengukuran posisi berdiri	15
Tabel 2.2	Cara pengukuran posisi berdiri dengan tangan lurus ke depan	17
Tabel 2.3	Macam persentil dan cara perhitungan dalam distribusi normal	18
Tabel 2.4	Tabel Performance Rating dengan sistem Westinghouse	30
Tabel 4.1	Data aktual alat bantu pemanas lilin	40
Tabel 4.2	Data denyut jantung sebelum perbaikan (dalam denyut/menit)	42
Tabel 4.3	Data waktu siklus sebelum perbaikan	43
Tabel 4.4	Data denyut jantung setelah perbaikan (Dalam denyut / menit)	44
Tabel 4.5	Data waktu siklus setelah perbaikan	44
Tabel 4.6	Data anthropometri	45
Tabel 4.7	Uji keseragaman dan kecukupan data denyut jantung	49
Tabel 4.8	Konsumsi energi sebelum perbaikan	50
Tabel 4.9	Uji keseragaman dan kecukupan data waktu siklus sebelum perbaikan	53
Tabel 4.10	Waktu normal sebelum perbaikan	59
Tabel 4.11	Data tinggi siku berdiri (tsb)	63
Tabel 4.12	Uji keseragaman dan kecukupan data anthropometri	65
Tabel 4.13	Hasil perhitungan persentil dimensi tubuh	66
Tabel 4.14	Uji keseragaman dan kecukupan data denyut jantung	72
Tabel 4.15	Data denyut jantung setelah perbaikan (dalam denyut/menit)	73
Tabel 4.16	Uji keseragaman dan kecukupan data waktu siklus setelah perbaikan	76
Tabel 4.17	Waktu normal setelah perbaikan	82

DAFTAR GAMBAR

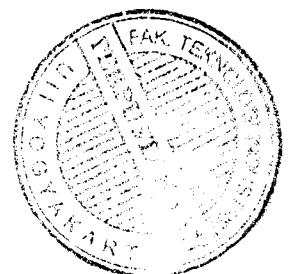
Gambar 2.1	Pengukuran posisi berdiri	15
Gambar 2.2	Pengukuran posisi berdiri tangan lurus ke depan	16
Gambar 3.1	Motif mudah	34
Gambar 3.2	Motif sulit	34
Gambar 3.3	Kerangka Pemecahan Masalah	39
Gambar 4.1	Sketsa alat bantu yang lama	40
Gambar 4.2	Gambar alat lama tampak depan	41
Gambar 4.3	Gambar alat lama tampak samping	41
Gambar 4.4	Gambar alat lama tampak atas	42
Gambar 4.5	Plot data denyut jantung sebelum perbaikan (sebelum kerja)	48
Gambar 4.6	Plot data waktu siklus sebelum perbaikan	52
Gambar 4.7	Plot data tinggi siku berdiri (tsb)	64
Gambar 4.8	Sketsa alat bantu yang baru	68
Gambar 4.9	Gambar alat baru tampak depan	68
Gambar 4.10	Gambar alat baru tampak atas	69
Gambar 4.11	Gambar alat baru tampak samping	69
Gambar 4.12	Plot data denyut jantung setelah perbaikan (sebelum kerja)	71
Gambar 4.13	Plot data waktu siklus setelah perbaikan	75
Gambar 5.1	Posisi pekerja menggunakan alat yang lama	95
Gambar 5.2	Gambar stasiun kerja dengan menggunakan alat lama	95
Gambar 5.3	Sketsa stasiun kerja dengan menggunakan alat lama	96
Gambar 5.4	Ukuran alat lama	97
Gambar 5.5	Gambar alat lama beserta tungku	97
Gambar 5.6	Ukuran alat baru	99
Gambar 5.7	Gambar alat baru beserta tungku pemanas	99
Gambar 5.8	Posisi pekerja menggunakan alat yang baru	101
Gambar 5.9	Sketsa stasiun kerja dengan menggunakan alat baru	101

Gambar 5.10	Gambar stasiun kerja dengan menggunakan alat baru	102
Gambar 5.11	Grafik perbandingan hasil kuesioner	103
Gambar 5.12	Gambar grafik perbandingan konsumsi energi	104
Gambar 5.13	Gambar grafik perbandingan waktu baku	104



ABSTRAKSI

Batik merupakan salah satu kerajinan yang digemari oleh wisatawan yang berkunjung ke Yogyakarta. Menurut proses pembuatannya batik terbagi menjadi batik cap, batik tulis dan batik printing. Dalam proses pembuatan batik cap digunakan alat bantu untuk memudahkan pekerjaan. Alat bantu ini merupakan salah satu faktor yang penting untuk diperhatikan dalam proses produksi karena alat yang tidak tepat dapat menghambat pekerjaan bahkan dapat menyebabkan rasa sakit pada bagian tubuh tertentu. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan dimensi rancangan alat bantu yang sesuai dengan tubuh pekerja batik cap agar dapat mengurangi keluhan dari pekerja sehingga dapat meningkatkan produktivitas. Studi kasus dilakukan di Perusahaan Batik Rara Djonggrang Yogyakarta dengan memberikan kuesioner mengenai keluhan yang dialami pekerja pada bagian tubuh tertentu. Dalam perancangan ulang alat bantu pemanas lilin digunakan data anthropometri agar alat yang dihasilkan sesuai dengan dimensi tubuh pekerja. Alat yang telah dirancang disimulasikan kepada pekerja batik untuk mengetahui sejauh mana efisiensi alat yang baru bagi pekerja. Untuk kemudian dilakukan analisis data dengan cara membandingkan alat yang lama dengan alat setelah perbaikan meliputi data kuesioner, konsumsi energi dan waktu baku. Dari hasil perhitungan anthropometri didapatkan hasil tinggi alat pemanas 129 cm, tinggi tempat wajan 96 cm dan lebar tempat pemanas 48 cm. Terdapat pengurangan keluhan yang dialami oleh pekerja yaitu pada bagian leher berkurang 43%, bahu berkurang 71%, siku berkurang 57%, tangan berkurang 71%, punggung atas berkurang 57%, punggung bawah berkurang 43% dan kaki berkurang 28%. Untuk waktu baku sebelum perbaikan sebesar 26.6 menit, sedangkan waktu baku setelah perbaikan sebesar 23.2 menit, terjadi penghematan waktu sebesar 13.4%. Konsumsi energi rata-rata dengan menggunakan alat pemanas lilin yang lama 0.836 Kkal, sedangkan konsumsi energi rata-rata dengan menggunakan alat yang baru 0.634 Kkal, terjadi penghematan konsumsi energi sebesar 24.2%.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Yogyakarta sebagai salah satu kota tujuan wisata baik wisatawan domestik maupun mancanegara memiliki banyak obyek wisata. Bagi wisatawan yang ingin membawa cinderamata, kota Yogyakarta memiliki banyak pilihan salah satunya adalah batik.

Semakin meningkatnya permintaan pasar akan produk batik mengakibatkan meningkatnya jumlah pengrajin batik baik yang berskala kecil maupun besar. Salah satu perusahaan batik yang terdapat di Yogyakarta yaitu Batik Rara Djonggrang. Perusahaan ini bergerak dalam industri pembuatan dan perdagangan batik. Produk yang dihasilkan Batik Rara Djonggrang meliputi batik tulis, batik cap dan batik printing yang telah berorientasi pada kegiatan ekspor.

Berdasarkan hasil kuesioner yang telah diberikan didapat bahwa pada bagian pemolaan pekerja mengalami ketidaknyamanan pada bagian tangan atau pergelangan tangan sebelah kanan. Pada bagian pembuatan batik tulis mengalami ketidaknyamanan pada bagian tubuh antara lain : leher sebanyak 57.1%, bahu kanan sebanyak 14.3%, bahu kiri sebanyak 28.6%, siku kanan sebanyak 42.9%, siku kiri sebanyak 14.3%, tangan kanan sebanyak 85.7%, punggung bagian atas dan bawah, paha sebanyak 71.4%, lutut sebanyak 42.9%, kaki sebanyak 14.3% dan pantat sebanyak 85.7%. Sedangkan pada bagian pembuatan batik cap ketidaknyamanan

pekerja terjadi pada bagian leher 86%, bahu kanan, siku, tangan sebelah kanan, punggung bagian atas dan bawah 86%, betis 86%, pergelangan kaki 71%. Dan pada bagian pewarnaan pekerja mengalami ketidaknyamanan pada bagian punggung bagian atas sebanyak 33.3% dan punggung bagian bawah sebanyak 66.7%.

Keselamatan dan kesehatan kerja seharusnya menjadi perhatian besar bagi setiap perusahaan baik perusahaan yang kecil maupun perusahaan yang besar. Salah satunya perusahaan Batik Rara Djonggrang yang telah puluhan tahun bergerak dalam industri pembuatan dan perdagangan batik. Sehingga dalam proses pembuatannya menggunakan peralatan konvensional karena dianggap masih layak pakai. Namun berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan pekerja sering menghentikan kegiatannya sejenak untuk beristirahat, karena mengalami keluhan di beberapa bagian tubuh. Keluhan tersebut meliputi rasa pegal karena alat bantu kerja yang mereka gunakan kurang ergonomis.

Untuk itulah perlu tercipta keadaan kerja yang memiliki alat bantu kerja yang dirancang tidak hanya untuk memenuhi aspek fungsional saja tapi juga memperhatikan aspek dimensi tubuh pekerja. Supaya pekerja terhindar dari penggunaan postur kerja yang tidak baik dan pada akhirnya mengakibatkan ketidaknyamanan pada beberapa bagian tubuh.

Hasil kuesioner menunjukkan bahwa pembuatan batik cap merupakan salah satu bagian yang banyak mengakibatkan keluhan pada bagian tubuh pekerja. Dengan

melihat kondisi tersebut diperlukan perbaikan alat bantu kerja yang memperhatikan dimensi tubuh pekerja agar dapat mengurangi ketidaknyamanan.

Beberapa penelitian terdahulu yang membahas perbaikan alat kerja dengan pendekatan ergonomi antara lain : analisis poster kerja dan perancangan dimensi tempat kerja dengan menggunakan metode RULA (Setyaningrum, 2004). Penelitian bertempat di industri pembuatan patung dimana dilakukan analisis dan evaluasi postur kerja untuk meminimalkan cedera otot yang dialami pekerja. Penelitian lainnya berupa usulan rancangan sofa yang ditinjau dari aspek estetis dan aspek ergonomi (Indriana, 2005) yang meliputi analisa keluhan fungsi sistem tempat duduk. Perancangan ulang gitar elektrik dengan prinsip Ergonomi (Yudha, 2006). Perancangan alat kerja yang ergonomis untuk meningkatkan produktivitas kerja (Setiawan, 2006). Dimana dilakukan perbaikan rancangan untuk mengurangi waktu proses pencucian pada industri benang. Sedangkan pada penelitian ini akan difokuskan pada proses pembuatan batik cap berupa perancangan ulang tempat pemanasan lilin dengan menggunakan prinsip anthropometri dan fisiologi yang mencakup perhitungan konsumsi energi sebelum dan setelah perbaikan. Perbaikan alat bantu kerja ini harus sesuai dengan keinginan dari pekerja yang menggunakan alat tersebut. Agar dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi ketidaknyamanan pada bagian tubuh tertentu.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas, maka dapat dirumuskan perumusan sebagai berikut : bagaimanakah rancangan dimensi alat bantu pembuatan batik cap berupa “pemanas lilin” untuk mengurangi ketidaknyamanan kerja ?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang ingin dicapai maka dilakukan pembatasan dan asumsi sebagai berikut :

1. Penelitian hanya untuk pekerja batik cap di Batik Rara Djonggrang
2. Perancangan alat hanya ditekankan pada prinsip anthropometri, sedangkan biaya bahan, kekuatan bahan dan kekuatan struktur tidak dibahas lebih lanjut
3. Tempat pemanasan lilin yang menjadi obyek penelitian hanya milik Batik Roro Djonggrang
4. Data-data yang tidak diperoleh dalam penelitian seperti data antropometri untuk orang Indonesia diperoleh dari data antropometri dan data sekunder.
5. Keadaan fisik pekerja saat pengukuran dianggap sehat dan normal.
6. Faktor lingkungan kerja yang ada seperti sirkulasi udara dan suhu ruangan dianggap normal.
7. Peralatan yang digunakan dianggap dalam kondisi normal.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Untuk menentukan dimensi rancangan alat bantu yang sesuai dengan tubuh pekerja batik cap.
2. Merancang ulang tempat “pemanas lilin” bagi pekerja batik cap dengan menggunakan prinsip anthropometri dan fisiologi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diambil dari hasil penelitian ini antara lain :

1. Dapat mengurangi resiko kerja.
2. Agar proses produksi batik cap yang berlangsung dapat lebih efisien.
3. Kualitas produk tetap terjaga karena pekerja didukung alat yang tidak menyebabkan rasa tidaknyaman dalam bekerja.

1.6 Sistematika Penelitian

Untuk memudahkan penyusunan tugas akhir ini, maka dalam penulisannya dibagi dalam enam bab. Bab pertama adalah pendahuluan dimana dalam bab ini akan menguraikan secara singkat serta menyeluruh mengenai latar belakang dari permasalahan, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan untuk keteraturan penulisan.

Bab kedua adalah Kajian Pustaka dimana dalam bab ini akan berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian. Disamping itu juga memuat uraian singkat tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan.

Bab ketiga berupa Metodologi Penelitian yang berisi uraian singkat mengenai kerangka dan bagan alir penelitian, teknik yang dilakukan, model yang dipakai, pembangunan, dan pengembangan model, bahan atau materi, alat, tata cara penelitian dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai.

Bab keempat adalah Pengolahan Data dan Hasil Penelitian dimana bab ini berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian. Hasil pengolahan data ditampilkan baik dalam bentuk tabel maupun grafik. Yang dimaksud dengan pengolahan data juga termasuk analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh. Pada sub bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada sub bab V yaitu pembahasan hasil dimana dalam bab ini diuraikan pembahasan hasil yang diperoleh dalam penelitian, dan kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi.

Bab terakhir merupakan Kesimpulan dan Rekomendasi dimana dalam bab ini berisi tentang kesimpulan terhadap analisis yang dibuat dan rekomendasi atau saran-saran atas hasil yang dicapai dan permasalahan yang ditemukan selama penelitian, sehingga perlu dilakukan rekomendasi untuk dikaji pada penelitian selanjutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Ergonomi

Istilah ergonomi berasal dari bahasa latin yaitu *ergon* (kerja) dan *nomos* (hukum alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek – aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain / perancangan. Ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan, dan kenyamanan manusia di tempat kerja, di rumah dan di tempat rekreasi (Nurmianto,1996). Didalam ergonomi dibutuhkan studi tentang sistem dimana manusia, fasilitas kerja dan lingkungannya saling berinteraksi dengan tujuan utama untuk menyesuaikan suasana kerja dengan lingkungannya. Disiplin ergonomi secara khusus akan mempelajari kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan teknologi dan produk-produk buaatannya. Dengan kata lain disiplin ergonomi adalah suatu cabang keilmuan yang sistematis untuk memanfaatkan informasi–informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem tersebut dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, efisien, aman dan nyaman (Wignjosoebroto, 1995).

Penerapan ergonomi pada umumnya merupakan aktivitas rancang bangun (desain) ataupun rancang ulang (redesain). Menurut Wignjosoebroto (1995),

pendekatan khusus yang ada dalam disiplin ergonomi ialah aplikasi yang sistematis dari segala informasi yang relevan yang berkaitan dengan karakteristik dan perilaku manusia didalam perancangan peralatan, fasilitas, dan lingkungan kerja yang dipakai. Untuk ini analisis dan penelitian ergonomi akan meliputi hal – hal yang berkaitan dengan :

1. Anatomi (struktur), fisiologis (bekerjanya), dan antropometri (ukuran) tubuh manusia.
2. Psikologi yang fisiologis mengenai berfungsinya otak dan system syaraf yang berperan dalam tingkah laku manusia.
3. Kondisi–kondisi kerja yang dapat mencederai baik dalam waktu yang pendek maupun panjang ataupun membuat celaka manusia, dan sebaliknya ialah kondisi–kondisi kerja yang dapat membuat nyaman kerja manusia.

Dengan memperhatikan hal–hal tersebut maka penelitian dan pengembangan ergonomi akan memerlukan dukungan berbagai disiplin keilmuan seperti psikologi, antropologi, faal/anatomi dan teknologi (*engineering*).

Beberapa prinsip ergonomi antara lain :

1. Sikap tubuh dalam pekerjaan sangat dipengaruhi oleh bentuk, susunan, ukuran dan penempatan alat-alat, petunjuk cara melayani mesin.
2. Bekerja dengan berdiri sedapat mungkin diubah menjadi pekerja dengan posisi duduk. Bila tidak mungkin kepada pekerja diberi tempat dan kesempatan untuk duduk.

3. Ruang gerak lengan ditentukan oleh punggung lengan seluruhnya dan lengan bawah. Pegangan-pegangan harus diletakkan didaerah tersebut lebih-lebih bila sikap tubuh tidak berubah.
4. Macam gerakan yang kontinyu dan berirama lebih diutamakan sedangkan yang sekonyong-konyong pada permulaan dan berhenti dengan paksa yang sangat melelahkan serta gerakan keatas harus dihindarkan.
5. Pembebanan sebaiknya dipilih yang optimum, yaitu beban yang dapat dikerjakan dengan pengerahan tenaga yang paling efisien. Beban hendaknya menekan langsung pada pinggul yang mendukungnya.
6. Waktu istirahat didasarkan pada keperluan atas dasar pertimbangan ergonomi yaitu apabila pekerjaan tersebut selama 8 jam kerja, maka 1 jam untuk istirahat harus dihindari istirahat-istirahat sekehendak pekerja, istirahat oleh turunya kapasitas tubuh dan istirahat curian (Suma'mur, 1991).

Tujuan dari pendekatan disiplin ergonomi seperti pada bidang industri diarahkan pada upaya memperbaiki performans kerja manusia seperti menambah kecepatan kerja, ketepatan, keselamatan kerja disamping untuk mengurangi energi kerja yang berlebihan serta mengurangi datangnya kelelahan yang terlalu cepat. Selain itu disiplin ergonomi diharapkan pula mampu memperbaiki pendayagunaan sumber daya manusia serta meminimalkan kerusakan peralatan yang disebabkan kesalahan manusia (*human errors*) (Wignjosoebroto, 1995). Sasaran ergonomi dikemukakan oleh Suma'mur (1989) adalah seluruh tenaga kerja baik pada sektor

modern maupun pada sektor tradisional dan informal. Pada sektor modern, penerapan ergonomi dalam bentuk pengaturan sikap, tata cara kerja dan perencanaan kerja yang tepat adalah syarat yang penting bagi efisiensi dan produktivitas kerja yang tinggi. Dikatakan juga bahwa dengan penerapan ergonomi pada berbagai bidang pekerjaan telah terbukti dapat membuat kenaikan produktivitas kerja mencapai 5% - 10% atau lebih. Hal yang sama pula dikemukakan oleh Wignjosoebroto (1995) bahwa agar tenaga kerja berada dalam kondisi nyaman dalam pekerjaan maka perlu adanya pengendalian lingkungan fisik yang dapat memengaruhi aktifitas manusia. Manusia sebagai makhluk yang tidak sempurna memiliki beberapa kekurangan, dalam artian bahwa kemampuannya masih dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut bisa datang dari dirinya (internal) atau mungkin pengaruh dari luar (eksternal). Salah satu faktor yang datang dari luar adalah kondisi lingkungan kerja yaitu semua keadaan yang terdapat disekitar tempat kerja seperti temperatur, sirkulasi udara, pencahayaan, kebisingan, getaran mekanis, bau-bauan, kelembaban udara, warna dan lain-lain yang dalam hal ini akan berpengaruh secara signifikan terhadap hasil kerja manusia tersebut. Oleh Setyawati (2000) bahwa dalam rangka mempersiapkan mutu kehidupan kerja yang setinggi-tingginya di semua lapangan kerja banyak hal-hal yang perlu diwaspadai, pada sisi beban pekerjaan, peralatan kerja, lingkungan kerja, organisasi kerja serta sisi yang lain memerlukan pemikiran untuk mengantisipasi adanya penyakit akibat kerja atau gangguan kesehatan para pekerja.

2.2 Ergonomi Dan Sistem Produksi

Ergonomi selalu terkait dengan suatu sistem kerja, karena dalam suatu sistem kerja hampir pasti terdapat komponen manusia. Sedangkan sistem produksi merupakan suatu sistem integral yang mempunyai komponen struktural dan fungsional. Didalam sistem produksi modern terjadi suatu proses transformasi nilai tambah yang mengubah input menjadi output (Gaspersz, 1998). Elemen struktural yang membentuk sistem produksi terdiri dari : material, mesin dan peralatan, tenaga kerja, energi, informasi dll. Sedangkan elemen fungsional terdiri dari : kegiatan supervisi, perencanaan, pengendalian, koordinasi, dan kepemimpinan yang kesemuanya berkaitan dengan manajemen dan organisasi.

Dengan pendekatan ergonomis diharapkan sistem produksi dapat dirancang untuk melaksanakan kegiatan kerja (proses transformasi input menjadi output) yang bernilai tambah dengan didukung oleh keserasian hubungan antara manusia dengan sistem kerja yang dikendalikannya. Sistem produksi adalah suatu sistem kerja yang melibatkan komponen-komponen kerja seperti : mesin/peralatan, material, metode kerja, manusia sebagai pekerja dan lingkungan fisik kerja (temperatur, pencahayaan, kebisingan, warna, dll). Berkaitan dengan perancangan sistem produksi, komponen-komponen sistem produksi yang perlu mendapat perhatian aspek-aspek ergonomisnya antara lain :

1. Manusia

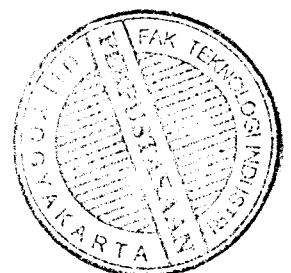
Manusia adalah komponen struktural utama yang sangat menentukan kinerja sistem produksi. Selain itu manusia juga aslah bagian dari komponen fungsional sistem produksi. Sebagai *direct labor* dalam proses transformasi input menjadi output, aspek-aspek ergonomi yang harus dipertimbangkan adalah : posisi kerja, sikap kerja, metode kerja, suasana hubungan kerja, dan efisiensi gerakan.

2. Faktor Produksi

Komponen struktural sistem produksi diluar tenaga kerja dapat disebut sebagai faktor produksi. Faktor-faktor produksi yang terlibat dalam proses transformasi input menjadi output yang benilai tambah dan memiliki kaitan dengan aspek-aspek ergonomi antara lain : peralatan dan fasilitas kerja, bahan baku, mesin, dan informasi.

3. Lingkungan Kerja

Lingkungan kerja adalah segala sesuatu yang ada disekitar karyawan dan dapat mempengaruhi dirinya dalam menjalankan tugas (Tan Djui dan Setiasih, 2001). Sedangkan menurut Amrita (2000) kondisi dan lingkungan kerja adlah semua faktor ditempat kerja yang bisa menimbulkan akibat kepada tenaga kerja. Menurut Wignjosoebroto (1995) faktor-faktor lingkungan kerja yang dapat mempengaruhi jasmani pada saat bekerja adlah : temperatur, kelembaban, sirkulasi udara, pencahayaan, kebisisngan, bau-bauan, getaran mekanis dan warna.



4. Sistem Produktivitas dan Sistem Produksi

Secara umum dapat dikatakan bahwa produktivitas adalah perbandingan (rasio) dari keluaran (output) dengan masukan (input). Keluaran adalah produksi berupa barang atau jasa, sedangkan masukan adalah sumber daya ekonomis yang digunakan untuk memperoleh hasil tersebut. Misalnya : faktor tenaga kerja, bahan baku, modal, energi dll. (Summanth, 1985) tingkat produktivitas yang tinggi dapat dicapai jika suatu perusahaan dapat menggunakan dan mengkombinasikan secara optimal seluruh masukan dalam menghasilkan keluaran. Apabila ukuran keberhasilan produksi hanya dipandang dari sisi output, maka produktivitas dipandang dari dua sisi sekaligus, yaitu : sisi input dan output. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa produktivitas berkaitan dengan efisiensi penggunaan input dalam memproduksi output. Mali (1978) menyatakan bahwa produktivitas tidak sama dengan produksi, tetapi produksi, performansi kualitas, hasil-hasil merupakan komponen dari usaha produktivitas. Dengan demikian produktivitas merupakan suatu kombinasi dari efektivitas dan efisiensi.

2.3 Anthropometri

Istilah Anthropometri berasal dari kata “*anthro*” yang berarti manusia dan “*metri*” yang berarti ukuran. Secara definitif anthropometri dapat dinyatakan sebagai suatu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Anthropometri secara luas digunakan untuk pertimbangan ergonomis dalam suatu perancangan (desain) produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia. Aspek-aspek ergonomi dalam suatu konsep rancang bangun fasilitas merupakan faktor yang penting dalam menunjang peningkatan pelayanan jasa produksi. Setiap desain produk, baik produk yang sederhana maupun produk yang sangat kompleks, harus berpedoman kepada anthropometri pemakaiannya. Menurut Sanders & McCormick (1987); Pheasant (1988) dan Pulat (1992) bahwa anthropometri adalah pengukuran dimensi tubuh atau karakteristik fisik tubuh lainnya yang relevan dengan desain tentang sesuatu yang dipakai orang.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data antropometri akan menentukan bentuk, ukuran dan dimensi yang tepat yang berkaitan dengan produk yang dirancang atau manusia yang mengoperasikannya / menggunakan produk tersebut. Dalam kaitan ini maka perancang produk harus mampu mengakomodasikan dimensi tubuh dari populasi terbesar yang akan menggunakan produk rancangannya tersebut. Secara umum sekurang-kurangnya 90% - 95% dari populasi yang menjadi target dalam kelompok pemakai suatu produk haruslah mampu menggunakannya

dengan selayaknya. Antropometri dibagi atas dua bagian (Wignjosoebroto,1995), yaitu :

1. Antropometri statis yaitu pengukuran tubuh dalam berbagai posisi tubuh standard dan tidak bergerak (tetap tegak sempurna). Dimensi tubuh yang diukur dengan posisi tetap antara lain meliputi berat badan, tinggi tubuh dalam posisi berdiri atau duduk, ukuran kepala, panjang lutut pada saat berdiri / duduk, panjang lengan dan sebagainya.
2. Antropometri dinamis yaitu pengukuran tubuh pada saat melakukan gerakan – gerakan tertentu yang berkaitan dengan kegiatan yang harus diselesaikan. Hal pokok yang ditekankan dalam pengukuran ini adalah mendapatkan ukuran tubuh yang nantinya akan berkaitan erat dengan gerakan – gerakan nyata yang diperlukan tubuh untuk melakukan kegiatan – kegiatan tertentu.

Adapun perbedaan antara satu populasi dengan populasi yang lain adalah dikarenakan oleh faktor-faktor berikut (Nurmianto,1996) :

1. Keacakan / Random

Dalam butir pertama ini 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

6. Secara distribusi statistik ada perbedaan yang cukup signifikan antara dimensi tubuh pria dan wanita. Untuk kebanyakan dimensi pria dan wanita ada perbedaan yang signifikan diantara mean (rata-rata) dan nilai perbedaan ini tidak dapat diabaikan begitu saja. Pria dianggap lebih panjang dimensi segmen badannya daripada wanita. Oleh karenanya data antropometri untuk kedua jenis kelamin tersebut selalu disajikan terpisah.

3. Suku bangsa (*Ethnic Variability*)

Variasi diantara beberapa kelompok suku bangsa telah menjadi hal yang tidak kalah pentingnya terutama karena meningkatnya jumlah angka migrasi dari satu negara ke negara lain.

4. Usia

Digolongkan atas beberapa kelompok usia yaitu : balita, anak-anak, remaja, dewasa dan lanjut usia. Hal ini jelas berpengaruh terutama jika desain diaplikasikan untuk antropometri anak-anak. Antropometrinya akan cenderung terus meningkat sampai batas usia dewasa. Namun setelah menginjak usia dewasa, tinggi badan manusia mempunyai kecenderungan untuk menurun yang antara lain disebabkan oleh berkurangnya elastisitas tulang belakang selain itu juga berkurangnya dinamika gerakan tangan dan kaki.

5. Jenis pekerjaan

Beberapa jenis pekerjaan tertentu menuntut adanya persyaratan dalam seleksi karyawan / stafnya.

6. Pakaian

Hal ini juga merupakan sumber variabilitas yang disebabkan oleh bervariasinya iklim / musim yang berbeda dari satu tempat ke tempat yang lainnya terutama untuk daerah dengan empat musim.

7. Faktor kehamilan pada wanita

Faktor ini sudah jelas akan mempunyai faktor pengaruh perbedaan yang berarti kalau dibandingkan dengan wanita yang tidak hamil, terutama yang berkaitan dengan analisis perancangan produk (APP) atau analisis perancangan kerja (APK).

8. Cacat tubuh / fisik

Suatu perkembangan yang menggembirakan pada dekade terakhir yaitu diberikannya skala prioritas pada rancang bangun fasilitas akomodasi bagi penderita cacat tubuh secara fisik sehingga mereka dapat ikut serta merasakan "kesamaan" dalam penggunaan jasa dari hasil ilmu ergonomi didalam pelayanan untuk masyarakat.

2.3.1 Pedoman pengukuran dimensi tubuh

1. Pada posisi berdiri

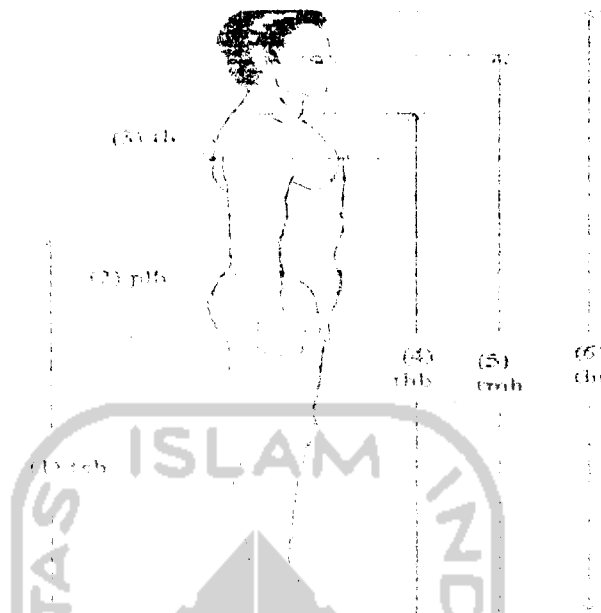
Pada pengukuran posisi berdiri, dimensi tubuh yang diukur adalah dimensi tinggi siku berdiri (tsb), panjang lengan bawah (plb), tinggi mata berdiri (tmb), tebal badan (tb), tinggi bahu berdiri (tbb) dan tinggi badan tegak (tbt) seperti terlihat pada gambar 2.1 dan cara pengukuran pada tabel 2.1.

2.

Pad.

diuk

peng



Gambar 2.1 Pengukuran posisi berdiri (Phesant,1798)

Tabel 2.1 Cara pengukuran posisi berdiri (Phesant, 1798)

Data yang diukur	Cara pengukurannya
Tinggi siku berdiri	Ukur jarak dari lantai ke titik pertemuan antara lengan atas dan lengan bawah. Subyek berdiri tegak dengan kedua tangan tergantung secara wajar
Panjang lengan bawah	Subyek berdiri tegak tangan disamping, ukur jarak dari siku sampai pergelangan tangan.
Tinggi mata berdiri	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai ujung mata bagian dalam (dekat pangkal hidung). Subyek berdiri tegak memandang lurus ke depan
Tebal badan tegak	Jarak vertika telapak kaki sampai ujung kepala yang paling atas, sementara subyek berdiri tegak mata memandang lurus ke depan.
Tebal bahu berdiri	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai bahu yang menonjol pada saat subyek berdiri tegak.
Tebal badan	Ukur jarak dari dada sampai punggung secara horisontal.

Ja

2.3.2 Prinsip Perancangan

Data antropometri dapat digunakan sebagai alat untuk perancangan peralatan. Mengingat bahwa keadaan dan ciri fisik dipengaruhi oleh banyak faktor sehingga berbeda satu dengan yang lainnya. I. Z. Satalaksana memberikan tiga prinsip dalam pemakaian data anthropometri tersebut yaitu :

1. Perancangan fasilitas berdasarkan individu yang ekstrim

Penggunaan dari prinsip ini memungkinkan fasilitas yang dirancang dapat dipakai dengan nyaman oleh sebagian besar orang (minimal 95% dari pemakai dapat menggunakannya).

2. Perancangan fasilitas yang bisa disesuaikan

Prinsip ini digunakan untuk merancang suatu fasilitas agar fasilitas tersebut bisa digunakan dengan nyaman oleh semua yang mungkin memerlukannya .

3. Perancangan fasilitas berdasarkan harga rata-rata para pemakainya .

Prinsip ini hanya digunakan apabila perancangan berdasarkan harga ekstrim tidak mungkin dilaksanakan dan tidak layak jika kita menggunakan pinsip perancangan fasilitas yang bisa disesuaikan.

2.3.3 Aplikasi Statistik Dalam Penggunaan Data Antropometri

Mengingat ukuran individu akan bervariasi satu dengan yang lainnya maka perlu penetapan data antropometri yang sesuai dengan populasi yang menjadi target sasaran produk tersebut (Wignjosoebroto,1995). Penerapan data antropometri ini akan dapat

dilakukan jika tersedia nilai mean (rata-rata) dan SD (standar deviasi) nya dari distribusi normal. Adapun distribusi normal selalu ditandai dengan adanya nilai mean dan SD. Sedangkan persentil adalah suatu nilai yang menyatakan bahwa persentase tertentu dari sekelompok orang yang dimensinya sama dengan atau lebih rendah dari nilai tersebut. Misalnya 95% populasi adalah sama dengan atau lebih rendah dari 95 persentil, 5% dari populasi berada sama dengan atau lebih rendah dari 5 persentil. Besarnya nilai persentil dapat ditentukan dari tabel probabilitas distribusi normal (Nurmianto, 1996).

Tabel 2.3 Macam persentil dan cara perhitungan dalam distribusi normal

Persentil	Perhitungan
Ke - 1	$\bar{X} - 2,325 \sigma$
Ke - 2,5	$\bar{X} - 1,96 \sigma$
Ke - 5	$\bar{X} - 1,645 \sigma$
Ke - 10	$\bar{X} - 1,28 \sigma$
Ke - 50	$\bar{X}$
Ke - 90	$\bar{X} + 1,28 \sigma$
Ke - 95	$\bar{X} + 1,645 \sigma$
Ke - 97,5	$\bar{X} + 1,96 \sigma$
Ke - 99	$\bar{X} + 2,325 \sigma$

Perhitungan persentil digunakan untuk menentukan data antropometri menurut persentil yang dikehendaki. Adapun untuk mencari nilai rata-rata dan standar deviasi dapat menggunakan rumus dibawah ini :

$$\text{Rata-rata} = \bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$SD = \sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana : SD : Standar deviasi

X_i : data ke i

N : jumlah data

2.3.4 Uji Kecukupan Dan Keseragaman Data Antropometri

2.3.4.1 Uji Kecukupan Data

Banyaknya data yang harus dilakukan dalam pengambilan data dan dilakukan test kecukupan data dipengaruhi oleh dua faktor utama:

- a. Tingkat ketelitian dari hasil pengukuran (*Degree of Accuracy*).
- b. Tingkat kepercayaan dari hasil pengukuran (*Confidance Level*).

Sutalaksana, Anggawisastra, dan Tjakraatmadja (1979) menyatakan tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Hal ini biasanya dinyatakan dalam persen (dari waktu penyelesaian sebenarnya, yang seharusnya dicari). Sedangkan tingkat keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian tadi. Inipun dinyatakan dalam persen. Jadi tingkat ketelitian 10% dan tingkat keyakinan 95% memberi arti bahwa pengukur membolehkan rata-rata hasil pengukurannya menyimpang sejauh 10% dari rata-rata sebenarnya; dan kemungkinan berhasil mendapatkan hal ini adalah 95%. Dengan kata lain jika pengukur sampai

memperoleh rata-rata pengukuran yang menyimpang lebih dari 10% seharusnya, hal ini dibolehkan terjadi hanya dengan kemungkinan 5% (=100%-95%).

Untuk mengetahui suatu data dianggap cukup atau tidak dapat dicari berdasarkan rumus :

$$N' = \left[\frac{k / s \sqrt{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

N' : Jumlah data teoritis

k : Tingkat keyakinan

s : Derajat ketelitian

N : Jumlah data pengamatan

x : Data

Apabila $N' < N$ maka data dinyatakan cukup.

2.3.4.2 Uji Keseragaman Data

Test keseragaman data adalah suatu test statistik untuk mengetahui apakah data berasal dari sistem yang seragam. Test ini dilakukan dengan menghitung batas kontrol atas dan batas kontrol bawah dengan rumus di bawah ini :

$$BKA = \bar{X} + k. \sigma \dots\dots\dots(2.4)$$

$$BKB = \bar{X} - k. \sigma \dots\dots\dots(2.5)$$

Di mana :

BKA = Batas Kontrol Atas (*Upper Control Limit*)

BKB = Batas Kontrol Bawah (*Lower Control Limit*)

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata

σ = standar deviasi

k = konstanta yang besarnya tergantung dari tingkat kepercayaan yang diambil

Untuk tingkat kepercayaan 68% harga k adalah 1

Untuk tingkat kepercayaan 95% harga k adalah 2

Untuk tingkat kepercayaan 99% harga k adalah 3

2.4 Fisiologi

Fisiologi kerja adalah ilmu yang mempelajari fungsi-fungsi dari anggota tubuh manusia sebagai efek dari tekanan kerja otot (Tayyari dan Smith, 1997). Performance pekerjaan manusia juga dipengaruhi oleh mental dari pekerja. Fisiologi adalah ilmu yang mempelajari manusia dan kelakuannya (Lindbeck, 1995).

Dalam suatu kerja fisik, manusia akan menghasilkan perubahan dalam konsumsi oksigen, *heart rate*, temperatur tubuh dan perubahan senyawa kimia dalam tubuh.

Kerja fisik ini dikelompokkan oleh Davis dan Miller :

1. Kerja total seluruh tubuh, yang menggunakan sebagian besar otot biasanya melibatkan dua pertiga atau seperempat otot tubuh.

2. Kerja otot yang membutuhkan energi expenditure karena otot yang digunakan lebih sedikit.
3. Kerja otot statis, otot digunakan untuk menghasilkan gaya tetapi tanpa kerja mekanik membutuhkan kontraksi sebagian otot.

Tiffin mengemukakan kriteria yang dapat digunakan untuk mengetahui pekerjaan terhadap manusia dalam suatu sistem kerja, yaitu : kriteria *Faali*, kriteria kejiwaan dan kriteria hasil kerja.

Kriteria *Faali* meliputi : kecepatan denyut jantung, konsumsi oksigen, tekanan darah, tingkat penguapan, temperatur tubuh, komposisi kimiawi dalam darah dan air seni. Kriteria ini digunakan untuk mengetahui perubahan fungsi alat-alat tubuh.

Kriteria kejiwaan meliputi : pengujian tingkat kejiwaan pekerja, seperti tingkat kejenuhan, emosi, motivasi, sikap dan lain-lain. Kriteria kejiwaan digunakan untuk mengetahui perubahan kejiwaan yang timbul selama bekerja.

Kriteria hasil kerja meliputi : hasil kerja yang diperoleh dari pekerja. Kriteria ini digunakan untuk mengetahui pengaruh seluruh kondisi kerja dengan melihat hasil kerja yang diperoleh dari pekerja tersebut.

2.4.1 Konsumsi Energi

Perlunya menganalisa konsumsi energi yang dipakai pada beberapa pekerjaan tertentu adalah masih menduduki prioritas utama dan bertujuan antara lain :

1. Pemilihan frekuensi dan periode istirahat pada manajemen waktu kerja.
2. Perbandingan metode alternatif pemilihan peralatan untuk mengerjakan suatu jenis pekerjaan.

Diantara sekian banyak kriteria maka denyut jantung adalah merupakan variabel yang paling mudah untuk diukur. Akan tetapi hanya merupakan pengukuran konsumsi energi secara tidak langsung. Konsumsi oksigen merupakan faktor dari proses metabolisme yang dianggap berhubungan langsung dengan konsumsi energi. Oleh karenanya faktor tersebut dapat dianggap sebagai faktor pengukur langsung dan valid, meskipun alat pengukurnya sendiri akan sedikit mengganggu subyek (orang) yang sedang diamati. (Nurmianto, 1996).

Untuk merumuskan hubungan antara energi dengan kecepatan jantung dicari pendekatan kuantitatif dengan menggunakan analisis regresi. Persamaan sebagai berikut (Sutalaksana, 1985):

$$Y = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \cdot 10^{-4} \cdot X^2 \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

Y = energi (Kkal/menit)

X = kecepatan denyut jantung (denyut/menit)

Setelah besaran kecepatan denyut jantung disetarakan dalam bentuk energi, maka konsumsi energi untuk kegiatan tertentu bisa dituliskan sebagai berikut :

$$KE = Et - Ei \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

KE = Konsumsi energi untuk suatu kegiatan tertentu / Kkal

Et = Pengeluaran energi pada saat waktu kerja tertentu / Kkal

Ei = Pengeluaran energi pada waktu istirahat / Kkal

Astrand dan Cristensen (1986) menyelidiki pengeluaran dari tingkat detak jantung dan menemukan bahwa ada hubungan langsung antara keduanya. Yaitu tingkat pulsa dan detak jantung permenit dapat digunakan untuk menghitung pengeluaran energi.

Agar seseorang pekerja dapat melakukan aktivitas dengan penampilan terbaiknya (optimal) maka diperlukan waktu istirahat yang cukup atau aktivitas fisik dihentikan. Howat dan Robson (1995) menyebutkan bahwa dalam proses istirahat setelah aktivitas fisik yang cukup berat, terjadi penurunan denyut nadi. Denyut nadi / jantung permenit dapat menggambarkan proses aktivitas dalam sel tubuh. Bila tubuh dalam keadaan aktif maka denyut nadi / jantung meningkat. Berdasarkan frekuensi denyut nadi / jantung tersebut dapat diketahui kemampuan kerja seseorang dalam kaitan tuntutan tugas pekerjaan, yang dilakukan seerta tingkat keselarasan yang memepengaruhi beban kerja. Untuk mengetahui beban kerja fisik dapat dilakukan dengan mengukur denyut nadi / jantung saat pekerjaan berlangsung (*working pulse*).

Nadi kerja (*work pulse*) dihitung berdasarkan selisih denyut nadi saat bekerja dengan denyut saat istirahat. Menurut Grandjean (1998) peningkatan denyut nadi istirahat ke denyut nadi saat kerja yang diijinkan adalah 35 denyut permenit bagi laki-laki (denyut nadi istirahat dihitung pada saat duduk) dan 30 denyut permenit bagi wanita (denyut nadi istirahat dihitung pada saat duduk) agar kerja bisa berlangsung 8 jam berkesinambungan.

Ada beberapa definisi Muller (1962) sebagai berikut :

- a. Denyut jantung selama istirahat (*resting pulse*) adalah rata-rata denyut jantung sebelum suatu pekerjaan dimulai.
- b. Denyut jantung selama bekerja (*working pulse*) adalah rata-rata denyut jantung selama seseorang bekerja.
- c. Denyut jantung untuk kerja (*work pulse*) adalah selisih antara denyut jantung selama bekerja dan selama istirahat.
- d. Denyut jantung selama istirahat total (*total recovery cost or recovery cost*) adalah jumlah aljabar denyut jantung saat suatu pekerjaan selesai dikerjakan sampai dengan denyut berada pada kondisi istirahatnya.
- e. Denyut total (*total work pulse or cardiac cost*) adalah jumlah denyut jantung dari mulainya suatu pekerjaan sampai denyut berada pada kondisi istirahatnya (*resting level*).

2.4.2 Kelelahan Kerja

Fatigue adalah kelelahan yang terjadi pada syaraf dan otot-otot manusia sehingga tidak berfungsi lagi sebagaimana mestinya. Makin berat beban yang dikerjakan dan semakin tidak beraturannya pergerakan maka timbulnya *fatigue* akan semakin cepat. Sedangkan kelelahan kerja adalah suatu keadaan yang ditandai oleh adanya penurunan kesiagaan, dan perasaan lelah. Perasaan lelah tersebut merupakan akibat kumulatif dari beberapa faktor seperti intensitas dan durasi kerja fisik dan mental, monotomi, iklim kerja, penerangan, kebisingan, tanggung jawab, kecemasan konflik-konflik, sakit, keluhan sakit dan nutrisi (ILO, 1983 dan Grandjean, 1985). Dampak kelelahan kerja bukan hanya terhadap tenaga kerja bersangkutan saja namun juga terhadap perusahaan dan keluarganya (Setyawati, 1987). Kelelahan kerja sangat berpengaruh terhadap produktivitas kerja bahkan telah diteliti bahwa penurunan produktivitas kerja terutama disebabkan oleh adanya kelelahan kerja (Byrd dan Moore 1986).

Kelelahan kerja dapat menimbulkan beberapa keadaan yaitu prestasi kerja menurun, fungsi fisiologik motorik dan neural menurun, badan terasa tidak enak disamping semangat kerja yang menurun (Bartley dan Cutte 1982, Setyawati 1997). Perasaan kelelahan kerja cenderung meningkatkan terjadinya kecelakaan kerja, sehingga dapat merugikan tenaga kerja itu sendiri maupun perusahaan karena adanya penurunan produktivitas kerja (Gilmer,1996 Suma'mur, 1984, Setyawati 1997).

Gejala kelelahan dapat dikatakan subyektif maupun obyektif, gejalanya antara lain (Grandjean, 1986) :

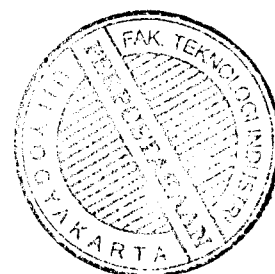
- a. Merasa letih, mengantuk, pusing
- b. Sukar berfikir
- c. Menurunnya ketajaman perhatian
- d. Perlambatan dan hambatan pada persepsi
- e. Penurunan kemauan atau dorongan bekerja
- f. Kurangnya efisiensi kegiatan-kegiatan fisik dan mental

2.5 Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja ini akan berhubungan dengan usaha-usaha untuk menetapkan waktu baku yang dibutuhkan guna menyelesaikan suatu pekerjaan. Secara singkat pengukuran kerja adalah metode penetapan kesimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit output yang dihasilkan. Waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seseorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Dimana sudah meliputi kelonggaran waktu yang diberikan dengan memperhatikan situasi dan kondisi pekerjaan yang harus diselesaikan tersebut (Wignjosoebroto, 1995).

Langkah untuk mendapatkan waktu baku dari data yang terkumpul adalah sebagai berikut (Sutalaksana, Anggawisastra, dan Tjakraatmadja, 1979) :

- a. Hitung waktu siklus rata-rata dengan :
$$Ws = \frac{\sum Xi}{N} \dots\dots\dots(2.8)$$



2. Posisi berdiri dengan tangan lurus ke depan

Pada pengukuran posisi berdiri dengan tangan lurus ke depan, dimensi tubuh yang diukur adalah dimensi jangkauan tangan (jt) seperti terlihat pada gambar 2.2 dan cara pengukurannya pada tabel 2.2.



Gambar 2.2 Pengukuran posisi berdiri tangan lurus ke depan
(Pheasant, 1798)

Tabel 2.2 Cara pengukuran posisi berdiri dengan tangan lurus ke depan

Data yang di ukur	Cara pengukuran
Jangkauan tangan	Ukur jarak horisontal dari punggung sampai ujung jari tengah. Subyek berdiri tegak dengan betis, pantat, punggung merapat ke dinding, tangan direntangkan ke depan.

b. Hitung waktu normal dengan : $W_n = W_s \times p$ (2.9)

Dimana p adalah faktor penyesuaian. Faktor ini diperhitungkan jika pengukur berpendapat bahwa operator bekerja dengan kecepatan tidak wajar, sehingga hasil perhitungan waktu perlu disesuaikan atau dinormalkan dulu untuk mendapatkan waktu siklus rata-rata yang wajar. Jika pekerja bekerja dengan wajar, maka faktor penyesuaiannya $p = 1$, artinya waktu siklus rata-rata sudah normal. Jika bekerjanya dibawah normal maka harga p akan lebih kecil dari satu (p). Dan sebaliknya harga p nya akan lebih besar dari satu ($p > 1$) jika dianggap bekerja terlalu cepat.

c. Hitung waktu baku dengan : $W_b = W_n \times \frac{100\%}{100\% - All}$ (2.10)

Dimana All adalah allowance atau kelonggaran yang diberikan kepada pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya disamping waktu normal. Kelonggaran ini diberikan untuk hal-hal seperti kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa fatigue, dan gangguan-gangguan yang mungkin terjadi yang tidak dapat dihindarkan oleh pekerja.

2.5.1 Faktor Penyesuaian

Dalam menentukan faktor penyesuaian ada berbagai cara, yaitu konsep yang dikemukakan oleh International Labour Organization (ILO), cara Shumard yang memberikan patokan-patokan penilaian melalui kelas-kelas performance kerja dimana setiap kelas mempunyai nilai sendiri-sendiri dan juga terdapat konsep yang

lebih terperinci yaitu yang dikemukakan oleh Lawry Maynard dan Stegemarten melalui cara penyesuaian Westinghouse.

Cara Westinghouse mengarahkan penilaian pada empat faktor yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidakwajaran dalam bekerja yaitu keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Setiap faktor terbagi kedalam kelas-kelas dengan nilainya masing-masing. Keterampilan atau *skill* didefinisikan sebagai kemampuan mengikuti cara kerja yang ditetapkan. Untuk usaha atau *effort* adalah kesungguhan yang ditunjukkan atau diberikan operator ketika melakukan pekerjaannya. Yang dimaksud dengan kondisi kerja atau *condition* adalah kondisi fisik lingkungannya seperti keadaan pencahayaan, temperatur, dan kebisingan ruangan. Dan yang terakhir konsistensi atau *consistency* rata-rata adalah bila selisih antara waktu penyelesaian dengan rata-ratanya tidak besar walaupun ada satu dua yang “letaknya” jauh (Sutalaksana, Anggawisastra, dan Tjakraatmadja, 1979). Performance Rating dengan sistem Westinghouse dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Tabel Peformance Rating dengan sistem Westinghouse

SKILL			EFFORT		
Superskill	A1	+0,15	Excessive	A1	+0,13
	A2	+0,13		A2	+0,12
Exelent	B1	+0,11	Excelent	B1	+0,10
	B2	+0,08		B2	+0,08
Good	C1	+0,06	Good	C1	+0,05
	C2	+0,03		C2	+0,02
Average	D	0,00	Average	D	0,00
Fair	E1	-0,05	Fair	E1	-0,04
	E2	-0,10		E2	-0,08
Poor	F1	-0,16	Poor	F1	-0,12
	F2	-0,22		F2	-0,17
CONDITION			CONSISTENCY		
Ideal	A	+0,06	Perfect	A	+0,04
Excellenty	B	+0,04	Excelent	B	+0,03
Good	C	+0,02	Good	C	+0,01
Average	D	0,00	Average	D	0,00
Fair	E	-0,03	Fair	E	-0,02
Poor	F	-0,07	Poor	F	-0,04

2.5.2 Kelonggaran

Kelonggaran diberikan untuk tiga hal yaitu (Sutalaksana, Anggawisastra, dan Tjakraatmadja, 1979) :

1. Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi

Yang termasuk kedalam kebutuhan pribadi adalah seperti minum sekadarnya untuk menghilangkan rasa haus, kamar kecil, bercakap-cakap dengan teman sekerja sekedar untuk menghilangkan ketegangan ataupun kejemuhan dalam kerja.

2. Menghilangkan rasa *fatigue*

Rasa *fatigue* tercermin antara lain dari menurunnya hasil produksi baik jumlah maupun kualitas. Karenanya salah satu cara untuk menentukan besarnya kelonggaran ini adalah dengan melakukan pengamatan sepanjang hari kejadian mencatat pada saat-saat dimana hasil produksi menurun.

3. Hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan

Beberapa contoh yang termasuk kedalam hambatan tak terhindarkan adalah :

- a. menerima atau meminta petunjuk pada pengawas
- b. melakukan penyesuaian-penyesuaian mesin
- c. mengambil alat-alat khusus atau bahan dari gudang

Untuk menentukan besarnya kelonggaran dua hal yang pertama yaitu untuk kebutuhan pribadi dan menghilangkan rasa *fatigue* dapat diperoleh dari tabel 2.5 yaitu dengan memperhatikan kondisi-kondisi yang sesuai dengan pekerjaan yang bersangkutan. Untuk yang ketiga dapat diperoleh melalui pengukuran khusus seperti sampling kerja. Kesemuanya, yang biasanya masing-masing dinyatakan dalam presentase dijumlahkan; dan kemudian mengalikan jumlah ini dengan waktu normal yang telah dihitung sebelumnya.

Tabel 2.5 Besarnya kelonggaran berdasarkan faktor-faktor yang berpengaruh

Faktor		Contoh pekerjaan	Kelonggaran (%)		
			Ekuivalen beban	Pria	Wanita
A. Tenaga yang dikeluarkan					
1. Dapat diabaikan		bekerja dimeja, duduk	tanpa beban	0.0-6.0	0.00-6.00
2. Sangat ringan		bekerja dimeja, berdiri	0.00-2.25 kg	6.0-7.5	6.00-7.5
3. Ringan		menyekop, ringan	2.25-9.00	7.5-12.00	7.5-16.00
4. Sedang		mencangkul	9.00-18.00	12.00-19.00	16-30
5. Berat		mengayun palu yang berat	19.00-27.00	19.00-30.00	
6. Sangat berat		memanggul beban	27.00-50.00	30.00-50.00	
7. Luar biasa berat		memanggul karung berat	dias 50 kg		
B. Sikap kerja					
1. Duduk		bekerja duduk, ringan		0.00-1.0	
2. Berdiri diatas dua kaki		badan tegak, ditumpu dua kaki		1.0-2.5	
3. Berdiri diatas satu kaki		satu kaki mengerjakan alat kontrol		2.5-4.0	
4. Berbaring		pada bagian sisi, belakang atau depan badan		2.5-4.00	
5. Membungkuk		badan dibungkukkan bertumpu pada kedua kaki		4.0-10	
C. Gerakan kerja					
1. Normal		ayunan bebas dari palu		0	
2. Agak terbatas		ayunan terbatas dari palu		0-5	
3. Sulit		membawa beban berat dengan satu tangan		0-5	
4. Pada anggota-anggota badan terbatas		bekerja dengan tangan diatas kepala		5-10	
5. Seluruh anggota badan terbatas		bekerja dilorong pertambangan yang sempit		10-15	
D. Kelelahan mata *)				Pencapaian	Buruk
1. Pandangan yang terputus-putus		membawa alat ukur		Baik	0.0-6.00
2. Pandangan yang hampir terus menerus		pekerjaan-pekerjaan yang teliti		0.0-6.00	6.0-7.5
3. Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah		memeriksa cacat-cacat pada kain		7.5-12.0	7.5-16.0
4. Pandangan terus menerus dengan fokus tetap		pemeriksaan yang sangat teliti		12.0-19.0	16.0-30.0
				19.0-30.0	
				30.0-50.0	

Tabel 2.5 Lanjutan

E. Keadaan temperatur tempat kerja **)		Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Kelemahan normal	Berlebihan
1. Beku		dibawah 0		
2. Rendah		0-13	diatas 10	diatas 12
3. Sedang		13-22	10-0	12-5
4. Normal		22-28	5-0	8-0
5. Tinggi		28-38	0-5	0-8
6. Sangat tinggi		diatas -38	5-40	8-100
diatas 100				
F. Keadaan atmosfer ***)				
1. Baik		ruang yang berventilasi baik, udara segar	0	
2. Cukup		ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)	0-5	
3. Kurang baik		adanya debu-debu beracun, atau tidak beracun tetapi banyak	5-10	
4. Buruk		adanya bau-bauan yang berbahaya yang mengharuskan menggunakan alat-alat pernapasan	10-20	
G. Keadaan lingkungan yang baik				
1. Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah			0	
2. Siklus kerja berulang-ulang antara 5-10 detik			0-1	
3. Siklus kerja berulang-ulang antara 0-5 detik			1-3	
4. Sangat bising			0-5	
5. Jika faktor-faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas			0-5	
6. Terasa adanya getaran lantai			5-10	
7. Keadaan yang luar biasa (bunyi, kebersihan, dll)			5-15	

ket : *) kontras antara warna hendaknya diperhatikan

**) tergantung juga pada keadaan ventilasi

***) dipengaruhi juga oleh ketinggian tempat kerja dari permukaan laut dan keadaan iklim

Catatan pelengkap :
 Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi :
 Pria = 0 - 2.5%
 Wanita = 2 - 5.0%

2.6 Analisa Manfaat-Biaya

(Pujawan, 1995) Analisa Manfaat-biaya adalah cara paling praktis untuk menaksir kemanfaatan proyek, dimana untuk hal ini diperlukan tinjauan yang panjang dan luas. Ini perlu dilakukan karena akan mempengaruhi orang banyak. Pengaruh ini bisa positif atau negatif. Pengaruh positif biasanya disebut manfaat atau benefit, sedangkan pengaruh negatif disebut disbenefit.

Suatu proyek bisa dikatakan layak atau bisa dilaksanakan apabila rasio antara manfaat terhadap biaya yang dibutuhkan lebih besar dari satu. Oleh karenanya, dalam melakukan analisa manfaat-biaya harus berusaha mengkuantifikasikan manfaat dari suatu usulan proyek, bila perlu dalam bentuk satuan mata uang.

Analisa manfaat-biaya biasanya dilakukan dengan melihat rasio antara manfaat dari suatu proyek terhadap ongkos-ongkos yang dikeluarkan. Secara matematis hal ini bisa diformulasikan sebagai berikut :

$$B/C = \frac{\text{Manfaat terhadap umum}}{\text{Ongkos yang dikeluarkan}} \dots\dots\dots(2.11)$$

dimana kedua ukuran tersebut (manfaat maupun ongkos) sama-sama dinyatakan dalam bentuk nilai uang.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Obyek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Perusahaan (CV) Batik Indah Rara Djonggrang. Perusahaan ini memiliki dua tempat dalam melaksanakan kegiatan perdagangan dan pembuatan batik. Yaitu di Jl. Tirtodipuran No.6A dan Jl.Imogiri Km.5 Kec. Sewon Kab. Yogyakarta. Penelitian hanya dilakukan di Jl.Imogiri Km.5. Obyek penelitian adalah pada pembuatan batik cap khususnya pada alat bantu pemanas lilin.

3.2 Sumber dan Jenis Data

Sumber dan jenis data terbagi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh melalui pengamatan dan pencatatan secara langsung terhadap pekerja, meliputi : data keluhan pekerja melalui penyebaran kuesioner, data ukuran alat sebelum perbaikan, data denyut jantung dan waktu siklus. Sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung dapat berupa riset ke perpustakaan dan telaah hasil penelitian sejenis. Dalam penelitian ini data sekundernya berupa data anthropometri.

3.3 Metode Penggumpulan Data

Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk mengumpulkan data antara lain :

1. Wawancara dan observasi

Wawancara dilakukan untuk mengetahui keluhan-keluhan pekerja. Sedangkan Observasi dilakukan melalui pengamatan langsung di tempat kerja.

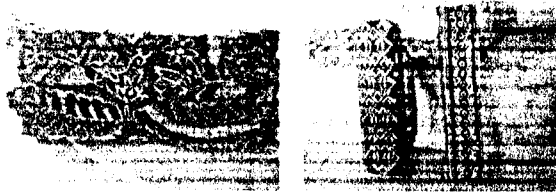
2. Kuesioner

Kuesioner yang diberikan untuk mengetahui letak rasa sakit atau ketidaknyamanan pada tubuh pekerja.

3. Metode Eksperimen

Subyek penelitian adalah dua orang pekerja pada bagian pembuatan batik cap dan lima orang pekerja bukan batik cap di Perusahaan Batik Indah Rara Djonggrang. Penelitian ini menggunakan digital video camera recorder Sony DCR-TRV20E untuk merekam kegiatan pekerja dan disimpan di Maxell mini DV Digital Video Cassette DVM60SE. Denyut jantung pekerja diukur menggunakan Pulsemeter. Alat bantu kerja yang lama diukur panjang dan lebarnya menggunakan meteran. Sedangkan lamanya waktu kerja dihitung dengan bantuan Stopwatch. Batik cap memiliki motif yang sangat beragam, motif tersebut terbagi dalam dua kategori yaitu :

- a. Suatu motif dikatakan mudah jika dapat digunakan tidak hanya satu sisi saja, melainkan bolak-balik.



Gambar 3.1 Motif mudah

- b. Motif dapat dikatakan sulit jika untuk mencetak gambar hanya satu sisi saja yang digunakan. Sehingga pekerja harus selalu memperhatikan posisi cetakan motif agar gambar yang di cap sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 3.2 Motif sulit

Simulasi alat baru dilakukan di Perusahaan Batik Indah Rara Djonggrang. Terdiri dari dua sesi ; latihan dan praktek. Latihan tentang penggunaan alat dilakukan karena tidak semua subyek merupakan pekerja dibagian batik cap. Alat yang lama dipindah digantikan dengan alat yang baru dan ditempatkan disebelah meja untuk membatik. Tiap pergerakan subyek direkam oleh pengamat.

Subyek yang melakukan simulasi diinstruksikan untuk mengerjakan pembuatan batik cap. Kemudian mengisi kuesioner untuk mengetahui keluhan-keluhan yang dirasakan.

Diawal eksperimen subyek terlebih dahulu diukur denyut jantungnya menggunakan alat pulsemeter. Kemudian subyek di instruksikan untuk mengerjakan pembuatan batik cap. Setelah pekerjaan selesai denyut jantung pekerja diukur kembali. Pengamat menghitung waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan dengan menggunakan stopwatch.

4. Studi Pustaka

Studi pustaka ini dilakukan untuk memperoleh pengetahuan, metode dan acuan yang akan dipakai dalam menyelesaikan permasalahan yang telah dirumuskan. Studi pustaka yang dilakukan tentang ergonomi, anthropometri, dan fisiologi serta ilmu-ilmu lainnya yang dapat membantu penelitian ini untuk mencapai tujuannya.

3.4 Metode Pengolahan Data

Semua data yang didapat setelah perbaikan yaitu pada saat eksperimen seperti data anthropometri, kuesioner, data denyut jantung dan waktu siklus dilakukan uji keseragaman data (dengan formulasi 2.4 dan 2.5) dan uji kecukupan data (dengan formulasi 2.3) apabila ada data yang tidak seragam maka data dibuang dan dilakukan uji keseragaman data kembali dan apabila ada data yang tidak cukup kemudian data ditambah dan dilakukan uji kecukupan data kembali.

Untuk data anthropometri ditentukan persentil dari dimensi rancangan yang akan dibuat. Perhitungan persentil menggunakan formulasi dari tabel 2.3. Sedangkan untuk data penyebaran kuesioner dilakukan perhitungan persentase untuk setiap keluhan. Sehingga dapat diketahui sebesar apa keluhan yang dialami oleh pekerja. Kemudian konsumsi energi pekerja dapat dihitung berdasarkan data

denyut jantung menggunakan formulasi 2.6 dan 2.7. Dari data waktu siklus dapat dihitung waktu baku dengan terlebih dahulu menentukan besarnya faktor penyesuaian dan kelonggaran. Waktu baku dihitung menggunakan formulasi 2.10.

3.5 Metode Analisis

Untuk analisa dilakukan dengan membandingkan antara alat yang lama dengan alat yang baru. Perbandingannya akan dilihat dari keluhan pekerja, waktu baku dan konsumsi energi. Sehingga dapat diketahui sejauh mana efisiensi alat yang baru bagi pekerja. Berdasarkan pada hasil analisa tersebut kemudian dapat ditarik kesimpulan.

3.6 Langkah – langkah penelitian

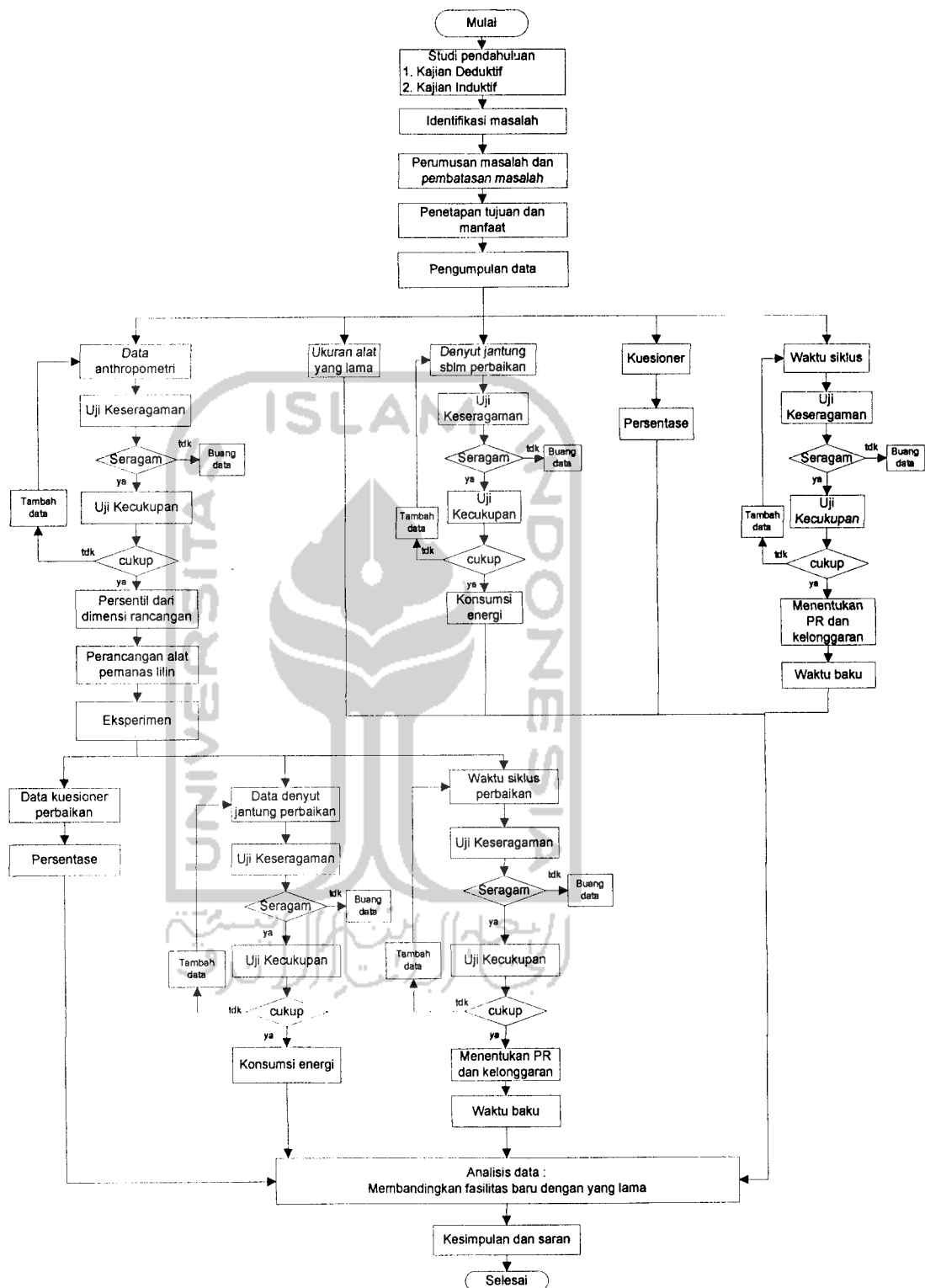
Langkah–langkah penelitian dilakukan untuk mempermudah dalam memahami persoalan yang terjadi. Pertama dilakukan studi pendahuluan, yang meliputi observasi di Batik Rara Djonggrang dan juga mempelajari penelitian serupa yang pernah dilakukan sebelumnya. Setelah mengidentifikasi masalah dilanjutkan dengan merumuskan masalah untuk menentukan pokok permasalahan yang akan diteliti agar tujuan dari penelitian dapat menyelesaikan pokok permasalahan.

Dari pengumpulan data diperoleh data aktual antara lain ukuran alat yang lama, denyut jantung sebelum perbaikan, waktu siklus sebelum perbaikan dan kuesioner mengenai keluhan yang dialami pekerja dan data anthropometri. Untuk data waktu siklus dan denyut jantung diuji keseragaman data dan uji kecukupan data apabila ada data yang tidak seragam maka data dibuang dan dilakukan uji

keseragaman data kembali dan apabila ada data yang tidak cukup kemudian data ditambah dan dilakukan uji kecukupan data kembali. Data denyut jantung digunakan untuk menghitung konsumsi energi pekerja sebelum adanya perbaikan. Untuk kuesioner dihitung persentasenya, dan data waktu siklus digunakan untuk menghitung waktu baku dengan terlebih dahulu menentukan besarnya faktor penyesuaian dan kelonggaran. Sedangkan untuk data anthropometri setelah diuji keseragaman dan kecukupan data maka dapat ditentukan persentil dari dimensi rancangan. Dari perhitungan persentil dapat dirancang alat yang baru untuk dilakukan eksperimen.

Hasil eksperimen yang didapat antara lain data kuesioner, data denyut jantung dan waktu siklus. Semua data tersebut terkecuali data kuisisioner diuji keseragaman dan kecukupan data apabila ada data yang tidak seragam maka data dibuang dan dilakukan uji keseragaman data kembali dan apabila ada data yang tidak cukup kemudian data ditambah dan dilakukan uji kecukupan data kembali. Setelah itu data kuesioner dihitung persentasenya. Untuk data denyut jantung digunakan untuk menghitung konsumsi energi pekerja. Sedangkan waktu siklus digunakan untuk menghitung waktu baku dengan terlebih dahulu menetapkan Faktor Penyesuaian dan kelonggaran.

Analisis data dilakukan dengan membandingkan alat yang lama dengan alat setelah perbaikan. Dari hasil analisa tersebut dapat ditarik kesimpulan dan memberikan saran-saran dari penelitian yang telah dilakukan. Langkah-langkah penelitian secara sistematis juga ditunjukkan dalam gambar 3.3.



Gambar 3.3 : Kerangka Pemecahan Masalah

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

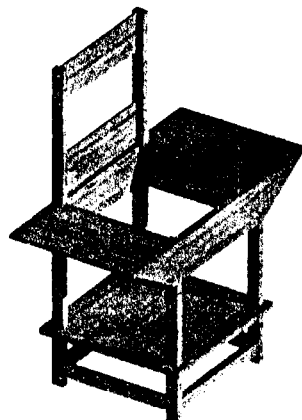
4.1.1 Data Sebelum Perbaikan

4.1.1.1 Data Aktual Ukuran Alat

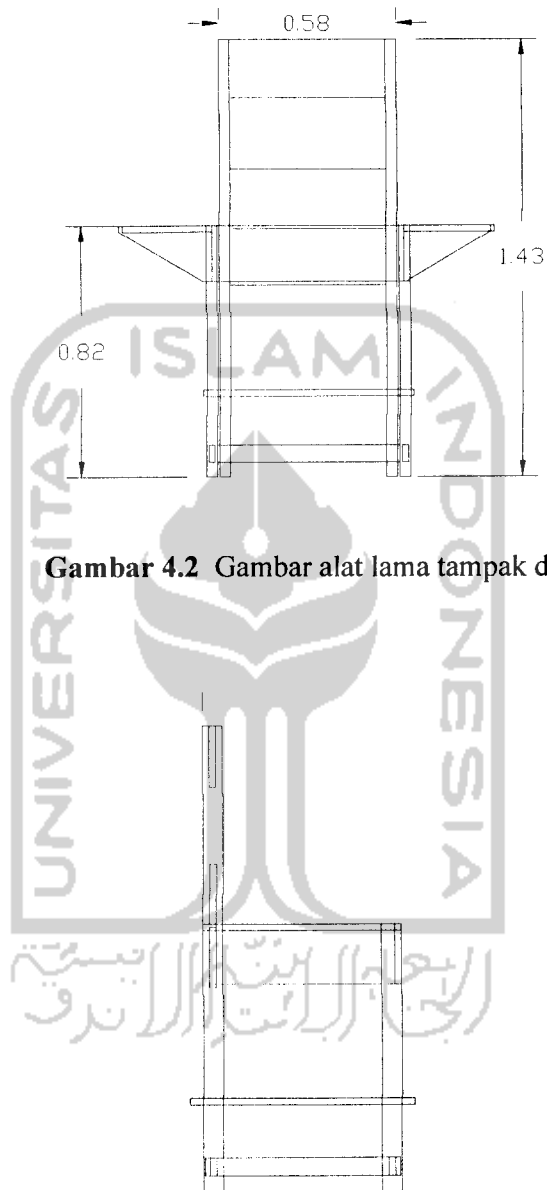
Dari hasil pengukuran alat bantu pemanas lilin yang ada di Perusahaan Batik Rara Djonggrang didapatkan hasil pada tabel 4.1 dan gambar alat yang lama pada gambar 4.1.

Tabel 4.1 Data aktual stasiun kerja

No.	Nama alat	Komponen yang diukur	Ukuran (cm)
1	Pemanas lilin	Tinggi alat	143
		Tinggi tempat wajan	82
		Lebar tempat pemanas	58
2	Meja	Lebar	118
		Panjang	80
		Tinggi bagian depan	87
		Tinggi bagian belakang	97
		Tebal bantalan	5.5
3	Wajan	Diameter wajan	41
4	Tungku pemanas	Tinggi tungku	54

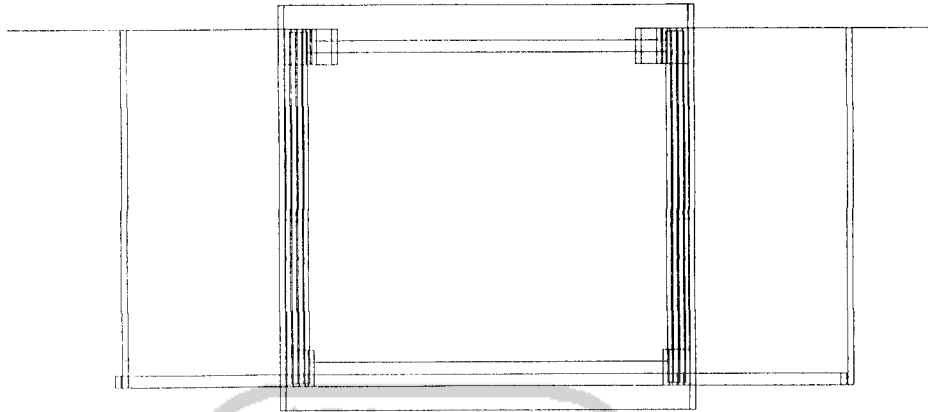


Gambar 4.1 Sketsa alat bantu yang lama



Gambar 4.2 Gambar alat lama tampak depan

Gambar 4.3 Gambar alat lama tampak samping



Gambar 4.4 Gambar alat lama tampak atas

4.1.1.2 Data Denyut Jantung

Denyut jantung diukur sebelum dan sesudah bekerja dengan menggunakan alat pulse meter. Untuk ukuran kain 220x110 meter, dengan tingkat kesulitan motif mudah data denyut jantung dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data denyut jantung sebelum perbaikan (dalam denyut/menit)

No.	Denyut jantung sebelum kerja (Dn0)	Denyut jantung setelah kerja (Dn1)
1	78	91
2	81	98
3	76	92
4	81	92
5	82	96
6	79	92
7	77	93

bel 4.

o.
1
2
3
4
5
6
7

.2.2 D

ngamb

ngan ti

bel 4.5

ekerja

1
2
3
4
5
6
7

.2.3 Ha

esioner

nggunal

ikut : n

%, tang

is 86%,

4.1.1.3 Data Waktu Siklus

Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan kain sepanjang 220x110 cm dengan tingkat kesulitan motif mudah dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data waktu siklus sebelum perbaikan

Pekerja	Waktu siklus pengamatan (menit)		
	1	2	3
1	20.5	20.6	20.4
2	21.1	20.4	20.1
3	21.1	21.6	21.7
4	22.1	21.7	21.2
5	21.9	22.1	21.8
6	21.6	21.4	22.2
7	21.1	22.1	21.1

4.1.1.4 Hasil Kuisisioner

Dari penyebaran kuesioner Nordick untuk alat bantu yang lama didapatkan hasil sebagai berikut : pekerja yang mengerjakan batik cap mengalami ketidaknyamanan pada bagian leher 86%, bahu kanan, siku, tangan sebelah kanan, punggung bagian atas dan bawah 86%, betis 86%, pergelangan kaki 71%.

4.1.2 Data Setelah Perbaikan

4.1.2.1 Data Denyut Jantung

Denyut jantung diukur sebelum dan sesudah bekerja dengan menggunakan alat pulse meter. Untuk ukuran kain 220x110 meter, dengan tingkat kesulitan motif mudah. Tabel 4.4 merupakan data denyut jantung setelah dilakukan perbaikan.

Tabel 4.4 Data denyut jantung setelah perbaikan (Dalam denyut / menit)

No.	Denyut jantung sebelum kerja (Dn0)	Denyut jantung setelah kerja (Dn1)
1	73	81
2	74	86
3	63	76
4	74	90
5	65	80
6	72	84
7	74	87

4.1.2.2 Data Waktu Siklus

Pengambilan waktu siklus dilakukan tiga kali untuk kain sepanjang 220x110 cm dengan tingkat kesulitan motif mudah yang dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data waktu siklus setelah perbaikan

Pekerja	Waktu siklus pengamatan (menit)		
	1	2	3
1	18.7	18.2	19.4
2	17.5	17.6	17.1
3	18.3	17.6	18.2
4	19.6	18.4	19.1
5	19.2	18.7	17.9
6	17.9	19.2	18.7
7	16.8	18.1	17.9

4.1.2.3 Hasil Kuisisioner

Kuesioner Nordick diberikan kepada tujuh orang pekerja batik yang telah dilatih menggunakan alat yang baru dan telah terbiasa. Dan didapatkan hasil sebagai berikut : mengalami ketidaknyamanan pada bagian leher 43%, bahu 29%, siku 43%, tangan 29%, punggung bagian atas 29%, punggung bagian bawah 43%, betis 86%, dan pergelangan kaki 43%.

4.1.2.4 Data Anthropometri

Data antropometri diperoleh dari bank data di Laboratorium APK & Ergonomi FTI UII yang dapat dilihat pada tabel 4.6. Data anthropometri ini diasumsikan sama dengan ukuran pekerja

Tabel 4.6 Data anthropometri

No	Tpo	Jt	Tbt	Tsb	Tbb	Lp	Pkl	Lb
1	43	69	170	99	127	22	51.1	46
2	41	71	171	96	128.5	23	52	39
3	48	77	171	96	129	24	52	40
4	45	76	169	97	130	25	52.6	40
5	43.5	76	169	97.5	130	29	53	38
6	45	79	175	98	130	31	53	47
7	46	74	175	98	131	31	53	48
8	44	83	175	98	132	31	54	38
9	42	67	170	98	133	31	54	42
10	40	65	170	100	134	32	54	46
11	44	75	170	100	134	32	55	40
12	48	70	165	100	135	32	55	39
13	39	84	165	100	135	32	56	42
14	42	74	171	100.5	136	32.3	56	49
15	48	75	172	102	137	33	56	44
16	42	69	169	104	138	33	56	37
17	48	75	180	106	138.5	34	56	43
18	45	85	180	106	139	34	57	40
19	44	67	175	106.5	140	34	58	40
20	43	76	175	107.5	141	34	58	40
21	45	67	170	107.5	141	34	59	48
22	41	76	174	108	141	35	59	40
23	40	83	170.5	108	142.5	35	59	39
24	41	68	175	110	143	35	60	40
25	43	73	175	110	144	35	60	44
26	41	81	175	110	144	36	60	39
27	41	75	175	110	144	36.5	62	38
28	40	75	175	110	146	39	64	40
29	48	70	170	106.5	148	40	64	45
30	40	70	171	111	130	43	56	38

Tabel 4.6 Lanjutan

31	40	75	171	105	135	29	56	45
32	44	68	171	107	146	26	57	47
33	41	74	170	97	130	28	54	38
34	47	77	172.5	96	131	27	55	40
35	41	69	170	107	136	29	57	37
36	40	75	165	110	142	29	59	44
37	42	78	167	106	136	36	54	40
38	41	82	167	104	135	30	54	39
39	47	70	170	109	142	28	58	40
40	45	72	170	105	135	28	56	40
41	45	75	170	105	134	28	55	45
42	46	68.5	168	97	131	27	55	43
43	44	70	180	111	146	34	60	39
44	42	81	175	97	148	34	62	45
45	45	78	180	110	131	28	54	40
46	39	76	171	109	136	27	55	44
47	45	80	172	104	142	23	52.6	46
48	45	76	172	110	141	28	53	42
49	43	74	173	106	141	28	60	42
50	45	69	174	96	135	29	64	46

Keterangan :

Tbd : Tinggi bahu duduk

Lb : Lebar bahu

Tsb : Tinggi siku berdiri

Tpo : Tinggi popliteal

Lp : Lebar pinggul

Jt : Jangkauan tangan

Tbt : Tinggi badan tegak

Pkl : Pantat ke lutut

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Sebelum Perbaikan

4.2.1.1 Perhitungan Konsumsi Energi

4.2.1.1.1 Uji Keseragaman dan Kecukupan Data

Sebelum menghitung konsumsi energi terlebih dahulu dilakukan uji keseragaman dan kecukupan data dengan menggunakan formulasi 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 dan 2.5.

Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk data denyut jantung sebelum bekerja :

1. Menghitung rata – rata :

$$\begin{aligned}\text{Rata – rata} &= \frac{\sum X_i}{N} \\ &= \frac{554}{7} \\ &= 79.14\end{aligned}$$

2. Menghitung Standard Deviasi

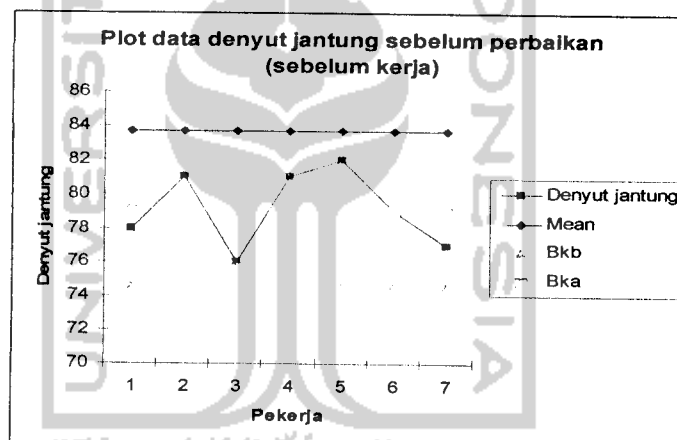
$$\begin{aligned}\text{SD} &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(78 - 79.14)^2 + (81 - 79.14)^2 + \dots + (77 - 79.14)^2}{6}} \\ &= 2.27\end{aligned}$$

3. Uji Keseragaman Data

Dalam uji keseragaman data ini menggunakan tingkat kepercayaan 95% ($k = 2$), berikut adalah contoh perhitungannya :

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{X} + 2 \cdot \sigma \\ &= 79.14 + (2 \times 2.27) \\ &= 83.68 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= \bar{X} - 2 \cdot \sigma \\ &= 79.14 - (2 \times 2.27) \\ &= 74.61 \end{aligned}$$



Gambar 4.5 Plot data denyut jantung sebelum perbaikan (sebelum kerja)

Karena data berada dalam batas kontrol atas dan bawah maka data dianggap seragam.

4. Uji kecukupan data

Dalam uji kecukupan data ini digunakan tingkat kepercayaan 95% ($k = 2$) dan derajat ketelitian (s) 5 %. Ini berarti bahwa rata-rata hasil pengukuran yang

dilakukan dibolehkan menyimpang sejauh 5% dari rata-rata sebenarnya ; dan kemungkinan berhasil mendapatkan hal ini adalah 95%.

$$N' = \left[\frac{k / s \sqrt{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{2 / 0.05 \sqrt{7(43876) - (554)^2}}{554} \right]^2$$

$$N' = 1.13$$

Karena $N > N'$ yaitu $7 > 1.13$ maka data dianggap cukup.

Untuk hasil selengkapnya ada pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Uji keseragaman dan kecukupan data denyut jantung

Denyut jantung	$\bar{x}$	N	N'	Ket	SD	BAK	BKB	Ket
Dn0	79.14	7	1.13	Data cukup	2.27	83.68	74.61	Data seragam
Dn1	93.43	7	1.04	Data cukup	2.57	98.57	88.28	Data seragam

4.2.1.1.2 Konsumsi energi

Untuk perhitungan konsumsi energi menggunakan formulasi 2.6 dan 2.7. Berikut ini perhitungan konsumsi energi untuk pekerja 1 :

$$Y_{sebelum} = 1,80411 - 0,0229038(78) + 4,71733 \cdot 10^{-4} \cdot (78)^2$$

$$= 2.924 \text{ Kkal}$$

$$Y_{setelah} = 1,80411 - 0,0229038(91) + 4,71733 \cdot 10^{-4} \cdot (91)^2$$

$$= 3.663 \text{ Kkal}$$

$$KE = 3.663 - 2.924$$

$$= 0.739 \text{ Kkal}$$

Jadi energi yang diperlukan 0.739 Kkal.

Hasil perhitungan konsumsi energi sebelum perbaikan dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Konsumsi energi sebelum perbaikan

No.	Denyut jantung sebelum kerja (Dn0)	Energi yang dipakai	Denyut jantung setelah kerja (Dn1)	Energi yang dipakai	Konsumsi energi
1	78	2.924	91	3.663	0.739
2	81	3.08	96	3.663	0.582
3	76	2.824	92	3.726	0.9016
4	81	3.08	92	3.726	0.646
5	82	3.134	96	3.989	0.855
6	79	2.975	92	3.726	0.751
7	77	2.874	93	3.79	0.917
		Jumlah			5.855

$$\text{Konsumsi energi rata-rata} = \frac{5.855}{7} = 0.836$$

Jadi konsumsi energi rata-rata sebelum perbaikan adalah 0.836 Kkal.

4.2.1.3 Perhitungan Waktu Baku

4.2.1.3.1 Uji Keseragaman dan Kecukupan Data

Sebelum menghitung waktu baku terlebih dahulu dilakukan uji keseragaman dan kecukupan data dengan menggunakan formulasi 2.1, 2.3, 2.4 dan 2.5.. Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk pekerja satu :

1. Menghitung rata – rata :

$$\begin{aligned}\text{Rata – rata} &= \frac{\sum X_i}{N} \\ &= \frac{61.5}{3} \\ &= 20.5\end{aligned}$$

2. Menghitung Standar Deviasi

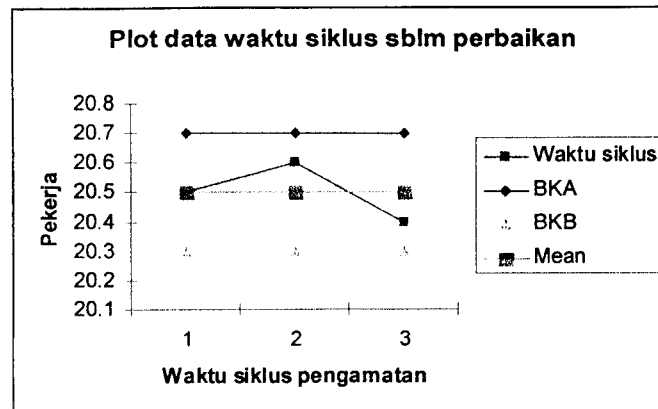
$$\begin{aligned}\text{SD} &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(20.5 - 20.5)^2 + (20.6 - 20.5)^2 + (20.4 - 20.5)^2}{2}} \\ &= 0.1\end{aligned}$$

3. Uji Keseragaman Data

Dalam uji keseragaman data ini digunakan tingkat kepercayaan 95% ($k = 2$)

$$\begin{aligned}\text{BKA} &= \bar{X} + 2 \sigma \\ &= 20.5 + (2 \times 0.1) \\ &= 20.7\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{BKB} &= \bar{X} - 2 \sigma \\ &= 20.5 - (2 \times 0.1) \\ &= 20.3\end{aligned}$$



Gambar 4.6 Plot data waktu siklus sebelum perbaikan

Karena data berada dalam batas kontrol atas dan bawah maka data dianggap seragam.

4. Uji kecukupan data

Dalam uji kecukupan data ini digunakan tingkat kepercayaan 95% ($k = 2$) dan derajat ketelitian (s) 5 %. Ini berarti bahwa rata-rata hasil pengukuran yang dilakukan dibolehkan menyimpang sejauh 5% dari rata-rata sebenarnya ; dan kemungkinan berhasil mendapatkan hal ini adalah 95%. Berikut uji kecukupan data :

$$N' = \left[\frac{k / s \sqrt{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{2 / 0.05 \sqrt{3(1260.77) - (61.5)^2}}{61.5} \right]^2$$

$$N' = 0.03$$

Karena $N > N'$ yaitu $3 > 0.03$ maka data dianggap cukup.

Untuk uji keseragaman dan kecukupan data selengkapnya dapat dilihat pada tabel

4.9.

Tabel 4.9 Uji keseragaman dan kecukupan data waktu siklus sebelum perbaikan

Pekerja	$\bar{x}$	N	N'	Ket	SD	BKA	BKB	Ket
1	20.5	3	0.03	Data cukup	0.1	20.7	20.3	Data seragam
2	20.53	3	0.67	Data cukup	0.51	21.56	19.51	Data seragam
3	21.47	3	0.24	Data cukup	0.32	22.11	20.82	Data seragam
4	21.67	3	0.46	Data cukup	0.45	22.57	20.76	Data seragam
5	21.93	3	0.05	Data cukup	0.15	22.24	21.63	Data seragam
6	21.73	3	0.39	Data cukup	0.42	22.57	20.9	Data seragam
7	21.43	3	0.77	Data cukup	0.58	22.59	20.28	Data seragam

4.2.1.3.2 Penetapan Faktor Penyesuaian (*Performance Rating*)

Dalam menentukan faktor penyesuaian digunakan tabel *Westinghouse* dapat dilihat pada Tabel 2.4. Cara ini digunakan karena cara *Westinghouse* mengarahkan penilaian pada empat faktor yang dianggap menentukan kewajaran dan ketidakwajaran dalam bekerja yaitu keterampilan, usaha, kondisi dan konsistensi. Setiap faktor terbagi kedalam kelas-kelas dengan nilainya masing-masing (Sutalaksana, Anggawisastra, dan Tjakraatmadja, 1979). Berikut ini adalah Faktor Penyesuaian untuk masing-masing pekerja :

1. Keterampilan pekerja dalam mengikuti cara kerja yang ditetapkan dinilai good ($C_2 = +0.03$) karena bekerjanya tampak lebih baik daripada kebanyakan pekerja pada umumnya. Usaha yang ditunjukkan oleh pekerja ketika melakukan pekerjaannya dinilai good ($C_2 = +0.02$) karena penuh perhatian pada pekerjaannya. Kondisi kerja disaat melakukan kegiatan dinilai good ($C = +0.02$) karena cukup mendukung performance pekerja saat melakukan proses

produksi. Untuk konsistensi juga bernilai good ($C = +0.01$) karena pekerja memiliki waktu penyelesaian yang boleh dikatakan tidak berselisih jauh dari rata-rata. Sehingga faktor penyesuaiannya sebagai berikut :

Keterampilan	: Good (C2)	=	+0.03
Usaha	: Good (C2)	=	+0.02
Kondisi	: Good (C)	=	+0.02
Konsistensi	: Good (C)	=	+0.01
<hr/>			
Jumlah	:		+0.08

Jadi $p = (1 + 0.08)$ atau $p = 1.08$

2. Keterampilan pekerja dalam mengikuti cara kerja yang ditetapkan dinilai good ($C2 = +0.03$) karena bekerjanya tampak lebih baik daripada kebanyakan pekerja pada umumnya. Usaha yang ditunjukkan oleh pekerja ketika melakukan pekerjaannya dinilai good ($C2 = +0.02$) karena penuh perhatian pada pekerjaannya. Kondisi kerja disaat melakukan kegiatan dinilai good ($C = +0.02$) karena cukup mendukung performance pekerja saat melakukan proses produksi. Untuk konsistensi bernilai average ($D = 0.00$) karena pekerja memiliki selisih antara waktu penyelesaian dengan rata-ratanya tidak besar. Sehingga faktor penyesuaiannya sebagai berikut :

Keterampilan	: Good (C2)	=	+0.03
Usaha	: Good (C2)	=	+0.02
Kondisi	: Good (C)	=	+0.02
Konsistensi	: Average (D)	=	0.00
<hr/>			
Jumlah	:		+0.07

Jadi $p = (1 + 0.07)$ atau $p = 1.07$

3. Keterampilan pekerja dalam mengikuti cara kerja yang ditetapkan dinilai good ($C2 = +0.03$) karena bekerjanya tampak lebih baik daripada kebanyakan pekerja pada umumnya. Usaha yang ditunjukkan oleh pekerja ketika melakukan pekerjaannya dinilai good ($C1 = +0.05$) karena penuh perhatian pada pekerjaannya. Kondisi kerja disaat melakukan kegiatan dinilai good ($C = +0.02$) karena cukup mendukung performance pekerja saat melakukan proses produksi. Untuk konsistensi bernilai good ($C = 0.01$) karena pekerja memiliki waktu penyelesaian yang tidak berselisih jauh dari rata-rata. Sehingga faktor penyesuaiannya sebagai berikut :

Keterampilan	: Good ($C2$)	=	+0.03
Usaha	: Good ($C1$)	=	+0.05
Kondisi	: Good (C)	=	+0.02
Konsistensi	: Good (C)	=	0.01
Jumlah	:		+0.01

Jadi $p = (1 + 0.01)$ atau $p = 1.01$

4. Keterampilan pekerja dalam mengikuti cara kerja yang ditetapkan dinilai fair ($E = -0.05$) karena tampak terlatih tapi belum cukup baik. Usaha yang ditunjukkan oleh pekerja ketika melakukan pekerjaannya dinilai average ($D = 0.00$) karena bekerja dengan stabil. Kondisi kerja disaat melakukan kegiatan dinilai good ($C = +0.02$) karena cukup mendukung performance pekerja saat melakukan proses produksi. Untuk konsistensi bernilai good ($C = +0.01$)

karena pekerja memiliki waktu penyelesaian tidak berselisih jauh dari rata-rata. Sehingga faktor penyesuaiannya sebagai berikut :

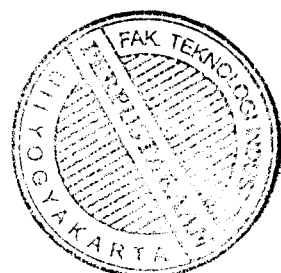
Keterampilan	: Fair (E1)	=	-0.05
Usaha	: Average (D)	=	0.00
Kondisi	: Good (C)	=	+0.02
Konsistensi	: Good (C)	=	+0.01
<hr/>			
Jumlah	:		-0.02

Jadi $p = (1 - 0.02)$ atau $p = 0.98$

5. Keterampilan pekerja dalam mengikuti cara kerja yang ditetapkan dinilai average (D = 0.00) karena secara keseluruhan cukup memuaskan. Usaha yang ditunjukkan oleh pekerja ketika melakukan pekerjaannya dinilai good (C1 = +0.05) karena penuh perhatian pada pekerjaannya. Kondisi kerja disaat melakukan kegiatan dinilai good (C = +0.02) karena cukup mendukung performance pekerja saat melakukan proses produksi. Untuk konsistensi bernilai average (D = 0.00) karena pekerja memiliki selisih antara waktu penyelesaian dengan rata-ratanya tidak besar. Sehingga faktor penyesuaiannya sebagai berikut :

Keterampilan	: Average (D)	=	0.00
Usaha	: Good (C1)	=	+0.05
Kondisi	: Good (C)	=	+0.02
Konsistensi	: Average (D)	=	0.00
<hr/>			
Jumlah	:		+0.07

Jadi $p = (1 + 0.07)$ atau $p = 1.07$



6. Keterampilan pekerja dalam mengikuti cara kerja yang ditetapkan dinilai good ($C_2 = +0.03$) karena bekerjanya tampak lebih baik daripada kebanyakan pekerja pada umumnya. Usaha yang ditunjukkan oleh pekerja ketika melakukan pekerjaannya dinilai good ($C_2 = +0.02$) karena penuh perhatian pada pekerjaannya. Kondisi kerja disaat melakukan kegiatan dinilai good ($C = +0.02$) karena cukup mendukung performance pekerja saat melakukan proses produksi. Untuk konsistensi bernilai fair ($E = -0.02$) karena pekerja memiliki waktu penyelesaian yang berselisih cukup jauh dengan rata-ratanya. Sehingga faktor penyesuaiannya sebagai berikut :

Keterampilan	: Good (C_2)	=	+0.03
Usaha	: Average (D)	=	0.00
Kondisi	: Good (C)	=	+0.02
Konsistensi	: Fair (E)	=	-0.02
Jumlah	:		+0.03

Jadi $p = (1 + 0.03)$ atau $p = 1.03$

7. Keterampilan pekerja dalam mengikuti cara kerja yang ditetapkan dinilai good ($C_2 = +0.03$) karena bekerjanya tampak lebih baik daripada kebanyakan pekerja pada umumnya. Usaha yang ditunjukkan oleh pekerja ketika melakukan pekerjaannya dinilai good ($C_2 = +0.02$) karena penuh perhatian pada pekerjaannya. Kondisi kerja disaat melakukan kegiatan dinilai good ($C = +0.02$) karena cukup mendukung performance pekerja saat melakukan proses produksi. Untuk konsistensi bernilai average ($D = 0.00$) karena pekerja

memiliki selisih antara waktu penyelesaian dengan rata-ratanya tidak besar.

Sehingga faktor penyesuaiannya sebagai berikut :

Keterampilan	: Good (C2)	=	+0.03
Usaha	: Good (C2)	=	+0.02
Kondisi	: Good (C)	=	+0.02
Konsistensi	: Average (D)	=	0.00
Jumlah	:		+0.07

Jadi $p = (1 + 0.07)$ atau $p = 1.07$

4.2.1.3.3 Perhitungan Waktu normal (Wn)

Untuk perhitungan waktu normal menggunakan formulasi 2.9. Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk pekerja satu :

$$\begin{aligned}\text{Waktu Normal (Wn)} &= \text{Waktu siklus rata-rata} \times \text{Faktor Penyesuaian} \\ &= 20.5 \times 1.08 = 22.1 \text{ menit}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan waktu normal ada pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Waktu normal sebelum perbaikan

Pekerja	Waktu siklus rata-rata (menit)	PF	Waktu normal (menit)
1	20.5	1.08	22.1
2	20.5	1.07	21.9
3	21.5	1.11	23.8
4	21.7	0.98	21.2
5	21.9	1.07	23.5
6	21.7	1.03	22.4
7	21.4	1.07	22.9
Jumlah			157.9

$$\begin{aligned}\text{Waktu normal rata-rata} &= \frac{157.9}{7} \\ &= 22.6\end{aligned}$$

Jadi waktu normal rata-rata sebelum perbaikan adalah 22.6 menit.

4.2.1.3.4 Penetapan Kelonggaran (*Allowance*)

Dalam menentukan besarnya kelonggaran untuk kebutuhan pribadi dan menghilangkan rasa fatigue diperoleh dari Tabel 2.5 (besarnya kelonggaran berdasarkan faktor-faktor yang berpengaruh) yaitu dengan memperhatikan kondisi-kondisi yang sesuai dengan pekerjaan yang bersangkutan. Besarnya kelonggaran yang diberikan adalah :

1. Tenaga Yang Dikeluarkan

Karena posisi pekerja dalam melakukan kegiatannya adalah dengan cara bekerja dimeja dengan berdiri maka tenaga yang dikeluarkan dapat dikategorikan ringan. Besarnya kelonggaran yang diberikan adalah 8%.

2. Sikap Kerja

Pekerja bekerja dengan cara berdiri bertumpu pada kedua kaki, sehingga kelonggarannya adalah 2 %

3. Gerakan Kerja

Pekerja dalam melakukan pekerjaannya bergerak agak terbatas karena hanya terbatas pada meja dan alat pemanas lilin, sehingga kelonggaran yang diberikan 3%.

4. Kelelahan Mata

Dalam pembuatan batik cap ini diperlukan adanya ketelitian serta kecermatan yang tinggi dari pekerja, sehingga membutuhkan pandangan mata yang terus menerus karena harus menempelkan lilin pada kain. Dalam hal ini kelonggaran yang diberikan 1%.

5. Keadaan Temperatur Kerja

Keadaan temperature pada tempat kerja dapat dikatakan normal yaitu 26°C sehingga kelonggaran yang diberikan sebesar 1%.

6. Keadaan Atmosfer

Keadaan atmosfer pada tempat kerja ini termasuk baik karena adanya ventilasi yang baik sehingga sirkulasi udara berjalan lancar. Dengan demikian kelonggarannya sebesar 1%.

7. Keadaan Lingkungan Kerja

Keadaan lingkungan pada proses pembuatan batik cap ini cukup bersih, terang dan dengan tingkat kebisingan yang rendah. Oleh karena itu kelonggarannya sebesar 0%.

Sedangkan dalam melaksanakan kegiatannya, pekerja tidak akan lepas dari berbagai hambatan yang tak terhindarkan. Kelonggaran ini diberikan dengan maksud mengantisipasi keterlambatan pekerja yang disebabkan oleh faktor yang sulit dihindarkan, seperti misalnya para pekerja saling bercakap-cakap atau ternyata pekerja perlu berkonsultasi mengenai pekerjaan yang sedang dikerjakannya. Untuk hal tersebut, kelonggaran yang diberikan sebesar 2%.

$$\begin{aligned}\text{Jadi kelonggaran total} &= (8 + 2 + 3 + 1 + 1 + 1 + 0 + 2) \% \\ &= 18 \%\end{aligned}$$

4.2.1.3.5 Perhitungan Waktu Baku (Wb)

Untuk perhitungan waktu baku menggunakan formulasi 2.10. Berikut ini adalah perhitungannya :

$$\begin{aligned}
 Wb &= W_n \times \frac{100\%}{100\% - All} \\
 &= 22.6 \times \frac{100\%}{100\% - 18\%} \\
 &= 26.6 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Jadi waktu baku sebelum perbaikan adalah 26.6 menit.

4.2.2 Setelah Perbaikan

4.2.2.1 Perhitungan Anthropometri

4.2.2.1.1 Uji Keceragaman Dan Kecukupan Data

Berikut ini adalah contoh perhitungan keseragaman dan kecukupan data dengan menggunakan formulasi 2.1, 2.3, 2.4 dan 2.5 untuk dimensi tubuh tinggi siku berdiri (tsb):

Tabel 4.11 Data tinggi siku berdiri (tsb)

99	100	107.5	105	105
96	100	108	107	97
96	100	108	97	111
97	100.5	110	96	97
97.5	102	110	107	110
98	104	110	110	109
98	106	110	106	104
98	106	110	104	110
98	106.5	106.5	109	106
100	107.5	111	105	96

1. Menghitung rata – rata :

$$\begin{aligned}\text{Rata – rata} &= \frac{\sum X_i}{N} \\ &= \frac{5192}{50} \\ &= 103.84\end{aligned}$$

2. Menghitung Standard Deviasi

$$\begin{aligned}\text{SD} &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(99-103.84)^2 + (96-103.84)^2 + \dots + (96-103.84)^2}{49}} \\ &= 5.12\end{aligned}$$

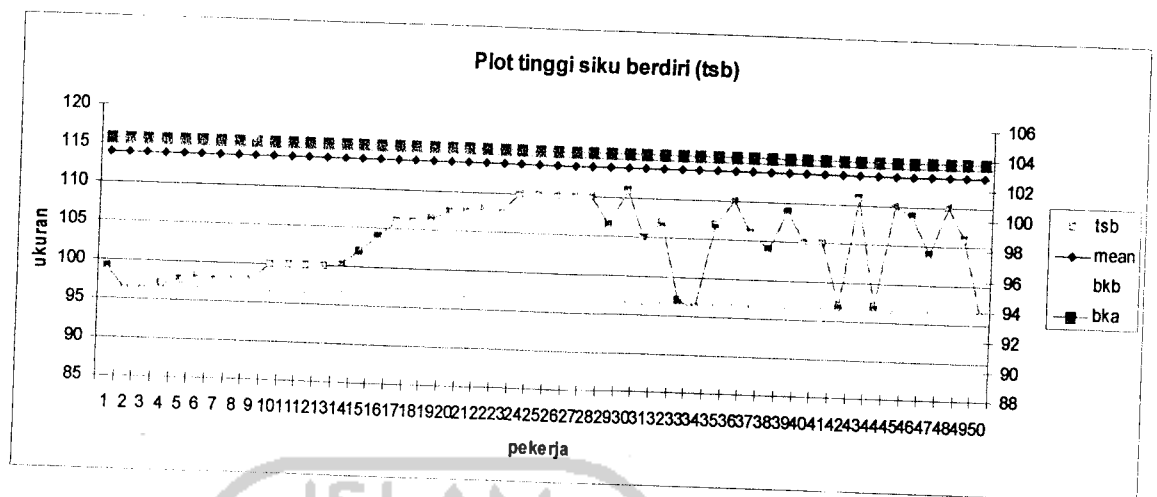
3. Uji Keseragaman Data

Dalam uji keseragaman data ini digunakan tingkat kepercayaan 95% (k = 2).

Berikut uji keseragaman data untuk dimensi tinggi siku berdiri (tsb) :

$$\begin{aligned}\text{BKA} &= \bar{X} + 2 \sigma \\ &= 103.84 + (2 \times 5.12) \\ &= 114.08\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{BKB} &= \bar{X} - 2 \sigma \\ &= 103.84 - (2 \times 5.12) \\ &= 93.6\end{aligned}$$



Gambar 4.7 Plot data tinggi siku berdiri (tsb)

Karena data berada dalam batas kontrol maka data dianggap seragam.

4. Uji kecukupan data

Dalam uji kecukupan data ini digunakan tingkat kepercayaan 95% ($k = 2$) dan derajat ketelitian (s) 5 %. Ini berarti bahwa rata-rata hasil pengukuran yang dilakukan dibolehkan menyimpang sejauh 5% dari rata-rata sebenarnya ; dan kemungkinan berhasil mendapatkan hal ini adalah 95%. Berikut uji kecukupan data untuk dimensi tubuh tinggi siku berdiri (tsb) :

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{2/0.05 \sqrt{50(540421.5) - (5192)^2}}{5192} \right]^2$$

$$N' = 3.81$$

Karena $N > N'$ yaitu $50 > 3.81$ maka data dianggap cukup

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Uji keseragaman dan kecukupan data anthropometri

No	Dimensi	$\bar{X}$	N	N'	Ket	SD	BAK	BKB	Ket
1	tpo	43.35	50	5.74	Data cukup	2.62	48.6	38.1	Data seragam
2	jt	74.25	50	7.02	Data cukup	4.97	84.19	64.32	Data seragam
3	tbt	171.92	50	0.71	Data cukup	3.66	179.24	164.6	Data seragam
4	tsb	103.84	50	3.81	Data cukup	5.12	114.08	93.6	Data seragam
5	tbb	137.09	50	2.71	Data cukup	5.7	148.48	125.7	Data seragam
6	lp	31.076	50	31.8	Data cukup	4.43	39.93	22.22	Data seragam
7	pkl	56.506	50	5.33	Data cukup	3.29	63.09	49.92	Data seragam
8	lb	41.82	50	9.65	Data cukup	3.28	48.38	35.26	Data seragam

4.2.2.1.2 Perhitungan Percentil

Perhitungan persentil berdasarkan Tabel 2.3. Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk persentil dimensi tinggi siku berdiri (tsb) adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Persentil 5} &= \bar{X} - 1.645 \text{ SD} \\
 &= 103.84 - 1.645 (5.12) \\
 &= 95.42
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Persentil 50} &= \bar{X} \\
 &= 103.84
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Persentil 95} &= \bar{X} + 1.645 \text{ SD} \\
 &= 103.84 + 1.645 (5.12) \\
 &= 112.26
 \end{aligned}$$

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil perhitungan persentil dimensi tubuh

No	Dimensi tubuh	Persentil		
		P 5	P 50	P 95
1	TPO	39.04	43.35	47.67
2	JT	66.08	74.25	82.42
3	TBT	165.9	171.9	177.94
4	TSB	95.42	103.8	112.26
5	TBB	127.72	137.1	146.46
6	LP	23.79	31.08	38.36
7	PKL	51.09	56.51	61.92
8	LB	36.42	41.82	47.22

4.2.2.1.3 Rancangan Alat Bantu

1. Tinggi alat

Tinggi alat pemanas lilin ditentukan dengan persentil ke 5 dari dimensi Tinggi Bahu Berdiri (tbb). Kelonggaran yang diberikan adalah 1 cm untuk alas kaki.

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi alat} &= \text{persentil ke 5 tbb} + \text{all} \\
 &= 127.7 + 1 = 128.7 \approx 129 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

2. Tinggi wajan

Tinggi wajan ditentukan dengan persentil ke 5 dari dimensi Tinggi Siku Berdiri (tsb). Kelonggaran yang diberikan adalah 1 cm untuk alas kaki.

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi wajan} &= \text{persentil ke 5 tsb} + \text{all} \\
 &= 95.42 + 1 \\
 &= 96.42 \approx 96 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

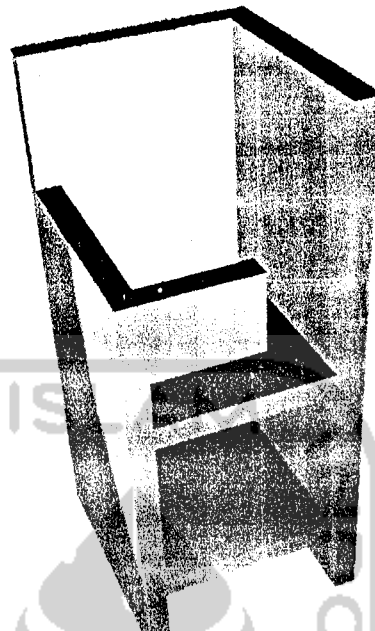
3. Lebar Pemanas

Lebar pemanas ditentukan dengan persentil ke 95 dari dimensi Lebar Bahu (lb). Kelonggaran yang diberikan adalah 0.5 cm untuk penyesuaian pakaian.

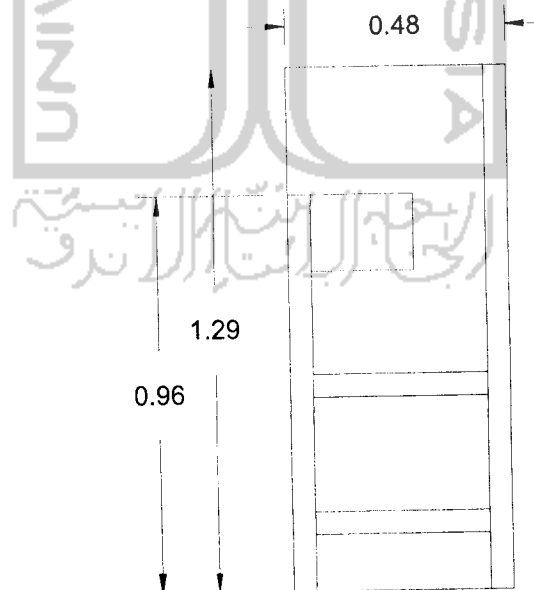
$$\begin{aligned}\text{Lebar pemanas} &= \text{persentil ke 95 lb} + \text{all} \\ &= 47.22 + 0.5 \\ &= 47.72 \approx 48 \text{ cm}\end{aligned}$$

Untuk gambar rancangan alat yang baru dapat dilihat pada gambar 4.8.

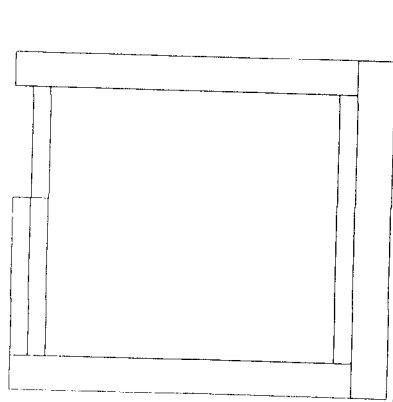




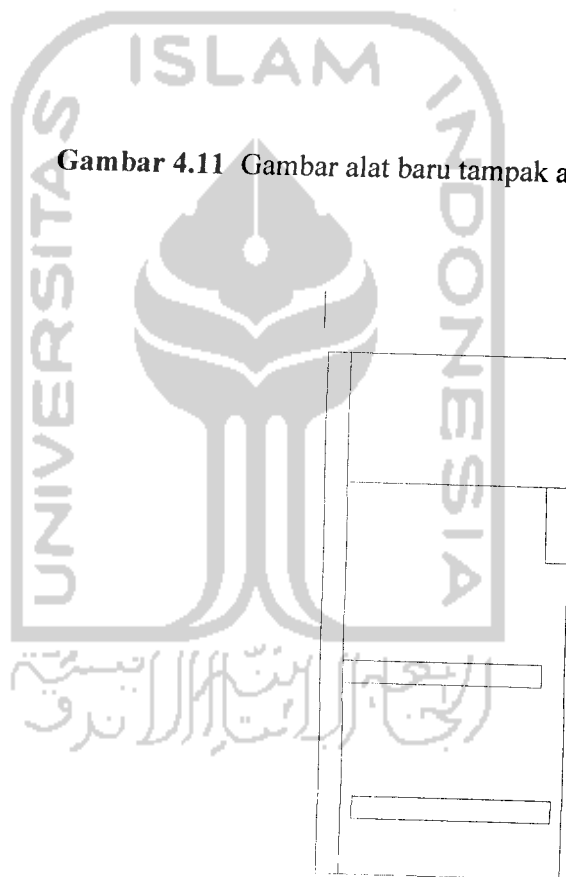
Gambar 4.8 Sketsa alat bantu yang baru



Gambar 4.10 Gambar alat baru tampak depan



Gambar 4.11 Gambar alat baru tampak atas



Gambar 4.12 Gambar alat baru tampak samping

4.2.2.2 Konsumsi Energi

Denyut jantung diukur sebelum dan sesudah bekerja dengan menggunakan alat pulse meter. Tabel 4.13 merupakan hasil perhitungan konsumsi energi setelah perbaikan untuk ukuran kain 220x110 meter, dengan tingkat kesulitan motif mudah.

4.2.2.2.1 Uji Keseragaman Dan Kecukupan Data

Perhitungan uji keseragaman dan kecukupan data untuk data denyut jantung sebelum bekerja dengan menggunakan formulasi 2.1, 2.3, 2.4 dan 2.5..

1. Menghitung rata – rata :

$$\begin{aligned}\text{Rata - rata} &= \frac{\sum X_i}{N} \\ &= \frac{495}{7} \\ &= 70.71\end{aligned}$$

2. Menghitung Standard Deviasi

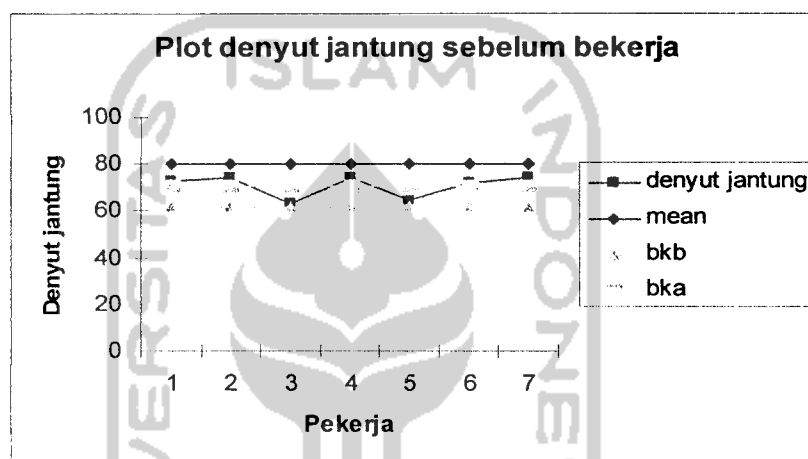
$$\begin{aligned}\text{SD} &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(73 - 70.71)^2 + (74 - 70.71)^2 + \dots + (74 - 70.71)^2}{6}} \\ &= 4.68\end{aligned}$$

3. Uji Keseragaman Data

Dalam uji keseragaman data ini digunakan tingkat kepercayaan 95% ($k = 2$)

$$\begin{aligned}
 \text{BKA} &= \bar{X} + 2 \sigma \\
 &= 70.71 + (2 \times 4.68) \\
 &= 80.07
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BKB} &= \bar{X} - 2 \sigma \\
 &= 70.71 - (2 \times 4.68) \\
 &= 61.35
 \end{aligned}$$



Gambar 4.12 Plot data denyut jantung setelah perbaikan (sebelum kerja)

Karena data berada dalam batas kontrol atas dan bawah maka data dianggap seragam.

4. Uji kecukupan data

Dalam uji kecukupan data ini digunakan tingkat kepercayaan 95% ($k = 2$) dan derajat ketelitian (s) 5 %. Ini berarti bahwa rata-rata hasil pengukuran yang dilakukan dibolehkan menyimpang sejauh 5% dari rata-rata sebenarnya ; dan

kemungkinan berhasil mendapatkan hal ini adalah 95%. Berikut uji kecukupan data :

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{2/0.05 \sqrt{7(35135) - (495)^2}}{495} \right]^2$$

$$N' = 6.01$$

Karena $N > N'$ yaitu $7 > 6.01$ maka data dianggap cukup

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 Uji keseragaman dan kecukupan data denyut jantung

Denyut jantung	$\bar{x}$	N	N'	Ket	SD	BKA	BKB	Ket
Dn0	70.7	7	6.01	Data cukup	4.68	80.07	61.35	Data seragam
Dn1	83.4	7	4.46	Data cukup	4.76	92.94	73.92	Data seragam

4.2.2.2.2 Perhitungan Konsumsi Energi

Untuk perhitungan konsumsi energi menggunakan formulasi 2.6 dan 2.7.

Berikut perhitungan konsumsi energi untuk pekerja 1 :

$$Y_{sebelum} = 1,80411 - 0,0229038(73) + 4,71733 \cdot 10^{-4} \cdot (73)^2$$

$$= 2.682 \text{ Kkal}$$

$$Y_{setelah} = 1,80411 - 0,0229038(81) + 4,71733 \cdot 10^{-4} \cdot (81)^2$$

$$= 3.08 \text{ Kkal}$$

$$KE = 3.08 - 2.682$$

$$= 0.398 \text{ Kkal}$$

Jadi energi yang diperlukan 0.398 Kkal.

Hasil perhitungan konsumsi energi setelah perbaikan dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 Data denyut jantung setelah perbaikan (dalam denyut/menit)

No.	Denyut jantung sebelum kerja (Dn0)	Energi yang dipakai	Denyut jantung setelah kerja (Dn1)	Energi yang dipakai	Konsumsi energi
1	73	2.682	81	3.08	0.398
2	74	2.729	86	3.36	0.631
3	63	2.27	76	2.824	0.555
4	74	2.729	90	3.6	0.871
5	65	2.345	80	3.027	0.682
6	72	2.637	84	3.245	0.608
7	74	2.729	87	3.418	0.69
Jumlah					4.435

$$\text{Konsumsi energi rata-rata} = \frac{4.435}{7} = 0.634$$

Jadi konsumsi energi rata-rata setelah perbaikan adalah 0.634 Kkal.

4.2.2.3 Perhitungan Waktu Baku

4.2.2.3.1 Uji Keseragaman Dan Kecukupan Data

Sebelum menghitung waktu baku terlebih dahulu dilakukan uji keseragaman dan kecukupan data dengan menggunakan formulasi 2.1, 2.3, 2.4 dan 2.5.. Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk pekerja 1:

1. Menghitung rata – rata :

$$\begin{aligned}
 \text{Rata – rata} &= \frac{\sum X_i}{N} \\
 &= \frac{56.3}{3} \\
 &= 18.77
 \end{aligned}$$

2. Menghitung Standard Deviasi

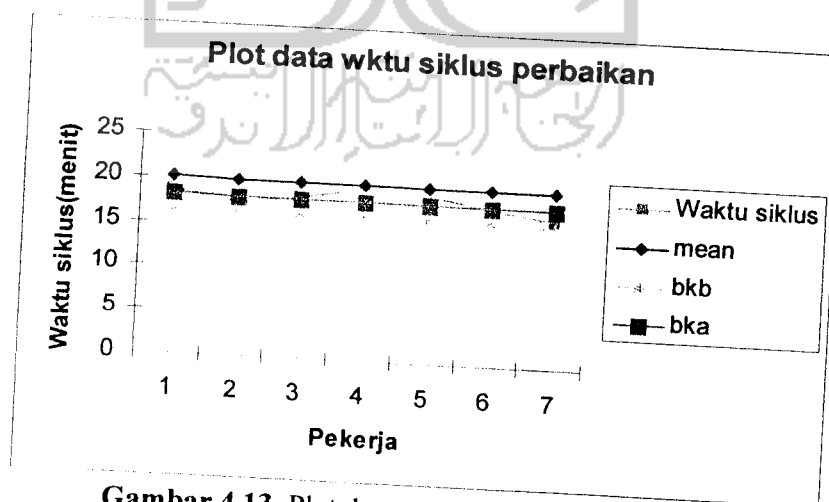
$$\begin{aligned}
 SD &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{(18.7-18.77)^2 + (17.5-18.77)^2 + \dots + (16.8-18.77)^2}{2}} \\
 &= 0.6
 \end{aligned}$$

3. Uji Keseragaman Data

Dalam uji keseragaman data ini digunakan tingkat kepercayaan 95% ($k = 2$)

$$\begin{aligned}
 \text{BKA} &= \bar{X} + 2 \sigma \\
 &= 18.77 + (2 \times 0.6) \\
 &= 19.97
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BKB} &= \bar{X} - 2 \sigma \\
 &= 18.77 - (2 \times 0.6) \\
 &= 17.56
 \end{aligned}$$



Gambar 4.13 Plot data waktu siklus setelah perbaikan

Karena data berada dalam batas kontrol atas dan bawah maka data dianggap seragam.

4. Uji kecukupan data

Dalam uji kecukupan data ini digunakan tingkat kepercayaan 95% ($k = 2$) dan derajat ketelitian (s) 5 %. Ini berarti bahwa rata-rata hasil pengukuran yang dilakukan dibolehkan menyimpang sejauh 5% dari rata-rata sebenarnya ; dan kemungkinan berhasil mendapatkan hal ini adalah 95%. Berikut ini adalah perhitungan uji kecukupan data :

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{2/0.05 \sqrt{3(1057.29) - (56.3)^2}}{56.3} \right]^2$$

$$N' = 1.1$$

Karena $N > N'$ yaitu $3 > 1.1$ maka data dianggap cukup.

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4.16 Uji keseragaman dan kecukupan data waktu siklus setelah perbaikan

No.	$\bar{x}$	N	N'	Ket	SD	BKA	BKB	Ket
1	18.77	3	1.1	Data cukup	0.6	19.97	17.56	Data seragam
2	17.4	3	0.25	Data cukup	0.26	17.93	16.87	Data seragam
3	18.03	3	0.47	Data cukup	0.38	18.79	17.28	Data seragam
4	19.03	3	1.07	Data cukup	0.6	20.24	17.83	Data seragam
5	18.6	3	1.33	Data cukup	0.66	19.91	17.29	Data seragam
6	18.6	3	1.33	Data cukup	0.66	19.91	17.29	Data seragam
7	17.6	3	1.69	Data cukup	0.7	19	16.2	Data seragam

4.2.2.3.2 Penetapan Faktor Penyesuaian (*Performance Rating*)

Dalam menentukan faktor penyesuaian digunakan tabel *Westinghouse* dapat dilihat pada tabel 2.4, dimana faktor penyesuaiannya meliputi empat kriteria, yaitu keterampilan, usaha, kondisi dan konsistensi. Berikut ini adalah Faktor Penyesuaian untuk masing-masing pekerja :

1. Keterampilan pekerja dalam mengikuti cara kerja yang ditetapkan dinilai good ($C2 = +0.03$) karena bekerjanya tampak lebih baik daripada kebanyakan pekerja pada umumnya. Usaha yang ditunjukkan oleh pekerja ketika melakukan pekerjaannya dinilai good ($C1 = +0.05$) karena penuh perhatian pada pekerjaannya. Kondisi kerja disaat melakukan kegiatan dinilai good ($C = +0.02$) karena cukup mendukung performance pekerja saat melakukan proses produksi. Untuk konsistensi juga bernilai good ($C = +0.01$) karena pekerja memiliki waktu penyelesaian yang boleh dikatakan tidak berselisih jauh dari rata-rata. Sehingga faktor penyesuaiannya sebagai berikut:

Keterampilan : Good ($C2$) = +0.03

Usaha : Good ($C2$) = +0.05

Kondisi : Good (C) = +0.02

Konsistensi : Good (C) = +0.01

Jumlah : +0.11

Jadi $p = (1 + 0.11)$ atau $p = 1.11$

2. Keterampilan pekerja dalam mengikuti cara kerja yang ditetapkan dinilai fair ($E1 = -0.05$) karena terlihat terlatih namun belum cukup baik sehingga

sebagian waktu terbuang karena kesalahan yang dilakukan. Usaha yang ditunjukkan oleh pekerja ketika melakukan pekerjaannya dinilai good ($C_1 = +0.05$) karena penuh perhatian pada pekerjaannya. Kondisi kerja disaat melakukan kegiatan dinilai good ($C = +0.02$) karena cukup mendukung performance pekerja saat melakukan proses produksi. Untuk konsistensi juga bernilai good ($C = +0.01$) karena pekerja memiliki waktu penyelesaian yang boleh dikatakan tidak berselisih jauh dari rata-rata. Sehingga faktor penyesuaiannya sebagai berikut :

Keterampilan	: Fair (E1)	=	-0.05
Usaha	: Good (C2)	=	+0.05
Kondisi	: Good (C)	=	+0.02
Konsistensi	: Good (C)	=	+0.01
Jumlah	:		+0.03

Jadi $p = (1 + 0.03)$ atau $p = 1.03$

3. Keterampilan pekerja dalam mengikuti cara kerja yang ditetapkan dinilai average ($D = 0.00$) karena bekerjanya cukup teliti. Usaha yang ditunjukkan oleh pekerja ketika melakukan pekerjaannya dinilai good ($C_1 = +0.05$) karena penuh perhatian pada pekerjaannya. Kondisi kerja disaat melakukan kegiatan dinilai good ($C = +0.02$) karena cukup mendukung performance pekerja saat melakukan proses produksi. Untuk konsistensi juga bernilai average ($D = 0.00$) karena pekerja memiliki waktu penyelesaian yang selisihnya tidak besar dari rata-ratanya. Sehingga faktor penyesuaiannya sebagai berikut:



Keterampilan	: Good (C2)	=	0.00
Usaha	: Good (C2)	=	+0.05
Kondisi	: Good (C)	=	+0.02
Konsistensi	: Good (C)	=	0.00
<hr/>			
Jumlah	:		+0.07

Jadi $p = (1 + 0.07)$ atau $p = 1.07$

4. Keterampilan pekerja dalam mengikuti cara kerja yang ditetapkan dinilai good ($C = +0.06$) karena bekerjanya tampak lebih baik daripada kebanyakan pekerja pada umumnya. Usaha yang ditunjukkan oleh pekerja ketika melakukan pekerjaannya dinilai good ($C2 = +0.02$) karena penuh perhatian pada pekerjaannya. Kondisi kerja disaat melakukan kegiatan dinilai good ($C = +0.02$) karena cukup mendukung performance pekerja saat melakukan proses produksi. Untuk konsistensi juga bernilai good ($C = +0.01$) karena pekerja memiliki waktu penyelesaian yang boleh dikatakan tidak berselisih jauh dari rata-rata. Sehingga faktor penyesuaiannya sebagai berikut :

Keterampilan	: Good (C2)	=	+0.06
Usaha	: Good (C2)	=	+0.02
Kondisi	: Good (C)	=	+0.02
Konsistensi	: Good (C)	=	+0.01
<hr/>			
Jumlah	:		+0.11

Jadi $p = (1 + 0.11)$ atau $p = 1.11$

5. Keterampilan pekerja dalam mengikuti cara kerja yang ditetapkan dinilai good ($C_2 = +0.03$) karena bekerjanya tampak lebih baik daripada kebanyakan pekerja pada umumnya. Usaha yang ditunjukkan oleh pekerja ketika melakukan pekerjaannya dinilai average ($D = 0.00$) karena penuh perhatian pada pekerjaannya. Kondisi kerja disaat melakukan kegiatan dinilai good ($C = +0.02$) karena cukup mendukung performance pekerja saat melakukan proses produksi. Untuk konsistensi juga bernilai good ($C = +0.01$) karena pekerja memiliki waktu penyelesaian yang boleh dikatakan tidak berselisih jauh dari rata-rata. Sehingga faktor penyesuaiannya sebagai berikut :

Keterampilan	: Good (C_2)	=	+0.03
Usaha	: Average (D)	=	0.00
Kondisi	: Good (C)	=	+0.02
Konsistensi	: Good (C)	=	+0.01
Jumlah	:		+0.06

Jadi $p = (1 + 0.06)$ atau $p = 1.06$

6. Keterampilan pekerja dalam mengikuti cara kerja yang ditetapkan dinilai average ($D = 0.00$) karena bekerjanya cukup baik dan secara keseluruhan cukup memuaskan. Usaha yang ditunjukkan oleh pekerja ketika melakukan pekerjaannya dinilai excellent ($B_2 = +0.08$) karena kecepatan kerjanya tinggi dan jarang melakukan gerakan yang salah. Kondisi kerja disaat melakukan kegiatan dinilai good ($C = +0.02$) karena cukup mendukung performance pekerja saat melakukan proses produksi. Untuk konsistensi juga bernilai average ($D = 0.00$) karena pekerja memiliki waktu penyelesaian yang

selisihnya tidak besar dari rata-ratanya. Sehingga faktor penyesuaiannya sebagai berikut :

Keterampilan	: Average (D) =	0.00
Usaha	: Excellent (B2)=	+0.08
Kondisi	: Good (C) =	+0.02
Konsistensi	: Average (D) =	0.00
<hr/>		
Jumlah	:	+0.1

Jadi $p = (1 + 0.1)$ atau $p = 1.1$

7. Keterampilan pekerja dalam mengikuti cara kerja yang ditetapkan dinilai good (C1 = +0.06) karena bekerjanya tampak lebih baik daripada kebanyakan pekerja pada umumnya. Usaha yang ditunjukkan oleh pekerja ketika melakukan pekerjaannya dinilai good (C1= +0.05) karena penuh perhatian pada pekerjaannya. Kondisi kerja disaat melakukan kegiatan dinilai good (C= +0.02) karena cukup mendukung performance pekerja saat melakukan proses produksi. Untuk konsistensi bernilai average (D= 0.00) karena pekerja memiliki waktu penyelesaian yang selisihnya tidak besar dari rata-ratanya. Sehingga faktor penyesuaiannya sebagai berikut :

Keterampilan	: Good (C1) =	+0.06
Usaha	: Good (C1) =	+0.05
Kondisi	: Good (C) =	+0.02
Konsistensi	: Average (D) =	0.00
<hr/>		
Jumlah	:	+0.13

Jadi $p = (1 + 0.13)$ atau $p = 1.13$

4.2.2.3.3 Perhitungan Waktu Normal (Wn)

Untuk perhitungan waktu normal menggunakan formulasi 2.9. Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk pekerja 1 :

$$\begin{aligned}\text{Waktu Normal (Wn)} &= \text{Waktu siklus} \times \text{Faktor Penyesuaian} \\ &= 18.7 \times 1.11 \\ &= 20.8 \text{ menit}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan waktu normal ada pada tabel 4.17.

Tabel 4.17 Waktu normal setelah perbaikan

Pekerja	Waktu siklus (menit)	PF	Waktu normal (menit)
1	18.7	1.11	20.8
2	17.5	1.03	18
3	18.3	1.07	19.6
4	19.6	1.11	21.8
5	19.2	1.06	20.4
6	17.9	1.1	19.7
7	16.8	1.13	18.9
	Jumlah		139.2

$$\begin{aligned}\text{Waktu normal rata-rata} &= \frac{139.2}{7} \\ &= 19.9 \text{ menit}\end{aligned}$$

Jadi waktu normal rata-rata setelah perbaikan adalah 19.9 menit.

4.2.2.3.4 Penetapan Kelonggaran (*Allowance*)

Dalam menentukan besarnya kelonggaran untuk kebutuhan pribadi dan menghilangkan rasa fatigue diperoleh dari tabel 2.5 yaitu dengan memperhatikan kondisi-kondisi yang sesuai dengan pekerjaan yang bersangkutan. Besarnya kelonggaran yang diberikan adalah :

1. Tenaga Yang Dikeluarkan

Karena posisi pekerja dalam melakukan kegiatannya adalah dengan cara bekerja dimeja dengan berdiri maka tenaga yang dikeluarkan dapat dikategorikan ringan. Besarnya kelonggaran yang diberikan adalah 7.5%.

2. Sikap Kerja

Pekerja bekerja dengan cara berdiri bertumpu pada kedua kaki, sehingga kelonggarannya adalah 1 %

3. Gerakan Kerja

Pekerja dalam melakukan pekerjaannya bergerak agak terbatas karena hanya terbatas pada meja dan alat pemanas lilin, sehingga kelonggaran yang diberikan 3%.

4. Kelelahan Mata

Dalam pembuatan batik cap ini diperlukan adanya ketelitian serta kecermatan yang tinggi dari pekerja, sehingga membutuhkan pandangan mata yang terus menerus karena harus menempelkan lilin pada kain. Dalam hal ini kelonggaran yang diberikan 1%.

5. Keadaan Temperatur Kerja

Keadaan temperature pada tempat kerja dapat dikatakan normal yaitu 26°C sehingga kelonggaran yang diberikan sebesar 1%.

6. Keadaan Atmosfer

Keadaan atmosfer pada tempat kerja ini termasuk baik karena adanya ventilasi yang baik sehingga sirkulasi udara berjalan lancar. Dengan demikian kelonggarannya sebesar 1%.

7. Keadaan Lingkungan Kerja

Keadaan lingkungan pada proses pembuatan batik cap ini cukup bersih, terang dan dengan tingkat kebisingan yang rendah. Oleh karena itu kelonggarannya sebesar 0%.

Sedangkan dalam melaksanakan kegiatannya, pekerja tidak akan lepas dari berbagai hambatan yang tak terhindarkan. Kelonggaran ini diberikan dengan maksud mengantisipasi keterlambatan pekerja yang disebabkan oleh faktor yang sulit dihindarkan, seperti misalnya para pekerja saling bercakap-cakap atau ternyata pekerja perlu berkonsultasi mengenai pekerjaan yang sedang dikerjakannya. Untuk hal tersebut, kelonggaran yang diberikan sebesar 2%.

Jadi kelonggaran total $= (7.5 + 1 + 3 + 1 + 1 + 1 + 0 + 2) \%$

$$= 16.5\%$$

4.2.2.3.5 Perhitungan Waktu Baku (Wb)

Untuk perhitungan waktu baku menggunakan formulasi 2.10. Berikut ini adalah contoh perhitungannya :

$$\begin{aligned} Wb &= W_n \times \frac{100\%}{100\% - All} \\ &= 19.9 \times \frac{100\%}{100\% - 16.5\%} \\ &= 23.2 \text{ menit} \end{aligned}$$

Jadi waktu baku setelah perbaikan adalah 23.2 menit.

4.2.2.4 Perhitungan Efisiensi

Besarnya efisiensi untuk konsumsi energi adalah

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{konsumsi energi lama} - \text{konsumsi energi baru}}{\text{Konsumsi energi lama}} \times 100\% \\ &= \frac{0.836 - 0.634}{0.836} \times 100\% \\ &= 24.2\% \end{aligned}$$

Besarnya efisiensi untuk waktu baku adalah

$$\begin{aligned} &= \frac{Wb \text{ lama} - Wb \text{ baru}}{Wb \text{ lama}} \times 100\% \\ &= \frac{27.5 - 23.8}{27.5} \times 100\% \\ &= 13.4\% \end{aligned}$$

4.2.3 Perhitungan Biaya

4.2.3.1 Biaya Alat Lama

Berikut perhitungan biaya dengan menggunakan alat lama :

1. Kayu

a. rangka alat dengan kayu bengkire

$$2 \text{ meter} : 5 \text{ buah} \times \text{Rp. } 8.000,- = \text{Rp. } 40.000,-$$

$$1,5 \text{ meter} : 2 \text{ buah} \times \text{Rp. } 6.000,- = \text{Rp. } 12.000,-$$

b. badan alat dengan kayu triplek 12 mm (60x120) = Rp. 70.000,-

2. Paku termit = Rp. 2.000,-

3. Lem kayu = Rp. 5.000,-

4. Ongkos pembuatan = Rp. 25.000,- +

Total = Rp.154.000,-

Jadi biaya pembuatan alat lama sebesar Rp.154.000,-.

$$\text{Output perhari}_{\text{lama}} = \frac{\text{Jam kerja} \times 60 \text{ menit}}{\text{Wb lama}}$$

$$= \frac{8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit}}{26,6 \text{ menit}}$$

$$= 18 \text{ unit}$$

Biaya pembuatan batik perlembar (220x110 meter) dengan tingkat kesulitan motif mudah dengan dua warna adalah Rp. 9.000,-.

Pekerja batik cap dalam sebulan bekerja 24 hari (6 hari kerja/minggu).

$$\text{Tingkat output}_{\text{lama}} = \text{Output perhari} \times \text{hari kerja perbulan}$$

$$= 18 \text{ unit} \times 24 \text{ hari}$$

$$= 432 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Benefit}_{\text{lama}} &= \text{Tingkat output} \times \text{harga kain perlembar} \\
 &= 432 \times \text{Rp. 9.000,-} \\
 &= \text{Rp. 3.888.000,-}
 \end{aligned}$$

4.2.3.2 Biaya Alat Baru

Berikut perhitungan biaya dengan menggunakan alat yang baru :

1. Kayu

$$\text{Badan alat dengan kayu triplek 12 mm (120x240)} = \text{Rp. 100.000,-}$$

$$2. \text{Paku termit} = \text{Rp. 2.000,-}$$

$$3. \text{Lem kayu} = \text{Rp. 13.000,-}$$

$$4. \text{Ongkos pembuatan} = \underline{\text{Rp. 25.000,-}} +$$

$$\text{Total} = \text{Rp. 140.000,-}$$

Jadi biaya pembuatan alat baru sebesar Rp. 140.000,-.

$$\text{Output perhari}_{\text{baru}} = \frac{\text{Jam kerja} \times 60 \text{ menit}}{\text{Wb baru}}$$

$$= \frac{8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit}}{23.2 \text{ menit}}$$

$$= 21 \text{ unit}$$

Biaya pembuatan batik perlembar (220x110 meter) dengan tingkat kesulitan motif mudah dengan dua warna adalah Rp. 9.000,-.

Pekerja batik cap dalam sebulan bekerja 24 hari (6 hari kerja/minggu).

$$\text{Tingkat output}_{\text{baru}} = \text{Output perhari} \times \text{hari kerja perbulan}$$

$$= 21 \text{ unit} \times 24 \text{ hari}$$

$$= 504 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Benefit}_{\text{baru}} &= \text{Tingkat output} \times \text{harga kain perlembar} \\
 &= 504 \times \text{Rp. 9.000,-} \\
 &= \text{Rp. 4.536.000,-}
 \end{aligned}$$

4.2.3.3 Benefit Cost Ratio

$$\begin{aligned}
 \text{Kenaikan output} &= \text{Output perhari}_{\text{baru}} - \text{Output perhari}_{\text{lama}} \\
 &= 21 - 18 \\
 &= 3 \text{ unit/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kenaikan output perhari (1 bulan)} &= 24 \text{ hari} \times 3 \text{ unit} \\
 &= 72 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta B/C &= \frac{\Delta \text{Benefit}}{\Delta \text{Cost}} \\
 &= \frac{\text{benefit baru} - \text{benefit lama}}{\text{cost lama} - \text{cost baru}} \\
 &= \frac{\text{Rp. 4.536.000} - \text{Rp. 3.888.000}}{\text{Rp. 154.000} - \text{Rp. 140.000}} \\
 &= 46.3
 \end{aligned}$$

Karena B/C rasio > 1 , yaitu $46.3 > 1$ maka alat usulan layak dilakukan.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Desain Alat Sebelum Perbaikan

Pada penggunaan alat bantu pemanas lilin yang lama pekerja sering kali merasakan tidak nyaman berupa rasa sakit pada bagian tubuh seperti pada bagian leher 86%, bahu kanan, siku, tangan sebelah kanan, punggung bagian atas dan bawah 86%, betis 86%, pergelangan kaki 71%. Ketidaknyamanan dibagian tubuh sebelah kanan yaitu bahu kanan, tangan sebelah kanan dikarenakan letak tempat wajan yang terlalu rendah yaitu dengan ketinggian 82 cm. Sehingga untuk mencelupkan cetakan ke dalam wajan harus sedikit membungkukkan badan. Kemudian dilanjutkan dengan proses menempelkan cetakan ke kain yang telah diletakkan diatas meja dengan tinggi bagian depan 87 cm dan bagian belakang 97 cm. Gerakan ini terus dilakukan berulang-ulang selama pekerja menyelesaikan pembuatan batik cap. Selain itu jika motif yang sedang dikerjakan pekerja merupakan motif yang sulit (Gambar 3.2) maka akan menambah beban pekerja. Karena motif yang sulit tidak hanya lebih berat dibanding dengan motif mudah akan tetapi pekerja juga harus selalu memperhatikan cetakan yang dipakai untuk menjiplakkan motif diatas kain. Karena cetakan yang digunakan hanya satu sisi saja.

Posisi pekerja yang agak membungkuk ini selain membuat pekerja merasa tidak nyaman pada bagian tubuh tertentu juga dapat membuat denyut jantung dan waktu siklus yang lebih besar jika dibandingkan dengan posisi kerja tanpa membungkuk. Denyut jantung pekerja yang lebih besar menyebabkan konsumsi energinya juga besar. Dari perhitungan pada bab sebelumnya diketahui bahwa konsumsi energi rata-rata dengan menggunakan alat pemanas lilin yang lama sebesar 0.836 Kkal. Sedangkan waktu siklus yang besar dalam pengerjaan batik cap menyebabkan waktu baku yang besar juga. Waktu normal rata-rata yang dibutuhkan pekerja dengan menggunakan alat lama sebesar 22.6 menit dan waktu bakunya sebesar 26.6 menit. Posisi pekerja saat melakukan pembuatan batik cap dengan menggunakan alat yang lama dapat dilihat pada gambar 5.1.

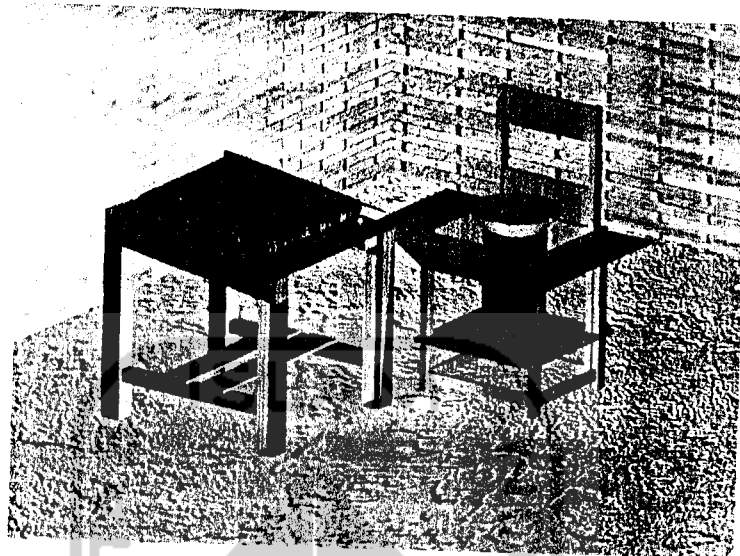
Untuk menghindari gerakan membungkuk yang dilakukan pekerja saat mencelupkan cetakan ke dalam wajan, dapat dilakukan beberapa alternatif. Antara lain dibantu dengan “dingklik” yang diletakkan dibawah tungku pemanas. Ataupun menambahkan beberapa tumpukan batu bata agar tidak perlu membungkuk lagi. Namun alternatif ini dirasa kurang optimal, karena letak “dingklik” ataupun batu bata yang tidak kokoh dapat menyebabkan bergesernya letak tungku bahkan resiko terjatuhnya tungku dari alat bantu pemanas. Sehingga diperlukan perancangan ulang alat bantu pemanas lilin yang sesuai dengan dimensi tubuh pekerja.



Gambar 5.1 Posisi pekerja menggunakan alat yang lama

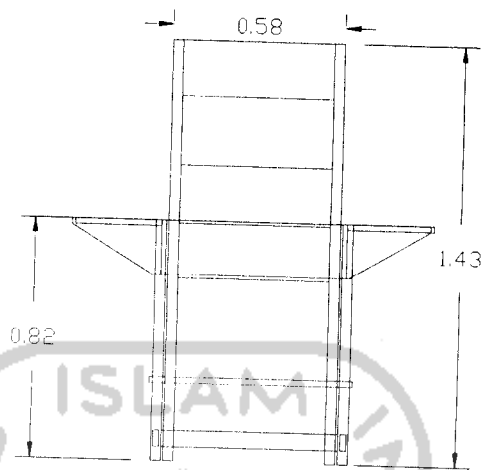


Gambar 5.2 Gambar stasiun kerja dengan menggunakan alat lama

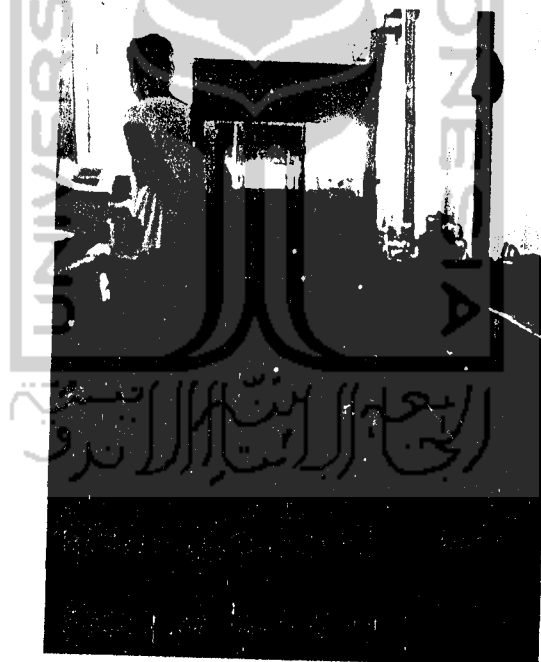


Gambar 5.3 Sketsa stasiun kerja dengan menggunakan alat lama

Alat bantu kerja berupa pemanas lilin milik Batik Rara Djonggrang memiliki ukuran tinggi alat 143 cm, tinggi tempat pemanas 82 cm dan lebar tempat pemanas 58 cm yang ukurannya dapat dilihat pada gambar 5.4. Desain alat yang lama hanya menutup wajon bagian belakang, sehingga angin yang berhembus disisi kanan dan kiri pekerja dapat membuat api dari kompor padam. Api yang sering padam ini dapat menghambat pekerjaan, karena pekerja harus berulang-ulang menyalakan api.



Gambar 5.4 Ukuran alat lama



Gambar 5.5 Gambar alat lama beserta tungku

5.2 Analisis Desain Alat Setelah Perbaikan

Adapun ukuran untuk alat bantu pemanas lilin yang baru adalah sebagai berikut :

1. Tinggi alat

Tinggi alat pemanas lilin ditentukan dengan persentil ke 5 dari dimensi Tinggi Bahu Berdiri (tbb). Persentil 5 menunjukkan persentil terkecil dari populasi yang akan menggunakan alat bantu. Kelonggaran yang diberikan adalah 1 cm untuk alas kaki. Sehingga didapat tinggi alat 129 cm.

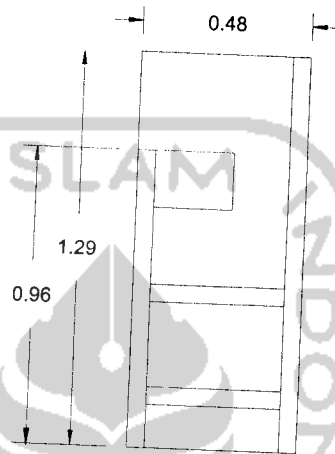
2. Tinggi tempat wajan

Tinggi wajan ditentukan dengan persentil ke 5 dari dimensi Tinggi Siku Berdiri (tsb). Persentil 5 menunjukkan persentil terkecil dari populasi yang akan menggunakan alat bantu untuk menjamin bahwa setiap orang akan dapat menggunakannya. Sehingga saat pekerja mencelupkan cetakan kedalam wajan tidak perlu membungkuk. Kelonggaran yang diberikan adalah 1 cm untuk alas kaki. Sehingga didapat tinggi tempat wajan 96 cm.

3. Lebar tempat pemanas

Lebar pemanas ditentukan dengan persentil ke 95 dari dimensi Lebar Bahu (lb) agar lebar dari alat maksimal. Kelonggaran yang diberikan adalah 0.5 cm untuk penyesuaian pakaian. Sehingga didapat lebar pemanas 48 cm.

Pada desain alat yang baru terdapat penutup dibagian belakang dan kanan wajan, sehingga api tidak mudah padam karena tertiup angin. Untuk ukuran dan gambar alat yang baru dapat dilihat pada gambar 5.6 dan 5.7.



Gambar 5.6 Ukuran alat baru

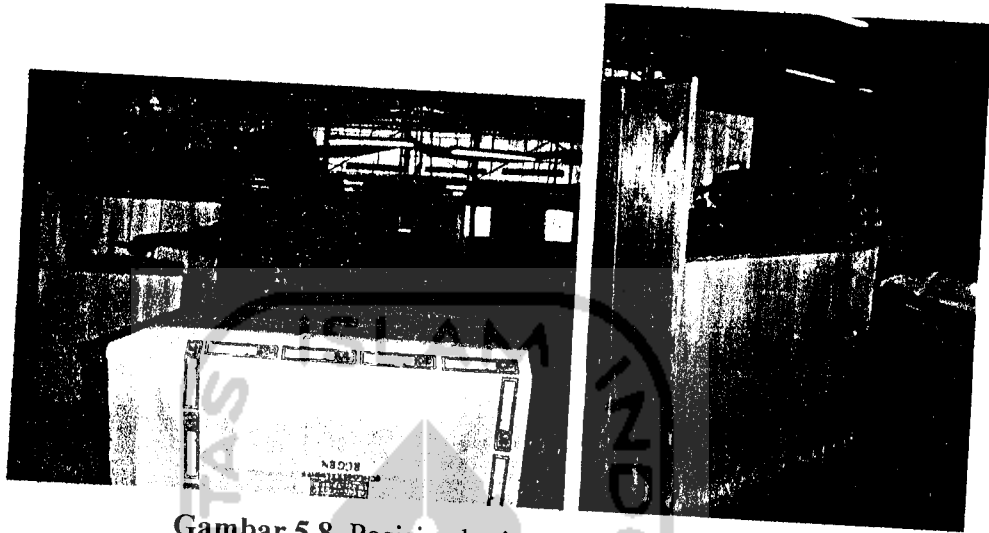


Gambar 5.7 Gambar alat baru beserta tungku pemanas

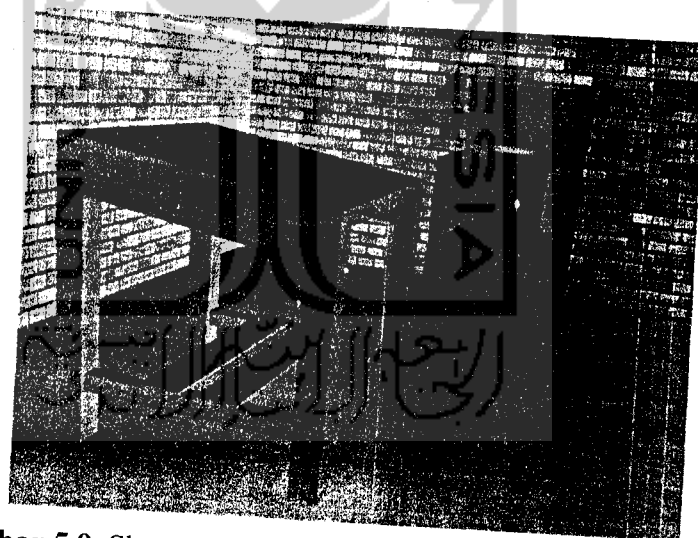


Dengan menggunakan alat bantu pemanas lilin yang baru dan penyebaran kuesioner didapat hasil bahwa pekerja merasa ketidaknyamanan pada bagian leher 43%, bahu 29%, siku 43%, tangan 29%, punggung bagian atas 29%, punggung bagian bawah 43%, betis 86%, dan pergelangan kaki 43%. Dari hasil kuesioner tersebut diketahui bahwa pekerja tetap mengalami ketidaknyamanan pada bagian leher, bahu, siku, tangan, punggung bagian atas dan bawah, betis dan pergelangan kaki. Namun hal ini menunjukkan bahwa ketidaknyamanan yang diterima anggota tubuh dengan menggunakan alat yang baru telah berkurang daripada alat yang lama.

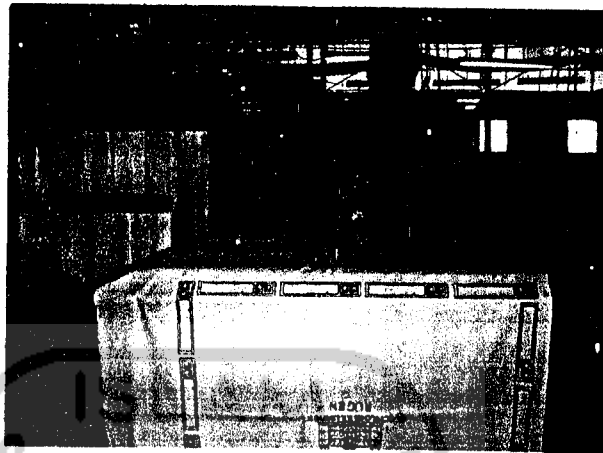
Keluhan yang berkurang ini dikarenakan letak tinggi tempat wajan yang telah dihitung berdasarkan dimensi tubuh pekerja yaitu 96 cm. Sehingga posisi pekerja tidak perlu membungkuk lagi saat mencelupkan cetakan kedalam wajan. Hal ini juga berpengaruh pada konsumsi energi dan waktu baku. Konsumsi energi rata-rata mengalami penurunan menjadi 0.634 Kkal. Selain itu waktu normal rata-rata telah berkurang menjadi 19.9 menit dan waktu baku menjadi 23.2 menit. Untuk posisi pekerja dengan menggunakan alat yang baru dapat dilihat pada gambar 5.8.



Gambar 5.8 Posisi pekerja menggunakan alat yang baru



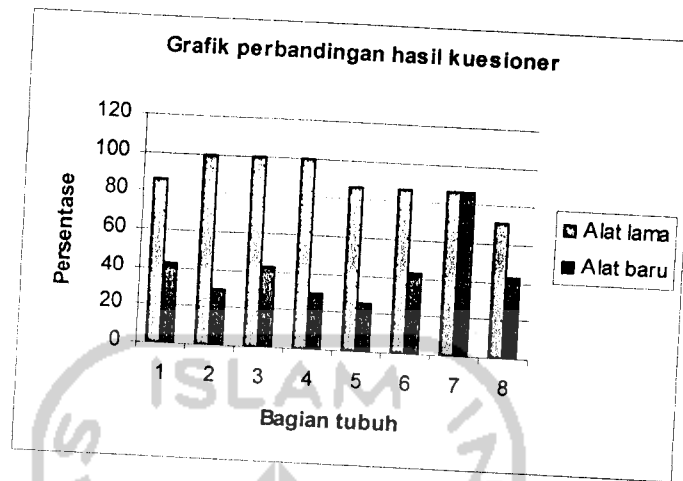
Gambar 5.9 Sketsa stasiun kerja dengan menggunakan alat baru



Gambar 5.10 Gambar stasiun kerja dengan menggunakan alat baru

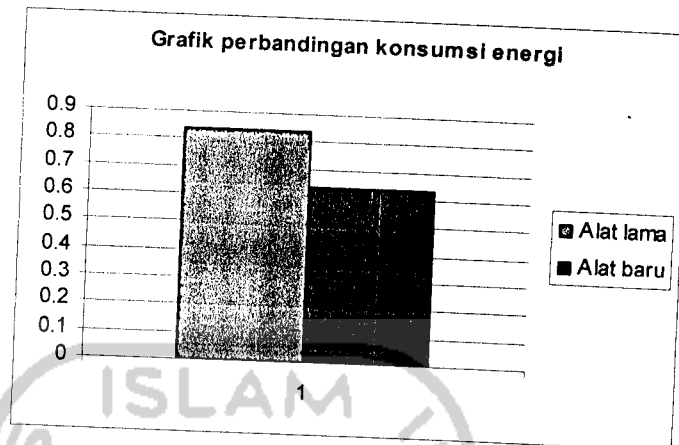
5.3 Analisis Perbandingan

Dari hasil kuesioner setelah perbaikan diketahui bahwa pekerja tetap mengalami ketidaknyamanan pada bagian leher, bahu, siku, tangan, punggung bagian atas dan bawah, betis dan pergelangan kaki. Namun hal ini menunjukkan bahwa ketidaknyamanan yang diterima anggota tubuh dengan menggunakan alat yang baru telah berkurang daripada alat yang lama. Pengurangan keluhan tersebut antara lain pada bagian leher berkurang 43%, bahu berkurang 71%, siku berkurang 57%, tangan berkurang 71%, punggung atas berkurang 57%, punggung bawah berkurang 43% dan kaki berkurang 28%. Hal ini ditunjukkan dengan grafik pada gambar 5.11.



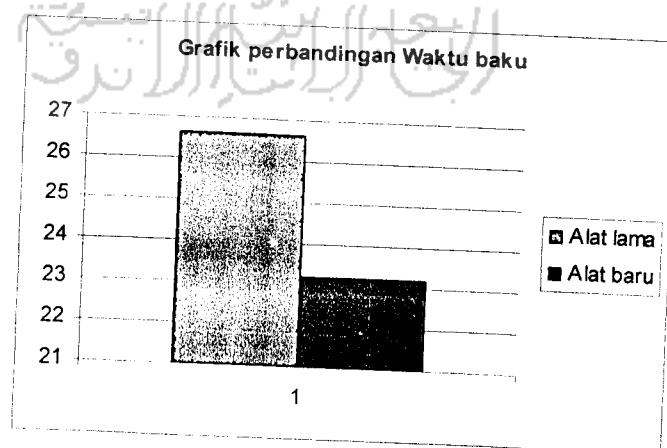
Gambar 5.11 Grafik perbandingan hasil kuesioner

Antara konsumsi energi rata-rata sebelum dan setelah perbaikan didapat selisih sebesar 0.202 Kkal. Atau dapat dikatakan terjadi penghematan konsumsi energi sebesar 24.2 %. Pada gambar 5.12 Dapat dilihat bahwa dengan menggunakan alat baru konsumsi energi yang diperlukan lebih kecil. Hal ini dikarenakan pekerja dengan menggunakan alat pemanas lilin yang baru tidak harus membungkuk dalam menyelesaikan pekerjaannya. Gerakan kecil ini ternyata dapat membuat pekerja lebih banyak mengonsumsi energi. Konsumsi energi diawali pada saat pekerjaan fisik dimulai. Semakin banyaknya kebutuhan untuk aktivitas otot bagi suatu jenis pekerjaan, maka semakin banyak pula energi yang dikonsumsi dan diekspresikan sebagai kalori kerja. Kalori ini didapat dengan cara mengukur konsumsi energi pada saat bekerja kemudian dikurangi dengan konsumsi energi pada saat istirahat (Nurmianto, 1998).



Gambar 5.12 Gambar grafik perbandingan konsumsi energi

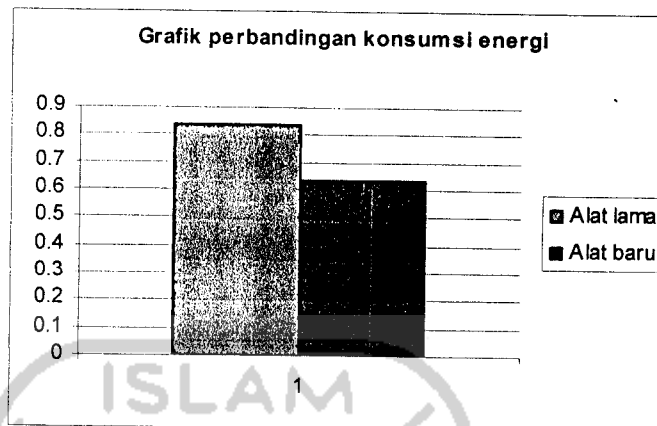
Sedangkan untuk waktu pengerjaan dengan alat bantu sebelum dan setelah usulan terdapat selisih untuk waktu normal rata-rata sebesar 2.7 menit, sedangkan selisih untuk waktu baku sebesar 3.4 menit yang dapat dilihat pada gambar 5.13. Atau dapat dikatakan terjadi penghematan waktu sebesar 13.4%. Sehingga dapat dikatakan bahwa dengan menggunakan alat bantu pemanas lilin yang baru dapat menghemat waktu pekerja dalam menyelesaikan pembuatan batik cap.



Gambar 5.13 Gambar grafik perbandingan waktu baku

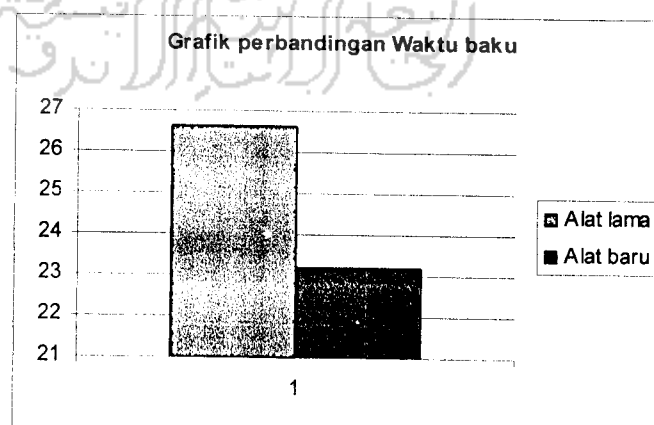
Apabila ukuran keberhasilan produksi hanya dipandang dari sisi output, maka produktivitas dipandang dari dua sisi sekaligus, yaitu : sisi input dan output. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa produktivitas berkaitan dengan efisiensi penggunaan input dalam memproduksi output. Dengan menggunakan alat bantu yang sesuai dengan dimensi tubuh pekerja dapat mengurangi keluhan yang dirasakan oleh pekerja. Sehingga dapat memperkecil waktu baku dan konsumsi energi yang pada akhirnya dapat meningkatkan produktivitas perusahaan.





Gambar 5.12 Gambar grafik perbandingan konsumsi energi

Sedangkan untuk waktu pengerjaan dengan alat bantu sebelum dan setelah usulan terdapat selisih untuk waktu normal rata-rata sebesar 2.7 menit, sedangkan selisih untuk waktu baku sebesar 3.4 menit yang dapat dilihat pada gambar 5.13. Atau dapat dikatakan terjadi penghematan waktu sebesar 13.4%. Sehingga dapat dikatakan bahwa dengan menggunakan alat bantu pemanas lilin yang baru dapat menghemat waktu pekerja dalam menyelesaikan pembuatan batik cap.



Gambar 5.13 Gambar grafik perbandingan waktu baku

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari analisa hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari perhitungan berdasarkan dimensi tubuh pekerja didapatkan ukuran untuk alat bantu pemanas lilin yang baru sebagai berikut : tinggi alat pemanas 129 cm, tinggi tempat wajan 96 cm dan lebar tempat pemanas 48 cm.
2. Keluhan yang dialami pekerja dengan menggunakan alat baru mengalami penurunan antara lain pada bagian leher berkurang 43%, bahu berkurang 71%, siku berkurang 57%, tangan berkurang 71%, punggung atas berkurang 61%, punggung bawah berkurang 43% dan kaki berkurang 28%.
3. Konsumsi energi rata-rata dengan menggunakan alat pemanas lilin yang lama 0.836 Kkal, sedangkan konsumsi energi rata-rata dengan menggunakan alat yang baru 0.634 Kkal. Dari hasil perhitungan konsumsi energi dapat dilihat bahwa dengan menggunakan alat yang baru konsumsi energi yang diperlukan lebih kecil 0.202 Kkal atau sebesar 24.2%.
4. Waktu normal rata-rata untuk penggunaan alat lama sebesar 22.6 menit sedangkan untuk alat yang baru sebesar 19.9 menit. Dan untuk waktu baku sebelum perbaikan sebesar 26.6 menit, sedangkan waktu baku setelah perbaikan sebesar 23.2 menit. Terjadi penghematan waktu sebesar 5.7 menit atau sebesar 13.4%.

6.2 Saran

Adapun saran untuk Perusahaan Batik Indah Rara Djonggrang adalah agar perusahaan lebih memperhatikan alat-alat bantu kerja yang digunakan, karena dengan alat bantu yang sesuai dengan dimensi tubuh pekerja dapat mengurangi ketidaknyamanan pada bagian tubuh pekerja.



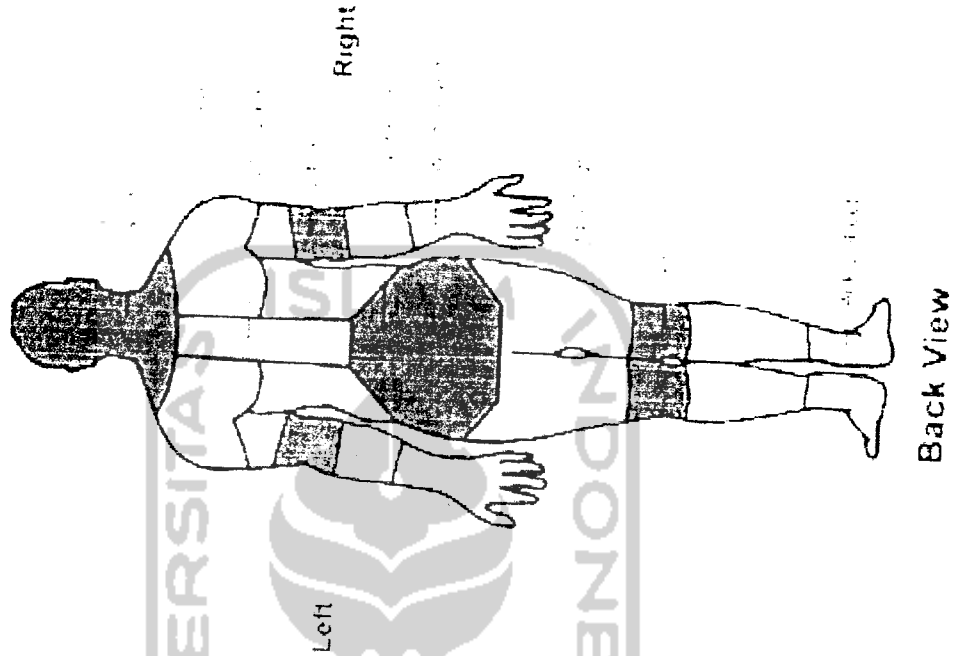
DAFTAR PUSTAKA

- Grandjean, E. 1986. *Fitting the task to the man, an ergonomics approach*. London And Philadelphia. Taylor And Francis Ltd.
- Hartomo Dan Yudha, TE. 2006. *Perancangan gitar elektrik berdasarkan prinsip-prinsip ergonomi*. Makalah disampaikan pada Seminar Teknoin Pengembangan Produk Berbasis Proses dan Manufaktur, FTI UII. Yogyakarta, 22 Juli.
- Kroemer, K., Kroemer, H., and Kroemer-Elbert, K. 1994. *Ergonomics how to design for easy and efficiency*. New Jersey. Prentice-Hall, Inc.
- Nurmianto, Eko. 1996. *Ergonomi konsep dasar dan aplikasinya*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Phesant, Stephen. 1987. *Work Space (anthropometri, ergonomics an design at work)*. London: Taylor & Francais. Ltd.
- Pujawan, IN. 1995. *Ekonomi teknik*. Edisi 1. PT. Guna Widya. Jakarta.
- Tjitro. Bambang, Jerry. Sho, dan BH. Denny. 2004. *Perbaikan alat bantu kerja dengan pendekatan ergonomi dan keselamatan kerja di PT. Karya Mulia Indah Sidoarjo*. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Ergonomi Aplikasi Ergonomi Dalam Industri. Yogyakarta, 27 Maret.
- Rossita, E. 2006. *Analisis postur kerja dan kondisi fasilitas kerja dengan Metode Ovako Working Posture Analysis System (OWAS)*. Skripsi, tidak diterbitkan. Yogyakarta : Fakultas Teknologi Industri UII.
- Setiawan, AN. 2006. *Perancangan alat kerja yang ergonomis dalam upaya peningkatan produktivitas kerja*. Skripsi, tidak diterbitkan. Yogyakarta : Fakultas Teknologi Industri UII.
- Setyoningrum. 2004. *Analisis postur kerja perancangan dimensi tempat kerja berdasarkan prinsip-prinsip ergonomi*. Skripsi, tidak diterbitkan. Yogyakarta : Fakultas Teknologi Industri UII.
- Sutalaksana, Iftikar. Z. 1979. *Teknik tata cara kerja*. Bandung : Departemen Teknik Industri ITB.
- Wignjosoebroto, S. 1995. *Ergonomi, study gerak dan waktu*. PT. Candimas Metropole. Jakarta.

Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [✓] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.

Nama : Bidrow (Gent Cap)

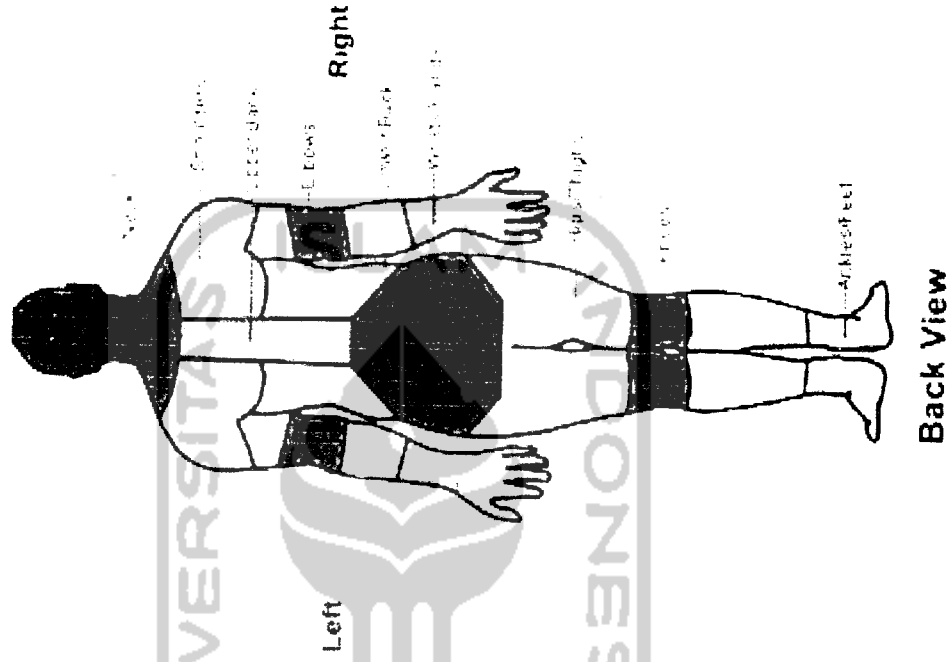
Leher (Neck)	
☐ tidak	☒ ya
Bahu (Shoulder)	
☐ tidak	☒ ya, bahu kanan ☐ ya, bahu kiri ☐ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☐ tidak	☒ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☐ tidak	☒ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☒ tidak	☐ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☒ tidak	☐ ya
Pantat (buttocks)	
☒ tidak	☐ ya



Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [✓] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.

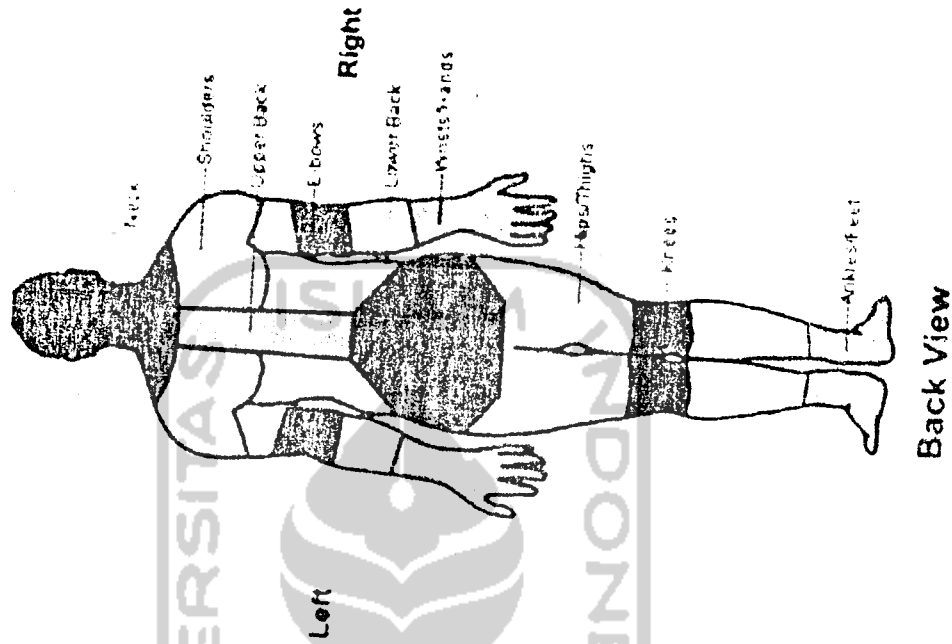
Nama : Repta.....

Leher (Neck)	
☐ tidak	☒ ya
Bahu (Shoulder)	
☐ tidak	☒ ya, bahu kanan
	☐ ya, bahu kiri
	☐ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☐ tidak	☒ ya, siku kanan
	☐ ya, siku kiri
	☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☐ tidak	☒ ya, tangan atau pergelangan kanan
	☐ ya, tangan atau pergelangan kiri
	☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☐ tidak	☒ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☐ tidak	☒ ya
Pantat (buttocks)	
☒ tidak	☐ ya



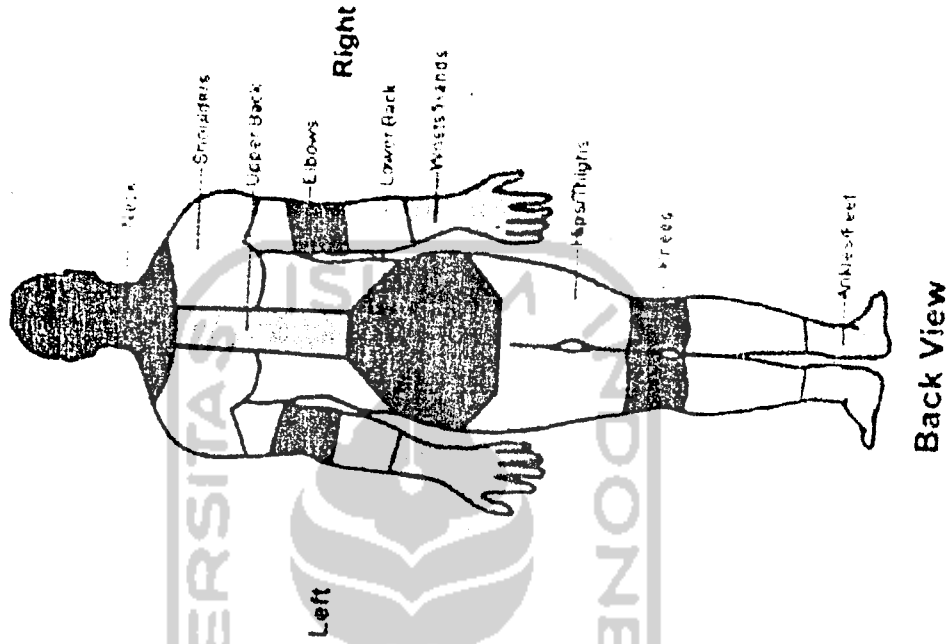
Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [☒] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.
 Nama : James Wawa

Leher (Neck)	
☐ tidak	☒ ya
Bahu (Shoulder)	
☐ tidak	☒ ya, bahu kanan ☐ ya, bahu kiri
Siku (Elbows)	
☐ tidak	☒ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☐ tidak	☒ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☐ tidak	☒ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☐ tidak	☒ ya
Pantat (buttocks)	
☒ tidak	☐ ya



Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [✓] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.
 Nama : Muhammad

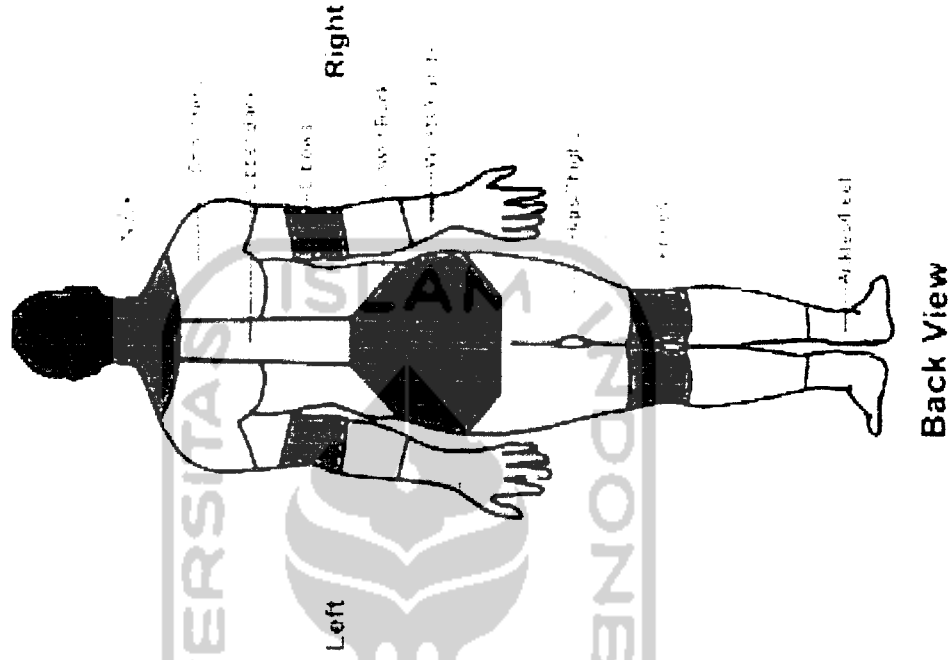
Leher (Neck)	
☐ tidak	☒ ya
Bahu (Shoulder)	
☐ tidak	☒ ya, bahu kanan ☐ ya, bahu kiri ☐ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☐ tidak	☒ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☐ tidak	☒ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☐ tidak	☒ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☐ tidak	☒ ya
Pantat (buttocks)	
☒ tidak	☐ ya



Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [✓] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.

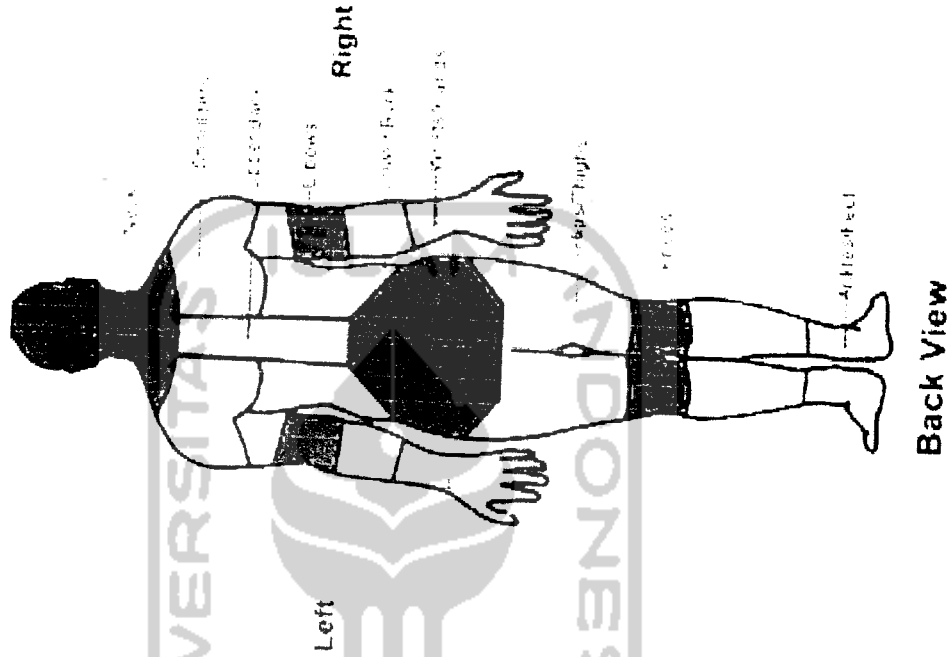
Nama : M. Masnur

Leher (Neck)	
☒ tidak	☐ ya
Bahu (Shoulder)	
☐ tidak	☐ ya, bahu kanan ☐ ya, bahu kiri ☐ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☐ tidak	☐ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☐ tidak	☒ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☐ tidak	☐ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☐ tidak	☐ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☒ tidak	☐ ya
Pantat (buttocks)	
☐ tidak	☐ ya



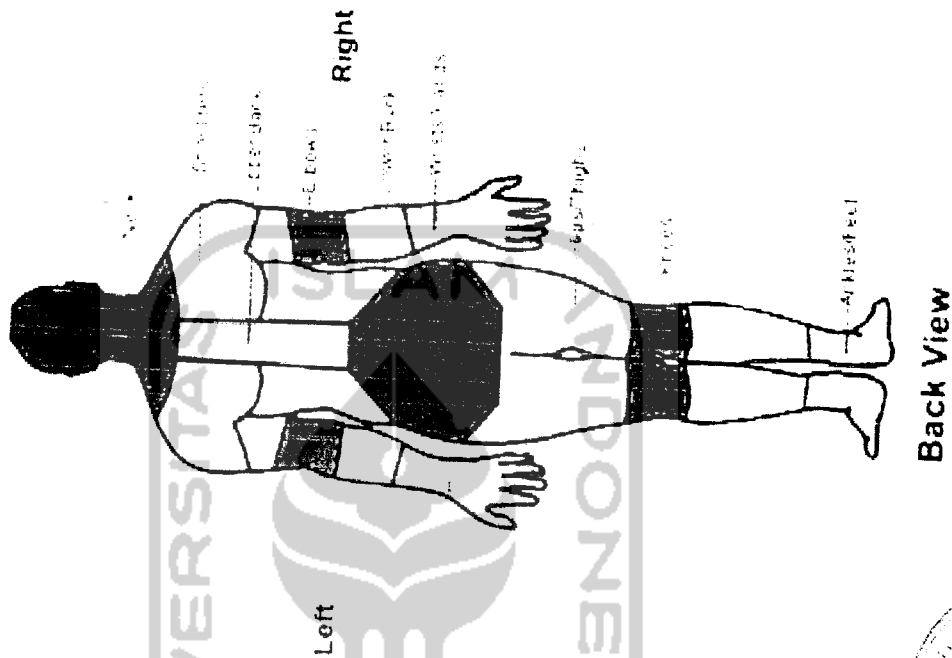
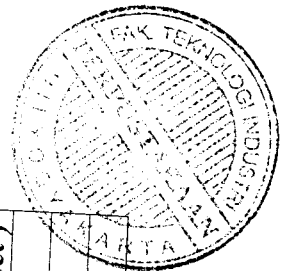
Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [☒] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.
 Nama : Agus Raharja

Leher (Neck)	
☐ tidak	☒ ya
Bahu (Shoulder)	
☐ tidak	☒ ya, bahu kanan
	☐ ya, bahu kiri
	☐ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☐ tidak	☐ ya, siku kanan
	☐ ya, siku kiri
	☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☐ tidak	☒ ya, tangan atau pergelangan kanan
	☐ ya, tangan atau pergelangan kiri
	☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☐ tidak	☒ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☐ tidak	☒ ya
Pantat (buttocks)	
☒ tidak	☐ ya



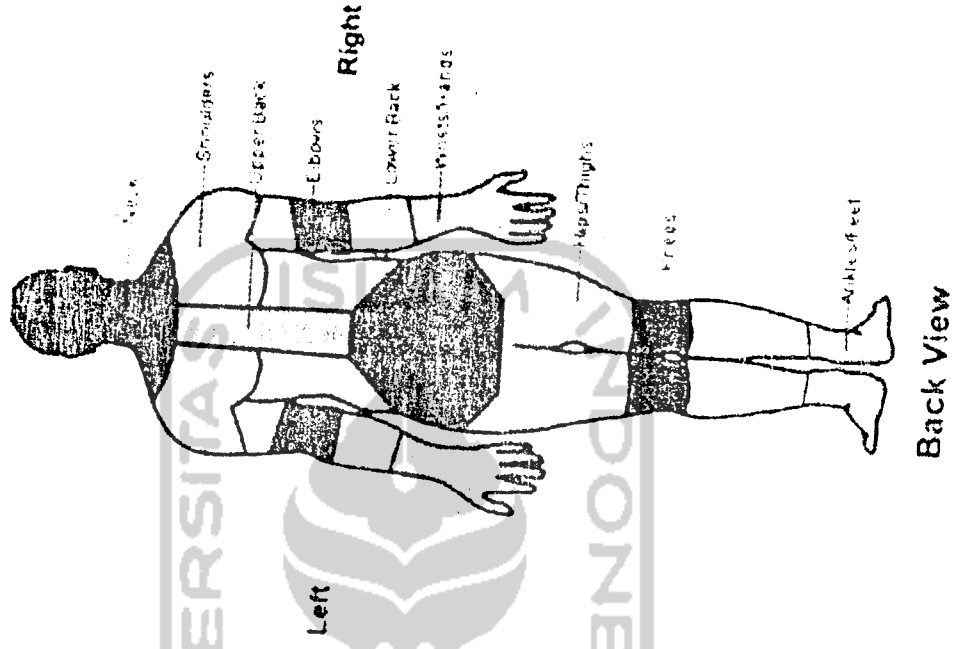
Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [✓] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.
 Nama : Alvin Jayana.....

Leher (Neck)	
☐ tidak	☒ ya
Bahu (Shoulder)	
☐ tidak	☒ ya, bahu kanan ☐ ya, bahu kiri
Siku (Elbows)	
☐ tidak	☒ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☐ tidak	☒ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☐ tidak	☒ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☐ tidak	☒ ya
Pantat (buttocks)	
☐ tidak	☐ ya



Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda check-list [☒] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.
 Nama : Bedo, A.

Leher (Neck)	
☒ tidak	☐ ya
Bahu (Shoulder)	
☒ tidak	☐ ya, bahu kanan ☐ ya, bahu kiri ☐ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☒ tidak	☐ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☒ tidak	☐ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☐ tidak	☒ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☐ tidak	☒ ya
Pantat (buttocks)	
☒ tidak	☐ ya

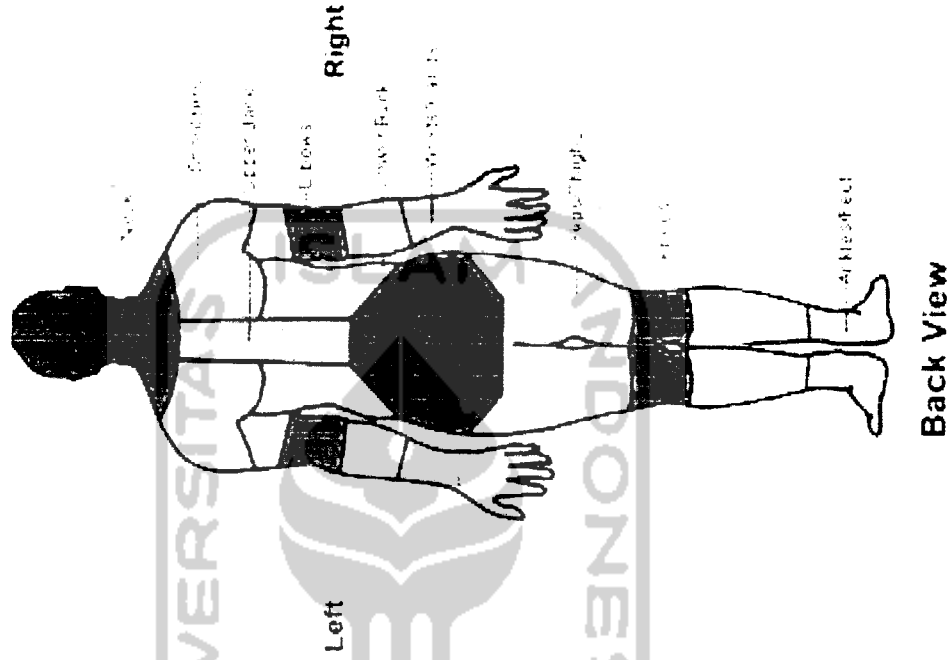


Back View

Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [✓] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.

Nama : Repta.....

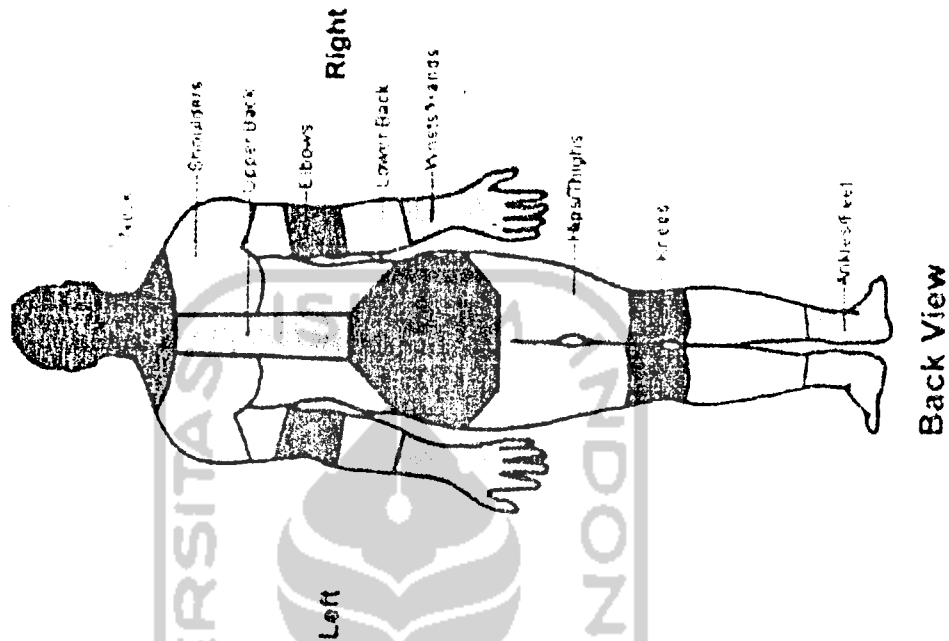
Leher (Neck)	
☒ tidak	☐ ya
Bahu (Shoulder)	
☐ tidak	☒ ya, bahu kanan ☐ ya, bahu kiri ☐ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☐ tidak	☒ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☒ tidak	☐ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☒ tidak	☐ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☐ tidak	☐ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☐ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☒ tidak	☐ ya
Pantat (buttocks)	
☒ tidak	☐ ya



Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [✓] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.

Nama : Adhikar Wawan

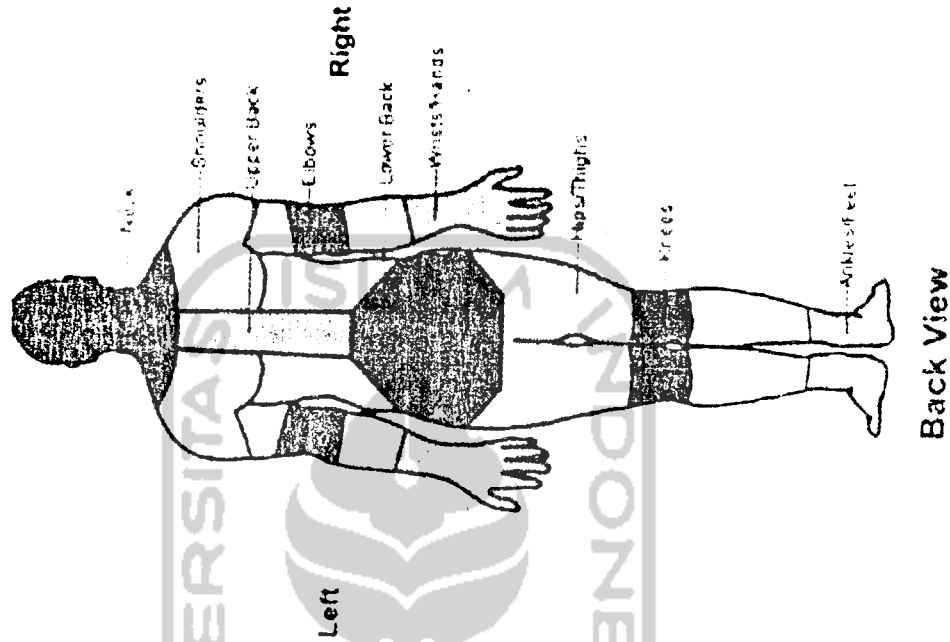
Leher (Neck)	
☒ tidak	☐ ya
Bahu (Shoulder)	
☐ tidak	☒ ya, bahu kanan ☐ ya, bahu kiri ☐ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☐ tidak	☒ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☐ tidak	☒ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☒ tidak	☐ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☐ tidak	☒ ya
Pantat (buttocks)	
☒ tidak	☐ ya



Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda cheklist [✓] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.

Nama : Wedi.....

Leher (Neck)	
☒ tidak	☐ ya
Bahu (Shoulder)	
☒ tidak	☐ ya, bahu kanan ☐ ya, bahu kiri ☐ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☐ tidak	☒ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☐ tidak	☒ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☐ tidak	☒ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☒ tidak	☐ ya
Pantat (buttocks)	
☒ tidak	☐ ya

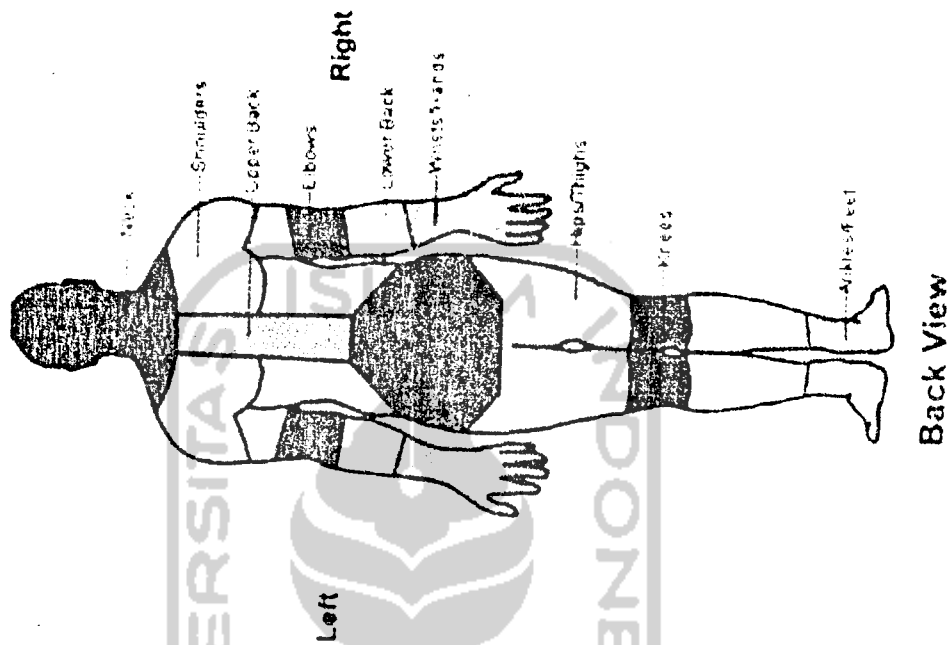


Back View

Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [☒] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.

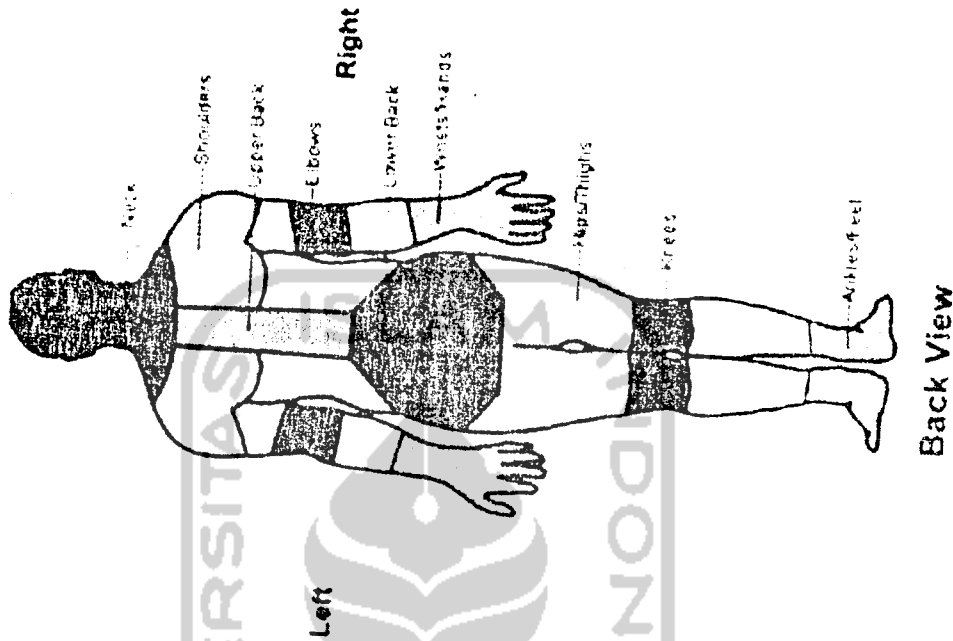
Nama : M. Syarif

Leher (Neck)	
☐ tidak	☒ ya
Bahu (Shoulder)	
☒ tidak	☐ ya, bahu kanan ☐ ya, bahu kiri ☐ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☒ tidak	☐ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☒ tidak	☐ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☒ tidak	☐ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☐ tidak	☒ ya
Pantat (buttocks)	
☒ tidak	☐ ya



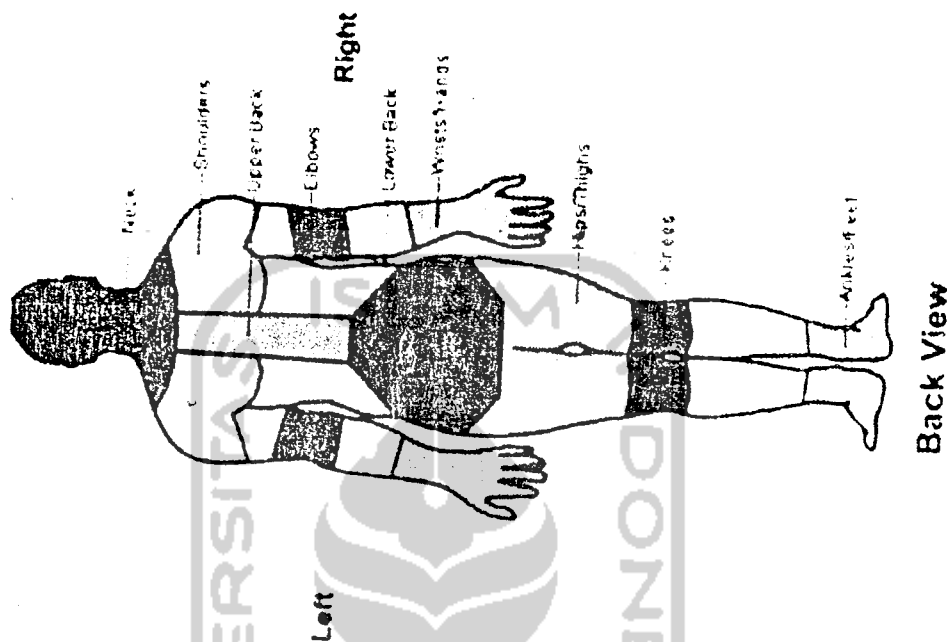
Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [✓] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.
 Nama : Agus Babar

Leher (Neck)	
☐ tidak	☒ ya
Bahu (Shoulder)	
☒ tidak	☐ ya, bahu kanan ☐ ya, bahu kiri ☐ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☒ tidak	☐ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☒ tidak	☐ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☒ tidak	☐ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☒ tidak	☐ ya
Pantat (buttocks)	
☒ tidak	☐ ya



Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [☒] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.
 Nama : Harunjiyana

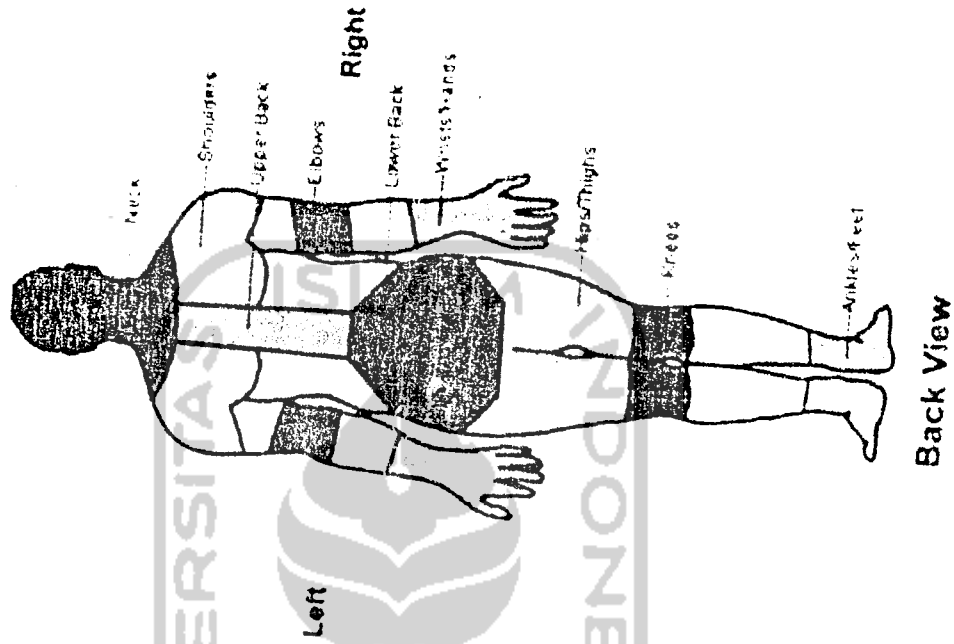
Leher (Neck)	
☐ tidak	☒ ya
Bahu (Shoulder)	
☒ tidak	☐ ya, bahu kanan ☐ ya, bahu kiri ☐ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☒ tidak	☐ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☒ tidak	☐ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☐ tidak	☐ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☐ tidak	☐ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☐ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☒ tidak	☐ ya
Pantat (buttocks)	
☒ tidak	☐ ya



Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [✓] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.

Nama : Agus wahar

Leher (Neck)	
☒ tidak	☐ ya
Bahu (Shoulder)	
☒ tidak	☐ ya, bahu kanan ☐ ya, bahu kiri ☐ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☒ tidak	☐ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☐ tidak	☒ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☒ tidak	☐ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☒ tidak	☐ ya
Pantat (buttocks)	
☒ tidak	☐ ya

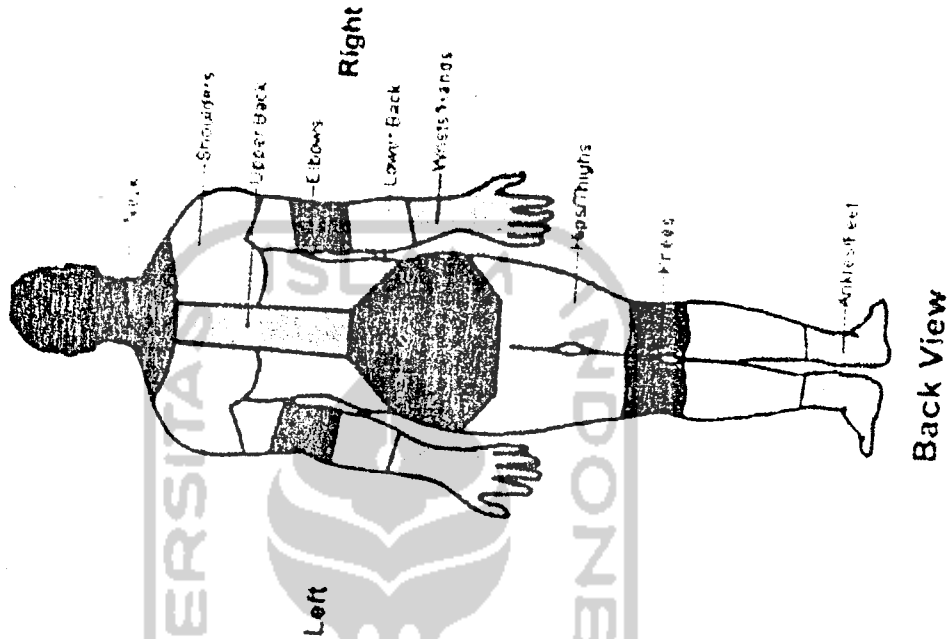


Back View

Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [☒] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.

Nama : Jaharman (17110010101)

Leher (Neck)	
☒ tidak	☐ ya
Bahu (Shoulder)	
☒ tidak	☐ ya, bahu kanan ☐ ya, bahu kiri ☐ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☒ tidak	☐ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☒ tidak	☐ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☒ tidak	☐ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☒ tidak	☒ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☒ tidak	☐ ya
Pantat (buttocks)	
☒ tidak	☐ ya

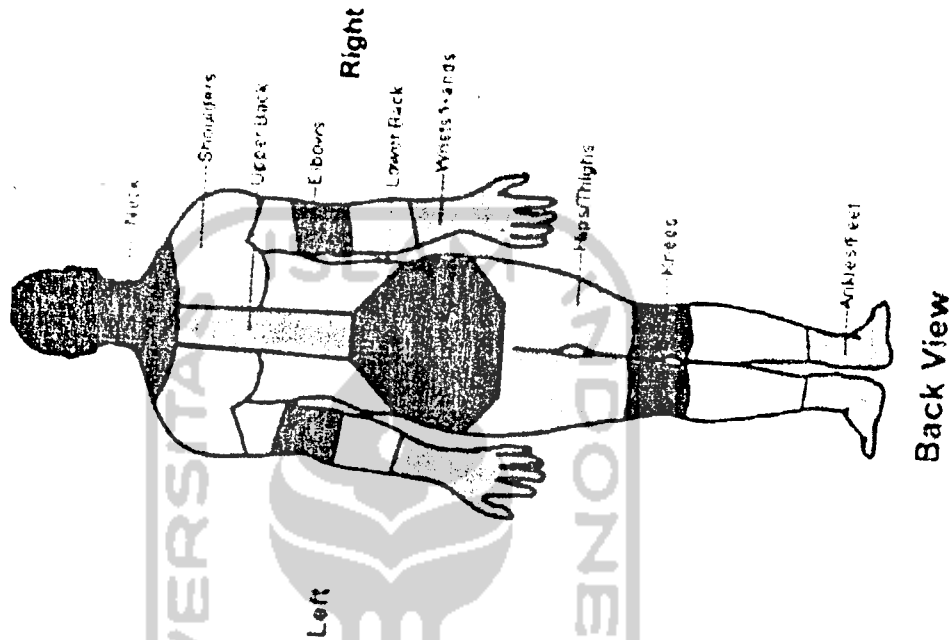


Back View

Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [✓] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.

Nama : Suciwah (1001914015)

Leher (Neck)	
☐ tidak	☒ ya
Bahu (Shoulder)	
☐ tidak	☐ ya, bahu kanan ☐ ya, bahu kiri ☒ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☒ tidak	☐ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☐ tidak	☒ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☐ tidak	☒ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☒ tidak	☐ ya
Pantat (buttocks)	
☐ tidak	☒ ya

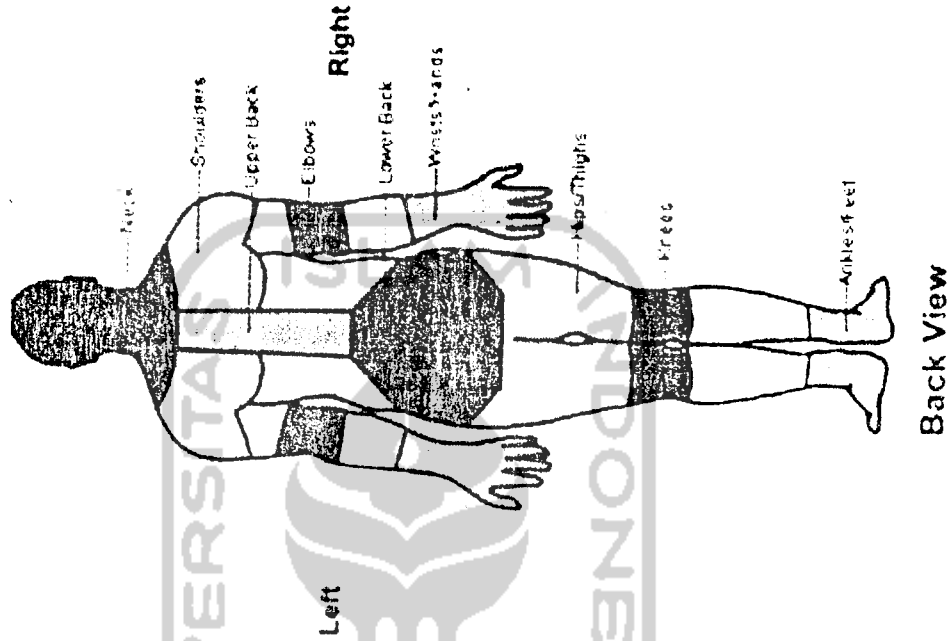


Back View

Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [☒] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.

Nama : Yenniwati (beasiswa)

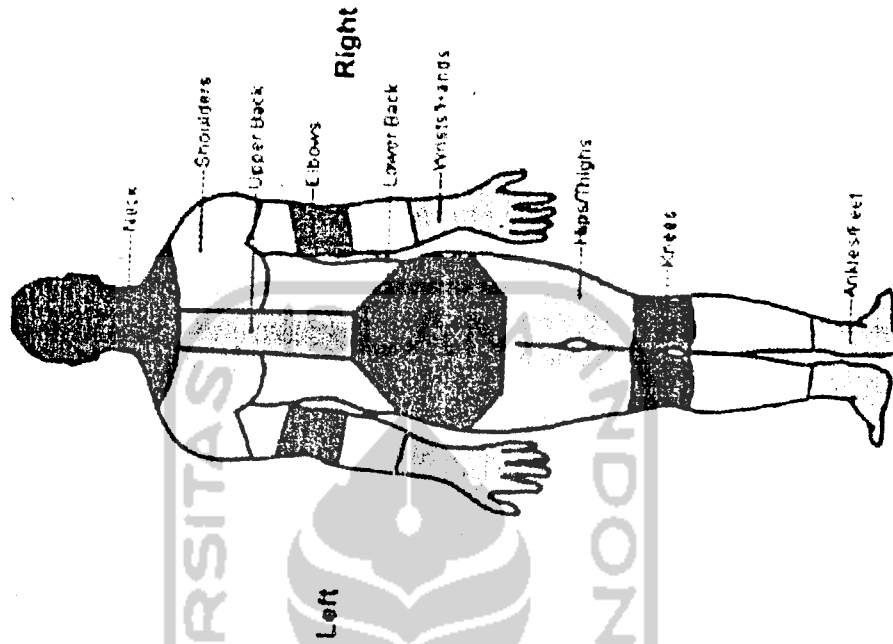
Leher (Neck)	
☐ tidak	☒ ya
Bahu (Shoulder)	
☐ tidak	☒ ya, bahu kanan ☐ ya, bahu kiri ☐ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☒ tidak	☐ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☒ tidak	☐ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☐ tidak	☒ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☒ tidak	☐ ya
Pantat (buttocks)	
☐ tidak	☒ ya



Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [✓] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.

Nama : Suyanto (Latihan 1)

Leher (Neck)	
☐ tidak	☒ ya
Bahu (Shoulder)	
☐ tidak	☐ ya, bahu kanan ☒ ya, bahu kiri ☐ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☐ tidak	☒ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☐ tidak	☒ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☐ tidak	☒ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☒ tidak	☐ ya
Pantat (buttocks)	
☐ tidak	☒ ya



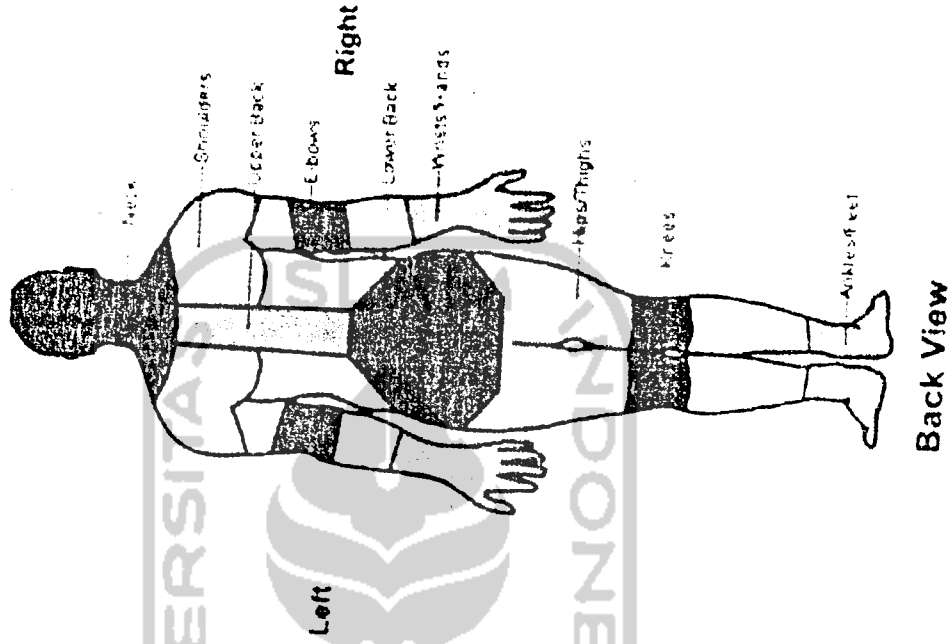
Back View



Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [✓] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.

Nama : Ukiroh (Ukiroh)

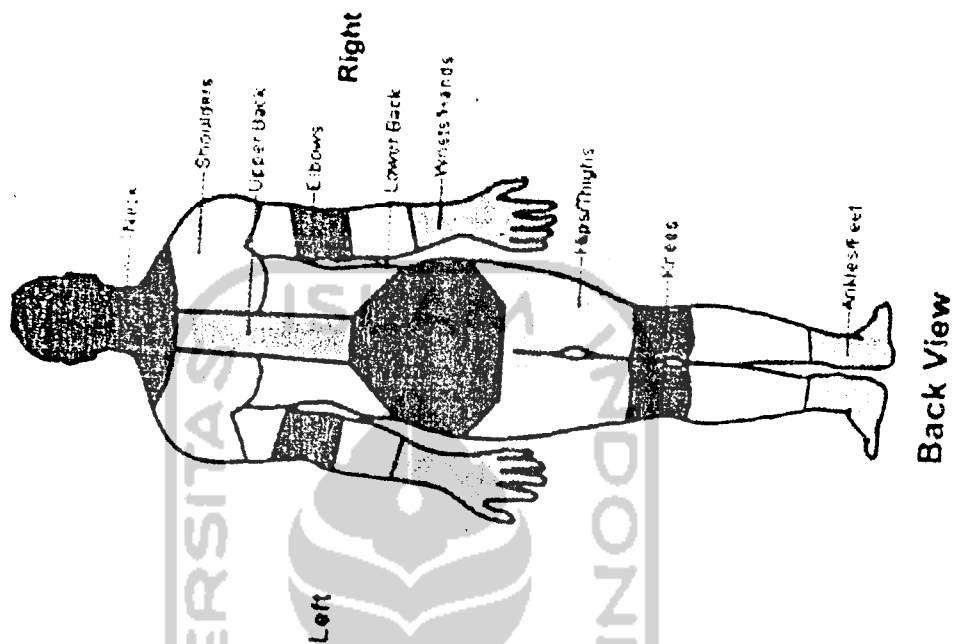
Leher (Neck)	
☒ tidak	☐ ya
Bahu (Shoulder)	
☐ tidak	☐ ya, bahu kanan ☐ ya, bahu kiri ☒ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☒ tidak	☐ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☐ tidak	☒ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☐ tidak	☒ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☒ tidak	☐ ya
Pantat (buttocks)	
☐ tidak	☒ ya



Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [☒] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.

Nama : Utami (bahu kiri).....

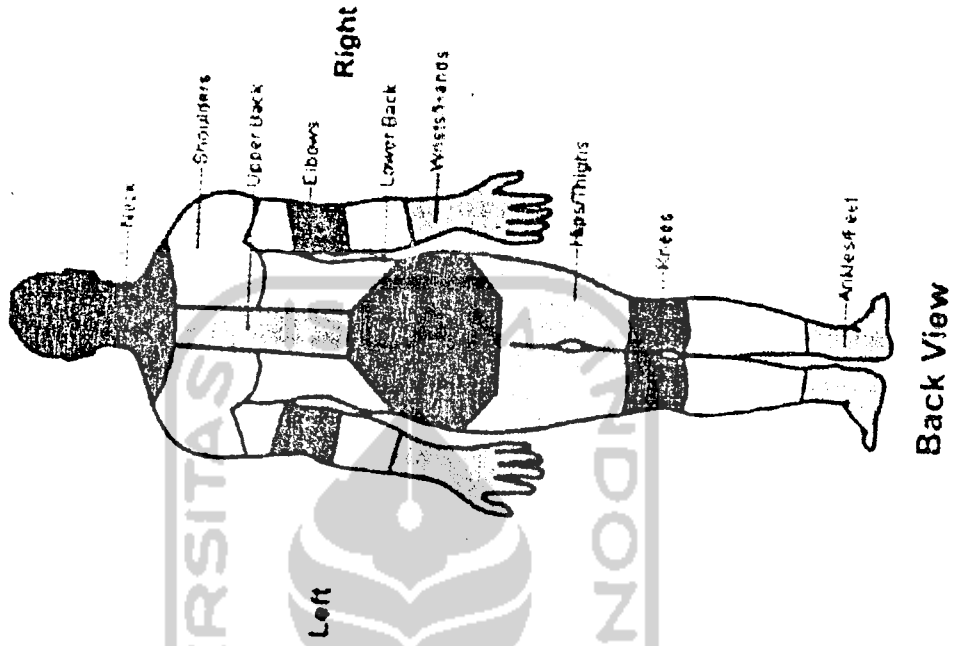
Leher (Neck)	
☒ tidak	☐ ya
Bahu (Shoulder)	
☐ tidak	☐ ya, bahu kanan ☐ ya, bahu kiri ☒ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☐ tidak	☐ ya, siku kanan ☒ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☐ tidak	☒ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☐ tidak	☒ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☒ tidak	☐ ya
Pantat (buttocks)	
☒ tidak	☒ ya



Back View

Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [✓] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.
 Nama : Suryat, wi (buku tulis)

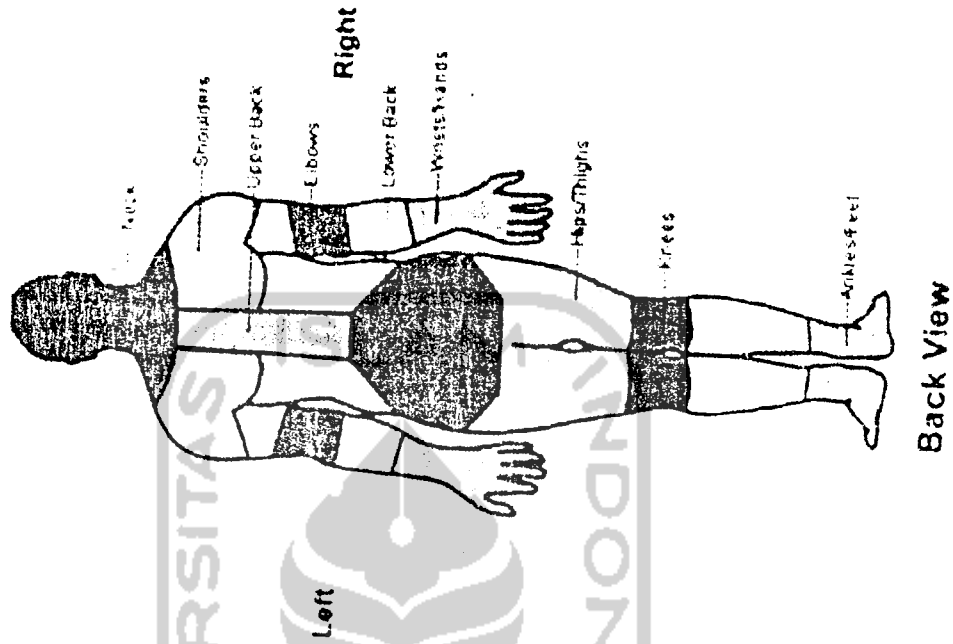
Leher (Neck)	
☒ tidak	☐ ya
Bahu (Shoulder)	
☐ tidak	☐ ya, bahu kanan ☒ ya, bahu kiri ☐ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☐ tidak	☒ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☐ tidak	☒ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☐ tidak	☒ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☒ tidak	☐ ya
Pantat (buttocks)	
☐ tidak	☒ ya



Berikut ini adalah gambar postur tubuh manusia, berilah tanda checklist [☒] pada bagian tubuh yang terasa sakit saat melakukan kerja.

Nama :Haryani (Linda Lili).....

Leher (Neck)	
☐ tidak	☒ ya
Bahu (Shoulder)	
☐ tidak	☐ ya, bahu kanan ☐ ya, bahu kiri ☒ ya, bahu kanan dan kiri
Siku (Elbows)	
☐ tidak	☒ ya, siku kanan ☐ ya, siku kiri ☐ ya, siku kanan dan kiri
Tangan atau pergelangan tangan (Wrists / hands)	
☐ tidak	☒ ya, tangan atau pergelangan kanan ☐ ya, tangan atau pergelangan kiri ☐ ya, tangan atau pergelangan kanan dan kiri
Punggung bagian atas (Upper back)	
☐ tidak	☒ ya
Punggung bagian bawah (Lower back)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua Paha (Hips)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua lutut (Knees)	
☐ tidak	☒ ya
Satu atau kedua betis bawah (Lower leg)	
☒ tidak	☐ ya
Satu atau kedua kaki & pergelangan kaki (Ankles/ feet)	
☐ tidak	☒ ya
Pantat (buttocks)	
☐ tidak	☒ ya



Back View



LAMPIRAN B

(BESARNYA KELONGGARAN)