

**PENINGKATAN EFEKTIFITAS DAN EFISIENSI KERJA
OPERATOR STASIUN *ASSEMBLY ROLLER* DENGAN
METODE *RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT* (REBA) DI PT.
KOMATSU UNDERCARRIAGE INDONESIA**

KERJA PRAKTIK



Fahrudin Ari Wicaksono

I0320039

**Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret
Surakarta
2023**

**PENINGKATAN EFEKTIFITAS DAN EFISIENSI KERJA
OPERATOR STASIUN *ASSEMBLY ROLLER* DENGAN
METODE *RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT* (REBA) DI PT.
KOMATSU UNDERCARRIAGE INDONESIA**

KERJA PRAKTIK



Fahrudin Ari Wicaksono

I0320039

**Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret
Surakarta
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Laporan Kerja Praktik:

**PENINGKATAN EFEKTIFITAS DAN EFISIENSI KERJA OPERATOR
STASIUN ASSEMBLY ROLLER DENGAN METODE RAPID ENTIRE
BODY ASSESSMENT (REBA) DI PT. KOMATSU UNDERCARRIAGE
INDONESIA**

Disusun oleh:

Fahrudin Ari Wicaksono

I0320039

Mengesahkan,

Kepala Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik

Disetujui,

Dosen Pembimbing,

Dr. Eko Liquiddanu, S.T., M.T.
NIP. 197101281998021001

Rahmaniyah Dwi Astuti S.T., M.T.
NIP. 197601221999032001

SURAT KETERANGAN KERJA PRAKTIK

SURAT KETERANGAN KERJA PRAKTIK

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa mahasiswa :

Nama : Fahrudin Ari Wicaksono

NIM : I0320039

Program Studi : Teknik Industri - Universitas Sebelas Maret

Telah melakukan Kerja Praktek di :

Nama Perusahaan : PT. Komatsu Undercarriage Indonesia

Lama Kerja Praktek : 9 Januari 2023 s.d 10 Februari 2023

Ditetapkan di : 28 Februari 2023

Nama : Evandino F.H.

Jabatan : Staff

Tanda Tangan :

PT KOMATSU UNDERCARRIAGE INDONESIA

(Evandino F.H.)

LEMBAR PENILAIAN PELAKSANAAN KERJA PRAKTIK


FORM PENILAIAN PELAKSANAAN KERJA PRAKTIK

Nama Mahasiswa : Fahrudin Ari Wicaksono
NIM : I0320039
Program Studi : Teknik Industri – Universitas Sebelas Maret

Telah melaksanakan KERJA PRAKTIK di:

Nama Perusahaan : PT. Komatsu Undercarriage Indonesia
Alamat Perusahaan : Jl. Jababeka XI Blok H15/16, Jababeka Industrial Estate Cikarang
Bekasi, 17832
Lama Kerja Praktik : 9 Januari 2023 – 10 Februari 2023
Topik yang dibahas : Kesehatan dan Keselamatan Kerja
Nilai : (sesuai kondisi mahasiswa yang bersangkutan)

Sikap : 

Kerajinan : 

Prestasi : 

Nilai rata-rata : 83,3

Tanggal Penilaian : 28 Februari 2023

Nama Penilai : Evandino F. H.

Jabatan Penilai : Staff

Tanda tangan & :

Stempel Perusahaan

PT KOMATSU UNDERCARRIAGE INDONESIA


Evandino F. H.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan kuasa-Nya penulis dapat menyelesaikan kegiatan dan laporan Kerja Praktik PT. Komatsu Undercarriage Indonesia yang telah dilaksanakan selama 1 bulan (30 hari kerja), yaitu pada tanggal 9 Januari – 10 Februari 2023 Tujuan dari penyusunan Laporan Kerja Praktik yaitu sebagai salah satu syarat akademis yang wajib dipenuhi oleh penulis dalam menempuh perkuliahan di Fakultas Teknik Industri Universitas Sebelas Maret Surakarta, serta bukti pertanggungjawaban terhadap kegiatan Kerja Praktik yang telah penulis laksanakan. Tujuan dilaksanakannya Kerja Praktik yaitu memperkenalkan dunia kerja yang sesungguhnya kepada mahasiswa, sehingga dapat menjadi bekal bagi mahasiswa untuk menghadapi dunia kerja kelak. Penulis menyadari bahwa terselesaikannya Laporan Kerja Praktik ini tidak lepas dari campur tangan berbagai pihak yang senantiasa memberikan bantuan dan motivasi kepada penulis. Maka dari itu, dengan segala kerendahan hati penulis sampaikan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkat, rahmat, dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan laporan ini dengan baik.
2. Kedua orang tua sayang yang selalu mendoakan dan mendukung saya.
3. Bapak Dr. Eko Liquidanu, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
4. Bapak Taufiq Rochman, STP, MT. selaku Koordinator Kerja Praktik.
5. Bapak Rahmaniyah Dwi Astuti, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Kerja Praktik penulis, yang selalu sabar dan dengan bijak membimbing dalam proses terlaksananya kerja praktik hingga penyusunan laporan kerja praktik ini.
6. Bapak Ari, Bapak Sugiarto, Bapak Evandino dan Bapak Yanuar selaku pembimbing lapangan di PT. KUI selama penulis melakukan kerja praktik.
7. Jajaran Departemen Manufacturing Engineering yang telah memberikan ilmunya.

8. Seluruh karyawan PT. KUI yang telah membantu dan dengan hati gembira menyambut dan menerima penulis dalam melakukan kerja praktik ini.
9. Erysa Putri Vara Afifa yang selalu membantu dan mendukung penulis dalam melakukan kerja praktik ini.
10. Ilham Fairuzaman dan Rizal Rasyadan Harijadi selaku teman kerja dan teman diskusi selama sebulan di PT. KUI.
11. Teman-teman Mahasiswa Teknik Industri angkatan 2019 yang selalu memberi semangat.
12. Teman-teman lain yang senantiasa memberi dukungan.

Penulis

(Fahrudin Ari Wicaksono)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT KETERANGAN KERJA PRAKTIK	iii
LEMBAR PENILAIAN PELAKSANAAN KERJA PRAKTIK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I - 1
1.2 Rumusan Masalah.....	I - 3
1.3 Tujuan Penelitian	I - 3
1.4 Manfaat Penelitian	I - 3
1.5 Batasan Masalah	I - 3
1.6 Sistematika Penulisan	I - 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Perusahaan	II - 1
2.1.1 Profil Perusahaan.....	II - 1
2.1.2 Sejarah Perusahaan.....	II - 1
2.1.3 Visi dan Misi Perusahaan	II - 2
2.2 Landasan Teori	II - 2
2.2.1 Ergonomi.....	II - 2
2.2.2 Postur Kerja.....	II - 3
2.2.3 <i>Musculoskeletal Disorder (MSDs)</i>	II - 5
2.2.4 Cara Penarikan Sudut	II - 7
2.2.5 <i>Rapid Entire Body Assessment (REBA)</i>	II - 7
2.2.6 <i>HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control)</i>	II - 13
2.2.7 Peta Kerja	II - 14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tahap Identifikasi	III - 2

3.1.1 Studi Lapangan	III – 2
3.1.2 Studi Literatur	III – 2
3.1.3 Penentuan Latar Belakang dan Perumusan Masalah	III – 2
3.1.4 Penentuan Tujuan dan Manfaat	III – 2
3.1.5 Penentuan Batasan Masalah	III – 2
3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data	III - 3
3.2.1 Dokumentasi Postur Kerja	III - 3
3.2.2 Penarikan dan Penilaian Sudut Postur Kerja	III - 3
3.2.3 Usulan Perbaikan	III - 3
3.3 Tahap Analisis	III - 3
3.4 Kesimpulan dan Saran	III - 4

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data	IV – 1
4.1.1 Stasiun Kerja <i>Roller Assembly</i>	IV – 1
4.1.2 Data Postur Kerja Operator	IV – 2
4.1.3 Penarikan Sudut	IV - 3
4.2 Pengolahan Data	IV - 5
4.2.1 Penilaian Postur Kerja Operator pada Aktivitas <i>Washing Machine</i>	IV - 6
4.2.2 Penilaian Postur Kerja Operator pada Aktivitas Tranfer Material dari <i>Preparation Table</i>	IV - 9
4.2.3 Penilaian Postur Kerja Operator pada Aktivitas Memaasukkan <i>Lock Bolt</i>	IV - 13
4.2.4 Data Waktu Aktivitas Kerja Operator	IV - 16
4.3 Perancangan Alat Bantu	IV – 19
4.3.1 Perbaikan Postur Kerja untuk Aktivitas Operator <i>Washing Machine</i> dan Transfer Material	IV – 19
4.3.2 Perbaikan Postur Kerja untuk Aktivitas Memasukkan Lock Bolt	IV - 23
4.4 Pengaruh Usulan Perbaikan Terhadap Kinerja Operator..	IV – 26
4.4.1 Postur Kerja Setelah Perbaikan	IV – 27

4.4.2	Penarikan Sudut Postur Kerja Operator Setelah Perbaikan	IV – 28
4.4.3	Penilaian Postur Kerja Operator <i>Washing Machine</i> dan pada Aktivitas Tranfer Material dari <i>Preparation Table</i> Setelah Perbaikan	IV – 29
4.4.4	Penilaian Postur Kerja Operator pada Aktivitas Memasukkan Lock Bolt Setelah Perbaikan	IV – 33
4.4.5	Data Waktu Aktivitas Operator Setelah Perbaikan..	IV - 36
BAB V	ANALISIS DAN INTREPETASI HASIL	
5.1	Analisis Postur Kerja	V - 1
5.2	Analisis Rancangan Alat Bantu	V - 3
5.2.1	Analisis Rancangan Alat Bantu pada Aktivits Operator <i>Washing Machine</i> dan Transfer Material dari <i>Preparaation Table</i>	V - 3
5.2.2	Analisis Rancangan Alat Bantu pada Aktivitas Memasukkan <i>Lock Bolt</i>	V - 4
5.3	Analisis Perabndingan Penilaian Postur Kerja Sebelum dan Sesudah Perbaikan	V - 5
5.4	Analisis Perbandingan Efisiensi Waktu Kerja Operator Sebelum dan Sesudah Perbaikan	V - 5
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1	Kesimpulan	VI - 1
6.2	Saran	VI - 2
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Skor Batang Tubuh.....	II - 8
Tabel 2.2	Skor <i>Neck</i>	II - 9
Tabel 2.3	Skor <i>Legs</i>	II - 9
Tabel 2.4	Skor Lengan Atas	II - 10
Tabel 2.5	Skor Lengan Bawah	II - 10
Tabel 2.6	Skor Pergelangan Tangan.....	II - 11
Tabel 2.7	Pehitungan Grup A	II – 11
Tabel 2.8	Skor <i>Load</i>	II - 11
Tabel 2.9	Perhitungan Grup B	II - 12
Tabel 2.10	Skor <i>Coupling</i>	II - 12
Tabel 2.11	Penilaian Skor C	II - 12
Tabel 2.12	Nilai Aktivitas	II – 13
Tabel 2.13	Nilai Level Tindakan.....	II - 13
Tabel 2.14	Lambang Peta Kerja	II - 11
Tabel 4.1	Keterangan <i>Layout Roller Assembly Section</i>	IV - 2
Tabel 4.2	Deskripsi Postur Kerja Operator <i>Washing Machine</i>	IV - 5
Tabel 4.3	Deskripsi Postur Kerja Operator Transfer Material dari <i>Preparation Table</i>	IV - 5
Tabel 4.4	Deskripsi Postur Kerja Operator Memasukkan <i>Lock Bolt</i>	IV - 5
Tabel 4.5	Penentuan Skor Akhir Grup A pada Operator <i>Washing Machine</i>	IV - 6
Tabel 4.6	Penentuan Skor Akhir Grup B Pada Operator <i>Washing Machine</i>	IV - 7
Tabel 4.7	Penentuan Skor Akhir Grup C Pada Operator <i>Washing Machine</i>	IV - 8
Tabel 4.8	Penentuan Skor Akhir Grup A Pada Operator pada Aktivitas Transfer Material dari <i>Preparation Table</i>	IV - 10
Tabel 4.9	Penentuan Skor Akhir Grup B Pada Operator pada Aktivitas Transfer Material dari <i>Preparation Table</i>	IV – 11
Tabel 4.10	Penentuan Skor Akhir Grup C Pada Operator pada Aktivitas Transfer Material dari <i>Preparation Table</i>	IV – 12

Tabel 4.11	Penentuan Skor Akhir Grup A Pada Operator pada Aktivitas Memasukkan <i>Lock Bolt</i>	IV – 14
Tabel 4.12	Penentuan Skor Akhir Grup B Pada Operator pada Aktivitas Memasukkan <i>Lock Bolt</i>	IV – 15
Tabel 4.13	Penentuan Skor Akhir Grup C Pada Operator pada Aktivitas Memasukkan <i>Lock Bolt</i>	IV – 15
Tabel 4.14	Data Antropometri.....	IV – 20
Tabel 4.15	Dimensi dan Ukuran Tongkat Pendorong dan Penarik	IV – 21
Tabel 4.16	Hasil <i>Stress Analysis</i> Bahan Tongkat Pendorong dan Penarik	IV – 22
Tabel 4.17	Hasil <i>Stress Analysis</i> Tongkat Pendorong dan Penarik.....	IV – 22
Tabel 4.18	Ukuran Meja Perakitan Sebelum Perbaikan.....	IV – 23
Tabel 4.19	Dimensi dan Ukuran <i>Adjustable table</i>	IV – 25
Tabel 4.20	Hasil <i>Stress Analysis Adjustable Table</i>	IV – 26
Tabel 4.21	Deskripsi dari Segmen Tubuh Operator pada Operator <i>Washing Machine</i> dan Pada Aktivitas Tranfer Material dari <i>Preparation Table</i> Setelah Perbaikan	IV – 29
Tabel 4.22	Deskripsi dari Segmen Tubuh Operator pada Aktivitas Memasukkan <i>Lock Bolt</i> Setelah Perbaikan.....	IV – 29
Tabel 4.23	Penentuan Skor Akhir Grup A Pada Operator <i>Washing Machine</i> dan Pada Aktivitas Tranfer Material dari <i>Preparation Table</i> Setelah Perbaikan	IV – 30
Tabel 4.24	Penentuan Skor Akhir Grup B Pada Operator <i>Washing Machine</i> dan pada Aktivitas Transfer Material dari <i>Prepation Table</i>	IV – 31
Tabel 4.25	Penentuan Skor Akhir Grup C Pada Operator <i>Washing Machine</i> dan pada Aktivitas Transfer Material dari <i>Prepation Table</i>	IV – 32
Tabel 4.26	Penentuan Skor Akhir Grup A Pada Operator pada Aktivitas Memasukkan <i>Lock Bolt</i>	IV – 34
Tabel 4.27	Penentuan Skor Akhir Grup B Pada Operator pada Aktivitas Memasukkan <i>Lock Bolt</i>	IV – 35
Tabel 4.28	Penentuan Skor Akhir Grup C Pada Operator pada Aktivitas Memasukkan <i>Lock Bolt</i>	IV – 35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	HIRARC <i>Assembly Roller Section</i>	II - 2
Gambar 2.1	Logo Perusahaan PT Komatsu Undercarriage Indonesia	II - 1
Gambar 2.2	Sikap Kerja Duduk	II - 4
Gambar 2.3	Sikap Kerja Berdiri.....	II - 4
Gambar 2.4	Sikap Kerja Duduk - Berdiri.....	II - 5
Gambar 2.5	Postur Tubuh bagian <i>Trunk</i>	II - 8
Gambar 2.6	Bagian Tubuh <i>Neck</i>	II - 8
Gambar 2.7	Bagian Tubuh <i>Legs</i>	II - 9
Gambar 2.8	Bagian Lengan Atas	II - 9
Gambar 2.9	Bagian Tubuh Lengan Bawah	II - 10
Gambar 2.10	Bagian Tubuh Pergelangan Tangan.....	II - 10
Gambar 2.11	REBA <i>Score Sheet</i>	II - 10
Gambar 2.12	Peta Tangan Kanan Tangan Kiri	II - 10
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Tahapan Penelitian.....	III - 1
Gambar 4.1	<i>Layout Roller Assembly Section</i>	IV - 1
Gambar 4.2	Postur Kerja <i>Washing Machine</i>	IV - 2
Gambar 4.3	Postur Kerja Operator pada Aktivitas Transfer Material dari <i>Preparation Table</i>	IV - 3
Gambar 4.4	Postur Kerja Operator Memasukkan <i>Lock Bolt</i>	IV - 3
Gambar 4.5	Hasil Penarikan Sudut Postur Kerja Operator <i>Washing Machine</i>	IV - 4
Gambar 4.6	Hasil Penarikan Sudut Postur Kerja Operator Mentransfer Material dari <i>Preparation Table</i>	IV - 4
Gambar 4.7	Hasil Penarikan Sudut Postur Kerja Operator Memasukkan <i>Lock Bolt</i>	IV - 4
Gambar 4.8	Hasil Pengukuran Postur Kerja Operator <i>Washing Machine</i> Menggunakan <i>Software Ergofellow</i>	IV - 9
Gambar 4.9	Hasil Pengukuran Postur Kerja Operator pada Aktivitas Transfer Material dari <i>Preparation Table</i> Menggunakan <i>Software Ergofellow</i>	IV - 12

Gambar 4.10	Hasil Pengukuran Postur Kerja Operator pada Aktivitas Memasukkan <i>Lock Bolt</i> Menggunakan <i>Software Ergofellow</i>	IV - 16
Gambar 4.11	Peta Tangan Kiri Tangan Kanan Operator <i>Washing Machine</i>	IV – 16
Gambar 4.12	Peta Tangan Kiri Tangan Kanan dari Aktivitas Tranfer Material dari <i>Preparation Table</i>	IV – 17
Gambar 4.13	Peta Tangan Kiri Tangan Kanan dari Aktivitas Memasukkan <i>Lock Bolt</i>	IV – 18
Gambar 4.14	Alat Pendorong Benda Kerja.....	IV – 21
Gambar 4.15	Alat Penarik Palet.....	IV – 21
Gambar 4.16	Bentuk Meja Perakitan Sebelum Perbaikan	IV – 23
Gambar 4.17	Desain <i>Adjustable Table</i>	IV – 25
Gambar 4.18	Postur Kerja Operator <i>Washing Machine</i> dan Saat Aktivitas Transfer Material dari <i>Preparation Table</i> Setelah Perbaikan.....	IV – 27
Gambar 4.19	Postur Kerja Opertor pada Aktivitas Memasukkan <i>Lock Bolt</i> Setelah Perbaikan	IV – 27
Gambar 4.20	Hasil Penarikan Sudut Postur Kerja Operator <i>Washing Machine</i> dan pada Aktivitas Tranfer Material dari <i>Preparation Table</i> Setelah Perbaikan	IV – 28
Gambar 4.21	Hasil Penarikan Sudut Postur Kerja Aktivitas Memasukkan <i>Lock Bolt</i> Setelah Perbaikan.....	IV – 28
Gambar 4.22	Hasil Pengukuran Postur Kerja Operator <i>Washing Machine</i> dan pada Aktivitas Transfer Material dari <i>Prepation Table</i> Menggunakan <i>Software Ergofellow</i>	IV – 32
Gambar 4.23	Hasil Pengukuran Postur Kerja Operator pada Memasukkan <i>Lock Bolt</i> Menggunakan Software Ergofellow	IV – 36
Gambar 4.24	Peta Tangan Kiri Tangan Kanan Operator <i>Wasing Machine</i> Setelah Perbaikan	IV – 36
Gambar 4.25	Peta Tangan Kiri Tangan Kanan dari Aktivitas Tranfer Material dari <i>Preparation Table</i> Setelah Perbaikan.....	IV – 37
Gambar 4.26	Peta Tangan Kiri Tangan Kanan dari Aktivitas Memasukkan <i>Lock Bolt</i> Setelah Perbaikan.....	IV – 38



BAB I

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan yang digunakan dalam laporan kerja praktik yang dilaksanakan di PT. Komatsu Undercarriage Indonesia.

1.1 Latar Belakang

Pekerja adalah sumber daya yang terpenting untuk menjalankan suatu perusahaan. Suatu pekerjaan dikatakan optimal atau tidaknya salah satunya ditentukan oleh tingkat performansi pekerja. Tingkat performansi pekerja dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti kenyamanan dan keamanan pekerja. Salah satu tolak ukur yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat performansi pekerja adalah dengan melakukan analisis terhadap postur kerja karyawan.

Postur kerja adalah suatu tindakan yang diambil pekerja dalam melakukan pekerjaannya (Nurmianto, 2004). Postur kerja memiliki kaitan yang erat terhadap keilmuan ergonomi. Postur kerja yang salah akan mengakibatkan timbulnya *musculoskeletal disorder* (MSDs). Menurut Kapitan (2018), Dalam suatu industri, keluhan muskuloskeletal ini kerap muncul. Aktivitas kerja yang berulang dan terus menerus dilakukan dengan postur kerja yang salah menjadi salah satu penyebab munculnya *musculoskeletal disorder*. Gangguan pada sistem *musculoskeletal* ini merupakan suatu akumulasi dari gejala-gejala kecil maupun besar yang berlangsung secara terus menerus dalam waktu yang relatif lama. Hal ini kemudian diekspresikan sebagai rasa sakit atau kesemutan, nyeri tekan, pembengkakan dan gerakan yang terhambat atau terjadinya kelemahan 4 jaringan anggota tubuh yang terkena trauma. Trauma jaringan dapat timbul akibat kronitas atau berulang-ulang proses penyebabnya.

Adanya keluhan muskuloskeletal ini juga berpengaruh terhadap proses produksi di suatu industri. Dampak dari *musculoskeletal disorder* pada proses produksi adalah berkurangnya *output* dan kerusakan material produk sehingga mengakibatkan tidak terpenuhinya target produksi. Selain itu, apabila banyak pekerja yang tidak bekerja akibat keluhan MSDs maka hal ini juga dapat mempengaruhi perusahaan. Perusahaan dapat mengalami penurunan keuntungan

akibat kurangnya pekerja sehingga target produksi tidak dapat diselesaikan tepat waktu.

PT. Komatsu Undercarriage Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur *undercarriage* alat berat (*Excavator dan Bulldozer*). Di perusahaan ini masih banyak aktivitas yang dilakukan secara manual, salah satu contohnya adalah proses *washing*, transfer material dari *preparation table* dan memasukkan *lock bolt* pada *line 5 big roller assembly* yang dilakukan pada *Roller Assy Section*. Dalam sehari pekerja dapat merakit *big roller* sebanyak 20-40 unit. *Roller* yang diproduksi memiliki banyak tipe dengan berat 80-160 kg. Untuk mengetahui postur kerja yang tidak alamiah, telah dilakukan *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)* terlebih dahulu.

Tgl.	No.	Bahaya (Mesin, Fasilitas, Proses, Kegiatan)		No	Risk Danger Description	Risk Type	Risk Factor		Risk Level	Pengendalian Risiko, Tindakan Pengamanan yang dilakukan dan Kebutuhan	Risk Factor		Risiko Lanjutan (RL)
		Proses utama	Detail aktifitas				Possibility	Loss Aspect			Possibility	Loss Aspect	
1-Feb-23	1.	Assembly Big Roller PC 2000 TR	Insert Lock Bolt to Collar	1	 The misplaced operator position can cause musculoskeletal disorders over a long period of time	12	D	II	3				
1-Feb-23	2.	Assembly Big Roller D 155 TR	Pushed the part and subassembly through the conveyor	1	 The misplaced operator position can cause musculoskeletal disorders over a long period of time	12	D	II	3				
1-Feb-23	3.	Part washing process on the assembly of the big roller	Operator pushing and pulling pallet		 The misplaced operator position can cause musculoskeletal disorders over a long period of time	12	D	II	3				

Gambar 1.1 HIRARC Assembly Roller Section

Pada proses *washing*, transfer material dari *preparation table* dan memasukkan *lock bolt* terdapat temuan resiko terjadi *musculoskeletal disorder* karena postur pekerja yang tidak alamiah serta dilakukan berulang.

Posisi mesin *washing* dan konveyor yang terlalu rendah serta penggunaan *preparation table* yang tidak alamiah sesuai dengan postur operator, memungkinkan keluhan *low back pain* dan pegal pada bagian tengkuk. Masalah postur kerja menimbulkan cedera pada operator dan berdampak pada perusahaan. Maka dari itu, kerja praktik ini ditekankan pada masalah rekomendasi perbaikan postur kerja operator pada proses *washing*, transfer material dari *preparation table*

dan proses memasukkan *lock bolt* pada *roller assy section* dengan metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam laporan kerja praktik di PT. Komatsu Undercarriage Indonesia adalah bagaimana evaluasi peningkatan efisiensi dan efektifitas produksi dengan perbaikan postur kerja operator pada proses *washing*, transfer material dari *preparation table* dan proses memasukkan *lock bolt* pada *roller assembly section* di PT. Komatsu Undercarriage Indonesia menggunakan Metode REBA.

1.3 Tujuan Kerja Praktik

Tujuan yang akan dicapai dalam laporan kerja praktik di PT. Komatsu Undercarriage Indonesia yaitu

1. Menganalisis postur kerja operator stasiun kerja roller assembly di PT. Komatsu Undercarriage Indonesia.
2. Memberikan usulan yang sesuai dengan aktivitas *washing*, transfer material dari *preparation table* dan proses memasukkan *lock bolt* operator stasiun kerja roller assembly di PT. Komatsu Undercarriage Indonesia.
3. Meminimalisasi keluhan MSDs dan meningkatkan efisiensi serta efektifitas proses.

1.4 Manfaat Kerja Praktik

Manfaat dari penelitian kerja praktek di PT. Komatsu Undercarriage Indonesia adalah meningkatkan efektifitas dan efisiensi proses *washing* dan pada *preparation table* pada *roller assembly section*.

1.5 Batasan Masalah

Batasan Masalah dari penelitian kerja praktek di PT. Komatsu Undercarriage Indonesia adalah sebagai berikut.

1. Postur kerja yang diamati dan dinilai adalah postur kerja pada proses *washing*, transfer material dari *preparation table* dan proses memasukkan *lock bolt* pada *roller assembly section*.
2. Jenis *roller* yang diproduksi adalah Roller PC 2000 TR dan D 155 TR.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan laporan kerja praktik ini, uraian setiap bab yang berurutan untuk mempermudah pembahasannya. Permasalahan dapat dibagi menjadi enam bab seperti dijelaskan di bawah ini.

BAB I PENDAHULUAN

Pada Bab I berisi penjabaran pengantar permasalahan yang akan dikaji dan dibahas dalam pembuatan laporan kerja praktik ini. Pendahuluan terdiri atas latar belakang, rumusan masalah, tujuan kerja praktik, manfaat kerja praktik, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi gambaran umum perusahaan yang menjadi tempat dilaksanakannya kerja praktek dan landasan teori yang merupakan penjelasan secara terperinci mengenai teori-teori yang digunakan sebagai acuan/landasan pemecahan masalah serta memberikan penjelasan secara garis besar metode yang digunakan sebagai kerangka pemecahan masalah dalam penulisan

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi mengenai gambaran terstruktur tahap demi tahap proses pelaksanaan penelitian kerja praktek yang digambarkan dalam bentuk flowchart dan penjelasan singkat dari tahap-tahap tersebut.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi pengumpulan data yang digunakan sebagai bahan dalam menyelesaikan penelitian kerja praktek dan pengolahan data untuk mencapai tujuan dari penelitian kerja praktek yang sesuai dengan dasar teori yang digunakan. Tujuan dari penelitian kerja praktek yang sesuai dengan dasar teori yang digunakan.

BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

Bab ini menjelaskan mengenai uraian pembahasan permasalahan yang dikaji dalam laporan kerja praktek ini berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan serta hasil yang dicapai dari penelitian kerja praktek yang dilakukan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi mengenai kesimpulan dan pemberian saran yang diperoleh dari hasil pengumpulan dan pengolahan data maupun hasil uraian pembahasan analisis

yang telah dilakukan sesuai dengan pokok permasalahan yang diselesaikan dalam laporan kerja praktek ini.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Perusahaan

Tinjauan umum PT Komatsu Undercarriage Indonesia Cikarang terdiri atas profil perusahaan, sejarah perusahaan, visi dan misi perusahaan.

2.1.1 Profil Perusahaan

Profil perusahaan yang menjadi tempat dilaksanakannya kerja praktik adalah sebagai berikut.



Gambar 2.1 Logo PT. Komatsu Undercarriage Indonesia

Nama Perusahaan	: PT. Komatsu Undercarriage Indonesia
Bidang Usaha	: Manufaktur <i>Undercarriage</i>
Luas Perusahaan	: 74.300 m
Tahun didirikan	: 2000
Lokasi Perusahaan	: Jl. Jababeka XI Blok H15/16, Jababeka Industrial Estate Cikarang Bekasi, 17832
Jam kerja	: Senin – Kamis : 07.30 – 16.30 Jumat : 07.30 – 17.00
Website	: http://www.komi.co.id/our-company

2.1.2 Sejarah Singkat Perusahaan

PT. Komatsu Undercarriage berdiri pada 9 November 2000 yang merupakan pabrik komponen pertama yang didirikan diluar Jepang dan didirikan di area seluas 74.308 m². PT. Komatsu Indonesia merupakan perusahaan hasil *merger* dengan Komatsu Forging Indonesia (KOFI) efektif per 1 Januari 2012. Pemegang saham saat ini terdiri dari Hokuiku Kogyo Co. Ltd., Neturen Co. Ltd., Nagatsu Industries Ltd., Komatsu Indonesia dan Yayasan Komatsu Indonesia Peduli. Tujuannya adalah untuk membangun fondasi untuk struktur pasokan suku cadang

undercarriage asli Komatsu di pasar di seluruh dunia di mana peralatan Komatsu beroperasi. Lini produk termasuk *Link, Roller, Idler* dan komponen *undercarriage* terkait. Berlokasi di Cikarang, Jawa Barat, KUI memulai produksi komersial dengan memenuhi permintaan pelanggan.

2.1.3 Visi dan Misi Perusahaan

Visi dan misi PT. Komatsu Undercarriage Indonesia digunakan sebagai dasar melaksanakan seluruh kegiatan di dalam perusahaan. Berikut merupakan visi dan misi PT. Komatsu Undercarriage Indonesia.

1. Visi

“To be the world class undercarriage company an valuable for the nation and its stakeholder”

2. Misi

- a. *Provide the best solution for customer.*
- b. *Contribute to the nation debelopment.*
- c. *Continuously improving competence in harmony with employee, business partners, and society.*

2.2 Landasan Teori

Subbab ini akan menjelaskan mengenai teori-teori pendukung yang digunakan dalam proses pengolahan dan analisis data.

2.2.1 Ergonomi

Istilah ergonomi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata yaitu “*ergon*” yang berarti kerja dan “*nomos*” yang berarti aturan atau hukum. Jadi secara ringkas ergonomi adalah suatu aturan atau norma dalam sistem kerja. Dari pengalaman menunjukkan bahwa setiap aktivitas atau pekerjaan yang dilakukan, apabila tidak dilakukan secara ergonomis akan mengakibatkan ketidaknyamanan, biaya tinggi, kecelakaan dan penyakit akibat kerja meningkat, performansi kerja menurun yang berakibatkan kepada penurunan efisiensi dan daya kerja (Tarwaka, 2010).

Menurut organisasi *International Ergonomi Association* (IEA), ergonomi atau *human factor* adalah sebuah disiplin keilmuan yang memiliki fokus di dalam memahami interaksi antara manusia dan elemen lainnya di dalam sebuah system

dan ergonomi adalah pekerjaan yang mengaplikasikan teori, prinsip, data dan metode di dalam mendesain dengan tujuan mengoptimalisasikan keberadaan manusia dan keseluruhan performa dalam suatu sistem. Dan ergonomi adalah merupakan suatu cabang ilmu yang mempelajari sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia (Sutalaksana, 2006),. Dari kedua definisi tersebut, dapat diketahui bahwa disiplin ini berusaha memberikan penyesuaian terhadap aktivitas didalam pekerjaan manusia dengan segala keterbatasannya. Tujuan diterapkannya ergonomi secara umum adalah sebagai berikut (Tarwaka, 2010):

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

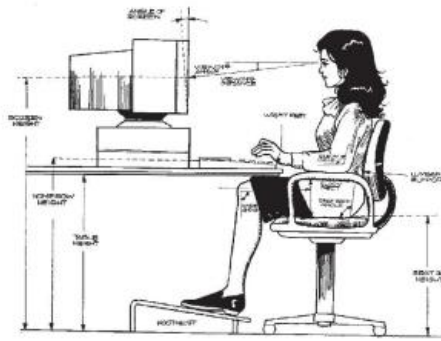
2.2.2 Postur Kerja

Postur kerja adalah penyesuaian postur tubuh saat bekerja. sikap kerja Berbeda akan menghasilkan daya yang berbeda sedangkan saat bekerja postur tubuh harus dilakukan secara alami untuk meminimalkan terjadinya cedera muskuloskeletal. Kenyamanan tercipta bila pekerja telah melakukan postur kerja yang baik dan aman.

Sikap dalam melakukan pekerjaan diklasifikasikan menjadi 3 yaitu.

1. Sikap Kerja Duduk

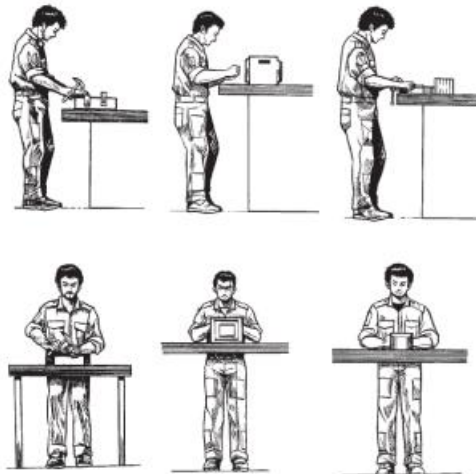
Menjalankan pekerjaan dengan sikap kerja duduk menimbulkan masalah muskuloskeletal terutama masalah punggung karena terdapat tekanan pada tulang belakang (Salvedy & Gavriel, 2012). Menurut Nurmianto (2004), keuntungan bekerja dengan sikap kerja duduk adalah mengurangi beban statis pada kaki dan berkurangnya pemakaian energi.



Gambar 2.2 Sikap Kerja Duduk
Sumber: Helander, 1995

2. Sikap Kerja Berdiri

Sikap kerja berdiri merupakan sikap siaga baik sikap fisik maupun mental, sehingga aktivitas kerja dilakukan lebih cepat, kuat dan teliti namun berbagai masalah bekerja dengan sikap kerja berdiri dapat menyebabkan kelelahan, nyeri dan terjadi fraktur pada otot tulang belakang (Santoso, 2013).



Gambar 2.3 Sikap Kerja Berdiri
Sumber: Grandjean, 1993

3. Sikap Kerja Duduk Berdiri

Sikap kerja berdiri merupakan sikap siaga baik sikap fisik maupun mental, sehingga aktivitas kerja dilakukan lebih cepat, kuat dan teliti namun berbagai masalah bekerja dengan sikap kerja berdiri dapat menyebabkan kelelahan, nyeri dan terjadi fraktur pada otot tulang belakang (Santoso, 2013).



Gambar 2.1 Sikap Kerja Duduk – Berdiri
Sumber: Grandjean, 1993

Postur kerja yang baik ditentukan oleh pergerakan organ tubuh pada saat melakukan pekerjaan. Pergerakan yang dilakukan saat bekerja sebagai berikut.

1. *Flexion*

Flexion adalah gerakan dimana sudut antara dua tulang terjadi pengurangan

2. *Extension*

Extension adalah gerakan merentangkan (*stretching*) dimana terjadi peningkatan sudut antara dua tulang.

3. *Abduction*

Abduction adalah pergerakan menyamping menjauhi sumbu tengah tubuh.

4. *Adduction*

Adduction adalah pergerakan kearah sumbu tengah tubuh (*the median plane*).

5. *Rotation*

Rotation gerakan perputaran bagian atas lengan atau kaki depan.

6. *Pronation*

Pronation adalah perputaran bagian tengah (menuju kedalam) dari tubuh.

7. *Supination*

Supination adalah putaran kearah samping (menuju keluar) dari tubuh

2.2.3 Musculoskeletal Disorders (MSDs)

Menurut Occupational Safety and Health Administration (OHSA), keluhan *musculoskeletal* adalah gangguan atau cedera pada jaringan lunak seperti otot, tendon, sendi, ligamen serta sistem syaraf. Tarwaka (2015) mengatakan bahwa keluhan muskuloskeletal yaitu keluhan yang berada pada otot rangka yang dialami oleh seseorang mulai dari keluhan yang ringan sampai dengan keluhan yang sangat

berat. *Musculoskeletal Disorder* mencakup berbagai kondisi inflamasi dan degeneratif yang memengaruhi otot, tendon, ligamen, sendi, saraf perifer, dan pembuluh darah pendukung. MSDs terjadi di industri dan pekerjaan tertentu dengan tingkat risiko hingga tiga atau empat kali lebih tinggi dari pekerjaan biasa. Misalnya, fasilitas keperawatan; transportasi udara; pertambangan; pengolahan makanan; dan manufaktur berat (kendaraan, furnitur, peralatan, produk listrik dan elektronik, tekstil, pakaian jadi dan sepatu). Ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya keluhan otot skeletal, yaitu:

1. Peregangan otot yang berlebihan (faktor beban berat) yaitu peregangan otot yang berlebihan (*over exertion*) di mana aktivitas pekerjaan yang menuntut pengerahan tenaga yang besar, seperti mengangkat, mendorong, menarik dan menahan beban yang berat;
2. Aktivitas berulang (faktor frekuensi) yaitu aktivitas yang dilakukan secara berulang dengan sedikit variasi, dapat menimbulkan kelelahan dan ketegangan otot dan tendon karena kurang istirahat (relaksasi);
3. Sikap kerja tidak alamiah (faktor postur janggal) yaitu sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian tubuh bergerak menjauhi posisi alamiah, misalnya tangan terangkat, punggung membungkuk, kepala terangkat keatas. Semakin jauh posisi bagian tubuh dari pusat gravitasi tubuh, maka semakin tinggi pula resiko terjadinya keluhan otot skeletal.

Penyebab lain yang berperan muskuloskeletal disorders antara lain: umur (keluhan muskuloskeletal mulai dirasakan pada usia kerja, yaitu 25 – 65 tahun), Jenis kelamin (secara fisiologis, kemampuan otot wanita lebih rendah daripada pria); kebiasaan merokok (semakin lama dan semakin tinggi tingkat frekuensi merokok, semakin tinggi pula keluhan otot yang dirasakan), kesegaran jasmani (tingkat kesegaran tubuh yang rendah akan mempertinggi risiko terjadinya keluhan otot), Ukuran tubuh (keluhan muskuloskeletal yang terkait dengan ukuran tubuh disebabkan oleh kondisi keseimbangan struktur rangka dalam menerima beban, baik beban berat tubuh maupun beban tambahan).

2.2.4 Cara Penarikan Sudut

Penarikan sudut pada posisi kerja merupakan tahap awal untuk analisa menggunakan metode RULA, REBA, ataupun OWAS. Hal ini dapat dilakukan dengan cara:

1. Tarik garis lurus 90° sebagai “Garis Bantu” pada gambar postur tubuh.
2. Dari garis bantu tersebut tarik garis sesuai dengan postur tubuh
3. Ambil sudut terkecil yang terbentuk antara garis
4. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini.

Terdapat 6 sudut tubuh yang harus diukur dengan presisi. Ke-6 sudut tubuh tersebut adalah *neck, trunk, upper arm, lower arm, wrist, dan legs*.

2.2.5 Rapid Entire Body Assessment (REBA)

REBA (Rapid Entire Body Assessment) merupakan salah satu metode yang bisa digunakan dalam analisa postur kerja. REBA dikembangkan oleh Dr. Sue Hignett dan Dr. Lynn Mc Atamney yang merupakan ergonom dari universitas di Nottingham (*University of Nottingham's Institute of Occupational Ergonomic*).

Metode REBA merupakan metode pengamatan dimana peneliti atau pengguna metode ini harus mengamati/melihat aktivitas yang dilakukan dan kemudian dianalisa lebih lanjut menggunakan metode REBA. Metode REBA telah mengikuti karakteristik yang telah dikembangkan untuk memberikan jawaban untuk keperluan mendapatkan peralatan yang bisa digunakan untuk mengukur pada aspek pembebanan fisik para pekerja. Analisa dapat dibuat sebelum atau setelah sebuah interferensi untuk mendemonstrasikan risiko yang telah dihentikan dari sebuah cedera yang timbul. Hal ini memberikan sebuah kecepatan pada penilaian sistematis dari risiko sikap tubuh dari seluruh tubuh yang bisa pekerja dapatkan dari pekerjaannya (Wisanggeni, 2010).

Pelaksanaan pengukuran menggunakan Rapid Entire Body Assessment (REBA) melalui 6 langkah sebagai berikut:

1. Pengamatan terhadap aktivitas
2. Pemilihan sikap kerja yang akan diukur
3. Pemberian skor pada sikap kerja
4. Pengolahan skor
5. Penyusunan skor REBA

6. Penentuan *level*

Dalam mempermudah penilaiannya maka pengukuran menggunakan REBA dibagi atas 2 segmen grup, yaitu :

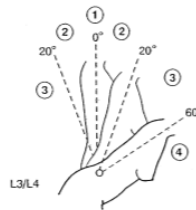
- Group A, terdiri atas leher (*neck*), punggung (*trunk*), kaki (*legs*) dan beban (*force/load*)
- Group B, terdiri dari lengan atas (*upper arm*), lengan bawah (*lower arm*), pergelangan tangan (*wrist*), aktivitas (*activity*) dan genggaman (*coupling*).

Metode REBA memberikan standar skor yang digunakan untuk mengukur sikap kerja, beban dan aktivitas termasuk skor perubahan jika terjadi modifikasi pada sikap kerja, beban dan aktivitas tersebut.

1. Grup A

Grup A terdiri atas postur tubuh atas dan bawah batang tubuh (*Trunk*), leher (*Neck*), dan kaki (*Legs*)

a. Batang Tubuh (*Trunk*)



Gambar 2.52 Postur Tubuh bagian *Trunk*

Sumber : McAtamney dan Hignett, 2000

Tabel 2.1 Skor Batang Tubuh

Locate Trunk Position	Score	Adjusment
Posisi normal (tegak lurus)	1	+1 jika batang tubuh berputar / bengkok / bungkuk
0-20° (ke depan maupun belakang)	2	
< -20° atau 20° - 60°	3	
>60°	4	

Sumber: McAtamney dan Hignett, 2000

b. Leher (*Neck*)



Gambar 2.6 Bagian Tubuh *Neck*

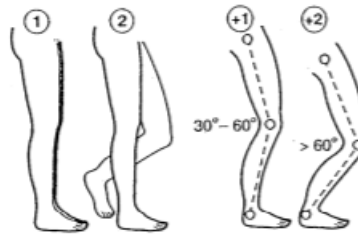
Sumber: McAtamney dan Hignett, 2000

Tabel 2.2 Skor *Neck*

Locate Neck Position	Score	Adjusment
10° - 20°	1	+1 jika leher berputar / bengkok
> 20° (ke depan maupun belakang)	2	

Sumber: McAtamney dan Hignett, 2000

c. Kaki (*Legs*)



Gambar 2.7 Bagian Tubuh *Legs*

Sumber: McAtamney dan Hignett, 2000

Tabel 2.3 Skor *Legs*

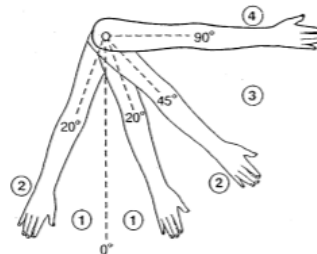
Locate Legs Position	Score	Adjusment
Posisi normal / seimbang (berjalan / duduk)	1	+1 jika lutut antara 30° - 60° +2 jika lutut > 60°
Bertumpu pada satu kaki lurus	2	

Sumber: McAtamney dan Hignett, 2000

2. Grup B

Grup B terdiri atas postur tubuh kanan dan kiri dari lengan atas (*Upper Arm*), lengan bawah (*Lower Arm*), dan pergelangan tangan (*Wrist*).

a. Lengan Atas



Gambar 2.8 Bagian Lengan Atas

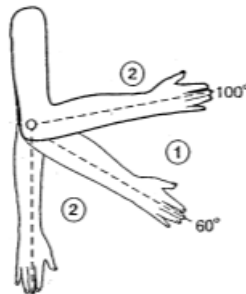
Sumber : McAtamney dan Hignett, 2000

Tabel 2.4 Skor Lengan Atas

Locate Upper Arm Position	Score	Adjusment
20° (ke depan maupun belakang)	1	+1 jika bahu naik +1 jika lengan berputar / bengkok
> 20° (ke depan maupun belakang) atau 20° - 45°	2	
45° - 90°	3	
>90°	4	+1 jika miring, menyangga berat dari lengan

Sumber: McAtamney dan Hignett, 2000

b. Lengan Bawah (*Lower Arm*)



Gambar 2.9 Bagian Tubuh Lengan Bawah

Sumber: McAtamney dan Hignett, 2000

Tabel 2.5 Skor Lengan Bawah

Locate Lower Arm Position	Score
60° - 100°	1
< 60° atau > 100°	2

Sumber: McAtamney dan Hignett, 2000

c. Pergelangan Tangan



Gambar 2.10 Bagian Tubuh Pergelangan Tangan

Sumber: McAtamney dan Hignett, 2000

Tabel 2.6 Skor Pergelangan Tangan

Locate Wrist Position	Score	Adjusment
0° - 15° (ke atas maupun ke bawah)	1	+1 jika pergelangan tangan putaran menjauhi sisi tengah
> 15° (ke atas maupun ke bawah)	2	

Sumber: McAtamney dan Hignett, 2000

Setelah mendapatkan nilai kondisi tubuh yang terdiri dari badan, leher, dan kaki (grup A) serta lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan (grup B) maka langkah selanjutnya adalah mencari skor A, skor B dan skor C. Dan pada akhirnya diperoleh skor REBA. Untuk memperoleh skor A, diperoleh dengan menggunakan Tabel 2.7 perhitungan sebagai berikut.

Tabel 2.7 Perhitungan Grup A

Tabel A			Trunk Posture Score				
			1	2	3	4	5
Neck	1	Legs					
		1	1	2	2	3	4
		2	2	3	4	5	6
		3	3	4	5	6	7
		4	4	5	6	7	8
Neck	2	Legs					
		1	1	3	4	5	6
		2	2	4	5	6	7
		3	3	5	6	7	8
		4	4	6	7	8	9
Neck	3	Legs					
		1	3	4	5	6	7
		2	3	5	6	7	8
		3	5	6	7	8	9
		4	6	7	8	9	9

Sumber: McAtamney dan Hignett, 2000

Setelah mendapatkan nilai grup A, maka langkah selanjutnya adalah menambahkan nilai tersebut dengan nilai yang berdasarkan beban yang diangkat Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Skor *Load* (beban)

Load	Score	Adjusment
< 5kg	0	+1 jika kekuatan cepat
5kg – 10kg	1	
> 10kg	2	

Sumber: McAtamney dan Hignett, 2000

Skor A yang diperoleh dengan cara menambahkan nilai yang diperoleh dengan menggunakan tabel perhitungan A dengan penilaian yang berdasarkan dari beban yang diangkat. Untuk memperoleh skor B, diperoleh dengan menggunakan tabel perhitungan B. Tabel perhitungan B dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Perhitungan Grup B

Tabel B		Lower Arm					
		1			2		
Wrist		1	2	3	1	2	3
Upper Arm Score	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Sumber: McAtamney dan Hignett, 2000

Setelah mendapatkan nilai grup B, selanjutnya menambahkan nilai pegangan.

Tabel 2.10 Skor *Coupling*

Coupling	Score	Keterangan
Baik	0	Kekuatan pegangan baik
Sedang	1	Pegangan bagus tetapi tidak ideal atau kopling cocok dengan bagian tubuh
Kurang baik	2	Pegangan tangan tidak sesuai walaupun mungkin
Tidak dapat diterima	3	Kaku, pegangan tidak nyaman, tidak ada pegangan atau kopling tidak sesuai dengan bagian tubuh

Sumber: McAtamney dan Hignett, 2000

Skor B diperoleh dengan cara menambahkan nilai yang diperoleh dengan menggunakan Tabel B dengan penilaian berdasarkan kopling/pegangan. Penilaian Skor C dapat dilihat pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11 Penilaian Skor C

Tabel C		Skor A											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Skor B	1	1	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
	2	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	3	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	4	2	3	3	4	5	7	8	9	10	11	11	12
	5	3	4	4	5	6	8	9	10	10	11	12	12
	6	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	12
	7	4	5	6	7	8	9	9	10	11	11	12	12
	8	5	6	7	8	8	9	10	10	11	12	12	12
	9	6	6	7	8	9	10	10	10	11	12	12	12
	10	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	11	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	12	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12

Sumber: McAtamney dan Hignett, 2000

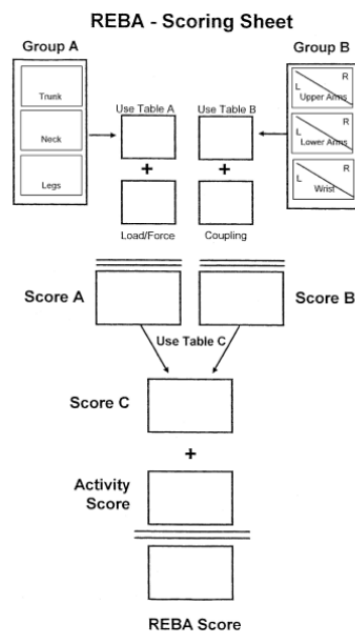
Setelah mendapatkan nilai Skor C, dicari nilai aktivitas pada Tabel 2.12.

Tabel 2.12 Nilai Aktivitas

Aktivitas	Skor	Deskripsi
Sikap kerja statis	1	Satu atau lebih bagian tubuh dalam keadaan statis/diam, seperti memegang selama lebih dari 1 menit
Perulangan	1	Mengulangi sebagian kecil aktivitas, seperti mengulang lebih dari 4 kali dalam 1 menit (dalam hal ini berjalan tidak termasuk)
Tidak stabil	1	Aktivitas yang mengakibatkan secara cepat terjadi perubahan besar pada sikap kerja atau mengakibatkan ketidakstabilan pada sikap kerja

Sumber: McAtamney dan Hignett, 2000

Cara menentukan Skor REBA, berdasarkan skema penilaian REBA.



Gambar 2.11 REBA Score Sheet

Skor akhir REBA diperoleh dengan cara menambahkan nilai skor C dengan nilai aktivitas, lalu ditentukan tingkat level resiko dan aksi yang dilakukan

Tabel 2.13 Nilai Level Tindakan

Skor REBA	Level Resiko	Level tindakan	Tindakan
1	Dapat diabaikan	0	Tidak diperlukan perbaikan
2 – 3	Kecil	1	Mungkin diperlukan perbaikan
4 – 7	Sedang	2	Perlu dilakukan perbaikan
8 – 10	Tinggi	3	Segera dilakukan perbaikan
11 – 15	Sangat tinggi	4	Dilakukan perbaikan sekarang juga

2.2.6 HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control)

Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) merupakan sebuah metode dalam mencegah atau meminimalisir kecelakaan kerja. HIRARC merupakan metode yang dimulai dari menentukan jenis kegiatan kerja

yang kemudian diidentifikasi sumber bahayanya sehingga didapatkan risikonya. kemudian akan dilakukan penilaian resiko dan pengendalian risiko untuk mengurangi paparan bahaya yang terdapat pada setiap jenis pekerjaan (Purnama, 2015).

Menurut Putranto (2010) dijelaskan bahwa HIRARC memiliki definisi sebagai berikut:

1. *Hazard Identification*

Adalah proses pemeriksaan setiap area kerja, bertujuan untuk identifikasi bahaya yang ada pada suatu pekerjaan. Area kerja termasuk juga meliputi mesin peralatan kerja, dan laboratorium area perkantoran gudang.

2. *Risk Assessment*

Adalah proses penilaian risiko terhadap bahaya ditempat kerja, contoh: kerugian aset dan finansial akibat terjadinya cedera atau sakit akibat kecelakaan.

3. *Risk Control*

Adalah proses yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengendalikan semua kemungkinan bahaya ditempat kerja serta melakukan peninjauan ulang secara terus menerus untuk memastikan bahwa pekerjaan mereka telah aman.





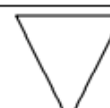
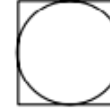
2.2.7 Peta Kerja

Peta kerja adalah suatu alat yang menggambarkan kegiatan kerja secara sistematis dan jelas, (biasanya kerja produksi). Lewat peta-peta ini kita bisa melihat semua langkah atau kejadian yang dialami oleh suatu benda kerja dari mulai masuk ke pabrik (berbentuk bahan baku) kemudian menggambarkan semua langkah yang dialaminya, seperti transportasi, operasi mesin, pemeriksaan dan perakitan, sampai akhirnya menjadi produk jadi, baik produk lengkap, atau merupakan bagian dari produk lengkap. (Sutalaksana, 2006).

Peta kerja merupakan suatu alat komunikasi yang sistematis guna menganalisa proses kerja dari awal dimulai hingga selesai. Melalui peta proses ini akan didapatkan informasi mengenai langkah-langkah serta kejadian yang terjadi selama proses produksi berlangsung. Dengan kata lain, dengan peta kerja akan

didapatkan seluruh informasi yang dibutuhkan untuk memperbaiki metode atau sistem kerja. Terdapat 6 macam lambang yang digunakan dalam pembuatan peta kerja, yaitu:

Tabel 2.14 Lambang Peta Kerja

Lambang	Keterangan
	Operasi
	Transportasi
	Inspeksi
	Menunggu
	Penyimpanan
	Aktivitas Ganda

1. Operasi

Terjadi jika suatu benda kerja mengalami perubahan sifat, baik fisik maupun kimiawi, mengambil informasi maupun memberikan informasi pada suatu keadaan juga merupakan suatu operasi. Kegiatan ini merupakan kegiatan yang paling banyak dilakukan pada suatu mesin atau stasiun kerja. Contohnya memotong, melubangi, memahat, merakit, dan lain sebagainya.

2. Pemeriksaan

Lambang ini digunakan jika melakukan suatu pemeriksaan terhadap suatu objek baik dari segi kuantitas maupun kualitas atau membandingkan objek tertentu dengan standar. Suatu pemeriksaan tidak menjurus bahan ke arah menjadi suatu barang jadi. Contoh

pekerjaannya yaitu membaca alat ukur pada suatu mesin, mengukur dimensi benda, dan sebagainya.

3. Transportasi

Lambang ini digunakan saat benda kerja, pekerja atau perlengkapan mengalami perpindahan tempat yang bukan merupakan bagian dari suatu operasi. Salah satu contohnya yaitu memindahkan benda kerja, bahan, dan barang lainnya dari satu tempat ke tempat lainnya.

4. Penyimpanan

Lambang ini digunakan untuk menyatakan suatu objek yang mengalami penyimpanan permanen (dalam jangka waktu yang lama), yaitu ditahan atau dilindungi terhadap pengeluaran tanpa ijin.

5. Menunggu

Proses menunggu terjadi apabila terdapat benda kerja, pekerja atau perlengkapan yang tidak mengalami kegiatan apa-apa dalam waktu sementara. Contohnya mesin menunggu untuk digunakan, bahan atau benda kerja menunggu untuk diproses, dan lain-lain.

6. Aktivitas Ganda

Lambang ini digunakan apabila antara aktivitas operasi dan pemeriksaan dilakukan secara bersama-sama pada suatu tempat kerja.

Peta-peta kerja dapat dikelompokkan menjadi dua bagian:

1. Peta-Peta Kerja Keseluruhan

Peta-peta kerja keseluruhan yaitu peta-peta kerja yang digunakan untuk menganalisis suatu sistem kerja yang bersifat keseluruhan (melibatkan sebagian besar atau semua fasilitas produksi yang diperlukan dalam membuat suatu produk tertentu). Peta ini dapat menggambarkan keseluruhan atau sebagian besar proses beserta karakteristiknya yang dialami suatu bahan hingga menjadi produk akhir. Peta ini juga dapat menggambarkan interaksi atau hubungan antar kelompok kegiatan operasi. Peta-peta kerja yang termasuk ke dalam jenis ini yaitu :

a. Peta Proses Operasi

Menurut Wignjosoebroto (2006), Peta Proses Operasi (Operation Process Chart) atau disingkat OPC adalah peta kerja yang menggambarkan urutan kerja dengan jalan membagi pekerjaan tersebut kedalam elemen – elemen operasi secara detail. Sitalaksana (1979) berpendapat bahwa peta proses operasi menggambarkan langkah – langkah operasi dan pemeriksaan yang dialami bahan dalam urutan-urutannya sejak awal sampai menjadi produk utuh maupun sebagai bahan setengah jadi. Jadi dapat disimpulkan bahwa peta proses operasi yaitu peta kerja yang menggambarkan urutan kerja dengan jalan membagi pekerjaan tersebut ke dalam elemen operasi yang detail.

b. Peta Aliran Proses

Peta yang menggambarkan semua aktivitas produktif maupun tidak, yang terlibat dalam proses kegiatan kerja. Peta Aliran Proses adalah suatu diagram yang menunjukkan urutan-urutan dari operasi, pemeriksaan, transportasi, kegiatan menunggu dan penyimpanan yang terjadi. Pada peta ini dimuat informasi- informasi yang diperlukan untuk analisis kegiatan, seperti waktu dan jarak perpindahan yang terjadi.

c. Peta Proses Kelompok Kerja

Peta Proses Kelompok Kerja merupakan kumpulan dari beberapa Peta Aliran Proses dimana tiap Peta Aliran Proses tersebut menunjukkan suatu seri kerja dari seorang operator. Peta Proses Kelompok Kerja digunakan untuk menunjukkan beberapa aktivitas dari sekelompok orang yang bekerja bersama- sama dalam suatu proses, dimana aktivitas yang satu saling bergantung dengan aktivitas lainnya.

d. Diagram Aliran

Diagram Aliran merupakan suatu gambaran menurut skala dari susunan lantai dangedung, yang menunjukkan lokasi dari semua aktivitas yang terjadi dalam Peta Aliran Proses. Kegunaannya yaitu lebih memperjelas suatu peta aliran proses, apalagi jika arah aliran

merupakan faktor yang penting dan menolong dalam perbaikan tata letak tempat kerja.

e. Assembly Chart

Assembly Process Chart (APC) menurut Sotalaksana (1979) merupakan peta yang menggambarkan langkah-langkah proses perakitan yang akan dialami komponen berikut pemeriksaannya dari awal sampai produk jadi selesai. APC atau peta proses perakitan memiliki beberapa manfaat diantaranya dapat menentukan kebutuhan operator, mengetahui kebutuhan tiap komponen, untuk menentukan tata letak fasilitas, dan membantu menentukan perbaikan cara kerja.

2. Peta-Peta Kerja Setempat

Peta-peta kerja setempat yaitu peta-peta kerja yang digunakan untuk menganalisis kegiatan kerja yang terjadi dalam suatu stasiun kerja yang biasanya hanya melibatkan orang dan fasilitas dalam jumlah terbatas atau setempat. Terdapat beberapa jenis peta-peta kerja, yaitu:

a. Peta Manusia Mesin

Peta kerja yang menggambarkan hubungan waktu kerja antara siklus kerja operator dan siklus operasi dari mesin. Peta Manusia Mesin merupakan suatu grafik yang menggambarkan koordinasi antar waktu bekerja dan waktu menganggur dari kombinasi antara pekerja dan mesin.

b. Peta Tangan Kiri Tangan Kanan

Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan merupakan suatu alat dari studi gerakan untuk menentukan gerakan-gerakan yang efisien, yaitu gerakan-gerakan yang memang diperlukan untuk melaksanakan suatu pekerjaan. Peta ini menggambarkan semua gerakan-gerakan saat bekerja dan waktu menganggur yang dilakukan oleh tangan kiri dan tangan kanan ketika melakukan suatu pekerjaan. Peta Tangan Kanan-Tangan Kiri cocok untuk menggambarkan gerakan-gerakan yang dilakukan oleh pekerjaan manual, yang siklus pekerjaannya berlangsung cepat dan berulang.

Menurut Sotalaksana (1979), peta tangan kiri dan tangan kanan memiliki kegunaan sebagai:

- 1) Menyeimbangkan gerakan kedua tangan dan mengurangi kelelahan.
- 2) Menghilangkan atau mengurangi gerakan-gerakan yang tidak efisien dan tidak produktif.
- 3) Sebagai alat untuk menganalisa tata letak stasiun kerja.
- 4) Sebagai alat untuk melatih pekerjaan baru dengan cara kerja yang ideal.

Beberapa elemen-elemen gerakan Therblig dalam Peta Tangan Kiri Tangan Kanan beserta lambangnya adalah:

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1) Reach (Re) | 5) Use (U) |
| 2) Grasp (G) | 6) Release (R) |
| 3) Move (M) | 7) Delay (D) |
| 4) Position (P) | 8) Hold (H) |

Berikut merupakan contoh peta tangan kiri dan tangan kanan.

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN						
PEKERJAAN : Merakit Steker						
Departemen : I						
Nomor Peta :						
SEKARANG () USULAN ()						
DIPETAKAN OLEH :						
TANGGAL DIPETAKAN :						
Tangan Kiri	Jarak cm	Waktu detik	LAMBANG	Jarak cm	Waktu detik	Tangan Kanan
Ambil tutup steker, rakit	50	2		50	2	Ambil kaki steker, rakit
Pegang, arahkan		3,5		50	3,5	Ambil tutup steker, rakit
Pegang, arahkan		6,9			6,9	Ambil baut, pasang
Ambil mur	50	1,9		25	1,9	Ambil obeng
Pegang, arahkan		5,7			5,7	Kencangkan baut
Letakkan steker pada conveyor	50	2			2	Tunggu
TOTAL	150	22		125	22	
Ringkasan						
Waktu tiap siklus : 22 detik						
Jumlah produk tiap siklus : 1 detik						
Waktu untuk membuat satu produk : 22 detik						

Gambar 2.12 Peta Tangan Kanan Tangan Kiri



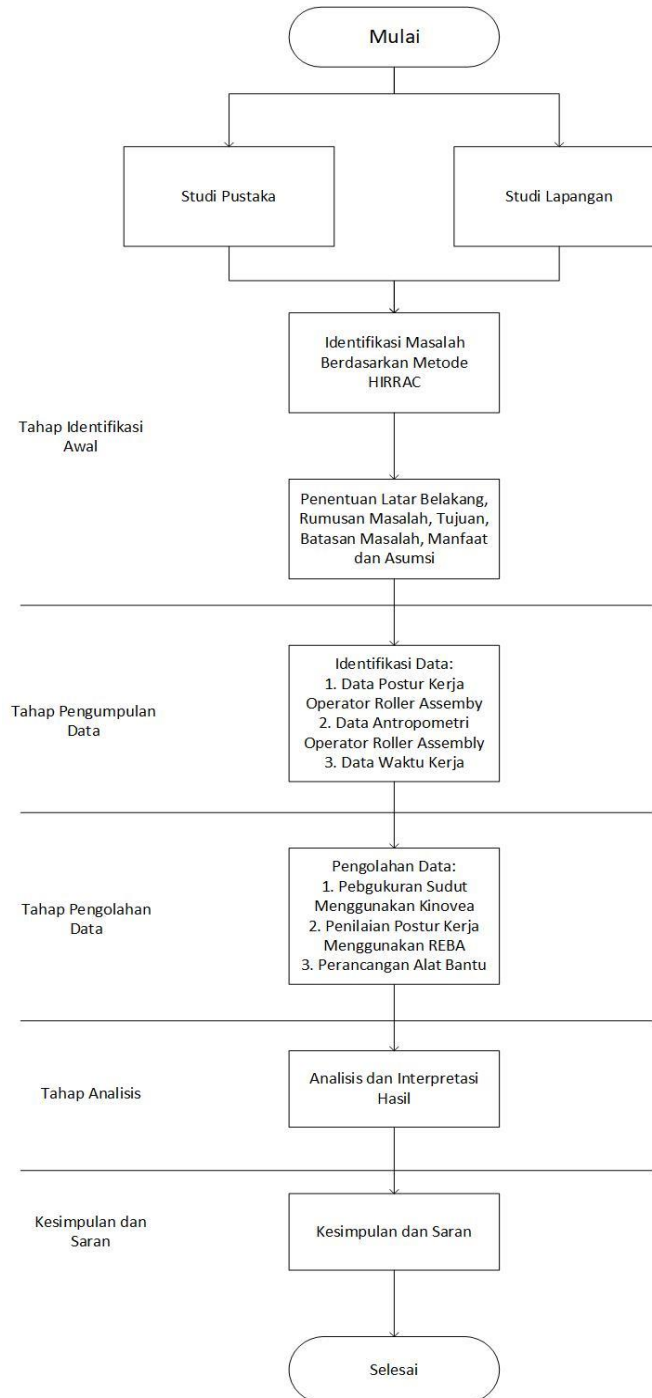
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Subab ini menjelaskan mengenai *flowchart* tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan dalam kerja praktik di PT. Komatsu Undercarriage Indonesia, tahapan-tahapan ini digambarkan dengan *flowchart* seperti dibawah ini:



Gambar 3.1 *Flowchart* Tahapan Penelitian

3.1 Tahap Identifikasi

Tahap Identifikasi merupakan tahapan awal dalam kerja praktik. Pada tahap identifikasi awal ini dilakukan studi lapangan, studi literatur, perumusan masalah, pentapan tujuan dan masalah dan penentuan batasan masalah

3.1.1 Studi Lapangan

Tahap ini menjelaskan studi lapangan dan studi literatur dalam kerja praktik. Studi lapangan dilakukan untuk mengamati dan mengidentifikasi permasalahan yang dialami oleh operator *washing machine, preparation table pada roller assembly section departement* produksi PT. Komatsu Undercarriage Indonesia.

3.1.2 Studi Literatur

Tahap ini dilakukan untuk memperoleh informasi secara teoritis yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di perusahaan serta memberikan informasi yang tepat sesuai metode yang digunakan dalam penyelesaian masalah. berkaitan dengan pengendalian risiko terjadinya *musculoskeletal disorder* dengan metode *Rapid Entire Body Assessment*.

3.1.3 Penentuan Latar Belakang Dan Perumusan Masalah

Penentuan latar belakang dilakukan untuk mengetahui bahasan yang akan dibahas dan batasan masalah yang ada. Perumusan masalah untuk menentukan permasalahan yang diselesaikan. Permasalahan ini adalah bagaimana analisis postur kerja pada proses *washing*, transfer material dari *preparation table* dan proses memasukkan *lock bolt* pada *roller assy section* untuk meminimalisasi keluhan MSDs dan peningkatan efisiensi dan efektivitas proses.

3.1.4 Penentuan Tujuan Dan Manfaat

Tujuan dan manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui identifikasi bahaya dan level risiko pada setiap pergerakan tubuh operator saat melakukan pekerjaannya dan mengetahui level resiko dari pergerakan tersebut serta merancang usulan yang bisa mengurangi terjadinya *musculoskeletal disorder* dan meningkatkan efisiensi dan efektivitas.

3.1.5 Penentuan Batasan Masalah

Tahap ini dilakukan untuk membatasi pembahasan permasalahan dalam penulisan laporan sebagai dari tujuan dari permasalahan yang ditemukan pada saat observasi pada pelaksanaan kerja praktik.

3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pengolahan data yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah menggunakan metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA).

3.2.1 Dokumentasi Postur Kerja

Menurut Fagarasanu dan Kumar (2002) menyatakan bahwa pengamatan kegiatan dengan kejadian diskret yang memiliki frekuensi tinggi, maka digunakan peralatan elektronik seperti kamera perekam untuk merekam kegiatan. Oleh sebab itu pada penelitian ini menggunakan media foto untuk mendokumentasikan sikap kerja operator. Dokumentasi dilakukan sejajar dengan operator sehingga didapatkan hasil dengan sudut pandang dari samping. Hasil dari dokumentasi akan dianalisis menggunakan REBA.

3.2.2 Penarikan Dan Penilaian Sudut Postur Kerja

Hasil foto tersebut kemudian diolah menggunakan bantuan *Software* Kinovea untuk membuat sudut pada bagian-bagian tubuh yang datanya akan dibutuhkan pada tahap selanjutnya yaitu penilaian postur kerja menggunakan metode REBA. Bagian tubuh yang dimaksud adalah *trunk* (batang tubuh), *neck* (leher), *legs* (kaki), *upper arm* (lengan atas), *lower arm* (lengan bawah), dan *wrist* (pergelangan tangan). Penilaian postur kerja digunakan untuk mendapatkan level risiko yang diterima oleh operator saat melakukan pekerjaannya dengan postur tersebut. Tiga postur kerja dianalisis menggunakan *Software* Ergofellow. Postur kerja dianalisis sebelum dilakukan perbaikan.

3.2.3 Usulan Perbaikan

Pada tahap ini dilakukan dengan mendesain alat bantu berdasarkan identifikasi masalah yang diperoleh. Desain alat bantu ini bertujuan untuk meminimalisasi MSDs dan meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses.

3.3 Tahap Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap pengolahan data yang telah dilakukan. Kemudian hasil yang diperoleh dari hasil pengolahan data dapat

dijadikan sebagai penyelesaian masalah sebagai perbaikan dari kondisi sebelumnya.

3.4 Kesimpulan Dan Saran

Pada tahap ini didapatkan kesimpulan sebagai hasil dari penelitian kerja praktek yang telah dilakukan. Kesimpulan menjawab tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Pada tahap ini juga berisi saran yang dapat diberikan kepada perusahaan untuk dapat dilakukan.



BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

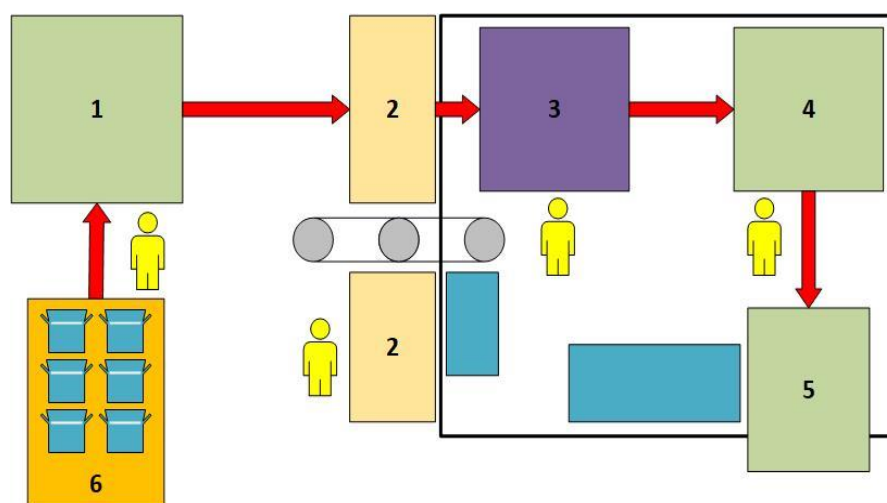
Bab ini menjelaskan mengenai pengumpulan data dan pengolahan data. Data yang dikumpulkan meliputi: dokumentasi operator *washing machine*, *transfer material* dari *preparation table* dan memasukkan *lock bolt*. Setelah data terkumpul kemudian data diolah dan dihitung menggunakan metode REBA pada *Software Ergofellow* dan data waktu proses juga diolah menjadi Peta Tangan Kiri Tangan Kanan.

4.1 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data diperlukan untuk menganalisis postur kerja operator dan data pendukung rancangan alat bantu di proses *washing*, transfer material dari *preparation table* dan memasukkan *lock bolt* untuk meminimalisasi MSDs.

4.1.1 Stasiun Kerja Roller Assembly

Stasiun kerja *roller assembly* merupakan stasiun kerja yang bertugas dalam perakitan *roller undercarriage* alat berat. Pada stasiun ini semua *part roller* akan dibersihkan, dipasang dengan *seal* karet, dirakit dan diberi oli. Pada stasiun ini terdapat 4 orang operator dan 4 mesin yaitu *washing machine*, *press machine*, *oil charge machine*, dan *rolling machine*. Operator pada stasiun ini menginput material atau part secara manual dan proses perakitan dibantu oleh mesin.



Gambar 4.1 *Layout Roller Assembly Section*

Tabel 4.1 Keterangan *Layout Roller Assembly Section*

Nomor	Keterangan
1	<i>Washing Machine</i>
2	<i>Preparation Table</i>
3	<i>Press Machine</i>
4	<i>Oil Charge Machine</i>
5	<i>Rolling Test Machine</i>
6	<i>Pallette</i>

Proses perakitan *roller* dimulai dari pengambilan *part* dari palet. Kemudian *part* dibersihkan pada *washing machine* dan dikeringkan. Setelah itu *part* diletakkan pada *preparation table*. Setelah semua *part* siap dirakit, kemudian *part* dipasang *seal* karet pada *press machine*. Selanjutnya *part* diisi oli pada *oil charge machine* dan dites di *rolling machine*.

4.1.2 Data Postur Kerja Operator Operator

Pengamatan dan pendokumentasian postur kerja operator *washing machine*, *transfer material* dari *preparation table* dan memasukkan *lock bolt* dilakukan dengan menggunakan kamera *handphone* pada saat aktivitas produksi sedang berlangsung.

Berikut adalah foto-foto postur kerja yang dikumpulkan.



Gambar 4.2 Postur Kerja Operator *Washing Machine*



Gambar 4.3 Postur Kerja Operator Mentransfer Material Dari *Preparation Table*



Gambar 4.4 Potur Kerja Operator Memasukkan *Lock Bolt*

4.1.3 Penarikan Sudut

Penarikan sudut dilakukan menggunakan *Software* Kinovea dengan *Line*, *Cross Markeer* dan *Angle*. Pertama yang harus dibuat adalah menarik garis 180° tepat pada pusat tubuh operator biasanya di daerah pinggul. Kedua adalah menarik garis dari pinggul ke bagian leher sebagai sudut *trunk*, setelah itu dari ujung leher menarik garis ke arah pergerakan kepala yang akan menjadi nilai *neck*. Ketiga adalah menarik garis dari pinggul ke bagian lutut, setelah itu dari lutut menarik garis ke arah pergelangan kaki yang akan menjadi nilai *leg*. Keempat adalah menarik garis dari pangkal lengan ke arah siku yang akan menjadi nilai *upper arm*, kemudian dari siku menarik garis lagi ke arah pergelangan tangan yang akan menjadi nilai *lower arm*, dan dari

pergelangan tangan ditarik kembali garis ke arah ujung jari guna mendapat nilai *wrist*.

Berikut merupakan hasil penarikan sudut postur kerja pada ketiga aktivitas.



Gambar 4.5 Hasil Penarikan Sudut Postur Kerja Operator *Washing Machine*



Gambar 4.6 Hasil Penarikan Sudut Postur Kerja Operator Mentransfer Material Dari *Preparation Table*



Gambar 4.7 Hasil Penarikan Sudut Potur Kerja Operator Memasukkan *Lock Bolt*

Berikut merupakan deskripsi dari masing-masing segmen tubuh operator pada Stasiun *Roller Assy* yang telah ditarik sudutnya:

Tabel 4.2 Deskripsi Postur Kerja Operator *Washing Machine*

Bagian Tubuh	Pergerakan	Penyesuaian
<i>Trunk</i>	49°	
<i>Neck</i>	39°	
<i>Upper Arm</i>	104°	
<i>Lower Arm</i>	15°	
<i>Wrist</i>	0°	
<i>Leg</i>	17°	

Tabel 4.3 Deskripsi Postur Kerja Operator Transfer Material dari *Preparation Table*

Bagian Tubuh	Pergerakan	Penyesuaian
<i>Trunk</i>	52°	
<i>Neck</i>	18°	
<i>Upper Arm</i>	101°	
<i>Lower Arm</i>	35°	
<i>Wrist</i>	0°	
<i>Leg</i>	41°	30-60 degrees

Tabel 4.4 Deskripsi Postur Kerja Operator Memasukkan *Lock Bolt*

Bagian Tubuh	Pergerakan	Penyesuaian
<i>Trunk</i>	48°	<i>Trunk is twisted or side bending</i>
<i>Neck</i>	22°	<i>Neck is twisted or side bending</i>
<i>Upper Arm</i>	42°	<i>Abducted</i>
<i>Lower Arm</i>	58°	
<i>Wrist</i>	0°	
<i>Leg</i>	27°	

4.2 Pengolahan Data

Data sudut keenam bagian tubuh yang didapatkan dari penarikan sudut lalu diberi skor masing-masing sesuai dengan ketentuan REBA. Setelah mendapatkan skor akhir Grup A dan skor akhir Grup B, maka dapat dicari skor Grup C. Lalu setelah itu, skor Grup C akan dijumlahkan dengan skor aktivitas untuk mendapatkan skor akhir REBA. Dari skor tersebut dapat diketahui nilai risiko dari postur kerja operator stasiun.

4.2.1 Penilaian Postur Kerja Operator pada Aktivitas *Washing*

Penarikan sudut pada operator diolah dengan menggunakan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA). Berikut merupakan pengolahan sudut-sudut operator *Washing Machine*:

1. Grup A

a) Batang tubuh (*Trunk*)

Pada postur kerja operator *washing machine*, sudut *trunk* yang dihasilkan sebesar 49°. Berdasarkan pada **Tabel 2.1**, sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut 20°-60° sehingga diperoleh skor 3.

b) Leher (*Neck*)

Pada postur kerja operator *washing machine*, sudut *neck* yang dihasilkan sebesar 39°. Berdasarkan pada **Tabel 2.2**, sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut >20° sehingga diperoleh skor 2.

c) Kaki (*Leg*)

Pada postur kerja operator *washing machine*, *leg* berada dalam posisi betumpu pada satu kaki dan sudut *leg* yang dihasilkan sebesar 17°. Berdasarkan pada **Tabel 2.3**, dalam posisi berdiri dengan satu kaki sehingga total skor bagian *leg* adalah 2.

d) Beban (*Load*)

Pada postur kerja operator *washing machine*, operator menerima beban seberat 11- 22 lbs dan terjadi peningkatan secara cepat. Berdasarkan **Tabel 2.8** maka diperoleh skor 3.

Tabel 4.5 Penentuan Skor Akhir Grup A pada Operator *Washing Machine*

Tabel A		Neck											
		1				2				3			
	Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Dari tabel di atas didapatkan skor akhir Grup A sebesar 8 yang didapat dari penjumlahan skor Grup A sebesar 5 dengan skor beban sebesar 2.

2. Grup B

a) Lengan atas (*Upper Arm*)

Pada postur kerja operator *washing machine*, sudut *upper arm* yang dihasilkan sebesar 104° . Berdasarkan pada **Tabel 2.4**, sudut tersebut berada pada rentang nilai lebih dari 90° sehingga diperoleh skor 4.

b) Lengan bawah (*Lower Arm*)

Pada postur kerja operator *washing machine*, sudut *lower arm* yang dihasilkan sebesar 15° . Berdasarkan pada **Tabel 2.5**, sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut $<60^{\circ}$ sehingga diperoleh skor 2.

c) Pergelangan tangan (*Wrist*)

Pada postur kerja operator *washing machine*, sudut *wrist* yang dihasilkan sebesar 0° . Berdasarkan pada **Tabel 2.6** sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut $0 - 15^{\circ}$ sehingga diperoleh skor 1.

d) Kopling

Pada postur kerja operator *washing machine* dapat diperhatikan *coupling* dalam posisi baik. Berdasarkan pada Tabel 2.11, dalam posisi baik diberi skor 0.

Tabel 4.6 Penentuan Skor Akhir Grup B Pada Operator *Washing Machine*

Table B		Lower Arm					
		1			2		
	Wrist	1	2	3	1	2	3
Upper Arm	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	3	5	4	5	5
	4	4	4	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Dari tabel di atas didapatkan skor akhir Grup B sebesar 5 yang didapat dari penjumlahan skor Grup B sebesar 5 dengan skor coupling sebesar 0.

3. Grup C

Perhitungan skor grup C merupakan perhitungan skor total dengan menggabungkan skor grup A dan skor grup B ke dalam tabel grup C. Daftar skor setiap grup, yaitu:

- a) Grup A = 7
- b) Grup B = 5
- c) Skor aktivitas = 1

Tabel 4.7 Penentuan Skor Akhir Grup C Pada Operator *Washing Machine*

Score A (score from table A + load/force score)	Table C											
	Score B (table B value + coupling score)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Activity Score												
1				2				3				
Jika satu atau lebih bagian tubuh statis dan ditahan lebih dari satu menit.				Jika pengulangan gerakan dalam rentang waktu singkat dan diulang lebih dari 4 kali permenit (tidak termasuk berjalan)				Jika gerakan menyebabkan perubahan atau pergeseran postur yang cepat dari posisi awal				

Dari tabel di atas didapatkan skor akhir Grup C sebesar 9 dengan skor aktivitas 1, sehingga skor akhir REBA adalah 10. Hasil dari running menggunakan software ergofellow juga menunjukkan hasil pengukuran yang sama-sama menunjukan skor akhir REBA adalah 10.

REBA - DATABASE

Export

Name of the worker: Operator 1

Company: PT Komatsu Undercarriage Indonesia

Department: Production

Function: Operator

Description of the task: Mengoprasikan washing machine

Neck: More than 20 degrees Additional: No

Trunk: 20 to 60 degrees Additional: No

Legs: Support in one leg Additional: No

Load: 5 to 10 kg (11 to 22 lb) Additional: Shock or rapid build up of force

Wrist: Between 15 degrees up and 15 degrees down Additional: No

Upper Arm: More than 90 degrees Additional: No No No

Lower Arm: 0 to 60 degrees or more than 100 degrees Coupling: Good

Activity 1: No

Activity 2: No

Activity 3: Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Result: 10

1 of 5

Buttons: PRINT, DELETE, SEARCH, COMPLETE LIST, BACK

Gambar 4.8 Hasil Pengukuran Postur Kerja Operator *Washing Machine* Menggunakan *Software Ergofellow*

4.2.2 Penilaian Postur Kerja Operator pada Aktivitas *Transfer Material* dari *Preparation Table*

Penarikan sudut pada operator diolah dengan menggunakan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA). Berikut merupakan pengolahan sudut-sudut operator pada aktivitas *transfer material* dari *preparation table*:

1. Grup A

a) Batang tubuh (*Trunk*)

Pada postur kerja operator pada aktivitas *transfer material* dari *preparation table*, sudut *trunk* yang dihasilkan sebesar 52°. Berdasarkan pada **Tabel 2.1**, sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut 20°-60° sehingga diperoleh skor 3.

b) Leher (*Neck*)

Pada postur kerja operator pada aktivitas *transfer material* dari *preparation table*, sudut *neck* yang dihasilkan sebesar 18°. Berdasarkan pada **Tabel 2.2**, sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut < 20° sehingga diperoleh skor 1.

c) Kaki (*Leg*)

Pada postur kerja operator pada aktivitas *transfer* material dari *preparation table*, *leg* berada dalam posisi betumpu pada satu kaki dan sudut leg yang dihasilkan sebesar 41° . Berdasarkan pada **Tabel 2.3**, dalam posisi berdiri dengan satu kaki sehingga total skor bagian *leg* adalah 2.

d) **Beban (*Load*)**

Pada postur kerja operator pada aktivitas *transfer* material dari *preparation table*, operator menerima beban seberat 11- 22 lbs dan terjadi peningkatan secara cepat. Berdasarkan **Tabel 2.8** maka diperoleh skor 2.

Tabel 4.8 Penentuan Skor Akhir Grup A Pada Operator pada Aktivitas *Transfer* Material dari *Preparation Table*

Tabel A		Neck											
		1				2				3			
	Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Dari tabel di atas didapatkan skor akhir Grup A sebesar 7 yang didapat dari penjumlahan skor Grup A sebesar 5 dengan skor beban sebesar 2.

2. **Grup B**

a) **Lengan atas (*Upper Arm*)**

Pada postur kerja operator pada aktivitas *transfer* material dari *preparation table*, sudut *upper arm* yang dihasilkan sebesar 101° . Berdasarkan pada **Tabel 2.4**, sudut tersebut berada pada rentang nilai lebih dari 90° sehingga diperoleh skor 4.

b) **Lengan bawah (*Lower Arm*)**

Pada postur kerja operator pada aktivitas *transfer* material dari *preparation table*, sudut *lower arm* yang dihasilkan sebesar 35° . Berdasarkan pada **Tabel 2.5**, sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut $<60^\circ$ sehingga diperoleh skor 2.

c) Pergelangan tangan (*Wrist*)

Pada postur kerja operator pada aktivitas *transfer* material dari *preparation table*, sudut *wrist* yang dihasilkan sebesar 0° . Berdasarkan pada **Tabel 2.6** sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut $0 - 15^\circ$ sehingga diperoleh skor 1.

d) Kopling

Pada postur kerja operator pada aktivitas *transfer* material dari *preparation table* dapat diperhatikan *coupling* dalam posisi baik. Berdasarkan pada Tabel 2.11, dalam posisi baik diberi skor 0.

Tabel 4.9 Penentuan Skor Akhir Grup B Pada Operator pada Aktivitas *Transfer* Material dari *Preparation Table*

Table B		Lower Arm					
		1			2		
	Wrist						
		1	2	3	1	2	3
Upper Arm	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	3	5	4	5	5
	4	4	4	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Dari tabel di atas didapatkan skor akhir Grup B sebesar 5 yang didapat dari penjumlahan skor Grup B sebesar 5 dengan skor coupling sebesar 0.

3. Grup C

Perhitungan skor grup C merupakan perhitungan skor total dengan menggabungkan skor grup A dan skor grup B ke dalam tabel grup C. Daftar skor setiap grup, yaitu:

- a) Grup A = 7
- b) Grup B = 5
- c) Skor aktivitas = 1

Tabel 4.10 Penentuan Skor Akhir Grup C Pada Operator pada Aktivitas *Transfer Material dari Preperation Table*

Score A (score from table A + load/force score)	Table C											
	Score B (table B value + coupling score)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Activity Score												
1	2						3					
Jika satu atau lebih bagian tubuh statis dan ditahan lebih dari satu menit.				Jika pengulangan gerakan dalam rentang waktu singkat dan diulang lebih dari 4 kali permenit (tidak termasuk berjalan)				Jika gerakan menyebabkan perubahan atau pergeseran postur yang cepat dari posisi awal				

Dari tabel di atas didapatkan skor akhir Grup C sebesar 9 dengan skor aktivitas 1, sehingga skor akhir REBA adalah 10. Hasil dari running menggunakan software ergofellow juga menunjukkan hasil pengukuran yang sama-sama menunjukan skor akhir REBA adalah 10.

REBA - DATABASE

Export

Name of the worker: Operator 2

Company: PT Komatsu Undercarriage Indonesia

Department: Production

Function: Operator

Description of the task: Transfer Material dari Preparation Table

Neck: 0 to 20 degrees Additional: No

Trunk: 20 to 60 degrees Additional: No

Legs: Support in one leg Additional: 30 to 60 degrees

Load: 5 to 10 kg (11 to 22 lb) Additional: Shock or rapid build up of force

Wrist: Between 15 degrees up and 15 degrees down Additional: No

Upper Arm: More than 90 degrees Additional: No No No

Lower Arm: 0 to 60 degrees or more than 100 degrees Coupling: Good

Activity 1: No

Activity 2: No

Activity 3: Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Result: 10

Gambar 4.9 Hasil Pengukuran Postur Kerja Operator pada Aktivitas *Transfer Material dari Preperation Table* Menggunakan Software Ergofellow

4.2.3 Penilaian Postur Kerja Operator pada Aktivitas Memasukkan *Lock Bolt*

Penarikan sudut pada operator diolah dengan menggunakan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA). Berikut merupakan pengolahan sudut-sudut operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt*:

1. Grup A

a) Batang tubuh (*Trunk*)

Pada postur kerja operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt*, sudut *trunk* yang dihasilkan sebesar 48° dan tubuh bengkok atau membungkuk. Berdasarkan pada **Tabel 2.1**, sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut 20° - 60° sehingga diperoleh skor 4.

b) Leher (*Neck*)

Pada postur kerja operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt*, sudut *neck* yang dihasilkan sebesar 22° dan leher membengkok/berputar. Berdasarkan pada **Tabel 2.2**, sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut $>20^\circ$ sehingga diperoleh skor 3.

c) Kaki (*Leg*)

Pada postur kerja operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt*, *leg* berada dalam posisi normal atau betumpu pada kedua kaki dan sudut *leg* yang dihasilkan sebesar 27° . Berdasarkan pada **Tabel 2.3**, dalam posisi berdiri dengan satu kaki sehingga total skor bagian *leg* adalah 1.

d) Beban (*Load*)

Pada postur kerja operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt*, operator menerima beban seberat < 11 lbs dan terjadi peningkatan secara cepat. Berdasarkan **Tabel 2.8** maka diperoleh skor 1.

Tabel 4.11 Penentuan Skor Akhir Grup A Pada Operator pada Aktivitas Memasukkan *Lock Bolt*

Tabel A		Neck											
		1				2				3			
	Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Dari tabel di atas didapatkan skor akhir Grup A sebesar 7 yang didapat dari penjumlahan skor Grup A sebesar 6 dengan skor beban sebesar 1.

2. Grup B

a) Lengan atas (*Upper Arm*)

Pada postur kerja operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt*, sudut *upper arm* yang dihasilkan sebesar 42° dan lengan atas berputar atau bengkok. Berdasarkan pada **Tabel 2.4**, sudut tersebut berada pada rentang nilai dari 20° - 45° sehingga diperoleh skor 3.

b) Lengan bawah (*Lower Arm*)

Pada postur kerja operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt*, sudut *lower arm* yang dihasilkan sebesar 58° . Berdasarkan pada **Tabel 2.5**, sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut $<60^\circ$ sehingga diperoleh skor 2.

c) Pergelangan tangan (*Wrist*)

Pada postur kerja operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt*, sudut *wrist* yang dihasilkan sebesar 0° . Berdasarkan pada **Tabel 2.6** sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut $0 - 15^\circ$ sehingga diperoleh skor 1.

d) Kopling

Pada postur kerja operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt* dapat diperhatikan *coupling* dalam posisi baik. Berdasarkan pada Tabel 2.11, dalam posisi baik diberi skor 0.

Tabel 4.12 Penentuan Skor Akhir Grup B Pada Operator pada Aktivitas Memasukkan *Lock Bolt*

Table B		Lower Arm					
		1			2		
	Wrist						
		1	2	3	1	2	3
Upper Arm	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	3	5	4	5	5
	4	4	4	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Dari tabel di atas didapatkan skor akhir Grup B sebesar 4 yang didapat dari penjumlahan skor Grup B sebesar 4 dengan skor *coupling* sebesar 0.

3. Grup C

Perhitungan skor grup C merupakan perhitungan skor total dengan menggabungkan skor grup A dan skor grup B ke dalam tabel grup C. Daftar skor setiap grup, yaitu:

- a) Grup A = 7
- b) Grup B = 4
- c) Skor aktivitas = 2

Tabel 4.13 Penentuan Skor Akhir Grup C Pada Operator pada Aktivitas Memasukkan *Lock Bolt*

Score A (score from table A + load/force)	Table c											
	Score B (table B value + coupling score)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Activity Score												
1				2				3				
Jika satu atau lebih bagian tubuh statis dan ditahan lebih dari satu menit.				Jika pengulangan gerakan dalam rentang waktu singkat dan diulang lebih dari 4 kali permenit (tidak termasuk berjalan)				Jika gerakan menyebabkan perubahan atau pergeseran postur yang cepat dari posisi awal				

Dari tabel di atas didapatkan skor akhir Grup C sebesar 8 dengan skor aktivitas 2, sehingga skor akhir REBA adalah 10. Hasil dari running menggunakan software ergofellow juga menunjukkan hasil pengukuran yang sama-sama menunjukan skor akhir REBA adalah 10.

REBA - DATABASE

Export

Name of the worker: Operator 3

Company: PT Komatsu Undercarriage Indonesia

Department: Production

Function: Operator

Description of the task: Memasukkan Lock Bolt

Neck: More than 20 degrees Additional: Neck is twisted or side bending

Trunk: 20 to 60 degrees Additional: Trunk is twisted or side bending

Legs: Support in the two legs, walking or seated Additional: No

Load: < 5 kg (< 11 lb) Additional: Shock or rapid build up of force

Wrist: Between 15 degrees up and 15 degrees down Additional: No

Upper Arm: 20 to 45 degrees Additional: Abducted No No

Lower Arm: 0 to 60 degrees or more than 100 degrees Coupling: Good

Activity 1: No

Activity 2: Repeated small range actions (more than 4x per minute)

Activity 3: Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Result: 10

Gambar 4.10 Hasil Pengukuran Postur Kerja Operator pada Aktivitas Memasukkan *Lock Bolt* Menggunakan *Software* Ergofellow

4.2.4 Data Waktu Aktivitas Kerja Operator

Bagian ini menampilkan peta tangan kiri tangan kanan dari stasiun roller assembly pada ketiga aktivitas yaitu operator *washing machine*, aktivitas transfer material dari *preparation table* dan memasukkan *lock bolt*. Berikut merupakan peta tangan kiri tangan kanan dari aktivitas pertama yaitu operator *washing machine* sebelum dilakukannya perbaikan postur kerja.

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
Pekerjaan				: Menarik dan mendorong pallette			
Nomor Peta				: 02			
Sekarang <input checked="" type="checkbox"/>				Usulan <input type="checkbox"/>			
Dipetakan Oleh				: Fahrudin Ari Wicaksono			
Tanggal Dipetakan				: 20 Januari 2023			
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Waktu (detik)	Lambang		Waktu (detik)	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Memegang pintu mesin	0	2	G	RE	2	10	Menarik tuas
Menurunkan pintu	50	4	PP	PP	4	50	Menurunkan pintu
Menganggur	0	10	AD	RE	10	40	Menarik pallette
Menganggur	0	5	AD	RE	5	60	Mengambil kompresor
Menganggur	0	55	AD	H	55	0	Menggunakan kompresor
Menganggur	0	5	AD	RL	5	60	Mengembalikan kompresor
Total	50	81			81	220	Total
Ringkasan							
Waktu tiap siklus (detik)				: 81			
Jumlah produk tiap siklus				: 1			

Gambar 4.11 Peta Tangan Kiri Tangan Kanan Operator *Wasing Machine*

Pada peta tangan kiri tangan kanan stasiun *roller assembly* aktivitas operator *washing machine* di atas diperoleh waktu tiap siklus adalah 81 detik. Kemudian untuk jumlah produk tiap siklus adalah 1 unit.

Berikut merupakan peta tangan kiri tangan kanan dari aktivitas *transfer material* dari *preparation tables* sebelum dilakukannya perbaikan postur kerja.

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
Pekerjaan				: Mendorong Part di Konveyor			
Nomor Peta				: 01			
Sekarang <input checked="" type="checkbox"/>				Usulan <input type="checkbox"/>			
Dipetakan Oleh				: Fahrudin Ari Wicaksono			
Tanggal Dipetakan				: 20 Januari 2023			
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Waktu (detik)	Lambang		Waktu (detik)	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Memegang roller	0	3	G	RE	3	20	Mengambil rak
Memegang roller	0	2	G	RL	2	0	Meletakkan rak
Mengambil collar	100	2	RE	RE	2	100	Mengambil collar
Meletakkan collar	100	2	RL	RL	2	100	Meletakkan collar
Mengambil shaft	60	6	RE	RE	6	60	Mengambil shaft
Meletakkan shaft	60	6	RL	RL	6	60	Meletakkan shaft
Mendorong roller	30	8	P	P	8	30	Mendorong roller
Mendorong rak	50	8	P	AD	8	0	Menganggur
Total	400	37			37	370	Total
Ringkasan							
Waktu tiap siklus (detik)				: 37			
Jumlah produk tiap siklus				: 1			

Gambar 4.12 Peta Tangan Kiri Tangan Kanan dari Aktivitas *Transfer Material* dari *Preparation Table*

Pada peta tangan kiri tangan kanan stasiun *roller assembly* aktivitas *transfer material* dari *preparation table* di atas diperoleh waktu tiap siklus adalah 37 detik. Kemudian untuk jumlah produk tiap siklus adalah 1 unit.

Berikut merupakan peta tangan kiri tangan kanan dari aktivitas memasukkan *lock bolt* sebelum dilakukannya perbaikan postur kerja.

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
Pekerjaan			: Memasukkan Lock Bolt ke Dalam Collar				
Nomor Peta			: 03				
Sekarang <input checked="" type="checkbox"/>			Usulan <input type="checkbox"/>				
Dipetakan Oleh			: Fahrudin Ari Wicaksono				
Tanggal Dipetakan			: 20 Januari 2023				
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Waktu (detik)	Lambang		Waktu (detik)	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Mengambil ujung crane	20	2	RE	M	2	0	Memegang remote crane
Mengaitkan ujung crane	5	2	PP	M	2	0	Memegang remote crane
Mengarahkan shaft	50	3	P	H	3	0	Memakai remote crane
Mengarahkan ujung crane	0	15	PP	H	15	0	Memakai remote crane
Mengambil pengait collar	20	2	RE	RE	2	20	Mengambil pengait collar
Memasang pengait collar di crane	0	2	PP	PP	2	0	Memasang pengait collar di crane
Memasang pengait collar di collar	10	2	PP	PP	2	10	Memasang pengait collar di collar
Mengarahkan collar	0	15	P	RE	15	0	Mengambil remote crane
Memegang remote crane	0	3	G	RE	3	50	Mengambil palu palet
Memegang remote crane	0	5	G	H	5	10	Memukul dengan palu palet
Memegang remote crane	0	3	G	RL	3	50	Mengembalikan palu palet
Mengarahkan collar	5	3	P	P	3	5	Mengarahkan collar
Memeriksa posisi collar	10	7	I	G	7	0	Memegang remote crane
Menunggu	0	3	AD	RE	3	60	Mengambil lock bolt
Memegang lock bolt	0	3	G	RE	3	50	Mengambil kuas
Memegang lock bolt	0	4	G	H	4	0	Mengoleskan oli
Memegang lock bolt	0	3	G	RL	3	50	Mengembalikan kuas
Memeriksa lubang lock bolt	10	2	I	G	2	0	Memegang lock bolt
Memegang collar	0	2	G	PP	2	10	Memasukkan lock bolt
Mendorong lock bolt	20	3	A	A	3	20	Mendorong lock bolt
Menunggu	0	2	AD	RE	2	30	Mengambil silinder logam
Memegang silinder logam	0	2	G	RE	2	20	Mengambil Palu
Memegang silinder logam	0	10	G	H	10	0	Memukul dengan palu
Memegang silinder logam	0	2	G	RL	2	20	Meletakkan palu
Menunggu	0	2	AD	RL	2	30	Meletakkan silinder logam
Mengambil mur	30	3	RE	G	3	0	Memegang collar
Memasang mur	0	3	A	G	3	0	Memegang collar
Memegang mur	0	3	G	RE	3	60	Mengambil kunci T
Mengarahkan kunci T	10	6	PP	H	6	0	Memutar kunci T
Menunggu	0	3	AD	RL	3	60	Meletakkan kunci T
Memegang collar	0	1	G	RE	1	20	Mengambil pengait shaft
Memegang collar	0	3	G	A	3	0	Memasang pengait shaft
Memegang pengait collar	0	2	G	RE	2	15	Mengambil remote crane
Memutar pengait collar	30	2	H	H	2	0	Memakai remote crane
Melepas pengait collar	30	2	DA	DA	2	30	Melepas pengait collar
Melepas pengait collar dari crane	0	2	DA	H	2	0	Memakai remote crane
Total	250	132			132	620	Total
Ringkasan							
Waktu tiap siklus (detik)			: 132				
Jumlah produk tiap siklus			: 1				

Gambar 4.13 Peta Tangan Kiri Tangan Kanan dari Aktivitas Memasukkan *Lock Bolt*

Pada peta tangan kiri tangan kanan stasiun *roller assembly* aktivitas memasukkan *lock bolt* di atas diperoleh waktu tiap siklus adalah 132 detik. Kemudian untuk jumlah produk tiap siklus adalah 1 unit.

4.3 Perancangan Alat Bantu

Berdasarkan hasil penilaian postur kerja dengan metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) diperoleh informasi bahwa postur kerja yang dilakukan oleh pekerja berisiko mengalami *musculoskeletal disorders*. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan perbaikan, usulan tersebut adalah perubahan sikap kerja serta penambahan fasilitas tongkat pendorong dan meja kerja *adjustable*.

4.3.1 Perbaikan Postur Kerja untuk Aktivitas Operator Washing Machine dan Transfer Material dari Preparation Table

Mendorong part atau menarik palet dengan berat antara 80-200 kg dengan postur kerja yang tidak alamiah dapat mengakibatkan terjadinya *musculoskeletal disorder* jika dilakukan berulang setiap hari. Rekayasa *engineering* dapat membantu menyelesaikan masalah tersebut dengan penggunaan alat bantu untuk mendorong dan menarik benda kerja. Sehingga diharapkan dapat menurunkan presentase terjadinya *musculoskeletal disorder*.

Usulan penambahan alat bantu untuk menarik dan mendorong benda kerja telah disesuaikan dengan ukura antropometri. Data antropometri diambil dari website <https://antropometriindonesia.org/>. Berikut merupakan data antropometri dari laki-laki berumur 20-45 tahun yang menjadi acuan ukuran.

Tabel 4.14 Data Antropometri

Dimensi	Keterangan	5th	50th	95th	SD
D1	Tinggi tubuh	163.18	169.38	175.57	3.76
D2	Tinggi mata	152.78	157.68	162.57	2.97
D3	Tinggi bahu	139.83	142.28	144.74	1.49
D4	Tinggi siku	101.81	106.21	110.6	2.67
D5	Tinggi pinggul	93.35	98.04	102.74	2.85
D6	Tinggi tulang ruas	65.09	73.89	82.7	5.35
D7	Tinggi ujung jari	58.39	62.35	66.31	2.41
D8	Tinggi dalam posisi duduk	80.37	90	99.63	5.86
D9	Tinggi mata dalam posisi duduk	68.38	78.7	89.02	6.28
D10	Tinggi bahu dalam posisi duduk	53.78	63.79	73.81	6.09
D11	Tinggi siku dalam posisi duduk	18.09	24.04	29.99	3.62
D12	Tebal paha	11.38	15.86	20.34	2.73
D13	Panjang lutut	57.15	60.02	62.89	1.74
D14	Panjang popliteal	45.12	49.58	54.05	2.71
D15	Tinggi lutut	49.38	53.07	56.75	2.24
D16	Tinggi popliteal	37.2	41.03	44.85	2.32
D17	Lebar sisi bahu	38.99	43	47.01	2.44
D18	Lebar bahu bagian atas	28.35	34.48	40.62	3.73
D19	Lebar pinggul	30.58	36.41	42.23	3.54
D20	Tebal dada	-54.41	36.94	128.3	55.53
D21	Tebal perut	16.82	21.78	26.75	3.02
D22	Panjang lengan atas	28.61	36.64	44.67	4.88
D23	Panjang lengan bawah	38.19	44	49.81	3.53
D24	Panjang rentang tangan ke depan	75.18	81.2	87.22	3.66
D25	Panjang bahu-genggaman tangan ke depan	63.84	67.93	72.03	2.49
D26	Panjang kepala	17.67	19.93	22.18	1.37
D27	Lebar kepala	13.59	16.33	19.08	1.67
D28	Panjang tangan	17.43	18.68	19.92	0.76
D29	Lebar tangan	7.27	8.86	10.45	0.97
D30	Panjang kaki	22.99	26.26	29.53	1.99
D31	Lebar kaki	8.66	9.66	10.66	0.61
D32	Panjang rentangan tangan ke samping	166.52	174.54	182.57	4.88
D33	Panjang rentangan siku	85.94	89.96	93.97	2.44
D34	Tinggi genggaman tangan ke atas dalam posisi berdiri	132.33	190.42	248.51	35.31
D35	Tinggi genggaman ke atas dalam posisi duduk	121.39	126.48	131.56	3.09
D36	Panjang genggaman tangan ke depan	68.76	77.86	86.96	5.53

Usulan alat bantu untuk menarik dan mendorong benda kerja berupa stik dengan panjang 150 cm, ukuran tongkat ini disesuaikan dengan data antropometri operator. Berikut merupakan dimensi dan ukuran yang digunakan.

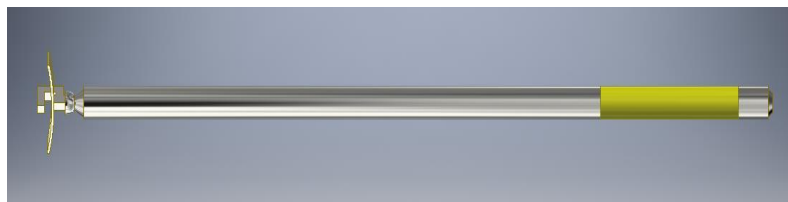
Tabel 4.15 Dimensi dan Ukuran Tongkat Pendorong dan Penarik

Nama Ukuran	Dimensi	Persentil	Ukuran (cm)	Ukuran pada Tongkat (cm)
Panjang tongkat	Panjang lengan bawah	5	35,19	150
	Tinggi siku	95	110	
Panjang sisi lingkaran luar tongkat	Panjang telapak tangan	5	17	17

Berikut merupakan gambar desain usulan tongkat pendorong dan penarik palet.



Gambar 4.14 Alat Pendorong Benda Kerja



Gambar 4.15 Alat Penarik Palet

Dalam pembuatan tongkat pendorong dan penarik dilakukan juga *stress analysis* untuk mengetahui kekuatan dari alat tersebut saat digunakan nantinya. Berikut merupakan hasil dari *stress analysis* dari tongkat pendorong dan penarik.

Tabel 4.16 Hasil *Stress Analysis* Bahan Tongkat Pendorong dan Penarik

Name	Steel, Mild	
General	Mass Density	7.85 g/cm ³
	Yield Strength	207 MPa
	Ultimate Tensile Strength	345 MPa
Stress	Young's Modulus	220 GPa
	Poisson's Ratio	0.275 ul
	Shear Modulus	86.2745 GPa
Part Name(s)	Part1.ipt Kail 1.ipt	

Tabel 4.17 Hasil *Stress Analysis* Tongkat Pendorong dan Penarik

Name	Minimum	Maximum
Volume	3059160 mm ³	
Mass	24.0144 kg	
Von Mises Stress	0.0000800369 MPa	9.62297 MPa
1st Principal Stress	-1.45368 MPa	10.7703 MPa
3rd Principal Stress	-10.9322 MPa	1.52539 MPa
Displacement	0 mm	0.0524854 mm
Safety Factor	15 ul	15 ul
Stress XX	-10.8285 MPa	10.6876 MPa
Stress XY	-1.22225 MPa	1.11629 MPa
Stress XZ	-2.05871 MPa	2.55374 MPa
Stress YY	-2.44991 MPa	2.38337 MPa
Stress YZ	-0.892911 MPa	1.39636 MPa
Stress ZZ	-4.03611 MPa	2.07703 MPa
X Displacement	-0.0122741 mm	0.00405661 mm
Y Displacement	-0.000282939 mm	0.000339279 mm
Z Displacement	-0.00000421959 mm	0.051031 mm
Equivalent Strain	0.000000000310785 ul	0.0000393552 ul
1st Principal Strain	0.000000000260201 ul	0.000045691 ul
3rd Principal Strain	-0.0000455154 ul	-0.000000000252717 ul
Strain XX	-0.0000449142 ul	0.0000452114 ul
Strain XY	-0.00000708352 ul	0.0000064694 ul
Strain XZ	-0.0000119312 ul	0.0000148001 ul
Strain YY	-0.00000671302 ul	0.00000830352 ul
Strain YZ	-0.00000517483 ul	0.00000809252 ul
Strain ZZ	-0.0000157686 ul	0.0000146764 ul
Contact Pressure	0 MPa	0.450259 MPa
Contact Pressure X	-0.0373457 MPa	0.0389359 MPa
Contact Pressure Y	-0.0335829 MPa	0.0321123 MPa
Contact Pressure Z	-0.134049 MPa	0.448584 MPa

Berdasarkan hasil *stress analysis* yang telah dilakukan di atas, didapatkan nilai *von mises stress* adalah 9,62297 Mpa, *displacement* untuk *adjustable table* adalah 0,05248 mm dan untuk *safety factor*-nya adalah minimum 15 ul dan maksimum adalah 15 ul.

4.3.2 Perbaikan Postur Kerja untuk Aktivitas Memasukkan *Lock Bolt*

Pada perakitan *subassembly* antara *part collar* dan *shaft* masih menggunakan meja statis dengan ketinggian yang terlalu rendah. Meja dengan tinggi terlalu rendah mengakibatkan operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt* memiliki postur kerja yang sangat buruk ketika melakukan pekerjaannya. Postur kerja yang tidak baik dapat menyebabkan terjadinya *musculoskeletal disorder*. Substitusi meja kerja dengan *adjustable table* dapat meminimalisir terjadinya *musculoskeletal disorder*.

Berikut merupakan bentuk dari meja perakitan yang saat ini digunakan untuk merakit *subassembly*.



Gambar 4.16 Bentuk Meja Perakitan Sebelum Perbaikan

Meja perakitan yang digunakan saat ini masih statis dengan ukuran sebagai berikut.

Tabel 4.18 Ukuran Meja Perakitan Sebelum Perbaikan

Nama Ukuran	Ukuran (cm)
Tinggi Meja	80
Panjang Meja	50
Lebar Meja	50

Usulan penambahan fasilitas meja kerja menggunakan ukuran yang telah disesuaikan dengan ukuran antropometri. Data antropometri yang diperlukan untuk penetapan dimensi tinggi meja. Data antropometri yang diambil merupakan data antropometri dari laki-laki berumur 20-45 tahun sesuai dengan **Tabel 4.14** yang menjadi acuan ukuran dalam pembuatan *adjustable table*.

Berdasarkan Grandjen (1993), jenis pekerjaan yang berbeda juga membutuhkan ketinggian meja yang berbeda. Ketinggian meja yang diperlukan untuk setiap jenis pekerjaan adalah:

- Pekerjaan yang butuh ketelitian seperti menulis atau perakitan alat elektronik membutuhkan ketinggian meja sebesar 5 cm di atas tinggi siku.
- Pekerjaan ringan seperti perakitan dan permesinan membutuhkan tinggi meja sebesar 5-10 cm dibawa tinggi siku.
- Pekerjaan berat yang membutuhkan gaya tekan ke bawah membutuhkan meja dengan ketinggian 15-40 cm di bawah tinggi siku.

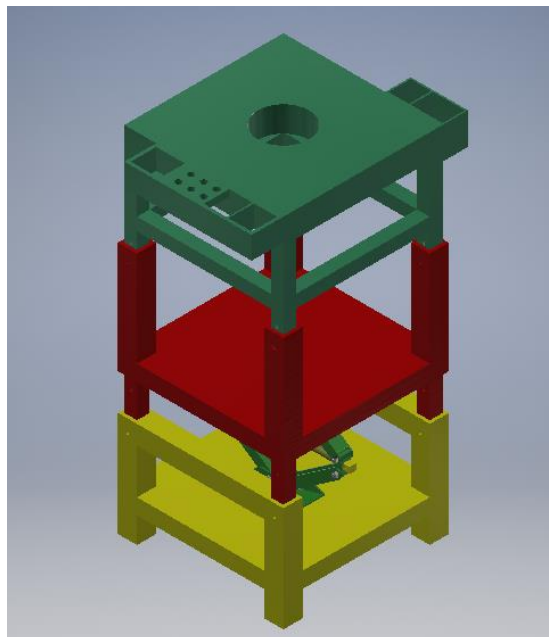
Aktivitas memasang *lock bolt* pada *collar* termasuk dalam pekerjaan ringan berupa perakitan dan permesinan yang membutuhkan tinggi meja sebesar 5-10 cm dibawah tinggi siku. Pada pembuatan desain *adjustable table*, dimesi yang dipakai adalah sebagai berikut

Tabel 4.19 Dimensi dan Ukuran *Adjustable table*

Nama Ukuran	Dimensi	Persentil	Ukuran Meja (cm)
Tinggi maksimum meja	Tinggi siku	95	104
Tinggi minimum meja	Tinggi siku	5	95
Panjang Meja	Panjang rentang tangan kedepan	5	55
Lebar Meja	Panjang lengan atas dan bawah	5	55

Selain itu pada *adjustable table* terdapat tempat *lock bolt*, mur dan alat alat lain yang digunakan untuk perakitan. Pembuatan tempat ini dimaksudkan untuk mengurangi gerakan atau mobilitas operator saat merakit collar dan shaft. Kemudian untuk menahan beban part seberat 80-150 kg pada bagian bawah meja diberikan dongkrak jembatan yang mampu menahan berat *part* tersebut. Selain itu juga terdapat dua adjuster ketinggian untuk menyesuaikan ketinggian dari *shaft* dan tinggi dari operator.

Berikut merupakan desain dari *adjustable table* untuk memperbaiki postur kerja operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt*.



Gambar 4.17 Desain *Adjustable Table*

Dalam pembuatan *adjustable table* dilakukan juga *stress analysis* untuk mengetahui kekuatan meja saat digunakan nantinya. Berikut merupakan hasil dari *stress analysis adjustable table*.

Tabel 4.20 Hasil *Stress Analysis Adjustable Table*

Name	Minimum	Maximum
Volume	54806600 mm ³	
Mass	430.232 kg	
Von Mises Stress	0.000000303905 MPa	1.11775 MPa
1st Principal Stress	-0.104834 MPa	0.5319 MPa
3rd Principal Stress	-1.21248 MPa	0.111382 MPa
Displacement	0 mm	0.00194796 mm
Safety Factor	15 ul	15 ul
Stress XX	-0.26447 MPa	0.491655 MPa
Stress XY	-0.152766 MPa	0.179744 MPa
Stress XZ	-0.168231 MPa	0.165431 MPa
Stress YY	-1.20402 MPa	0.367308 MPa
Stress YZ	-0.16171 MPa	0.168539 MPa
Stress ZZ	-0.269762 MPa	0.520667 MPa
X Displacement	-0.000309992 mm	0.00033455 mm
Y Displacement	-0.00194766 mm	0 mm
Z Displacement	-0.000335692 mm	0.000314205 mm
Equivalent Strain	0.0000000000123432 ul	0.0000045189 ul
1st Principal Strain	-0.00000000329604 ul	0.00000235564 ul
3rd Principal Strain	-0.00000524508 ul	0.000000139932 ul
Strain XX	-0.00000119563 ul	0.00000219115 ul
Strain XY	-0.000000885348 ul	0.0000010417 ul
Strain XZ	-0.000000974976 ul	0.000000958748 ul
Strain YY	-0.00000521021 ul	0.00000165579 ul
Strain YZ	-0.000000937182 ul	0.000000976759 ul
Strain ZZ	-0.00000122006 ul	0.00000229054 ul
Contact Pressure	0 MPa	0.190416 MPa
Contact Pressure X	-0.0432425 MPa	0.06293 MPa
Contact Pressure Y	-0.12376 MPa	0.186608 MPa
Contact Pressure Z	-0.0523121 MPa	0.0447959 MPa

Berdasarkan hasil *stress analysis* yang telah dilakukan di atas, didapatkan nilai *von mises stress adjustable table* adalah 1,11775 Mpa, *displacement* untuk *adjustable table* adalah 0,0019479 mm dan untuk *safety factor*-nya adalah minimum 15 ul dan maksimum adalah 15 ul.

4.4 Pengaruh Usulan Perbaikan Terhadap Kinerja Operator

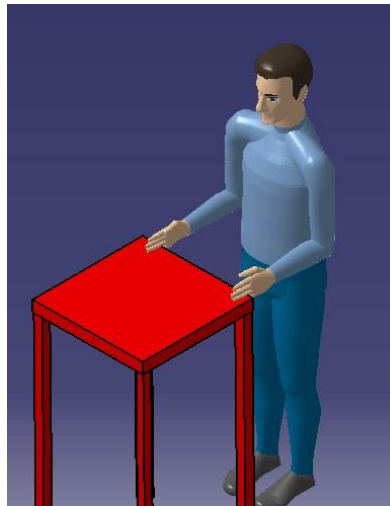
Setelah dilakukan perancangan fasilitas tambahan berupa meja *adjustable* serta alat pendorong dan penarik, selanjutnya dilakukan pengamatan kembali terhadap postur kerja dan waktu kerja operator.

4.4.1 Postur Kerja Setelah Perbaikan

Setelah dilakukannya perbaikan dengan diusulkannya alat bantu berupa meja adjustable serta alat pendorong dan penarik benda kerja. Karena alat atau fasilitas kerja yang diusulkan belum dapat diujikan secara langsung, maka digunakan bantuan *Software* Catia untuk melakukan simulasi terhadap postur kerja operator setelah perbaikan. Berikut merupakan simulasi postur kerja operator pada ketiga aktivitas.



Gambar 4.18 Postur Kerja Operator *Washing Machine* dan Saat Aktivitas *Transfer Material* dari *Preparation Table* Setelah Perbaikan



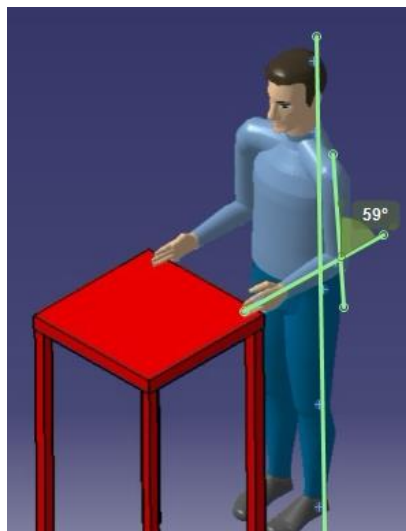
Gambar 4.19 Postur Kerja Operator pada Aktivitas Memasukkan *Lock Bolt* Setelah Perbaikan

4.4.2 Penarikan Sudut Postur Kerja Operator Setelah Perbaikan

Setelah postur kerja disimulasikan dengan Software Catia, selanjutnya dilakukan penarikan sudut menggunakan *Software Kinovea* dengan *Line*, *Cross Marker* dan *Angle*. Berikut merupakan hasil penarikan sudut menggunakan *Software Kinovea* pada kedua postur kerja.



Gambar 4.20 Hasil Penarikan Sudut Postur Kerja Operator *Washing Machine* dan pada Aktivitas *Transfer Material* dari *Preparation Table* Setelah Perbaikan



Gambar 4.21 Hasil Penarikan Sudut Postur Kerja Aktivitas Memasukkan Lock Bolt Setelah Perbaikan

Berikut merupakan deskripsi dari masing-masing segmen tubuh operator pada Stasiun *Roller Assy* yang telah ditarik sudutnya:

Tabel 4.21 Deskripsi dari Segmen Tubuh Operator pada Operator *Washing Machine* dan Pada Aktivitas *Transfer Material* dari *Preparation Table* Setelah Perbaikan

Bagian Tubuh	Pergerakan	Penyesuaian
<i>Trunk</i>	0°	
<i>Neck</i>	0°	
<i>Upper Arm</i>	33°	
<i>Lower Arm</i>	46°	
<i>Wrist</i>	0°	
<i>Leg</i>	0°	

Tabel 4.22 Deskripsi dari Segmen Tubuh Operator pada Aktivitas Memasukkan *Lock Bolt* Setelah Perbaikan

Bagian Tubuh	Pergerakan	Penyesuaian
<i>Trunk</i>	0°	
<i>Neck</i>	0°	
<i>Upper Arm</i>	0°	
<i>Lower Arm</i>	59°	
<i>Wrist</i>	0°	
<i>Leg</i>	0°	

4.4.3 Penilaian Postur Kerja Operator *Washing Machine* dan Pada Aktivitas *Transfer Material* dari *Preparation Table* Setelah Perbaikan

Penarikan sudut pada operator diolah dengan menggunakan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA). Berikut merupakan pengolahan sudut-sudut operator *washing machine* dan pada aktivitas *transfer material* dari *preparation table*:

1. Grup A

a) Batang tubuh (*Trunk*)

Pada postur kerja operator *washing machine* dan pada aktivitas *transfer material* dari *preparation table*, sudut *trunk* yang dihasilkan sebesar 0°. Berdasarkan pada **Tabel 2.1**, sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut $< 20^\circ$ sehingga diperoleh skor 1.

b) Leher (*Neck*)

Pada postur kerja operator *washing machine* dan pada aktivitas *transfer material* dari *preparation table*, sudut *neck* yang

dihasilkan sebesar 0° . Berdasarkan pada **Tabel 2.2**, sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut $< 20^{\circ}$ sehingga diperoleh skor 1.

c) Kaki (*Leg*)

Pada postur kerja operator *washing machine* dan pada aktivitas *transfer* material dari *preparation table*, *leg* berada dalam posisi betumpu pada satu kaki dan sudut *leg* yang dihasilkan sebesar 0° . Berdasarkan pada **Tabel 2.3**, dalam posisi berdiri normal dengan kedua kaki sehingga total skor bagian *leg* adalah 1.

d) Beban (*Load*)

Pada postur kerja operator *washing machine* dan pada aktivitas *transfer* material dari *preparation table*, operator menerima beban seberat 11 - 22 lbs dan terjadi peningkatan secara cepat. Berdasarkan **Tabel 2.8** maka diperoleh skor 2.

Tabel 4.23 Penentuan Skor Akhir Grup A Pada Operator *Washing Machine* dan Pada Aktivitas Tranfer Material dari *Preparation Table* Setelah Perbaikan

Tabel A		Neck											
		1				2				3			
	Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Dari tabel di atas didapatkan skor akhir Grup A sebesar 3 yang didapat dari penjumlahan skor Grup A sebesar 1 dengan skor beban sebesar 2.

2. Grup B

e) Lengan atas (*Upper Arm*)

Pada postur kerja operator *washing machine* dan pada aktivitas *transfer* material dari *preparation table*, sudut *upper arm* yang dihasilkan sebesar 33° . Berdasarkan pada **Tabel 2.4**, sudut tersebut berada pada rentang nilai diatas 20° sehingga diperoleh skor 2.

f) Lengan bawah (*Lower Arm*)

Pada postur kerja operator *washing machine* dan pada aktivitas *transfer* material dari *preparation table*, sudut *lower arm* yang dihasilkan sebesar 46° . Berdasarkan pada **Tabel 2.5**, sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut $<60^\circ$ sehingga diperoleh skor 2.

g) Pergelangan tangan (*Wrist*)

Pada postur kerja operator *washing machine* dan pada aktivitas *transfer* material dari *preparation table*, sudut *wrist* yang dihasilkan sebesar 0° . Berdasarkan pada **Tabel 2.6** sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut $0 - 15^\circ$ sehingga diperoleh skor 1.

h) Kopling

Pada postur kerja operator *washing machine* dan pada aktivitas *transfer* material dari *preparation table* dapat diperhatikan *coupling* dalam posisi baik. Berdasarkan pada **Tabel 2.11**, dalam posisi baik diberi skor 0.

Tabel 4.24 Penentuan Skor Akhir Grup B Pada Operator *Washing Machine* dan pada Aktivitas *Transfer Material* dari *Preparation Table*

Table B		Lower Arm					
		1			2		
	Wrist						
		1	2	3	1	2	3
Upper Arm	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	3	5	4	5	5
	4	4	4	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Dari tabel di atas didapatkan skor akhir Grup B sebesar 2 yang didapat dari penjumlahan skor Grup B sebesar 2 dengan skor coupling sebesar 0.

3. Grup C

Perhitungan skor grup C merupakan perhitungan skor total dengan menggabungkan skor grup A dan skor grup B ke dalam tabel grup C. Daftar skor setiap grup, yaitu:

a) Grup A = 3

- b) Grup B = 2
- c) Skor aktivitas = 1

Tabel 4.25 Penentuan Skor Akhir Grup C Pada Operator *Washing Machine* dan pada Aktivitas *Transfer Material* dari *Preparation Table*

Score A (score from table A + load/force score)	Table C											
	Score B (table B value + coupling score)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Activity Score												
1				2				3				
Jika satu atau lebih bagian tubuh statis dan ditahan lebih dari satu menit.				Jika pengulangan gerakan dalam rentang waktu singkat dan diulang lebih dari 4 kali permenit (tidak termasuk berjalan)				Jika gerakan menyebabkan perubahan atau pergeseran postur yang cepat dari posisi awal				

Dari tabel di atas didapatkan skor akhir Grup C sebesar 3 dengan skor aktivitas 1, sehingga skor akhir REBA adalah 4. Hasil dari running menggunakan software ergofellow juga menunjukkan hasil pengukuran yang sama-sama menunjukan skor akhir REBA adalah 4 yaitu *medium risk, futher investigation, change soon*.

Gambar 4.22 Hasil Pengukuran Postur Kerja Operator *Washing Machine* dan pada Aktivitas *Transfer Material* dari *Preparation Table* Menggunakan *Software Ergofellow*

4.4.4 Penilaian Postur Kerja Operator pada Aktivitas Memasukkan *Lock Bolt* Setelah Perbaikan

Penarikan sudut pada operator diolah dengan menggunakan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA). Berikut merupakan pengolahan sudut-sudut operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt*:

1. Grup A

a) Batang tubuh (*Trunk*)

Pada postur kerja operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt*, sudut *trunk* yang dihasilkan sebesar 0° . Berdasarkan pada **Tabel 2.1**, sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut $< 20^\circ$ sehingga diperoleh skor 1.

b) Leher (*Neck*)

Pada postur kerja operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt*, sudut *neck* yang dihasilkan sebesar 0° . Berdasarkan pada **Tabel 2.2**, sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut $< 20^\circ$ sehingga diperoleh skor 1.

c) Kaki (*Leg*)

Pada postur kerja operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt*, *leg* berada dalam posisi betumpu pada satu kaki dan sudut *leg* yang dihasilkan sebesar 0° . Berdasarkan pada **Tabel 2.3**, dalam posisi berdiri normal dengan kedua kaki sehingga total skor bagian *leg* adalah 1.

d) Beban (*Load*)

Pada postur kerja operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt*, operator menerima beban seberat < 11 lbs. Berdasarkan **Tabel 2.8** maka diperoleh skor 1.

Tabel 4.26 Penentuan Skor Akhir Grup A Pada Operator pada Aktivitas Memasukkan *Lock Bolt*

Tabel A		Neck											
		1				2				3			
	Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Dari tabel di atas didapatkan skor akhir Grup A sebesar 2 yang didapat dari penjumlahan skor Grup A sebesar 1 dengan skor beban sebesar 1.

2. Grup B

a) Lengan atas (*Upper Arm*)

Pada postur kerja operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt*, sudut *upper arm* yang dihasilkan sebesar 0° . Berdasarkan pada **Tabel 2.4**, sudut tersebut berada pada rentang nilai -20° sampai 20° sehingga diperoleh skor 1.

b) Lengan bawah (*Lower Arm*)

Pada postur kerja operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt*, sudut *lower arm* yang dihasilkan sebesar 59° . Berdasarkan pada **Tabel 2.5**, sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut $<60^\circ$ sehingga diperoleh skor 2.

c) Pergelangan tangan (*Wrist*)

Pada postur kerja operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt*, sudut *wrist* yang dihasilkan sebesar 0° . Berdasarkan pada **Tabel 2.6** sudut tersebut berada pada rentang nilai sudut $0 - 15^\circ$ sehingga diperoleh skor 1.

d) Kopling

Pada postur kerja operator pada aktivitas memasukkan *lock bolt* dapat diperhatikan *coupling* dalam posisi baik. Berdasarkan pada Tabel 2.11, dalam posisi baik diberi skor 0.

Tabel 4.27 Penentuan Skor Akhir Grup B Pada Operator pada Aktivitas Memasukkan *Lock Bolt*

Table B		Lower Arm					
		1			2		
	Wrist						
		1	2	3	1	2	3
Upper Arm	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	3	5	4	5	5
	4	4	4	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Dari tabel di atas didapatkan skor akhir Grup B sebesar 2 yang didapat dari penjumlahan skor Grup B sebesar 2 dengan skor *coupling* sebesar 0.

3. Grup C

Perhitungan skor grup C merupakan perhitungan skor total dengan menggabungkan skor grup A dan skor grup B ke dalam tabel grup C. Daftar skor setiap grup, yaitu:

- a) Grup A = 2
- b) Grup B = 1
- c) Skor aktivitas = 1

Tabel 4.28 Penentuan Skor Akhir Grup C Pada Operator pada Aktivitas Memasukkan *Lock Bolt*

Score A (score from table A + load/force score)	Table C											
	Score B (table B value + coupling score)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Activity Score												
1				2				3				
Jika satu atau lebih bagian tubuh statis dan ditahan lebih dari satu menit.				Jika pengulangan gerakan dalam rentang waktu singkat dan diulang lebih dari 4 kali permenit (tidak termasuk berjalan)				Jika gerakan menyebabkan perubahan atau pergeseran postur yang cepat dari posisi awal				

Dari tabel di atas didapatkan skor akhir Grup C sebesar 1 dengan skor aktivitas 1, sehingga skor akhir REBA adalah 2. Hasil dari running menggunakan software ergofellow juga menunjukkan hasil pengukuran yang sama-sama menunjukan skor akhir REBA adalah 2 *low risk, change may be needed*.

REBA - DATABASE

Export

Name of the worker: Operator 3 Setelah Perbaikan

Company: PT Komatsu Undercarriage Indonesia

Department: Production

Function: Operator

Description of the task: Memasukkan Lock Bolt

Neck: 0 to 20 degrees Additional: No

Trunk: Straight Additional: No

Legs: Support in the two legs, walking or seated Additional: No

Load: < 5 kg (< 11 lb) Additional: Shock or rapid build up of force

Wrist: Between 15 degrees up and 15 degrees down Additional: No

Upper Arm: 0 to 20 degrees Additional: No No No

Lower Arm: 0 to 60 degrees or more than 100 degrees Coupling: Good

Activity 1: One or more body parts are held for longer than 1 minute (static)

Activity 2: No

Activity 3: No

Result: 2

Gambar 4.23 Hasil Pengukuran Postur Kerja Operator pada Memasukkan *Lock Bolt* Menggunakan *Software Ergofellow*

4.4.5 Data Waktu Aktivitas Operator Setelah Perbaikan

Bagian ini menampilkan peta tangan kiri tangan kanan dari *stasiun roller assembly* pada ketiga aktivitas yaitu operator *washing machine*, aktivitas *transfer material* melalui konveyor dan *insert lock bolt*. Berikut merupakan peta tangan kiri tangan kanan dari aktivitas pertama yaitu operator *washing machine* setelah dilakukannya perbaikan postur kerja.

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN									
Pekerjaan			: Menarik dan mendorong pallette						
Nomor Peta			: 02						
Sekarang <input type="checkbox"/>			Usulan <input checked="" type="checkbox"/>						
Dipetakan Oleh			: Fahruddin Ari Wicaksono						
Tanggal Dipetakan			: 20 Januari 2023						
Tangan Kiri		Jarak (cm)	Waktu (detik)		Lambang		Waktu (detik)	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Memegang pintu mesin		0	2		G	RE	2	10	Menarik tuas
Menurunkan pintu		50	4		PP	PP	4	50	Menurunkan pintu
Mengambil alat penarik		10	2		RE	RE	2	10	Mengambil alat penarik
Menarik pallette dengan alat penarik		40	5		H	H	5	40	Menarik pallette dengan alat penarik
Mengembalikan alat penarik		10	2		RL	RL	2	10	Mengembalikan alat penarik
Memegang Part		0	10		G	RE	10	60	Mengambil kompresor
Memegang Part		0	55		G	H	55	0	Menggunakan kompresor
Total		110	80				80	180	Total
Ringkasan									
Waktu tiap siklus (detik)						: 80			
Jumlah produk tiap siklus						: 1			

Gambar 4.24 Peta Tangan Kiri Tangan Kanan Operator *Wasing Machine* Setelah Perbaikan

Pada peta tangan kiri tangan kanan stasiun *roller assembly* aktivitas operator *washing machine* di atas diperoleh waktu tiap siklus adalah 80 detik. Kemudian untuk jumlah produk tiap siklus adalah 1 unit.

Berikut merupakan peta tangan kiri tangan kanan dari aktivitas *transfer material* dari *preparation tables* sebelum dilakukannya perbaikan postur kerja.

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
Pekerjaan				: Mendorong Part di Konveyor			
Nomor Peta				: 01			
Sekarang <input type="checkbox"/>				Usulan <input checked="" type="checkbox"/>			
Dipetakan Oleh				: Fahrudin Ari Wicaksono			
Tanggal Dipetakan				: 20 Januari 2023			
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Waktu (detik)	Lambang		Waktu (detik)	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Memegang roller	0	3	G	RE	3	20	Mengambil rak
Memegang roller	0	2	G	RL	2	0	Meletakkan rak
Mengambil collar	100	2	RE	RE	2	100	Mengambil collar
Meletakkan collar	100	2	RL	RL	2	100	Meletakkan collar
Mengambil shaft	60	6	RE	RE	6	60	Mengambil shaft
Meletakkan shaft	60	6	RL	RL	6	60	Meletakkan shaft
Mengambil alat pendorong	20	2	RE	G	2	0	Memegang Part
Mendorong dengan alat	30	6	H	H	6	30	Mendorong dengan alat
Mengembalikan alat pendorong	20	2	RL	G	2	0	Memegang Part
Total	390	31			31	370	Total
Ringkasan							
Waktu tiap siklus (detik)				: 31			
Jumlah produk tiap siklus				: 1			

Gambar 4.25 Peta Tangan Kiri Tangan Kanan dari Aktivitas *Transfer Material* dari *Preparation Table* Setelah Perbaikan

Pada peta tangan kiri tangan kanan stasiun *roller assembly* aktivitas *transfer material* dari *preparation table* di atas diperoleh waktu tiap siklus adalah 31 detik. Kemudian untuk jumlah produk tiap siklus adalah 1 unit.

Berikut merupakan peta tangan kiri tangan kanan dari aktivitas memasukkan *lock bolt* sebelum dilakukannya perbaikan postur kerja.

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
Pekerjaan			: Memasukkan Lock Bolt ke Dalam Collar				
Nomor Peta			: 03				
Sekarang <input type="checkbox"/>			Usulan <input checked="" type="checkbox"/>				
Dipetakan Oleh			: Fahrudin Ari Wicaksono				
Tanggal Dipetakan			: 20 Januari 2023				
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Waktu (detik)	Lambang		Waktu (detik)	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Mengambil ujung crane	20	2	RE	M	2	0	Memegang remote crane
Mengaitkan ujung crane	5	2	PP	M	2	0	Memegang remote crane
Mengarahkan shaft	50	3	P	H	3	0	Memakai remote crane
Mengarahkan ujung crane	0	15	PP	H	15	0	Memakai remote crane
Mengambil pengait collar	20	2	RE	RE	2	20	Mengambil pengait collar
Memasang pengait collar di crane	0	2	PP	PP	2	0	Memasang pengait collar di crane
Memasang pengait collar di collar	10	2	PP	PP	2	10	Memasang pengait collar di collar
Mengarahkan collar	0	15	P	RE	15	0	Mengambil remote crane
Memegang remote crane	0	1	G	RE	1	20	Mengambil palu palet
Memegang remote crane	0	5	G	H	5	10	Memukul dengan palu palet
Memegang remote crane	0	1	G	RL	1	20	Mengembalikan palu palet
Mengarahkan collar	5	3	P	P	3	5	Mengarahkan collar
Mengambil lock bolt	20	1	RE	RE	1	20	Mengambil kuas
Memegang lock bolt	0	4	G	H	4	0	Mengoleskan oli
Memegang lock bolt	0	1	G	RL	1	20	Mengembalikan kuas
Memegang collar	0	2	G	PP	2	10	Memasukkan lock bolt
Mendorong lock bolt	20	3	A	A	3	20	Mendorong lock bolt
Mengambil silinder logam	10	1	RE	RE	1	10	Mengambil palu
Memegang silinder logam	0	10	G	H	10	0	Memukul dengan palu
Meletakkan silinder logam	10	1	RL	RL	1	10	Meletakkan palu
Mengambil mur	20	1	RE	G	1	0	Memegang collar
Memasang mur	0	3	A	G	3	0	Memegang collar
Mengambil Kunci T	20	1	RE	G	1	0	Memegang collar
Memutar Kunci T	0	6	H	G	6	0	Memegang kunci T
Meletakkan Kunci T	20	1	RL	RL	1	30	Meletakkan kunci T
Memegang collar	0	1	G	RE	1	20	Mengambil pengait shaft
Memegang collar	0	3	G	A	3	0	Memasang pengait shaft
Memegang pengait collar	0	2	G	RE	2	15	Mengambil remote crane
Memutar pengait collar	30	2	H	H	2	0	Memakai remote crane
Melepas pengait collar	30	2	DA	DA	2	30	Melepas pengait collar
Melepas pengait collar dari crane	0	2	DA	H	2	0	Memakai remote crane
Total	290	100			100	270	Total
Ringkasan							
Waktu tiap siklus (detik)			: 100				
Jumlah produk tiap siklus			: 1				

Gambar 4.26 Peta Tangan Kiri Tangan Kanan dari Aktivitas Memasukkan *Lock Bolt* Setelah Perbaikan

ada peta tangan kiri tangan kanan stasiun *roller assembly* aktivitas memasukkan *lock bolt* di atas diperoleh waktu tiap siklus adalah 100 detik. Kemudian untuk jumlah produk tiap siklus adalah 1 unit.



BAB V

ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

BAB V

ANALISIS DAN INTEPRETASI HASIL

Bab ini berisi analisis dari pengolahan data penilaian postur kerja operator, rancangan alat bantu dan analisis waktu kerja pada operator *washing machine*, aktivitas *transfer material* dari *preparation table* dan memasukkan *lock bolt* untuk meminimalisir terjadinya MSDs.

5.1 Analisis Penilaian Postur Kerja

Penilaian postur kerja dilakukan terhadap ketiga postur kerja operator di stasiun kerja *roller assembly*. Ketika melakukan aktivitas perakitan *roller*, operator seringkali harus menarik dan mendorong benda kerja yang berat secara berulang dengan postur kerja yang tidak alamiah dalam waktu yang lama. Dengan jam kerja selama 8 jam/hari, posisi ini akan beresiko timbulnya *muskuloskeletal disorder*. Untuk membantu menganalisis postur kerja operator maka digunakanlah *Software Kinovea* dengan metode *Rapid Entirement Body Assessment* dimana terdapat 6 sudut dari bagian tubuh yang akan digunakan dalam penilaian. Keenam sudut tersebut adalah *trunk*, *neck*, *upper arm*, *lower arm*, *wrist*, dan *leg*.

Pada aktivitas operator *washing machine* yang diamati, didapatkan nilai sudut *trunk* sebesar 49°, sudut *neck* sebesar 39°, sudut *upper arm* sebesar 104°, sudut *lower arm* sebesar 15°, sudut *wrist* sebesar 0°, dan sudut *leg* sebesar 17°. Pada penilaian skor REBA didapatkan skor Grup A sebesar 7, skor Grup B sebesar 5, dan skor Grup C sebesar 9. Setelah skor Grup C dijumlahkan dengan skor aktivitas sebesar 1 maka didapatkan skor akhir REBA sebesar 10. Skor ini berarti bahwa postur kerja tersebut berisiko tinggi terkena MSDs dan perlu dilakukan perbaikan postur kerja.

Pada aktivitas transfer material dari *preparation table* yang diamati, didapatkan nilai sudut *trunk* sebesar 52°, sudut *neck* sebesar 18°, sudut *upper arm* sebesar 101°, sudut *lower arm* sebesar 35°, sudut *wrist* sebesar 0°, dan sudut *leg* sebesar 41°. Pada penilaian skor REBA didapatkan skor Grup A sebesar 7, skor Grup B sebesar 5, dan skor Grup C sebesar 9. Setelah skor Grup C dijumlahkan dengan skor aktivitas sebesar 1 maka didapatkan skor akhir REBA sebesar 10. Skor ini berarti bahwa postur kerja tersebut berisiko tinggi terkena MSDs dan perlu dilakukan perbaikan postur kerja.

Pada aktivitas memasukkan *lock bolt* yang diamati, didapatkan nilai sudut *trunk* sebesar 48°, sudut *neck* sebesar 22°, sudut *upper arm* sebesar 42°, sudut *lower arm* sebesar 58°, sudut *wrist* sebesar 0°, dan sudut *leg* sebesar 27°. Pada penilaian skor REBA didapatkan skor Grup A sebesar 7, skor Grup B sebesar 4, dan skor Grup C sebesar 7. Setelah skor Grup C dijumlahkan dengan skor aktivitas sebesar 2 maka didapatkan skor akhir REBA sebesar 10. Skor ini berarti bahwa postur kerja tersebut berisiko tinggi terkena MSDs dan perlu dilakukan perbaikan postur kerja.

Penilaian postur kerja pada ketiga aktivitas menunjukkan hal yang sama yaitu ketiga postur kerja berisiko tinggi menyebabkan MSDs dan perlu dilakukan perbaikan. Penyebab pertama pada ketiga postur kerja dikatakan berisiko tinggi adalah posisi tubuh operator membungkuk. *Trunk* dikatakan membungkuk atau mengalami *flexion* ketika sudut *trunk* diantara 20-60° atau lebih dari 60° (Hignett dan McAtamney, 2000). Menurut Lestari dan Mustaniroh (2017), posisi membungkuk merupakan sikap atau posisi bagian tubuh yang menyimpang dari posisi netral. Deviasi terhadap posisi normal akan meningkatkan beban kerja otot sehingga jumlah tenaga yang dibutuhkan lebih besar, diakibatkan transfer tenaga dari otot ke sistem tulang rangka tidak efisien. Kondisi ini dapat menimbulkan gangguan muskuloskeletal atau *Musculoskeletal Disorders* (MSDs).

Penyebab kedua adalah leher operator yang menunduk, hal ini terjadi pada aktivitas operator *washing machine* dan aktivitas memasukkan *lock bolt*. *Neck* dikatakan menunduk atau mengalami *flexion* ketika sudutnya lebih besar dari 20° (Hignett dan McAtamney, 2000). Menurut Tarwaka (2015), gangguan pada sistem muskuloskeletal termasuk keluhan nyeri leher, pada umumnya tidak pernah terjadi secara langsung, tetapi akumulasi dari yang ringan sampai berat secara terus menerus dan dalam rentang waktu yang lama. Operator perlu memperhatikan bahwa menunduk dengan jangka waktu yang lama saat bekerja dapat meningkatkan risiko keluhan nyeri leher, Sehingga perlu dilakukan perbaikan postur kerja terutama bagian leher. Menurut Sri Wahyuni (2014), memutar badan ke belakang atau ke samping untuk mengambil alat dan bahan yang dibutuhkan saat bekerja dapat menyebabkan pinggul dan pinggang pegal-pegal.

Berdasarkan penyebab diatas postur kerja pada ketiga aktivitas perlu dilakukan perbaikan postur kerja agar level risiko terjadi *musculoskeletal disorder*

dapat diminimalisasi. Perancangan alat bantu proses diharapkan dapat meminimalisasi *musculoskeletal disorder* pada ketiga aktivitas.

5.2 Analisis Rancangan Alat Bantu Proses Pada Stasiun Kerja

Berdasarkan penyebab hasil pengukuran postur kerja pada ketiga aktivitas, maka perlu dilakukan perbaikan postur kerja agar level risiko terjadi *musculoskeletal disorder* dapat diminimalisasi. Berikut merupakan analisis usulan rancangan alat bantu kerja pada ketiga aktivitas.

5.2.1 Analisis Rancangan Alat Bantu pada Aktivitas Operator *Washing Machine* dan Tranfer Material dari *Preparation Table*

Pada aktivitas operator *washing machine* dan tranfer material dari *preparation table* diusulkan rancangan alat bantu berupa tongkat penarik dan pendorong dengan spesifikasi panjang tongkat 150 cm dan diameter genggam tangan tongkat 54 cm atau panjang sisi lingkar tongkat adalah 17 cm.

Rancangan alat bantu tongkat penarik dan pendorong juga telah diuji *stress analysis*, didapatkan hasil berupa nilai *von mises* yaitu 9.62297 MPa lebih kecil dari pada nilai *yield strenght* material yaitu 207 Mpa. Dalam mendesain bagian-bagian struktur, tegangan ijin (*alloweble stress*) harus lebih rendah daripada kekuatan *ultimate* yang diperoleh dari pengujian “statis” untuk berbagai pertimbangan. Oleh karena itu, pada saat melakukan proses desain nilai *von mises stress* berada di bawah nilai *yield strength* agar desain tersebut aman untuk digunakan (Trimulya, 2015). Maka bisa dikatakan desain rancangan tergolong aman digunakan.

Displacement adalah perubahan sumbu sebuah batang dari kedudukannya semula (melentur) apabila berada di bawah pengaruh gaya. Karena balok biasanya horizontal, maka *displacement* merupakan penyimpangan vertikal. Saat digunakan untuk mendorong part dengan berat 80-200 kg, nilai *displacement* alat ini adalah 0,052539 mm.

Kemudian untuk *safety factor* dari alat ini adalah minimal 15ul dan maksimal adalah 15ul. *Safety factor* adalah faktor yang menunjukkan tingkat kemampuan suatu bahan teknik untuk menahan beban luar, yaitu beban tekan maupun beban tarik. Secara teoritis nilai *safety factor* yang digunakan dalam skala industri adalah minimal 4. Angka keamanan (*safety factor*) minimal 4

merupakan kebijakan yang diterapkan dalam dunia industri (Mott, 2018). Berdasarkan analisis diatas menunjukan bahwa desain tergolong aman karena *safety factor* terpenuhi.

Tongkat pendorong dan penarik dirancang berdasarkan ukuran antropometri operator dan fitur berupa bagian ujung dari tongkat yang dapat dilepas pasang sesuai dengan kebutuhan operator. Alat ini dirancang untuk memudahkan operator dalam menjangkau dan mendorong part serta untuk memperbaiki postur kerja operator.

5.2.2 Analisis Rancangan Alat Bantu pada Aktivitas Memasukkan Lock Bolt

Kemudian pada aktivitas memasukkan *lock bolt*, diusulkan alat bantu berupa *adjustable table* dengan spesifikasi tinggi maksimal meja 104 cm, tinggi minimal meja adalah 95 cm, panjang meja 55 cm, lebar meja 55 cm. Alat ini dirancang berdasarkan ukuran antropometri operator dan fitur tinggi meja yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan operator dan spesifikasi *part* yang akan dirakit nantinya.

Rancangan alat bantu *adjustable table* juga telah diuji *stress analysis*, didapatkan hasil berupa nilai *von mises* yaitu 1,11775 MPa lebih kecil dari pada nilai *yield strenght* material *steel mild* yaitu 207 Mpa. Maka bisa dikatakan desain rancangan tergolong aman digunakan. Saat digunakan untuk menompang part dengan berat 150 kg, nilai *displacement* alat ini adalah 0,00194796 mm. Kemudian untuk *safety factor* dari alat ini adalah minimal 15ul dan maksimal adalah 15ul. Berdasarkan analisis diatas menunjukan bahwa desain tergolong aman karena *safety factor* terpenuhi.

Adjustable table dirancang untuk memudahkan operator dalam proses perakitan dan menjangkau alat dan *part* yang dibutuhkan saat perakitan serta untuk memperbaiki postur kerja operator. Usulan alat bantu tongkat penarik dan pendorong serta *adjustable table* ini diharapkan dapat membuat operator dapat bekerja dengan aman, nyaman serta efektif dan efisien.

5.3 Analisis Perbandingan Penilaian Postur Kerja Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Pada penilaian postur kerja sebelum perbaikan, didapatkan skor REBA pada aktivitas operator *washing machine* sebesar 10 yang memiliki arti level risiko tinggi dan diperlukan adanya tindakan untuk mengatasi postur kerja tersebut. Kemudian untuk postur kerja aktivitas transfer material dari *preparation table* mendapatkan skor REBA sebesar 10. Hal ini berarti level resiko tinggi dan diperlukan adanya tindakan untuk mengatasi postur kerja tersebut. Sedangkan, setelah mengalami perbaikan dengan penambahan alat bantu, skor REBA pada postur kerja pada kedua aktivitas tersebut menjadi sebesar 4. Nilai skor REBA 4 memiliki arti bahwa postur kerja tersebut memiliki level risiko sedang (*medium*) dan diperlukan adanya perbaikan postur kerja.

Kemudian pada penilaian postur kerja sebelum perbaikan pada aktivitas memasukkan *lock bolt*, didapatkan skor REBA sebesar 10. Hal ini berarti level resiko tinggi dan diperlukan adanya tindakan untuk mengatasi postur kerja tersebut. Sedangkan, setelah mengalami perbaikan dengan penambahan alat bantu, skor REBA pada postur kerja pada kedua aktivitas tersebut menjadi sebesar 2. Nilai skor REBA 2 memiliki arti bahwa postur kerja tersebut memiliki level risiko rendah dan mungkin diperlukan adanya perbaikan postur kerja.

Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa setelah dilakukan perbaikan postur kerja, skor REBA yang dihasilkan menurun. Penurunan hasil skor REBA ini memiliki arti bahwa sikap kerja dan fasilitas kerja yang diusulkan dapat membantu mengurangi adanya keluhan *musculoskeletal* pada operator.

5.4 Analisis Perbandingan Efisiensi Waktu Kerja Operator Sebelum dan Sesudah Perbaikan

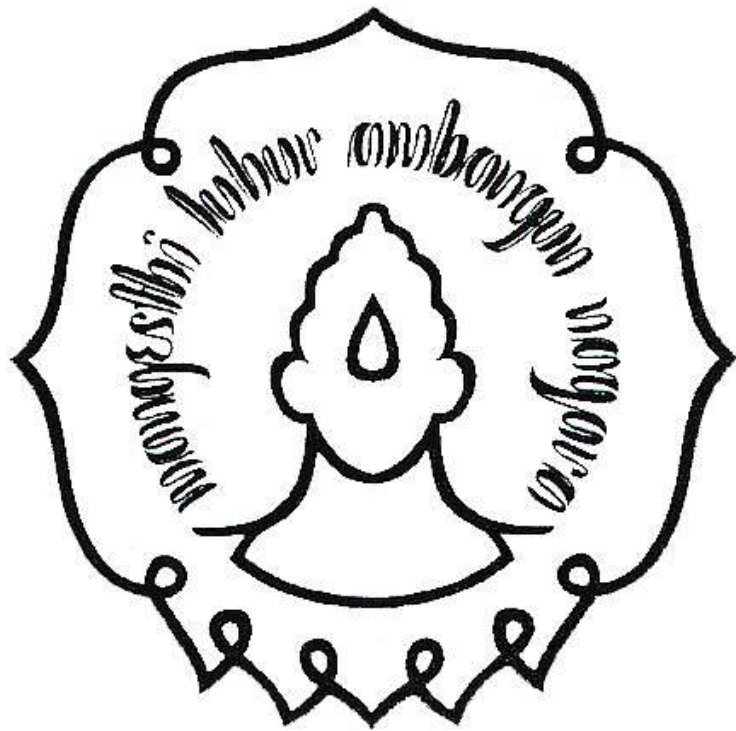
Pada peta tangan kiri tangan kanan stasiun *roller assembly* aktivitas operator *washing machine* sebelum perbaikan diperoleh waktu tiap siklus adalah 81 detik dan jumlah produk tiap siklus adalah 1 unit. Pada elemen kerja ke-4 sampai ke-7 terjadi kelambatan yang dapat dihindarkan. Kemudian pada peta tangan kiri tangan kanan stasiun *roller assembly* aktivitas operator *washing machine* setelah perbaikan diperoleh waktu tiap siklus adalah 80 detik dan jumlah produk tiap siklus adalah 1

unit. Kelambatan yang dapat dihindarkan pun berhasil dihilangkan pada proses produksi.

Pada peta tangan kiri tangan kanan stasiun *roller assembly* aktivitas tranfer material dari *preparation table* sebelum perbaikan diperoleh waktu tiap siklus adalah 37 detik dan jumlah produk tiap siklus adalah 1 unit. Pada elemen kerja ke-8 terjadi kelambatan yang dapat dihindarkan. Kemudian pada peta tangan kiri tangan kanan stasiun *roller assembly* aktivitas operator *washing machine* setelah perbaikan diperoleh waktu tiap siklus adalah 31 detik dan jumlah produk tiap siklus adalah 1 unit. Kelambatan yang dapat dihindarkan pun berhasil dihilangkan pada proses produksi.

Pada peta tangan kiri tangan kanan stasiun *roller assembly* aktivitas memasukkan *lock bolt* sebelum perbaikan diperoleh waktu tiap siklus adalah 132 detik dan jumlah produk tiap siklus adalah 1 unit. Pada elemen kerja ke-14, 21, 25, 30 terjadi kelambatan yang dapat dihindarkan. Kemudian pada peta tangan kiri tangan kanan stasiun *roller assembly* aktivitas operator *washing machine* setelah perbaikan diperoleh waktu tiap siklus adalah 100 detik dan jumlah produk tiap siklus adalah 1 unit. Kelambatan yang dapat dihindarkan pun berhasil dihilangkan pada proses produksi.

Berdasarkan analisis diatas dapat dilihat bahwa terjadi pengurangan waktu produksi dan terjadi pergantian elemen kerja yang tidak menghasilkan. Sehingga proses bisa dikatakan lebih efektif dan efisien.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas tentang kesimpulan dari penelitian yang dilakukan selama menjalankan kerja praktik di PT. Komatsu Undercarriage Indonesia dan saran bagi perusahaan untuk dapat dilakukan perbaikan kedepannya

6.1 Kesimpulan

Subbab ini menjelaskan mengenai kesimpulan yang didapatkan selama penelitian kerja praktik yang telah dilakukan. Berdasarkan pengolahan data dan analisis hasil yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Postur kerja pada aktivitas operator *washing machine*, transfer material dari *preparation table* dan memasukkan *lock bolt* pada stasiun kerja *roller assembly* memiliki skor akhir REBA sebesar 10 yang memiliki arti bahwa postur kerja tersebut berada pada level risiko tinggi (*high risk*) yang jika dibiarkan akan menimbulkan *musculoskeletal disorder*.
2. Usulan perbaikan yang dilakukan dengan perancangan alat bantu produksi berupa tongkat pendorong dan penarik sepanjang 150 cm untuk aktivitas operator *washing machine* dan tranfer material dari *preparation table*. Kemudian usulan perbaikan untuk aktivitas memasukkan *lock bolt* adalah dengan perbaikan pada meja perakitan yang semula statis menjadi dapat diatur tinggi rendahnya menyesuaikan dengan data antropometri laki-laki usia 20-45 tahun. *Adjustable table* memiliki ketinggian maksimum 104 cm, tinggi minimum 95 cm, lebar dan panjang meja adalah 55 cm. Penambahan alat bantu dorong dan *adjustable table* dimaksudkan untuk mengubah postur tubuh operator yang semula harus membungkuk untuk merakit, menarik dan mendorong *part* menjadi tegak seperti postur alamiah.
3. Setelah dilakukan perbaikan, postur kerja pada aktivitas operator *washing machine* dan tranfer material dari *preparation table* skor REBA yang didapatkan adalah 4. Nilai ini berarti postur kerja tersebut memiliki level risiko sedang. Kemudian untuk aktivitas memasukkan *lock bolt* skor REBA yang didapatkan adalah 2 yang berarti postur kerja memiliki level resiko

rendah. Dengan berkurangnya skor REBA yang didapat, maka postur kerja dan fasilitas usulan dianggap dapat mengurangi *musculoskeletal disorder*. Selain itu terjadi pengurangan waktu kerja pada aktivitas operator *washing machine*, transfer material dari *preparation table*, dan memasukkan *lock bolt* secara berturut-turut adalah 81, 37, 132 detik menjadi 80, 31, 100 detik. Dengan berkurangnya waktu produksi yang didapat, maka fasilitas usulan dianggap dapat meningkatkan efisiensi kerja.

6.2 Saran

Subbab ini menjelaskan tentang saran bagi perusahaan untuk dapat dilakukan perbaikan kedepannya. Saran yang diberikan adalah sebagai berikut:

1. Mendesain fasilitas pada stasiun-stasiun kerja yang mayoritas proses operasinya menggunakan tenaga manusia dengan menggunakan pendekatan-pendekatan antropometri agar sesuai dengan karakter tubuh pekerja, misalnya dalam pembuatan dan penentuan tinggi meja kerja seperti yang telah dibahas dalam penelitian kerja praktik ini.
2. Investigasi dan pemeriksaan lebih lanjut terkait fasilitas-fasilitas ergonomis untuk perusahaan, terutama di stasiun kerja *roller assembly*.
3. Perlu diadakan suatu penelitian lanjutan yang mencakup keseluruhan elemen kerja pada setiap stasiun kerja pada PT. Komatsu Undercarriage Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Fagarasanu, M., & Kumar, S. (2002). Measurement instruments and data collection: a consideration of constructs and biases in ergonomics research. *International journal of industrial ergonomics*, 30(6), 355-369.
- Grandjean, E. 1993. *Fitting The Task To The Man*. 4th Ed. Taylor & Francis Inc. London
- Grandjean, P., Cappelletta, H., Michard, A., & Albarede, F. (1987). The Assessment of REE Patterns And $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ Ratios In Fish Remains. *Earth And Planetary Science Letters*, 84(2-3), 181-196
- Hayati, S. W. N. (2014). Hubungan Risiko Postur Kerja Berdasarkan Metode Reba Dengan Keluhan Muskuloskeletal Karyawan Unit Kantin Di Pt. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.
- Kapitán, M., Pilbauerová, N., Vavříčková, L., Šustová, Z., & Machač, S. (2018). Prevalence of Musculoskeletal Disorders Symptoms among Czech Dental Students. Part 1: a Questionnaire Survey. *Acta Medica (Hradec Kralove)*, 61(4), 131–136. <https://doi.org/10.14712/18059694.2018.131>
- Mcatamney, L. And Hignett, S., 2000. REBA: Rapid Entire Body Assessment, *Applied Ergonomics*, 31 : 201-205
- Mott, R. L., E. M. Vavrek, dan J. Wang. 2018. *Machine Elements in Mechanical Design*. Edisi ke-6. United States: Pearson
- Nur, R. F., Lestari, E. R., & Mustaniroh, S. A. (2017). Analisis Postur Kerja pada Stasiun Pemanenan Tebu dengan Metode OWAS dan REBA, Studi Kasus di PG Kebon Agung, Malang. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 5(1), 39-45.
- Nurmianto, E. (2004). *Ergonomi konsep dasar dan aplikasinya edisi kedua*. Surabaya: Guna Widya.
- Putranto. (2010). Identifikasi Bahaya Pekerjaan Pada Daerah Bertegangan Switchyard 150 Kv dan Hazard Identification Risk Assesment and Risk Control. Identifikasi Bahaya Pekerjaan Pada Daerah Bertegangan Switchyard 150 Kv dan Hazard Identification Risk Assesment and Risk Control.
- Santoso, G. (2013). *Ergonomi Terapan*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Salvendy, G. (2012). *Handbook of Human Factors and Ergonomics*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Sutalaksana, Iftikar Z. (1979). *Teknik Tata Cara Kerja*. Institut Teknologi Bandung. MTI-ITB.

- Sutalaksana, I.Z., Anggawisastra, R., Tjakraatmadja, J.H. (2006) Teknik Perancangan Sistem Kerja, Penerbit Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung.
- Tarwaka (2015), Postur Kerja Tidak Alamiah Menyebabkan Bagian-Bagian Tubuh Menjauhi Posisi Alamiahnya, Seperti Posisi Leher Yang Terlalu Mendongak Atau Menunduk, Serta Posisi Lain Yang Tidak Sesuai Dengan Posisi Alamiahnya
- Tarwaka. (2010). Ergonomi Industri Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi Dan Aplikasi di Tempat Kerja. Surakarta: Harapan Press.
- Trimulya, M. R., I. P. Mulyatno, dan A. Trimulyono. 2015. Analisa Fatigue Kontruksi Car Deck Kapal Motor Zaisan Star 411 DWT dengan Metode Elemen Hingga. Jurnal Teknik Perkapalan 3(2): 319-328.
- Wisanggeni, B. (2010). REBA (Rapid Entire Body Assessment. Diakses dari <https://bambangwisanggeni.wordpress.com/2010/03/02/reba-rapid-entire-bodyassessment/>