

TESIS

**DESAIN ULANG KERETA LALATAN BENANG LUSI
(*BEAM TROLLEY*) PADA UNIT PRODUKSI
PERTENUNAN**



Eko Kurniawan

15916205

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM MAGISTER FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2020**

DESAIN ULANG KERETA LALATAN BENANG LUSI (*BEAM TROLLEY*) PADA UNIT PRODUKSI PERTENUNAN

Tesis untuk Memperoleh Gelar Magister
pada Program Studi Teknik Industri Program Magister
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM MAGISTER FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2020**

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini merupakan tulisan asli dari penulis, kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah penulis jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dan hak kekayaan intelektual, maka saya bersedia Ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Yogyakarta, Agustus 2020



Eko Kurniawan
NIM. 15916209

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN ULANG KERETA LALATAN BENANG LUSI (*BEAM TROLLEY*) PADA UNIT PRODUKSI PERTENUNAN

TESIS

Disusun Oleh:

Nama : Eko Kurniawan
NIM : 15916209

Yogyakarta, 31 Agustus 2020

Pembimbing I,



Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T.
NIP. 905220101

Pembimbing II,



Ir. Ali Parkhan, M.T.
NIP. 905220102

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Magister
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 025200519

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

DESAIN ULANG KERETA LALATAN BENANG LUSI (*BEAM TROLLEY*) PADA UNIT PRODUKSI PERTENUNAN

TESIS

Disusun Oleh:

Nama : **Eko Kurniawan**


NIM : **15916209**

Yogyakarta, 31 Agustus 2020

Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T.

NIP. 905220101

Ketua



Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 025200519

Anggota I



Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.

NIP. 985220101

Anggota II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Magister

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 025200519

HALAMAN PERSEMBAHAN

Untuk Ibu, Bapak dan Istri tercinta...

Serta keluarga yang selalu memberikan dukungan dan semangat.

Terima kasih



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, salawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Desain Ulang Kereta Lalatan Benang Lusi (*beam trolley*) pada Unit Produksi Pertenunan”. Tesis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik, Konsentrasi Teknik Industri, pada Program Studi Teknik Industri, Program Magister Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Penulis menyampaikan terima kasih atas dukungan dan bantuan dalam penyusunan tesis ini, kepada:

1. Bapak Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri, Program Magister Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., selaku dosen pembimbing I atas arahan dan bimbingan dalam penyusunan tesis ini.
3. Bapak Ir. Ali Parkhan, M.T., selaku dosen pembimbing II yang banyak memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan tesis ini.
4. Dosen dan karyawan Program Studi Teknik Industri, Program Magister Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

5. Ibu Tusriyati, S.Pd, selaku Kepala SMK Negeri 3 Pekalongan yang telah memberikan ijin untuk belajar.
6. Bapak Moh. Zyahri, S.T., selaku Ketua Kompetensi Keahlian Teknik Pembuatan Kain SMK Negeri 3 Pekalongan yang telah membantu pelaksanaan penelitian pada Unit Produksi Perteunan.
7. Istri dan keluarga atas segala dukungan dan doanya.
8. Teman-teman MTI angkatan XX dan rekan sejawat di SMK Negeri 3 Pekalongan yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Tentunya banyak keterbatasan pada penulis dalam penyusunan tesis ini, untuk itu kritik dan saran membangun diharapkan dari pembaca untuk perbaikan. Semoga tesis ini bermanfaat untuk semua dan Allah SWT selalu menunjukan kepada kita jalan kebaikan. Aamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
ABSTRAK	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Penelitian Terdahulu	6
2.2. Definisi Persiapan Pertenunan	13
2.3. Pengertian Proses <i>Beam Setting</i>	15
2.4. <i>Manual Material Handling</i> (MMH).....	20
2.5. Definisi Desain Produk	23
2.6. Definisi Ergonomi.....	25
2.7. Pengertian <i>Rapid Entire Body Assessment</i> (REBA)	28
2.8. Metode <i>Ergonomic Function Deployment</i> (EFD).....	37
2.9. Pengertian Antropometri.....	41
BAB III METODE PENELITIAN	48
3.1. Subjek dan Objek Penelitian	48
3.2. Jenis Data	50
3.3. Populasi dan Sampel	51
3.4. Pengumpulan Data <i>Ergonomic Function Deployment</i> (EFD)	53
3.5. Metode Analisis Data.....	60
3.6. Diagram Alir Penelitian	61
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	63
4.1. Pengumpulan Data	63
4.2. Gambaran Umum Obyek Penelitian	63
4.3. Karakteristik Responden	64
4.4. Uji Validitas dan Reabilitas	65
4.5. Penilaian Postur Kerja dengan Metode REBA	72
4.6. Pengolahan Data <i>Ergonomic Function Deployment</i> (EFD).....	86

4.7. Perancangan Produk.....	107
BAB V PEMBAHASAN	115
5.1. Statistik Deskriptif Tingkat Kepentingan dan Tingkat Kepuasan..	115
5.2. <i>Ergonomic Function Deployment (EFD)</i>	116
5.3. Evaluasi produk.....	119
BAB VI PENUTUP	124
6.1 Kesimpulan	124
6.2 Saran.....	125
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kereta lalatan (<i>beam trolley</i>) dengan gulungan benang lusi	3
Gambar 2.2 Skema proses persiapan pertununan.....	15
Gambar 2.3 Skema urutan pemasangan benang lusi pada mesin tenun.....	19
Gambar 2.4 Range pergerakan punggung.....	30
Gambar 2.5 Range pergerakan leher.....	30
Gambar 2.6 Range pergerakan kaki.....	31
Gambar 2.7 Range pergerakan lengan atas.....	32
Gambar 2.8 Range pergerakan lengan bawah.....	32
Gambar 2.9 Range pergerakan pergelangan tangan.....	33
Gambar 2.10 Matrik <i>House of Quality</i>	38
Gambar 2.11 Antropometri tubuh manusia yang diukur dimensinya	43
Gambar 3.1 Pekerjaan menaikkan lalatan benang lusi pada kereta	49
Gambar 3.2 Proses pemindahan lalatan benang lusi.....	50
Gambar 3.3 Pekerjaan pemasangan lalatan benang lusi pada mesin tenun	50
Gambar 3.4 Proses dan alur penelitian.....	62
Gambar 4.1 Bengkel Teknik Pembuatan Kain.....	64
Gambar 4.2 Kereta lalatan benang lusi sekarang.....	65
Gambar 4.3 Sudut segmen tubuh pekerja menurunkan <i>warp beam</i> ke <i>beam trolley</i> darimesin produksi.	72
Gambar 4.4 Sudut segmen tubuh pekerja mendorong <i>warp beam</i> diatas <i>beam trolley</i>	77
Gambar 4.7 Dimensi rancangan kereta perpektif.....	110
Gambar 4.8 Dimensi rancangan tampak depan.....	110
Gambar 4.9 Dimensi rancangan tampak	111
Gambar 4.10 Rancangan kereta lalatan benang lusi (<i>beam trolley</i>).....	111
Gambar 4.11 Rangka kereta.....	112
Gambar 4.12 Pegangan pertama dan kedua	113
Gambar 4.13 Pengangkat tipe hidrolik dan tipe ulir	113
Gambar 4.14 Roda dinamis.....	114

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tindakan yang harus dilakukan sesuai dengan batas angkatnya	21
Tabel 2.2 Tindakan yang sesuai dengan batas angkatnya.....	22
Tabel 2.3 Skor pergerakan punggung (batang tubuh)	29
Tabel 2.4 Skor pergerakan leher.....	30
Tabel 2.5 Skor postur kaki.....	31
Tabel 2.6 Skor pergerakan lengan atas	31
Tabel 2.7 Skor pergerakan lengan bawah	32
Tabel 2. 8 skor pergelangan tangan.....	33
Tabel 2.9 Tabel A.....	34
Tabel 2. 10 Tabel B.....	34
Tabel 2.11 Tabel C.....	35
Tabel 2.12 <i>Load</i> atau <i>force</i>	35
Tabel 2.13 Tabel <i>coupling</i>	36
Tabel 2.14 Tabel <i>activity</i>	36
Tabel 2. 15 Level resiko dan tindakan	37
Tabel 3.1 Klasifikasi Cronbach Alpha	61
Tabel 4.1 Pertanyaan Tingkat Kepentingan	66
Tabel 4.2 Validitas Instrumen Tingkat Kepentingan	67
Tabel 4.3 Hasil perhitungan Uji Reabilitas Tingkat Kepentingan	68
Tabel 4.4 Pertanyaan Tingkat Kepuasan.....	68
Tabel 4.5 Validitas Instrumen Tingkat Kepuasan.....	69
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Uji Reabilitas Tingkat Kepuasan.....	70
Tabel 4.6 Pra Uji Variabel Tingkat Kepentingan.....	70
Tabel 4.8 Pra Uji Variabel Tingkat Kepuasan	71
Tabel 4.9 Daftar Pernyataan Karakteristik Produk	87
Tabel 4.10 Uji Validasi Pernyataan Karakteristik Produk.....	88
Tabel 4.11 Uji Reabilitas Pernyataan Karakteristik Produk	89
Tabel 4.12 Data Tingkat Kepentingan	90
Tabel 4.13 Data Tingkat Kepuasan	92
Tabel 4.14 Target (<i>goal</i>)	93
Tabel 4.15 <i>Improvement Ratio</i>	94
Tabel 4.16 <i>Sales Point</i>	96
Tabel 4.17 <i>Raw Weight</i>	97
Tabel 4.18 <i>Normalised Raw Weight</i>	98
Tabel 4.19 Karakteristik Teknis.....	99

Tabel 4.20 Simbol Hubungan Karakteristik Teknis dengan Kebutuhan Konsumen.....	100
Tabel 4.21 Simbol Hubungan antara Respon Teknis dengan Kebutuhan Konsumen.....	101
Tabel 4.22 Nilai Kontribusi dan Urutan Prioritas	101
Tabel 4.23 Hubungan Antar Matriks Kebutuhan.....	103
Tabel 4.24 Target Spesifikasi.....	103
Tabel 4.25 Produk Terdahulu.....	105
Tabel 4.27 Data Antropometri Indonesia.....	107
Tabel 4.28 Kebutuhan Bahan dan Biaya.....	114
Tabel 5.1 Hasil penilaian REBA aktivitas kerja dengan <i>warpbeam</i> lama	120
Tabel 5.2 Hasil penilaian REBA aktivitas kerja dengan <i>warpbeam</i> prototype..	121



ABSTRAK

Kegiatan memindahkan benda berat secara manual menggunakan alat bantu dimaksudkan untuk memudahkan dan meringankan beban kerja tubuh manusia. Unit Produksi Pertenunan di Bengkel Teknik Pembuatan Kain SMK Negeri 3 Kota Pekalongan saat ini menggunakan kereta lalatan benang lusi (*beam trolley*) sebagai alat transportasi gulungan benang lusi (*warp beam*). Kereta yang ada sulit dikendalikan ketika didorong dan kurang nyaman saat digunakan bahkan dapat menyebabkan permukaan gulungan benang rusak atau kotor. Tujuan penelitian ini menghasilkan rancangan *beam trolley* untuk pemindahan *warp beam* yang ergonomis, aman dan tidak menyebabkan turunnya kualitas gulungan benang. Dari penelitian dengan pengolahan data menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment* dan data antropometri telah dihasilkan suatu *prototype* dari *beam trolley* dengan spesifikasi: dimensi kereta lalatan 190 cm x 60 cm yang disesuaikan dengan antropometri pengguna; dilengkapi sepasang pegangan berukuran 34 cm dengan tinggi 100 cm dan jarak 155 cm yang berfungsi sebagai penarik atau pendorong; menggunakan empat roda dinamis untuk fleksibilitas arah gerakan yang dilengkapi pengunci roda; memiliki alat untuk mengangkat dan menurunkan beban; menggunakan bahan besi dilapisi cat anti karat. Evaluasi postur kerja dengan menggunakan metode REBA pada *beam trolley* rancangan didapatkan penurunan dari level resiko 3 (tinggi) ke level resiko 2 (sedang) untuk aktifitas penurunan *warp beam*, transportasi *warp beam* dan menaikan *warp beam* pada mesin tenun.

Kata kunci: *Beam Trolley, Antropometri, Ergonomic Function Deployment, REBA.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Unit pertenunan merupakan bagian dari industri tekstil yang memproduksi kain sebagai produk setengah jadi. Kain merupakan lembaran yang relatif tipis yang dihasilkan dari penganyaman benang-benang lusi yang memanjang dengan benang-benang pakan yang posisinya searah lebar kain, dan dikerjakan pada alat atau mesin tenun (Adanur, 1999). Agar benang-benang tersebut dapat dipasang pada mesin tenun diperlukan proses persiapan (*preparatory*) antara lain pengelasan (*winding*), penganian (*warping*), penganjian (*sizing*), pencucukan (*drawing-in*) dan pemaletan (*pirn winder*), dimana benang-benang lusi sepanjang kain akan dibuat gulungan pada suatu lalatan (*beam*) yang terbuat dari logam dengan volume dan berat tertentu sesuai rencana produksi.

Salah satu kegiatan dalam proses produksi adalah aktifitas penanganan material secara manual (*manual material handling*) yang terdiri dari mengangkat, menurunkan, mendorong, menarik dan membawa (Ayoub & Dempsey, 1999). Pemindahan material secara manual apabila tidak dilakukan secara ergonomi akan menimbulkan kecelakaan dalam industri yang dikenal sebagai “*over exertion-lifting and carrying*”, yaitu kerusakan jaringan tubuh yang disebabkan oleh beban angkat yang berlebihan (Nurmianto, 2006). Faktor-faktor yang dapat menimbulkan adanya gangguan pada tubuh manusia jika pekerjaan berat dilakukan secara terus menerus akan berakibat buruk pada kondisi kesehatan pekerja terutama dalam jangka waktu panjang (Suma'mur, 1995). Menurut

NIOSH mendefinisikan *Recommended Weight Limit* (RWL) sebagai berat beban yang dapat diangkat secara manual dengan aman menggunakan kedua tangan dalam periode waktu kerja tanpa meningkatkan resiko terjadinya *lower back pain* adalah 51 pound, sehingga apabila melebihi dari batas angkat yang diizinkan maka harus menggunakan alat bantu (NIOSH, 2011).

Penanganan gulungan benang lusi yang meliputi proses menaikkan, memindahkan dan menurunkan gulungan benang lusi saat pembelajaran praktik *beam setting* di Unit Produksi pada Bengkel Pertenunan SMK Negeri 3 Kota Pekalongan dilakukan secara manual. Salah satu kendala pada pekerjaan ini antara lain tidak seimbangnya tenaga siswa dan beban berat gulungan benang lusi yang harus diangkat, sehingga diperlukan lebih dari satu orang dan bantuan instruktur untuk menaikkan dan menurunkan gulungan benang lusi (*warp beam*) dari kereta lalatan benang lusi (*beam trolley*) maupun dari mesin produksi. Jika tidak digunakan alat bantu yang memadai akan menimbulkan resiko yang cukup tinggi, baik keselamatan siswa maupun kerusakan gulungan benang lusi.

Hasil wawancara awal dengan instruktur praktik didapatkan simpulan antara lain: bahwa *beam trolley* yang saat ini digunakan tidak memiliki pegangan, maka piringan lalatan dijadikan sebagai pegangan oleh operator saat memindahkan gulungan benang. Variasi diameter piringan lalatan menjadikan tinggi pegangan berbeda-beda. Kedudukan *warp beam* dengan panjang rata-rata 52 inchi kurang kokoh saat diatas *beam trolley* yang lebih pendek dengan panjang 24 inchi dan gulungan benang langsung bersentuhan dengan landasan kereta dapat menyebabkan terjadinya kerusakan dan mengotori permukaan gulungan.

Beam trolley mengalami kesulitan untuk didorong menyamping karena sisi *beam trolley* pada roda statis membutuhkan area untuk membelokan sedangkan jarak sela mesin terbatas. Untuk menaikn gulungan benang lusi pada *beam trolley* maupun menurunkannya menggunakan alat bantu pipa besi sebagai pegangan dan diangkat secara manual yang dapat beresiko terlepasnya pegangan atau cedera pada operator.



Sumber: Dok. TPK SMK N 3 Pekalongan

Gambar 1.1 Kereta lalatan (*beam trolley*) dengan gulungan benang lusi

Salah satu cara untuk mengetahui level resiko pekerjaan perlu dilakukan penilaian postur kerja dengan menggunakan metode REBA (Hidayat et al., 2013). REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) merupakan metode untuk menginvestigasi lingkungan kerja yang tidak ergonomis pada tubuh bagian leher, punggung, lengan, pergelangan tangan dan kaki seorang operator (Hignett & McAtamney, 2000).

Metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) digunakan untuk memudahkan selama proses perancangan, pembuatan keputusan “direkam” dalam bentuk matriks-matriks sehingga dapat diperiksa ulang serta dimodifikasi dimasa yang akan datang (Suriadi & Atmika, 2017). Metode EFD digunakan untuk mengetahui tingkat ergonomis pada hasil rancangan kursi penumpang mobil land rover (Wibowo et al., 2011). Data antropometri dan EFD digunakan untuk mendesain ulang kursi penumpang kereta ekonomi yang ergonomis dengan hasil rancangan dengan nilai dan fungsi lebih baik (Puspitasari & Wibowo, 2016). Metode EFD digunakan untuk rancangan tas sepeda trial yang sesuai kebutuhan konsumen dengan prinsip ENASE (efektif, nyaman, aman, sehat, efisien) (Adrianto et al., 2014).

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana rancangan kereta lalatan benang lusi (*beam trolley*) yang ergonomis sehingga aman digunakan dan tidak menurunkan kualitas gulungan benang pada unit persiapan pertenuan?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilaksanakan lebih terarah dan mudah dipahami, maka lingkup penelitian dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilaksanakan pada Unit Produksi Pertenuan SMK Negeri 3 Kota Pekalongan.

2. Subjek penelitian ini adalah siswa dan instruktur yang melaksanakan praktik yang menggunakan kereta lalatan benang lusi (*beam trolley*) sebagai objek.
3. Penelitian yang dilakukan hanya sampai pada pemberian usulan *prototype* dan evaluasi perbaikan.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Dapat mengidentifikasi, mengukur, memastikan kebutuhan pengguna akan desain *beam trolley* yang aman
2. Menghasilkan rancangan *beam trolley* yang ergonomis.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemindahan *warp beam* pada unit persiapan pertenunan dan pekerjaan *beam setting* dapat dilakukan dengan aman dan tidak terjadi kerusakan pada gulungan benang
2. Hasil perancangan dapat digunakan sebagai pedoman pembuatan *beam trolley* yang ergonomis pada unit produksi pertenunan yang lain.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan perancangan ulang suatu alat bantu menggunakan pendekatan *Ergonomic Function Deployment* dan *Antropometri* adalah seperti berikut :

Inda Putri Heni, Agus Kusnayat dan Mira Rahayu (2016) mengungkapkan untuk dapat memperbaiki kondisi eksisting yang baik maka perlu produk atau alat bantu yang memiliki dimensi sesuai dengan data antropometri, terutama pada dimensi bagian yang mengalami interaksi langsung dengan tubuh manusia. Dan agar produk yang dirancang memberikan nilai manfaat yang optimal maka diperlukan sikap kerja yang baik dimana nilai tuntutan beban kerja (*demand of task*) lebih kecil dari kapasitas kerja (*capacity of the worker*) dan rancangan produk yang pada atributnya sudah terdapat konsep dari ENASE (efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien) dengan pendekatan metode *Ergonomic Function Deployment*. Dengan dilakukannya penelitian, dihasilkan sebuah konsep rancangan usulan produk yang sudah memenuhi kebutuhan user terhadap aspek ergonomi dengan nilai *Posture Evaluation Index* adalah 1,25 (di bawah standar aman yaitu 2), nilai *Manual Handling Limits* adalah 75% (tepat pada standar aman yaitu 75%) dan nilai *Lifting Index* adalah 0,92 (dibawah standar aman yaitu 1). Dengan ketiga nilai sikap kerja yang sudah berada pada batas aman akan dapat mengurangi kemungkinan terjadinya risiko cedera. Hubungan Penelitian ini

dengan penelitian yang akan dilakukan adalah penggunaan pendekatan metode *Ergonomic Function Deployment* yang digunakan untuk perbaikan rancangan *Material Handling Equipment* pemindahan kayu.

Mahrus Khaerul Umami, Andi Dwi Rahman, dan Fitri Agustina (2014) menyatakan evaluasi fisiologis dengan menggunakan Denyut Nadi Kerja (DNK) dan Denyut Nadi Istirahat (DNI) menunjukkan bahwa beban kerja yang dialami oleh setiap pekerja termasuk aktifitas kerja dengan beban kerja sedang serta jam kerja dan jam istirahat yang dipergantikan maka tidak perlu penjadwalan ulang tetapi jika beban kerja yang berat, maka memerlukan memodifikasi faktor-faktor penyebab beban kerja menjadi berat, salah satunya memodifikasi peralatan kerja berdasarkan keluhan *musculoskeletal*. Untuk memecahkan masalah ini, beberapa modifikasi dilakukan pada faktor-faktor pengali dengan metode coba-dan-gagal dalam perhitungan *Recommended Weight Limit* (RWL), tetapi hasilnya juga tidak memberikan nilai LI di bawah 1. Oleh karena itu rekomendasi yang diberikan adalah menambahkan bangku dan jalur penggelindingan pada akhir ban berjalan. Persamaan dari penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah penggunaan data keluhan *musculoskeletal* sebagai dasar acuan untuk memodifikasi peralatan yang digunakan.

Roberta Zulfi Surya dan Rusdi Badrudin (2015) menyatakan bahwa perbaikan rancangan alat parut kelapa sistem engkol yang berbasis *Ergonomic Function Deployment* (EFD) yang digunakan untuk menurunkan keluhan *musculoskeletal* ibu rumah tangga sebagai pengguna dengan menggunakan

rancangan sama subjek (*treatment by subjects design*). Perbaikan rancangan alat parut kelapa sistem engkol yang berbasis *Ergonomic Function Deployment* (EFD) didapat dengan membuat matriks *House of Ergonomic* (HOE) dan penentuan data antropometri. Keluhan muskuloskeletal ibu rumah tangga diketahui dengan membuat lembar kerja kuisioner *Nordic Body Map* (NBM). Hasil penelitian setelah dilakukan perancangan ulang alat parut kelapa sistem engkol menunjukkan bahwa rancangan alat parut kelapa sistem engkol yang berbasis *Ergonomic Function Deployment* (EFD) memiliki aspek-aspek ergonomi yang lengkap yaitu efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien (ENASE). Keluhan muskuloskeletal ibu rumah tangga mengalami penurunan sebesar 0.285 atau 17.39%. Waktu pamarutan kelapa juga lebih cepat 5 menit atau mengalami peningkatan sebesar meningkat 30.10% setelah perancangan ulang alat parut kelapa sistem engkol. Penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah sama-sama menggunakan pendekatan metode *Ergonomic Function Deployment* yang didapat dengan membuat matriks *House of Ergonomic* (HOE) dan penentuan data antropometri.

Gita Permata Liansari, Dwi Novirani dan Rifqi Nanda Subagja (2015) menyatakan bahwa alat pencetak kue balok yang biasa digunakan masih belum memperhatikan aspek ergonomik sehingga mengakibatkan pinggang dan punggung pengguna sakit karena terlalu sering membungkuk dan panas langsung memapar pengguna alat cetak kue balok sehingga diusulkan perancangan alat pencetak kue balok menerapkan metoda *Ergonomic Function Deployment* (EFD)

dan memperhatikan aspek-aspek efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien (ENASE). Hubungan Penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah penggunaan pendekatan metode *Ergonomic Function Deployment* yang digunakan untuk perbaikan rancangan alat pencetak kue balok.

Jazuli, Dedi Nurcipto dan Ilham Shalahuddin Afif (2017) menyimpulkan bahwa dari hasil penelitian diketahui pekerja pada stasiun kerja pencantingan bekerja dengan tingkat ketelitian dan memiliki kelelahan yang cukup tinggi dengan nilai skor analisis RULA adalah 7 yang membutuhkan investigasi dan perubahan segera. Stasiun kerja pencantingan yang kurang ergonomis tersebut harus segera dilakukan perancangan ulang dengan menerapkan pendekatan *Ergonomic Function Deployment* (EFD) sehingga suara pekerja untuk menciptakan rancangan stasiun kerja yang baru juga diperhatikan, begitu juga ukuran memperhatikan antropometri dari pekerja. Hasil perancangan mendapatkan bahwa panjang rentang gawangan 143 cm, tinggi gawangan *adjustable* untuk mengakomodir seluruh ukuran persentil yang ada, sedangkan tinggi kursi menyesuaikan standart tinggi kursi yang ada atau dengan tinggi 43 cm. Dengan hasil ukuran rancangan stasiun kerja yang telah menyesuaikan dengan antropometri maka stasiun kerja pencantingan menjadi ergonomis dan dapat menurunkan keluhan pekerja. Hal ini selaras dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti yaitu menggunakan data antropometri guna merancang perbaikan alat bantu dengan pendekatan *Ergonomic Function Deployment* (EFD).

Jennie Hasimjaya, Mariana Wibowo dan Dody Wondo (2017) menyatakan berdasarkan analisa yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan ternyata mebel yang ada di PAUD Siwalankerto untuk anak usia 3-4 tahun tidak cocok dengan penggunaannya dan memiliki beberapa masalah terkait ergonomi sehingga perlu dikaji melalui bidang ilmu antropometri. Selain itu ternyata perbedaan umur dan jenis kelamin anak-anak juga sangat mempengaruhi besar kecilnya dimensi tubuh mereka sehingga secara otomatis juga mempengaruhi ukuran mebel yang digunakan. Dimana anak dengan umur yang lebih besar secara dominan memiliki ukuran tubuh yang lebih besar. Karena hal ini, maka dalam membuat ukuran mebel supaya ergonomis sebaiknya menerapkan hasil pengukuran yang sesuai dengan penggunaannya yaitu anak usia dini 3-4 tahun karena mereka merupakan subjek yang paling sering berinteraksi dengan mebel-mebel tersebut. Rancangan yang dibuat melalui kajian penggunaan data antropometri sama dengan rancangan yang akan dibuat oleh peneliti menggunakan data antropometri sebagai dasar acuannya.

Risky Hidayat, Listiani Nurul Huda, Poerwanto (2013), menyatakan berdasarkan analisa alat angkut yang digunakan di PT. Perkebunan Nusantara X untuk membawa tandan buah segar (TDS) sawit ke tempat perhitungan hasil (TPH) menyebabkan keluhan fisik pada pekerja dilihat dari data kuisisioner *Standard Nordic Questionnaire* (SNQ). Peninjauan menggunakan REBA pada elemen-elemen kegiatan pengangkutan menunjukkan perlunya perbaikan fasilitas kerja. Dengan data antropometri dilakukan perbaikan rancangan alat bantu

angkong yang sesuai dengan postur tubuh sehingga didapatkan alat bantu yang ergonomis.

Meyharti, Fifi Herni, Arie Desrianty (2013), menurut pengamatan yang didukung dengan hasil survey, kebutuhan luas ruangan untuk penyimpanan *baby tafel* dan kepraktisan dalam penggunaan sangat dibutuhkan pengguna. Oleh karena itu dibutuhkan *baby tafel portable* untuk memudahkan para pengguna saat memandikan bayi. Perancangan *baby tafel portable* dengan menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment (EFD)*. Menurut atribut yang digunakan berdasarkan aspek-aspek ergonomi, yaitu efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien, maka dapat diketahui keinginan dan kebutuhan konsumen terhadap produk yang kemudian bersama data antropometri dihasilkan perancangan *baby tafel portable* yang mempunyai ukuran 95 x 63 x 85 cm.

Anwardi, Muhammad Ikhsan, Nofirza, Harpito, Ahmad Mas'ari (2019) menyatakan proses pemanenan karet dapat berpotensi menyebabkan keluhan dan cedera pada peresendian (MsDs), dan dari analisis NBM dan RULA perlu dilakukan tindakan perancangan alat, agar tidak terjadi suatu kesalahan fatal saat melakukan pemanenan karet dan memudahkan petani dalam melaksanakan proses memanen. Menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment (EFD)* dan data antropometri dihasilkan perancangan produk alat bantu memanen karet yang ergonomis sesuai kebutuhan petani dengan dimensi 36 x 16 cm, dimana panjang alat menggunakan dimensi antropometri panjang tangan kedepan, lebar alat menggunakan dimensi lebar telapak tangan. Dengan metode RULA

alat bantu dapat mengurangi resiko postur tubuh menjangkau karet dari resiko tinggi cedera ditingkat *Action Level* ke-3 menjadi *Action Level* ke-2 resiko rendah dan resiko postur tubuh mencongkel karet dari *Action Level* ke-4 yang berarti sangat tinggi beresiko cedera, menjadi tingkat *Action Level* ke-2 yang tergolong resiko rendah yang aman.

IGAK Suriadi dan I Ketut Adi Atmika (2017), menyatakan dari survey awal yang dilakukan dengan menyebar 40 kuisisioner kepada penumpang kendaraan minibus pariwisata di Bali, 78% diantaranya masih mengeluhkan bahwa kursi penumpang kurang nyaman dan menyebabkan kelelahan terutama pada bagian kaki dan pinggang apabila duduk terlalu lama. Hal ini dikarenakan desain kursi yang ada selama ini lebih banyak dirancang untuk memaksimalkan jumlah penumpang. Redesain awal untuk mendapatkan ukuran dan kursi penumpang yang lebih ergonomis rata-rata membutuhkan ukuran yang lebih besar yaitu tinggi alas kursi menjadi 38,20 cm, lebar alas kursi menjadi 39,80 cm, panjang alas kursi menjadi 44,36 cm, lebar sandaran kursi 47,42 cm, tinggi sandaran kursi menjadi 60,25 cm, tinggi kursi menjadi 79,55 cm, sudut kemiringan sandaran kursi menjadi 14° - 36° , kedalaman cekungan lumbar menjadi 2,10 cm, ketinggian cekungan lumbar menjadi 10,42 cm, tinggi punggung terluar menjadi 49,25 cm.

Pada penelitian ini diharapkan menghasilkan rancangan kereta lalatan benang lusi sebagai alat bantu *manual material handling* yang ergonomis dan

aman digunakan pada pembelajaran praktik SMK maupun unit produksi pertenunan skala kecil.

2.2. Definisi Persiapan Pertenunan

Kain tenun dihasilkan dari proses pertenunan dengan cara membuat silangan antara benang-benang yang saling tegak lurus menurut aturan pengayaman tertentu sesuai desain yang direncanakan. Benang-benang yang letaknya sejajar dengan panjang kain disebut benang lusi (*warp*), sedangkan benang-benang yang letaknya sejajar dengan lebar kain disebut benang pakan (*weft*). Benang-benang tersebut diproses pada mesin tenun untuk menghasilkan kain sesuai dengan perencanaan yang ditentukan, baik dari sisi struktur maupun desain dan kualitas. Untuk mendapatkan kualitas kain hasil proses pertenunan yang memenuhi standar diperoleh melalui pemakaian benang bahan baku dengan mutu yang baik.

Selama proses pertenunan benang-benang akan mengalami gesekan, penarikan dan tegangan sehingga dibutuhkan kekuatan yang baik dan diameter yang rata. Selain itu untuk dapat dikerjakan pada mesin tenun benang-benang harus diproses dan dibentuk agar sesuai dengan persyaratan proses selanjutnya. Proses pengerjaan benang ini disebut proses persiapan pertenunan (*weaving preparation*) yang mempunyai tujuan antara lain :

1. Memperbaiki mutu benang sehingga lebih bersih, lebih kuat dan diameternya lebih rata
2. Membuat gulungan benang dalam bentuk maupun volume yang sesuai dengan proses selanjutnya

3. Meningkatkan efisiensi produksi karena tidak banyak terdapat cacat dan gangguan pada proses produksi berikutnya.

Pada jenjang Sekolah Menengah Kejuruan rangkaian proses pada persiapan pertenunan ini dijadikan satu mata pelajaran dengan nama persiapan pembuatan kain yang terdiri dari sejumlah kompetensi dasar disesuaikan dengan urutan proses untuk benang-benang yang nantinya akan digunakan dan dipasang pada mesin tenun. Macam-macam proses persiapan pertenunan antara lain:

2.2.1. Proses persiapan untuk benang lusi

Benang lusi (*warp*) merupakan benang-benang pada kain tenun yang letaknya memanjang sejajar dengan panjang kain dengan karakter benang yang lebih kaku dan kuat yang berpengaruh terhadap daya tenun benang agar tidak mudah putus saat proses pembuatan kain. Tahapan proses persiapan untuk benang lusi agar dapat dipasang pada mesin tenun antara lain:

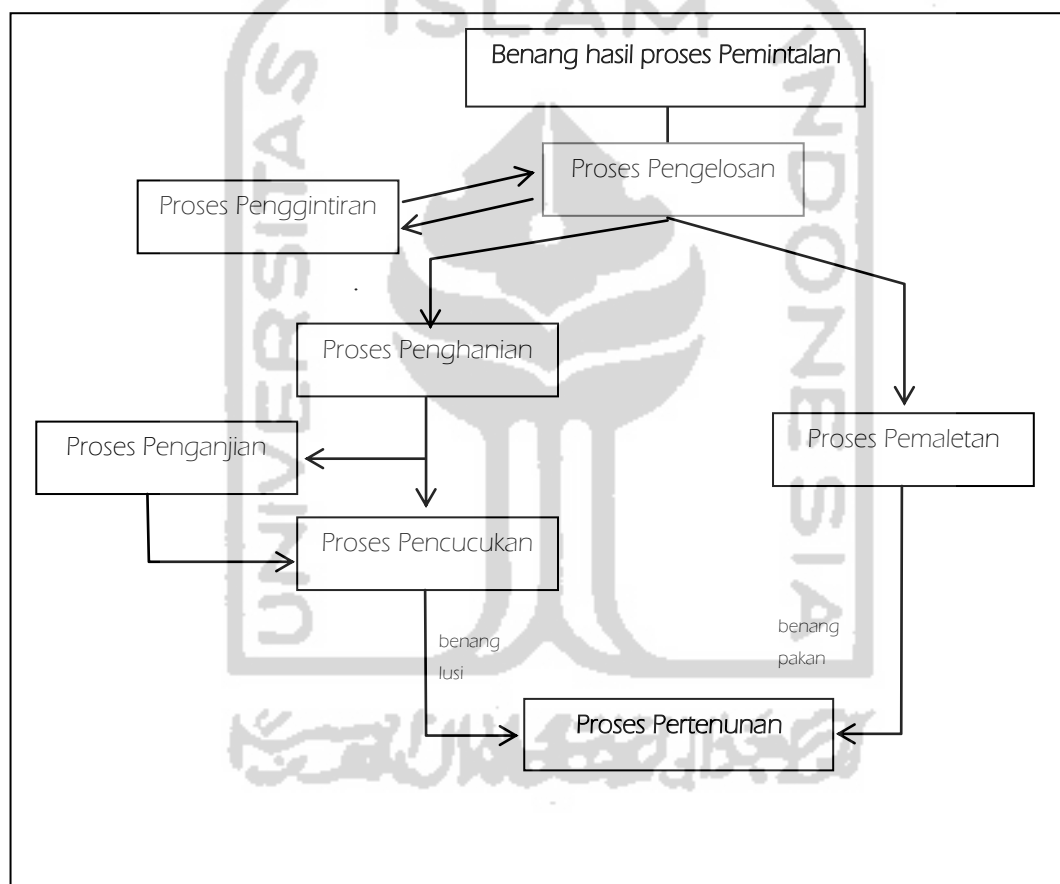
1. Proses pengelosan (*winding*)
2. Proses penggintiran (*twisting*)
3. Proses penganjian (*warping*)
4. Proses penganjian (*sizing*)
5. Proses pencucukan (*reaching/ drawing-in*)

2.2.2. Proses persiapan untuk benang pakan

Sebelum dikerjakan pada proses pemaletan, benang dapat juga dikerjakan pada proses pengelosan, perangkapan maupun penggintiran menyesuaikan kebutuhan konstruksi benang pakan. Pemaletan adalah proses menggulung benang

yang akan dijadikan sebagai benang pakan pada proses pembuatan kain dalam bobin palet (*pirn*). Proses pemaletan dilaksanakan untuk benang pakan apabila mesin tenun yang digunakan memakai teropong sebagai peralatan pembawa dan pengantar benang pakan.

Secara skematik urutan proses persiapan pertenunan disajikan pada gambar berikut:



Gambar 2.1 Skema proses persiapan pertenunan

2.3. Pengertian Proses *Beam Setting*

Gulungan benang lusi dalam lalatan (*warp beam*) yang merupakan hasil persiapan pertenunan dari proses pengharian (*warping*), selanjutnya dipasang pada

mesin tenun untuk menggantikan *warp beam* yang telah habis benang lusinya. Pekerjaan penggantian *warp beam* yang telah habis pada mesin tenun dengan pemasangan *warp beam* baru disebut *beam stell* atau *beam setting*. Proses *beam setting* dilakukan dengan dua cara yaitu:

1. Konstruksi kain sama

Jika jenis kain yang akan dibuat memiliki konstruksi yang sama dengan proses tenun sebelumnya maka penggantian hanya dilakukan dengan memasang benang lusi baru pada mesin tenun dan menyambung antar ujung-ujung benang baru dengan ujung benang lusi lama pada mesin tenun. Pada pekerjaan ini hanya dilakukan penggantian *warp beam* saja tanpa mengganti bagian lamel, gun dan sisir.

2. Konstruksi kain tidak sama

Pada kondisi ini proses *beam setting* dilakukan dengan mengganti gulungan benang baru beserta lamel, gun dan sisir sesuai konstruksi kain yang akan dibuat, dan diikuti dengan proses penyetelan-pentetelan bagian lain dari mesin tenun sesuai parameter proses.

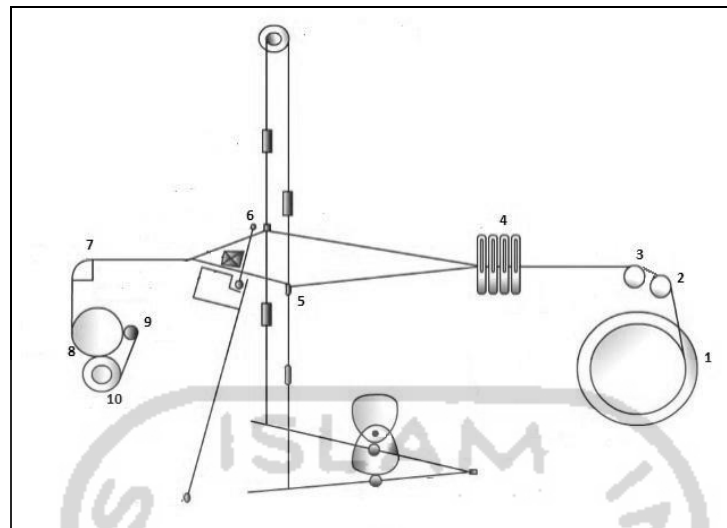
Dari kedua cara tersebut memiliki kesamaan pada proses transportasi *warp beam* dari unit *beam stock* ataupun unit pencucukan sebagai proses persiapan benang lusi. Secara teknis prosedur transportasi *warp beam* meliputi proses menaikan gulungan benang lusi pada alat pengangkut kemudian membawa ke mesin tenun dan memasangnya pada mesin tenun. Pemasangan *warp beam* pada *beam holder* mesin tenun dilakukan dengan memperhatikan keamanan operator pelaksana

maupun bahan baku benang lusi. Prosedur proses *beam setting* sesuai standar kompetensi (KNI) antara lain:

1. Menyiapkan Penyetelan
 - a. Pengetahuan dasar tentang penyetelan *warp beam*, *dropper rod*, *heald frame* dan *reed* pada mesin tenun dikuasai
 - b. Kartu proses dibaca dengan teliti
 - c. Kesiapan peralatan penyetelan (*tools*) dan mesin tenun diperiksa sesuai prosedur
 - d. Ketidaksiapan alat atau mesin tenun dilaporkan sesuai prosedur.
2. Menyetel peralatan lusi, kamran, sisir, dan rel lamel
 - a. Ketepatan posisi beam lusi pada mesin tenun diperiksa sesuai prosedur
 - b. Ketepatan posisi kamran pada tempatnya diperiksa sesuai prosedur
 - c. Ketepatan posisi sisir padaudukannya diperiksa sesuai dengan prosedur
 - d. Penyetelan posisi rel lamel dilakukan sesuai kartu proses
 - e. Pencucukan benang-benang lusi untuk pinggir kain pada gun dan pada sisir dilakukan dengan benar
 - f. Pengikatan seluruh benang lusi pada kain pancingan dilakukan dengan benar
 - g. Gangguan ringan atau yang biasa terjadi diatasi
 - h. Gangguan yang tidak dapat diatasi dilaporkan sesuai prosedur
 - i. Setiap gangguan yang terjadi dicatat sesuai prosedur.
3. Melakukan uji coba operasi proses mesin tenun

- a. Mesin tenun dijalankan sesuai prosedur
 - b. Kelancaran jalannya mesin tenun diamati
 - c. Anyaman kain yang dihasilkan diperiksa
 - d. Mesin tenun diberhentikan sesuai prosedur
 - e. Perbaiki setelan yang belum sesuai dilakukan dengan teliti
 - f. Mesin tenun dimatikan sesuai prosedur.
4. Melaksanakan aturan Kesehatan dan Keselamatan Kerja:
- a. Pekerjaan-pekerjaan dalam menyetel dan melakukan uji coba proses mesin tenun dilakukan dengan mengikuti petunjuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja yang berlaku.

Kompetensi *beam setting* mengharapkan siswa memiliki kemampuan menyetel lalatan benang lusi (*warp beam*), lamel (*dropper rod*), kampran (*heald frame*), dan sisir tenun (*reed*) pada mesin tenun dan memastikan mesin tenun telah siap dioperasikan. Untuk mendapat kompetensi tersebut dilakukan melalui proses pembelajaran praktik dengan mengikuti standar operational prosedur yang ditentukan. Berikut ini skema urutan pemasangan benang lusi pada mesin tenun



Gambar 2.2 Skema urutan pemasangan benang lusi pada mesin tenun

Keterangan :

1. Lalatan tenun (*warp beam*) berfungsi sebagai tempat gulungan benang lusi
2. Rol belakang (*back roll*) berfungsi sebagai pengantar benang lusi
3. Rol gandar layang (*dancing roll*) berfungsi sebagai penyeimbang tegangan benang pada saat gerakan pembentukan mulut lusi oleh gun
4. Lamel (*dropper*) berfungsi sebagai penjaga benang lusi putus
5. Gun (*heald*) berfungsi sebagai pembentuk gerakan mulut lusi dengan sebagian keatas dan sebagian kebawah
6. Sisir (*reed*) berfungsi sebagai pengatur lebar cucukan, kerapatan total benang lusi dan merapatkan benang pakan pada saat pengetekan
7. Balok dada (*breast beam*) berfungsi sebagai pengantar kain
8. Rol gandar parut (*friction roll*) berfungsi sebagai penarik kain
9. Rol penekan (*press roll*) berfungsi sebagai penegang kain
10. Rol penggulung kain (*cloth roll*) berfungsi sebagai tempat gulungan kain.

2.4. *Manual Material Handling* (MMH)

Manual material handling (MMH) dapat diartikan sebagai tugas pemindahan barang, aliran material, produk akhir atau benda-benda lain yang menggunakan manusia sebagai sumber tenaga. Selama ini pengertian MMH hanya sebatas pada kegiatan *lifting* dan *lowering* yang melihat aspek kekuatan vertikal. Padahal kegiatan MMH tidak terbatas pada kegiatan tersebut di atas, masih ada kegiatan *pushing* dan *pulling* dalam kegiatan MMH. Kegiatan MMH yang sering dilakukan oleh pekerja di industri (Suhardi, 2008), yaitu:

1. Kegiatan pengangkatan benda (*lifting task*)
2. Kegiatan pengantaran benda (*caryying task*)
3. Kegiatan mendorong benda (*pushing task*)
4. Kegiatan menarik benda (*pulling task*)

Pemilihan manusia sebagai tenaga kerja dalam melakukan kegiatan penanganan material bukanlah tanpa sebab. Penanganan material secara manual memiliki beberapa keuntungan sebagai berikut :

1. Fleksibel dalam gerakan sehingga memberikan kemudahan pemindahan beban pada ruang terbatas dan pekerjaan yang tidak beraturan.
2. Untuk beban ringan akan lebih murah bila dibandingkan menggunakan mesin.
3. Tidak semua material dapat dipindahkan dengan alat.

Dalam rangka untuk menciptakan suasana kerja yang aman dan sehat maka perlu adanya suatu batasan angkat untuk operator. Berikut ini dijelaskan beberapa batasan angkat secara legal dari berbagai negara bagian benua

Australia yang dipakai untuk industri. Batasan angkat ini dipakai sebagai batasan angkat secara internasional (Nurmianto, 2005). Batasan angkat tersebut, yaitu:

1. Batasan angkat secara legal (*legal limitations*)
 - a) Pria dibawah usia 16 tahun, maksimum angkat adalah 14 kg.
 - b) Pria usia 16-18 tahun, maksimum angkat 18 kg.
 - c) Pria usia lebih dari 18 tahun, tidak ada batasan angkat.
 - d) Wanita usia 16-18 tahun, maksimum angkat 11 kg.
 - e) Wanita usia lebih dari 18 tahun, maksimum angkat 16 kg.

Batasan angkat ini dapat membantu untuk mengurangi rasa nyeri, ngilu pada tulang belakang. Disamping itu akan mengurangi ketidak nyamanan kerja pada tulang belakang, terutama bagi operator untuk pekerjaan berat. Komisi keselamatan dan kesehatan kerja di Inggris, pada tahun 1982 juga telah mengeluarkan peraturan yang berkaitan dengan cara pengangkatan material atau benda kerja yang ditunjukkan tabel berikut ini.

Tabel 2.1 Tindakan yang harus dilakukan sesuai dengan batas angkatnya

Batasan Angkat (Kg)	Tindakan
Di bawah 16	Tidak ada tindakan khusus yang perlu diadakan.
16 - 34	Prosedur administratif dibutuhkan untuk mengidentifikasi ketidak mampuan seseorang dalam mengangkat beban tanpa menanggung resiko yang berbahaya kecuali dengan perantaraan alat bantu tertentu.

34 - 55	Sebaiknya operator yang terpilih dan terlatih. Menggunakan sistem pemindahan material secara terlatih. Harus di bawah pengawasan supervisor (penyelia).
Di atas 55	Harus memakai peralatan mekanis. Operator yang terlatih dan terpilih. Pernah mengikuti pelatihan kesehatan dan keselamatan kerja dalam industri. Harus di bawah pengawasan ketat.

Sumber : Komisi Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Inggris, 1982 dalam Nurmianto, 2005

Berikutnya lembaga *The National Occupational Health and Safety Commission* (*Worksafe* Australia) pada bulan Desember 1986 membuat peraturan untuk pemindahan material secara aman yang dijelaskan pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Tindakan yang sesuai dengan batas angkatnya

Level	Batasan Angkat (Kg)	Tindakan
1	16	Tidak diperlukan tindakan khusus.
2	16 - 25	Tidak diperlukan alat dalam mengangkat. Ditekankan pada metode angkat
3	25 - 34	Tidak diperlukan alat dalam mengangkat. Dipilih <i>job redesign</i> (rancang ulang terhadap tipe pekerjaan)
4	34	Harus dibantu dengan peralatan mekanis.

Sumber : *Worksafe* Australia, 1986 dalam Nurmianto, 2005

2. Batasan angkat secara fisiologi

Metode pengangkatan ini dengan mempertimbangkan rata-rata beban metabolisme dari aktivitas angkat yang berulang (*repetitive lifting*), sebagaimana dapat juga ditemukan jumlah konsumsi oksigen. Hal ini haruslah benar-benar

diperhatikan terutama dalam rangka untuk menentukan batas angkat. Kelelahan kerja yang terjadi dari aktifitas yang berulang-ulang (*repetitive lifting*) akan meningkatkan resiko rasa nyeri pada tulang belakang (*back injures*). M.G. Stevenson (1987) dalam Nurminto (2005) menyatakan bahwa *repetitive lifting* dapat menyebabkan *Cumulative Trauma Injuries* atau *Repetitive Strain Injuries*.

3. Batasan angkat secara psiko-fisik

Metode ini berdasarkan pada sejumlah eksperimen yang berbahaya untuk mendapatkan berat pada berbagai keadaan dan ketinggian yang berbeda-beda. Ada tiga kategori posisi angkat yang didapat, yaitu:

- a) Dari permukaan lantai ke ketinggian genggam tangan (*knuckle height*).
- b) Dari ketinggian genggam tangan (*knuckle height*) ke ketinggian bahu (*shoulder height*).
- c) Dari ketinggian bahu (*shoulder height*) ke maksimum jangkauan tangan vertikal (*vertikal arm reach*).

2.5. Definisi Desain Produk

Desain produk adalah suatu bidang keahlian desain yang mempelajari dan merencanakan benda pakai, yang diproduksi secara industri. Ruang lingkup keahliannya luas, mulai dari benda pakai sederhana seperti perlengkapan rumah tangga, furniture, alat peraga, maupun mainan anak, hingga perlengkapan modern berteknologi tinggi seperti peralatan elektronik otomotif, transportasi, perlengkapan kedokteran, militer, penerbangan serta perkapalan.

Desain produk menekankan perhatian utamanya pada hubungan antar manusia sebagai pemakai dan produk sebagai benda pakai. Penekanannya terdapat pada hubungan timbal balik yang melibatkan pertimbangan yang mencakup aspek teknis, fungsi, psikologi dan pasar. Sehingga pengembangan desain suatu produk memerlukan wawasan yang memadai tentang bahan, proses produksi, perilaku manusia serta tuntutan sosial, budaya dan ekonomi. Suatu produk disamping dituntut tidak hanya memiliki fungsi teknis, ekonomis atau sekedar pemenuhan kebutuhan fisik saja, tetapi juga diharapkan dapat menjawab tuntutan akan fungsi simbolik, keindahan, kenyamanan dan keindahan.

Misha Black dari *Royal College of Art London* berpendapat bahwa benda produk tidak hanya sekedar efisiensi dalam mekanisme dan ekonomi saja, melainkan juga harus memperhatikan faktor moral, sosial dan dampak lingkungan. Merancang suatu bentuk kemudian di proses melalui proses produksi dan hasil akhirnya menjadi suatu barang produk yang dihasilkan dari proses produksi tersebut serta nilai dan kegunaanya dapat memenuhi keinginan konsumen yang disesuaikan dengan perkembangan zaman dan waktu yang berubah-ubah. Desain produk adalah suatu profesi yang kegiatannya berkaitan dengan suatu proses inovasi teknologi.

Desain produk terdiri dari dua kata yaitu desain dan produk menurut kamus besar bahasa Indonesia, desain berarti kerangka bentuk atau rancangan. Sedangkan produk berarti barang atau jasa yang dibuat dan ditambah guna atau nilainya kemudian diproses produksi menjadi hasil akhir proses produksi tersebut.

2.6. Definisi Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa Latin yaitu *ergon* yang berarti “kerja” dan *nomos* yang berarti “hukum alam”. Ergonomi dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain atau perancangan (Nurmianto, 2005). Ergonomi ialah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk merancang sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu, dengan efektif, aman, dan nyaman (Sutalaksana, 2006). Secara umum tujuan dari penerapan ergonomi (Tarwaka, 2004), yaitu:

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.

Hasil yang optimal dapat diperoleh dengan memperhatikan faktor-faktor

yang mempengaruhi manusia dalam kegiatannya. Menurut Mira dalam Wardaningsih (2010), ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam penerapan ergonomi, yaitu :

1. Faktor manusia

Beberapa faktor pembatas yang tidak boleh dilampaui agar dapat bekerja dengan aman, nyaman dan sehat, yaitu yang pertama adalah faktor dari dalam diri manusia (*internal factors*) yang meliputi : umur, jenis kelamin, kekuatan otot, bentuk dan ukuran tubuh, dan lainnya. Yang kedua yaitu faktor dari luar diri manusia (*external factor*) yang dapat mempengaruhi kerja seperti : penyakit, gizi, lingkungan kerja, sosial ekonomi dan lain-lain.

2. Faktor Antropometri

Antropometri yang merupakan pengukuran dimensi tubuh manusia digunakan untuk merancang suatu sarana kerja yang sesuai dengan ukuran tubuh penggunanya. Ukuran alat kerja menentukan sikap, gerak dan posisi manusia, sehingga penerapan antropometri diperlukan untuk menjamin adanya suatu sistem kerja yang baik.

3. Faktor Sikap Tubuh dalam Bekerja

Hubungan manusia dengan sikap dan interaksinya terhadap sarana kerja akan menentukan efisiensi, efektivitas dan produktivitas kerja. Semua sikap tubuh yang tidak alamiah dalam bekerja, misalnya sikap menjangkau barang yang melebihi jangkauan tangannya harus dihindarkan. Penggunaan meja dan kursi kerja ukuran baku oleh orang yang memiliki ukuran tubuh yang lebih tinggi

atau sikap duduk yang terlalu tinggi akan berpengaruh terhadap hasil kerja seseorang.

4. Faktor Manusia dan Mesin

Penggunaan teknologi dalam pelaksanaan suatu proses produksi akan menimbulkan suatu hubungan timbal balik antara manusia sebagai pelaku dengan mesin sebagai pendukung kerja. Dalam proses produksi, hubungan tersebut sangat erat sehingga menjadi suatu kesatuan. Secara ergonomis, hubungan tersebut harus selaras, serasi dan sesuai.

5. Faktor Pengorganisasian Kerja

Pengorganisasian kerja meliputi pembagian waktu kerja, waktu istirahat, kerja lembur dan lain sebagainya. Diperlukan suatu pengaturan waktu kerja dengan waktu istirahat yang baik karena hal tersebut dapat mempengaruhi tingkat kesehatan dan efisiensi kerja dari tenaga kerja.

6. Faktor Pengendalian Lingkungan Kerja

Lingkungan kerja adalah faktor yang mendorong semangat dan efisiensi kerja dari manusia. Lingkungan kerja yang buruk, dimana melebihi toleransi manusia untuk menghadapinya, akan menurunkan produktivitas kerja dan dapat menyebabkan kecelakaan kerja, cedera serta keluhan akan kurangnya rasa aman, nyaman, sehat, dan selamat dari manusia pada lingkungan kerja tersebut. Untuk pengendalian lingkungan kerja dapat dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu pengendalian secara teknik, secara administratif dan dengan pemberian alat pelindung diri (APD).

2.7. Pengertian Pengertian *Rapid Entire Body Assessment* (REBA)

REBA atau *Rapid Entire Body Assessment* dikembangkan oleh Dr. Sue Hignett dan Dr. Lynn McAtamney yang merupakan ergonom dari universitas di Nottingham (*University of Nottingham's Institute of Occupational Ergonomics*). Pertama kali dijelaskan dalam bentuk jurnal aplikasi ergonomi pada tahun 2000.

Rapid Entire Body Assessment adalah sebuah metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomi dan dapat digunakan secara cepat untuk menilai posisi kerja atau postur leher, punggung, lengan, pergelangan tangan dan kaki seorang operator. Selain itu metode ini juga dipengaruhi oleh faktor *coupling*, beban eksternal yang ditopang oleh tubuh serta aktivitas pekerja. Penilaian dengan menggunakan REBA tidak membutuhkan waktu lama untuk melengkapi dan melakukan *scoring general* pada daftar aktivitas yang mengindikasikan perlu adanya pengurangan resiko yang diakibatkan postur kerja operator (nur-w.blogspot.com,2009).

REBA dikembangkan tanpa membutuhkan piranti khusus. Ini memudahkan peneliti untuk dapat dilatih dalam melakukan pemeriksaan dan pengukuran tanpa biaya peralatan tambahan. Pemeriksaan REBA dapat dilakukan di tempat yang terbatas tanpa mengganggu pekerja. Penilaian menggunakan metode REBA yang telah dilakukan oleh Dr. Sue Hignett dan Dr. Lynn Mc Atamney dijelaskan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Tahap pertama adalah pengambilan data postur pekerja dengan menggunakan bantuan video atau foto.

Untuk mendapatkan gambaran sikap postur pekerja dari leher, punggung, lengan, pergelangan tangan hingga kaki secara terperinci dilakukan dengan merekam atau memotret postur tubuh pekerja. Hal ini dilakukan supaya peneliti mendapatkan data postur tubuh secara detail, sehingga dari hasil rekaman dan hasil foto bisa didapatkan data akurat untuk tahap perhitungan serta analisis selanjutnya.

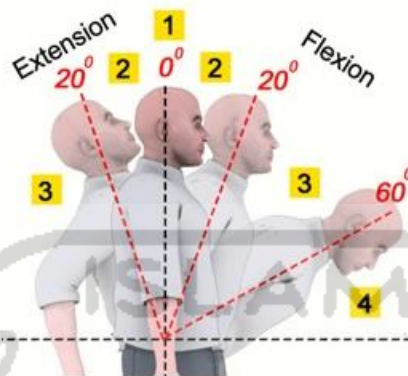
2. Tahap kedua penentuan sudut dari bagian tubuh pekerja.

Setelah didapatkan hasil rekaman dan foto postur tubuh dari pekerja dilakukan perhitungan besar sudut dari masing-masing segmen tubuh yang meliputi punggung atau batang tubuh, leher, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan dan kaki. Pada metode REBA segmen-segmen tubuh tersebut dibagi menjadi dua kelompok yaitu grup A meliputi punggung, leher dan kaki. Sementara grup B meliputi lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan. Data sudut segmen tubuh pada masing-masing grup dapat diketahui skornya, kemudian dengan skor tersebut digunakan untuk melihat tabel A untuk grup A dan tabel B untuk grup B agar diperoleh skor untuk masing - masing tabel.

Tabel 2.3 Skor pergerakan punggung (batang tubuh)

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
Tegak/alamiah	1	+1 Jika memutar/miring kesamping
$0^{\circ} - 20^{\circ}$ flexion $0^{\circ} - 20^{\circ}$ extension	2	
$20^{\circ} - 60^{\circ}$ flexion $>20^{\circ}$ extension	3	
$>60^{\circ}$ flexion	4	

Pada tabel 2.3 di atas pergerakan punggung dapat ditunjukkan pada gambar 2.3 berikut ini.



Sumber : nur-w.blogspot.com,2009

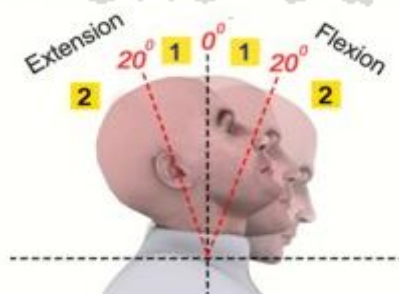
Gambar 2.3 Range pergerakan punggung

Skor pergerakan leher dapat ditunjukkan seperti pada tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.4 Skor pergerakan leher

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
$0^{\circ} - 20^{\circ}$ flexion	1	+1 Jika memutar/miring kesamping
$>20^{\circ}$ flexion atau extension	2	

Gambar pergerakan leher dapat ditunjukkan pada gambar 2.4 berikut ini.



Sumber : nur-w.blogspot.com,2009

Gambar 2.4 Range pergerakan leher

Skor postur kaki ditunjukkan seperti pada tabel 2.5 di bawah ini.

Tabel 2.5 Skor postur kaki

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
Kaki tertopang, bobot tersebar merata, jalan atau duduk	1	+1 Jika lutut antara 30° Dan 60° flexion
Kaki tidak tertopang, bobot tersebar merata/postur tidak stabil	2	+2 Jika lultut $>60^{\circ}$ flexion(Tidak ketika duduk)

Postur kaki dapat ditunjukkan pada gambar 2.5 berikut ini.



Sumber : nur-w.blogspot.com,2009

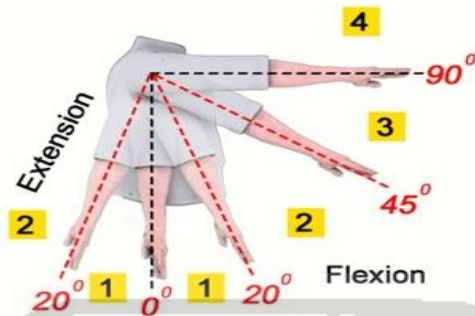
Gambar 2.5 Range pergerakan kaki

Skor pergerakan lengan atas dapat ditunjukkan seperti pada tabel 2.6 di bawah ini.

Tabel 2.6 Skor pergerakan lengan atas

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
20° extension sampai 20° flexion	1	+1 Jika posisi lengan: - adducted - rotated
$>20^{\circ}$ extension 20° - 45° flexion	2	+1 jika bahu ditinggikan
45° - 90° flexion	3	-1 jika besandar, bobot lengan ditopang atau sesuai gravitasi
$>90^{\circ}$ flexion	4	

Pergerakan lengan atas dapat ditunjukkan pada gambar 2.6 berikut ini.



Sumber : nur-w.blogspot.com,2009

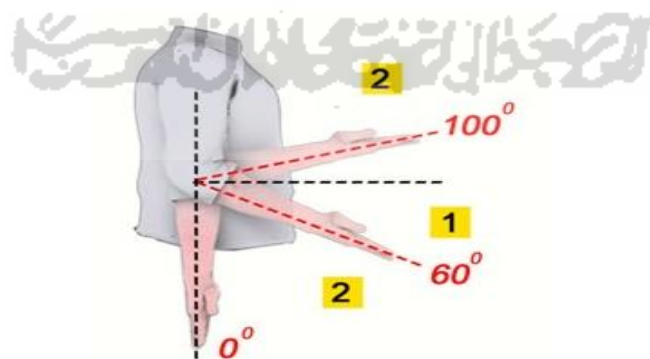
Gambar 2.6 Range pergerakan lengan atas

Skor pergerakan lengan bawah dapat ditunjukkan seperti pada tabel 2.7 di bawah ini.

Tabel 2.7 Skor pergerakan lengan bawah

Pergerakan	Skor
$60^{\circ} - 100^{\circ}$ flexion	1
$<20^{\circ}$ flexion atau $>100^{\circ}$ flexion	2

Pergerakan lengan bawah dapat ditunjukkan pada gambar 2.7 berikut ini.



Sumber : nur-w.blogspot.com,2009

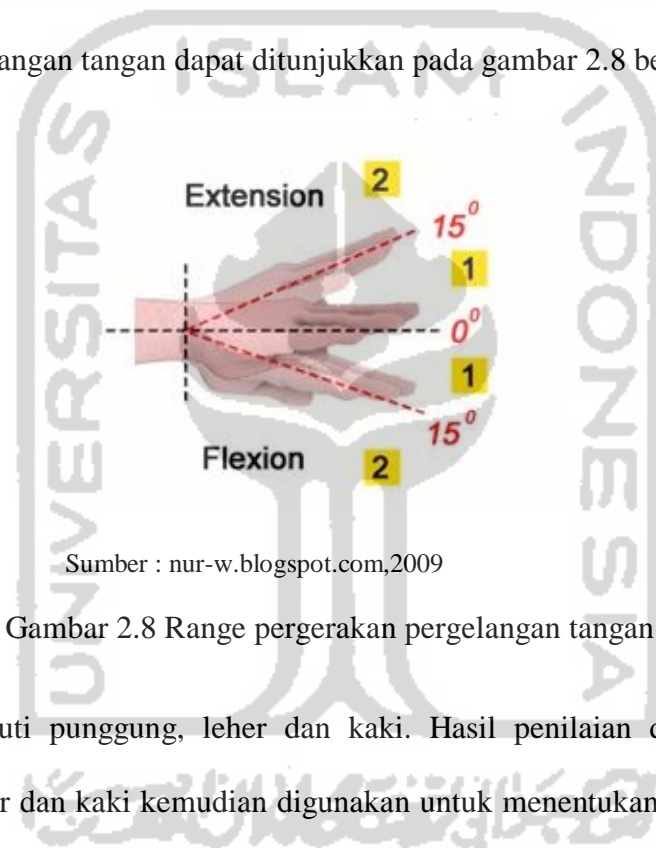
Gambar 2.7 Range pergerakan lengan bawah

Skor pergelangan tangan dapat ditunjukkan seperti pada tabel 2.8 di bawah ini.

Tabel 2.8 Skor pergelangan tangan

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
$0^{\circ} - 15^{\circ}$ <i>flexion/extension</i>	1	+1 Jika pergelangan tangan menyimpang / berputar
$>15^{\circ}$ <i>flexino/ extension</i>	2	

Gerakan pergelangan tangan dapat ditunjukkan pada gambar 2.8 berikut ini.



Sumber : nur-w.blogspot.com,2009

Gambar 2.8 Range pergerakan pergelangan tangan

Grup A meliputi punggung, leher dan kaki. Hasil penilaian dari pergerakan punggung, leher dan kaki kemudian digunakan untuk menentukan skor A dengan menggunakan tabel 2.11 di bawah ini.

Tabel 2.9 Tabel A

Punggung	Leher												
	Kaki	1				2				3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
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
Beban													
0		1				2				+1			
<5kg		5-10kg				>10kg				Penambahan beban secara tiba-tiba atau secara cepat			

Sementara grup B meliputi lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan. Hasil penilaian dari pergerakan lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan kemudian digunakan untuk menentukan skor B dengan menggunakan tabel 2.10 di bawah ini.

Tabel 2.10 Tabel B

Lengan atas	Pergelangan	Lengan bawah					
		1			2		
		1	2	3	1	2	3
1		1	2	3	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
Coupling							
0 – Good		1 - Fair		2 - Poor		3 - Unacceptable	
Pegaangan pas dan tepat ditengah, genggamannya kuat		Pegangan tangan bisa diterima tapi tidak ideal/ <i>coupling</i> lebih sesuai digunakan oleh bagian lain dari tubuh		Pegangan tangan tidak bisa diterima walaupun memungkinkan		Dipaksakan, genggamannya yang tidak aman, tanpa pegangan <i>coupling</i> tidak sesuai digunakan oleh bagian lain dari tubuh	

Hasil skor yang diperoleh dan tabel A dan tabel B digunakan untuk melihat tabel

C sehingga didapatkan skor dari tabel C.

Tabel 2.11 Tabel C

		Score A												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Score 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	8	8	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12	
		Activity Score												
		+1 = Jika 1 atau lebih bagian tubuh statis, ditahan lebih dari 1 menit	+1 = Jika pengulangan gerakan dalam rentang waktu singkat, diulang lebih dari 4 kali permenit (tidak termasuk berjalan)						+1 = Jika gerakan menyebabkan perubahan atau pergeseran postur yang cepat dari posisi awal					

3. Tahap ketiga penentuan berat benda yang diangkat, *coupling* dan aktivitas pekerja.

Selain *skoring* pada masing-masing segmen tubuh, faktor lain yang perlu disertakan adalah berat beban yang diangkat, *coupling* dan aktivitas pekerjaanya. Masing-masing faktor tersebut juga mempunyai kategori skor. Besarnya skor berat beban yang diangkat dapat ditunjukkan seperti pada tabel 2.12 di bawah ini.

Tabel 2.12 *Load* atau *force*

<i>Load/Force</i>			
0	1	2	1
<5kg	5-10kg	>10kg	<i>shock or rapid build up</i>

Besarnya skor *coupling* dapat ditunjukkan seperti pada tabel 2.13 di bawah ini.

Tabel 2.13 Tabel *coupling*

<i>Coupling</i>			
<i>0 Good</i>	<i>1 fair</i>	<i>2 Poor</i>	<i>3 Unacceptable</i>
<i>Well-fitting handle and a mid-range power grip</i>	<i>hand hold acceptable but not ideal, or coupling is acceptable via another part of the body</i>	<i>Hand hold not acceptable although possible</i>	<i>Awkward, unsafe grip, no handles; coupling is unacceptable using other parts of the body</i>

Sementara itu besarnya skor *activity* dapat ditunjukkan seperti pada tabel 2.14 di bawah ini.

Tabel 2.14 Tabel *activity*

<i>Activity</i>	
+1	<i>1 more body parts static (held > 1 min)</i>
+1	<i>repeated > 4 per min in small range (not walking)</i>
+1	<i>rapid large changes in posture or unstable base</i>

4. Tahap keempat perhitungan nilai REBA untuk postur yang bersangkutan.

Setelah didapatkan skor dari tabel A kemudian dijumlahkan dengan skor untuk berat beban yang diangkat sehingga didapatkan nilai bagian A. Sementara skor dari tabel B dijumlahkan dengan skor dari tabel *coupling* sehingga didapatkan nilai bagian B. Nilai bagian A dan bagian B dapat digunakan untuk mencari nilai bagian C dari tabel C yang ada. Nilai REBA didapatkan dari hasil penjumlahan nilai bagian C dengan nilai aktivitas pekerja. Nilai REBA tersebut dapat diketahui level resiko pada *musculoskeletal* dan tindakan yang perlu

dilakukan untuk mengurangi resiko serta perbaikan kerja.

Level resiko yang terjadi dapat diketahui berdasarkan nilai REBA. Level resiko dan tindakan yang harus dilakukan dapat dilihat pada tabel 2.15 berikut ini.

Tabel 2.15 Level resiko dan tindakan

Action Level	Skor REBA	Level Resiko	Tindakan Perbaikan
0	1	Bisa diabaikan	Tidak perlu
1	2-3	Rendah	Mungkin perlu
2	4-7	Sedang	Perlu
3	8-10	Tinggi	Perlu segera
4	11-15	Sangat tinggi	Perlu saat ini juga

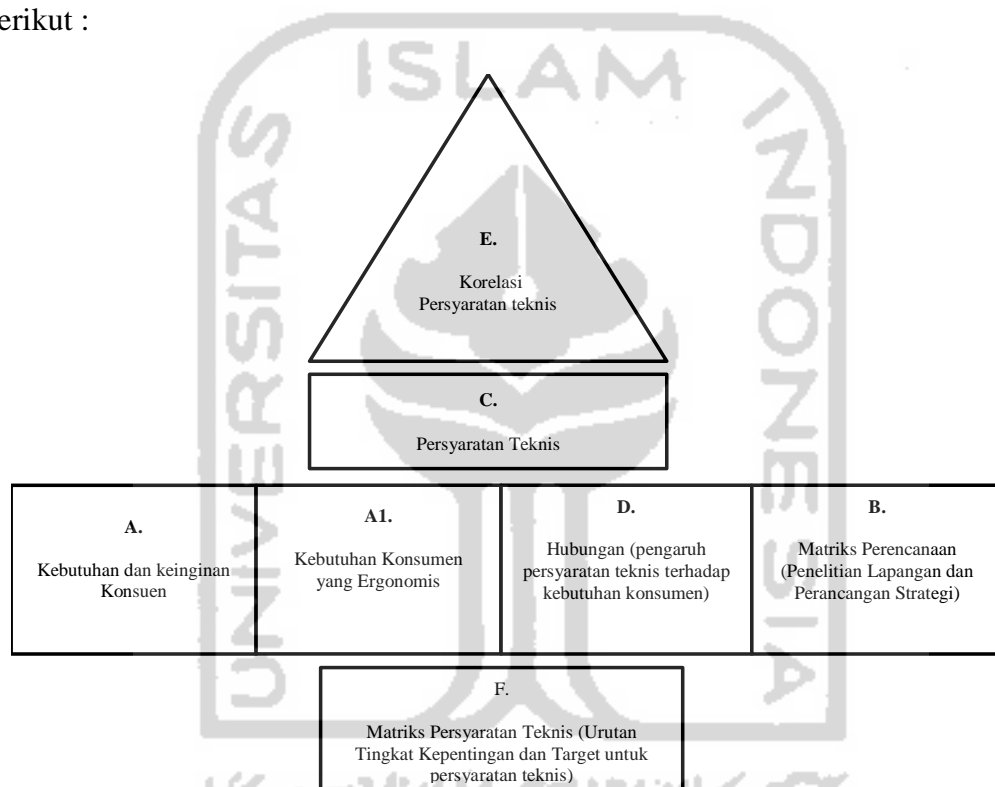
Pada tabel 2.15 yang merupakan tabel resiko diatas dapat diketahui dengan nilai REBA yang didapatkan dari hasil perhitungan sebelumnya dapat diketahui level resiko yang terjadi dan perlu atau tidaknya tindakan dilakukan untuk perbaikan. Perbaikan kerja yang mungkin dilakukan antara lain berupa perancangan ulang peralatan kerja berdasarkan prinsip- prinsip Ergonomi.

2.8. Metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD)

Ergonomic Function Deployment (EFD) adalah metode untuk memudahkan selama proses perancangan, pembuatan keputusan “direkam” dalam bentuk matriks-matriks matriks sehingga dapat diperiksa ulang serta dimodifikasi di masa yang mendatang, dan dengan metode tersebut dapat diketahui ergonomis atau tidaknya hasil rancangan (Wibowo et al., 2011). *Ergonomic Function Deployment* (EFD) merupakan pengembangan dari *Quality Function Deployment* (QFD) yaitu dengan menambahkan hubungan baru antara keinginan konsumen

dan aspek ergonomi dari produk. Hubungan ini akan melengkapi bentuk matriks *House of Ergonomic* (HOE) yang juga diterjemahkan ke dalam aspek-aspek ergonomi yang diinginkan (Surya et al., 2015).

Dapat dilihat pada gambar 2.3 Matrik *House of Ergonomics* yang digunakan pada *Quality Function Deployment* dikembangkan menjadi seperti berikut :



Sumber : Damayanti dalam Adrianto, 2014

Gambar 2.9 Matrik *House of Quality*

1. Pada bagian A berisi sejumlah kebutuhan dan keinginan pelanggan, penentuan keinginan konsumen inilah yang biasanya ditentukan berdasarkan penelitian lapangan kualitatif.
2. Bagian A1 merupakan terjemahan kebutuhan konsumen yang termasuk dalam aspek ergonomi. Penterjemahan ini harus dilakukan secara tepat agar

memudahkan tim perancang menentukan karakteristik aspek teknisnya.

3. Bagian B : *Planning Matrix*

Untuk mengetahui posisi relatif produk terhadap produk pesaing. Bagian ini berisi tiga tipe informasi:

- a. Data pasar kuantitatif, yaitu yang mengindikasikan tingkat kepentingan dan kepuasan relatif dari tiap kebutuhan dan keinginan konsumen terhadap produk perusahaan dan tingkat kepuasan relatif konsumen terhadap produk pesaing.
- b. Setingan capaian (*goal setting*) untuk produk atau jasa yang akan diluncurkan.
- c. Perhitungan untuk pengurutan keinginan dan kebutuhan konsumen.

4. Bagian C : *Technical Response*

Terdiri dari karakteristik teknis yang mendeskripsikan desain layanan dan aplikasi produk yang dirancang. Karakteristik teknis ini diturunkan dari *Voice of customer* pada bagian A, disebut juga dengan *Voice of Company*. Secara sederhana dapat disusun dengan bantuan model “*Whats Vs How*”. Perlu ditentukan juga arah peningkatan atau target terbaik yang dapat dicapai.

5. Bagian D : *Inter-Relationships*

Berisi pertimbangan penilaian keterkaitan hubungan antara elemen - elemen karakteristik teknis pada bagian C dengan setiap kebutuhan pelanggan pada bagian A.

6. Bagian E : *Technical Corelations*

Terdiri dari penilaian tim perancang terhadap implementasi keterkaitan antar elemen-elemen karakteristik teknis (bagian C). Korelasi ini tergantung kepada *direction of goodness* dari masing-masing karakteristik teknis. Lima kemungkinan diantaranya adalah :

- a. *Strong positive impact*, artinya mengadakan perubahan pada karakteristik teknis 1 ke arah *direction of goodness*-nya akan menimbulkan pengaruh positif kuat pada *direction of goodness* karakteristik teknis 2.
- b. *Moderate positive impact*, artinya mengadakan perubahan pada karakteristik 1 ke arah *direction of goodness*-nya akan menimbulkan pengaruh positif yang moderat pada *direction of goodness* karakteristik teknis 2.
- c. *No impact*, artinya mengadakan perubahan pada karakteristik teknis 1 ke arah *direction of goodness*-nya tidak akan menimbulkan pengaruh pada *direction of goodness* karakteristik teknis 2.
- d. *Moderate negative impact*, artinya mengadakan perubahan pada karakteristik teknis 1 ke arah *direction of goodness*-nya akan menimbulkan pengaruh negatif pada *direction of goodness* karakteristik teknis 2.
- e. *Strong negative impact*, artinya mengadakan perubahan pada karakteristik teknis 1 ke arah *direction of goodness*-nya akan menimbulkan pengaruh negatif kuat pada *direction of goodness* karakteristik teknis 2.

7. Bagian F : Target Matrix

Berisikan tiga macam jenis data, yaitu:

- a. Tingkat kepentingan (ranking) persyaratan teknis.
- b. *Technical benchmarking* dari produk yang dibandingkan yaitu menguraikan informasi pengetahuan mengenai keunggulan *technical response* pesaing.
- c. Target kinerja karakteristik teknis dari produk yang dikembangkan.

2.9. Pengertian Antropometri

Antropometri merupakan bahasa Yunani yang memiliki arti, “*anthro*” yaitu manusia dan “*metri*” yaitu ukuran. Sehingga *antropometri* adalah studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Bidang antropometri meliputi berbagai ukuran tubuh manusia seperti berat badan, posisi ketika duduk, ketika merentangkan tangan, lingkar tubuh, panjang tungkai, dan sebagainya (Wignjosoebroto dalam Wiranata, 2011). Antropometri berperan penting dalam bidang perancangan industri, perancangan produk, ergonomik, dan arsitektur. Data statistik tentang distribusi dimensi tubuh dari suatu populasi diperlukan untuk menghasilkan produk yang optimal.

Setiap manusia memiliki berbagai ukuran tubuh yang berbeda, seperti berat badan (ringan, sedang, dan berat), ukuran tinggi tubuh ketika posisi berdiri (kecil, sedang, dan tinggi), lingkar tubuh (kecil, sedang, dan besar) serta posisi ketika merentangkan tangan, panjang tungkai, dan sebagainya. Data tersebut digunakan untuk berbagai keperluan, seperti perancangan stasiun kerja, fasilitas kerja, dan desain produk agar diperoleh ukuran-ukuran yang sesuai dan layak dengan dimensi anggota tubuh manusia yang akan menggunakannya.

Dengan tersedianya data antropometri, maka kita dapat mengetahui ukuran yang presisi dan akurat untuk merancang suatu stasiun kerja dan mendesain suatu produk. Kita dapat mengetahui jarak yang sesuai dan ergonomis ketika terdapat interaksi antara operator dengan alat pendukung kerja di sekitarnya. Kita juga dapat mengetahui desain yang tepat dan ergonomis ketika membuat sebuah produk seperti kursi, meja, jok mobil, dan produk lainnya.

Prinsip - prinsip dalam penerapan data antropometri adalah sebagai berikut:

1. Prinsip perancangan bagi individu dengan ukuran ekstrim.

Berdasarkan prinsip ini, rancangan yang dibuat bisa digunakan oleh individu ekstrim yaitu terlalu besar atau kecil dibandingkan dengan rata-rata populasi agar memenuhi sasaran, maka digunakan persentil besar (persentil ke-90, ke-95 atau ke-99) atau persentil kecil (persentil ke-1, ke-5 atau ke-10).

2. Prinsip perancangan yang bisa disesuaikan.

Rancangan bisa diubah-ubah ukurannya, sehingga cukup fleksibel untuk diaplikasikan pada berbagai ukuran tubuh (berbagai populasi). Dengan menggunakan prinsip ini maka kita dapat merancang produk yang dapat disesuaikan dengan keinginan konsumen.

3. Prinsip perancangan dengan ukuran rata – rata.

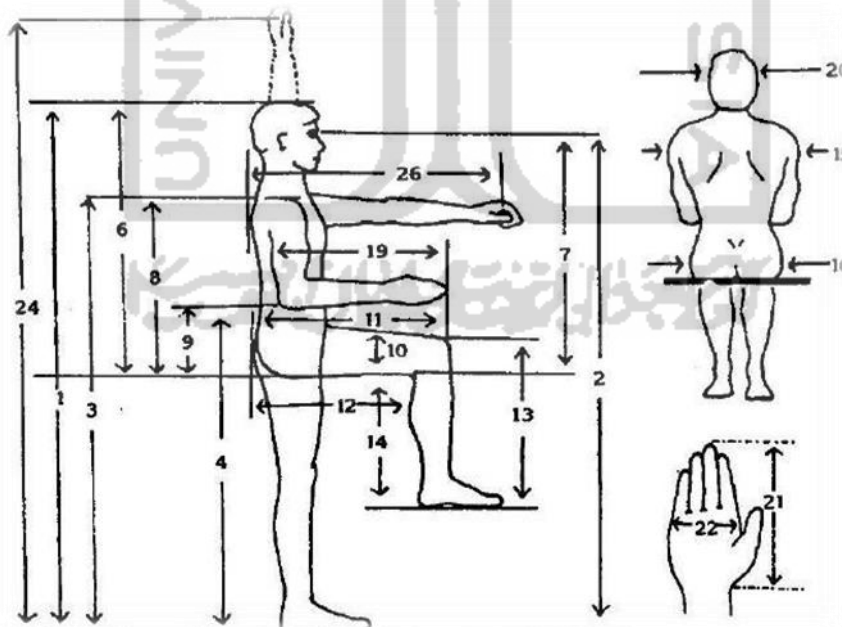
Rancangan didasarkan atas rata – rata ukuran manusia. Prinsip ini dipakai jika peralatan yang didesain harus dapat dipakai untuk berbagai ukuran tubuh manusia.

2.9.1. Pertimbangan antropometri

Dalam pengambilan data antropometri dapat dilakukan dengan menggunakan dua pengukuran, yaitu :

1. Pengukuran Dimensi Struktur Tubuh (*Structural Body Dimension*)

Pengukuran ini diukur dengan berbagai posisi standar dan tidak bergerak (tetap tegak sempurna). Pengukuran dimensi struktur tubuh ini juga dikenal dengan istilah *static anthropometry*. Contoh dalam pengukuran dimensi struktur tubuh ini meliputi berat badan, tinggi tubuh dalam posisi duduk maupun berdiri, lebar tubuh, panjang lengan, dan sebagainya yang dapat dilihat pada gambar 2.4. Ukuran pada dimensi ini dapat diidentifikasi dengan menggunakan berbagai persentil tertentu seperti persentil ke-5, ke-50, dan ke-95.



Sumber : Wignjosoebroto dalam Wiranata, 2011

Gambar 2.10 Antropometri tubuh manusia yang diukur dimensinya

Keterangan gambar di atas adalah sebagai berikut:

- 1 = dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai s/d ujung kepala)
- 2 = tinggi mata dalam posisi tegak
- 3 = tinggi bahu dalam posisi tegak
- 4 = tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus)
- 5 = tinggi kepalan tangan yang terjujur lepas dalam posisi tegak (tidak ditunjukkan dalam gambar)
- 6 = tinggi tubuh dalam posisi duduk (diukur dari alas tempat duduk/pantat sampai dengan kepala)
- 7 = tinggi mata dalam posisi duduk
- 8 = tinggi bahu dalam posisi duduk
- 9 = tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus)
- 10 = tebal atau lebar paha
- 11 = ujung paha yang diukur dari pantat s/d ujung lutut
- 12 = panjang paha yang diukur dari pantat s/d bagian belakang dari lutut /betis
- 13 = tinggi lutut yang bisa diukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk
- 14 = tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan paha
- 15 = lebar dri bahu (bisa diukur dalam posisi berdiri ataupun duduk)
- 16 = lebar pinggul / pantat
- 17= lebar dari dada dalam keadaan membusung(tidak ditunjukkan dalam gambar)
- 18 = lebar perut
- 19 = panjang siku yang diukur dari siku sampai dengan ujung jari

20 = lebar kepala

21 = panjang tangan diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari

22 = lebar telapak tangan

23= lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar-lebar kesamping kiri-kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar)

24 = tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai sampai tangan yang terjangkau lurus keatas (vertikal)

25 = tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak, diukur seperti halnya no.24 tetapi dalam posisi duduk (tidak ditunjukkan dalam gambar)

26 = jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan.

2. Pengukuran dimensi fungsional tubuh (*Functional Body Dimension*)

Pengukuran ini dilakukan terhadap posisi tubuh pada saat melakukan gerakan-gerakan tertentu yang berkaitan dengan gerakan-gerakan kerja atau dalam posisi yang dinamis. Tujuan adanya pengukuran dimensi fungsional adalah mendapatkan ukuran tubuh yang berkaitan dengan gerakan-gerakan yang diperlukan tubuh untuk melaksanakan kegiatan-kegiatan tertentu. Cara pengukuran dimensi fungsional tubuh seperti perancangan fasilitas ataupun ruang kerja atau perancangan kursi mobil, dimana posisi tubuh saat melakukan gerakan mengoperasikan kemudi, pedal, *handrem* dan jarak antara dengan atap mobil maupun *dashboard* dalam menggunakan antropometri dinamis.

Data antropometri dapat digunakan sebagai dasar acuan untuk menentukan dimensi alat yang akan dirancang. Perancangan menggunakan data antropometri akan membuat alat yang dirancang sesuai dengan penggunaannya sehingga penggunaan alat tersebut dapat memenuhi prinsip-prinsip ergonomi. Menurut Wignjosoebroto (2008: 52) ada tiga prinsip yang harus diperhatikan dalam melakukan perancangan sebuah produk yaitu:

1. Prinsip perancangan bagi individu dengan ukuran ekstrim.

Berdasarkan prinsip ini, rancangan yang dibuat bisa digunakan oleh individu ekstrim yaitu terlalu besar atau kecil dibandingkan dengan rata-ratanya agar memenuhi sasaran, maka digunakan persentil besar (90th, 95th atau 99th persentil) atau persentil kecil (1th, 5th atau 10th persentil).

2. Prinsip perancangan yang bisa disesuaikan.

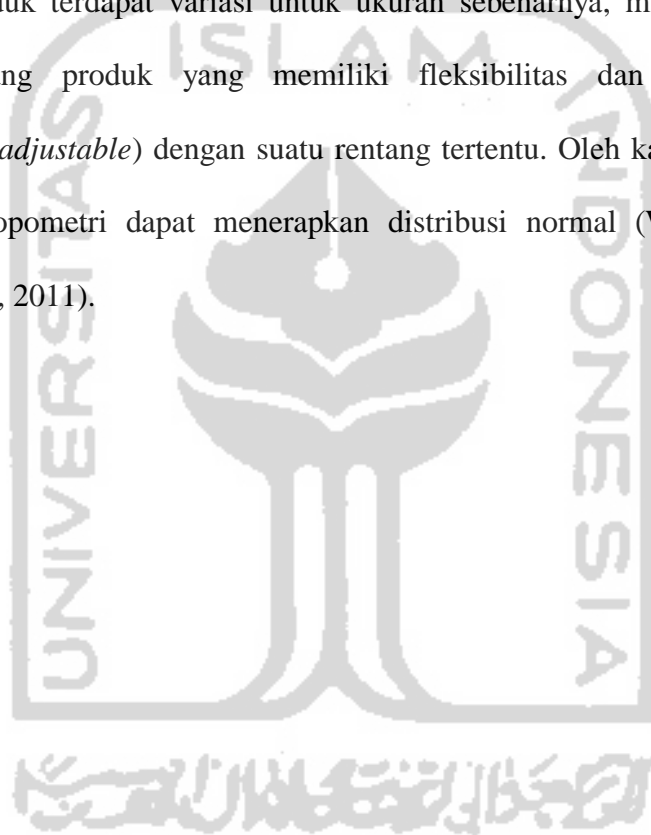
Rancangan bisa diubah – ubah ukurannya, sehingga cukup fleksibel untuk diaplikasikan pada berbagai ukuran tubuh (berbagai populasi). Dengan menggunakan prinsip ini maka kita dapat merancang produk yang dapat disesuaikan dengan keinginan konsumen. Misalnya kursi pengemudi pada kendaraan.

3. Prinsip perancangan dengan ukuran rata – rata.

Rancangan didasarkan atas rata – rata ukuran manusia. Prinsip ini dipakai jika peralatan yang didesain harus dapat dipakai untuk berbagai ukuran tubuh manusia.

2.9.2. Persentil

Sebagian besar data antropometri dinyatakan dalam bentuk persentil. Suatu populasi untuk kepentingan studi dibagi dalam seratus kategori prosentase, dimana nilai tersebut akan diurutkan dari terkecil hingga terbesar pada suatu ukuran tubuh tertentu. Persentil menunjukkan suatu nilai prosentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau di bawah nilai tersebut. Apabila dalam mendesain produk terdapat variasi untuk ukuran sebenarnya, maka seharusnya dapat merancang produk yang memiliki fleksibilitas dan sifat mampu menyesuaikan (*adjustable*) dengan suatu rentang tertentu. Oleh karena itu, untuk penetapan antropometri dapat menerapkan distribusi normal (Wignjosoebroto dalam Wiranata, 2011).



BAB III

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah studi kasus penggunaan kereta lalatan benang lusi (*beam trolley*) pada suatu unit produksi pertenunan. Pada penelitian ini dilakukan dengan observasi langsung unit produksi pertenunan. Observasi ini dilakukan dengan mengukur dimensi fisik pada alat bantu yang telah ada dan membagikan lembar kuesioner kepada peserta praktikum dan instruktur untuk menentukan bagian alat bantu yang akan dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan dan keinginan pengguna. Selanjutnya dilakukan proses pengukuran antropometri orang Indonesia untuk merancang kereta yang ergonomis sesuai dengan antropometri orang Indonesia. Pada penelitian ini hasil observasi akan dianalisa menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) untuk memudahkan selama proses perancangan dan pengambilan keputusan. Selanjutnya dilakukan proses perencanaan modifikasi untuk menghasilkan gambar rancangan usulan perbaikan kereta lalatan benang lusi (*beam trolley*) tersebut.

Metode penelitian menjelaskan tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari objek penelitian, jenis data, metode pengumpulan data, metode pengolahan, metode analisis data, dan diagram alir penelitian.

3.1. Subjek dan Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Unit Produksi Pertenunan SMK Negeri 3 Kota Pekalongan. Objek penelitian adalah merancang ulang kereta lalatan benang lusi

(*beam trolley*). Subjek penelitian dilakukan terhadap sejumlah 60 sampel terdiri dari siswa dan instruktur pada Program Keahlian Teknik Pembuatan Kain SMK Negeri 3 Kota Pekalongan dengan kriteria adalah:

- Kelas XI dan XIII
- Umur: 15 – 58 tahun
- Jenis kelamin: Laki-laki dan perempuan
- Sehat dan tidak cacat

Proses pengambilan data dilakukan pada saat melaksanakan praktik pemindahan dan pemasangan lalatan benang lusi baik dari mesin persiapan maupun saat pemasangan lalatan pada mesin tenun.



Gambar 3.1 Pekerjaan menaikan lalatan benang lusi pada kereta



Gambar 3.2 Proses pemindahan lalatan benang lusi



Gambar 3.3 Pekerjaan pemasangan lalatan benang lusi pada mesin tenun

3.2. Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang diperoleh langsung dari objek lapangan. Data tersebut antara lain keinginan konsumen atau pengguna kereta lalatan untuk praktik pemasangan benang lusi.

Data diperoleh melalui penyebaran kuisioner dengan responden para siswa dan instruktur yang melakukan praktik *beam setting* untuk mengidentifikasi kebutuhan konsumen dengan menentukan atribut yang penting. Untuk menentukan dimensi rancangan ulang kereta lalatan dibutuhkan data pengukuran tubuh pengguna untuk dicatat pada lembar tabel antropometri.

Pengukuran praktik yang paling baik adalah secara langsung dengan observasi yang dilakukan untuk menilai praktik, keluhan biometric dan keinginan responden secara langsung menggunakan *check list* sesuai dengan kondisi lapangan (Notoatmodjo 2010). Dan sebagai data pendukung penelitian ini juga menggunakan data sekunder berupa informasi-informasi yang diperoleh dari studi literatur yang berhubungan dengan objek penelitian.

3.3. Populasi dan Sampel

3.3.1. Populasi

Menurut Priyatno (2014:8) populasi merupakan kumpulan subjek atau objek yang diteliti. Subjek atau objek bisa berbentuk benda, manusia, gejala-gejala atau peristiwa sebagai sumber data dan menentukan kuantitas tertentu serta sumber data dan untuk menentukan dalam keberhasilan penelitian. Menurut Kuncoro (2013:118) Populasi adalah suatu kelompok dari elemen penelitian, dimana elemen adalah bagian terkecil yang merupakan sumber data yang diperlukan, elemen merupakan unit dimana data yang diperlukan akan dikumpulkan. Dalam penelitian ini yang dijadikan sebagai objek populasi adalah

siswa peserta praktikum dan instruktur di Unit Produksi Pertenunan SMK Negeri 3 Kota Pekalongan sebanyak 150 orang.

3.3.2. Sampel

Menurut Sulisty (2010:22) menjelaskan bahwa sampel adalah sebagian dari populasi yang akan diteliti. Pengambilan sampel adalah proses memilih sejumlah elemen secukupnya dari populasi (Juliansyah, 2015: 148). Sedangkan menurut Kuncoro (2013:118), sampel adalah himpunan bagian (*subset*) dari unit populasi, selain itu sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut.

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan *non-probability sampling*, dengan cara *purposive sampling* atau sampel bersyarat yaitu teknik pengambilan sampel dengan pertimbangan tertentu sehingga relevan dengan rancangan penelitian. Pada praktiknya penyebaran kuesioner dikombinasikan dengan menggunakan metode *convenience*, dengan alasan mudah ditemui dan dalam penelitian memiliki kebebasan untuk memilih sampel yang paling murah dan cepat (Arsyad dalam penelitian Riyanto, 2006).

Pada penelitian ini, peneliti mengambil sampel dengan menggunakan rumus *slovin* dimana peneliti menggunakan sampel dari populasi dengan rumus:

$$n = \frac{N}{1+Ne^2} \quad (3.1)$$

Dimana :

n = Jumlah Sampel

N = Ukuran Populasi

e = Taraf Kesalahan (0,1)

Menurut data yang diperoleh selama penelitian, jumlah populasi atau responden yang ditemui selama penelitian adalah 150 orang, sehingga jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

$$n = \frac{N}{1+Ne^2}$$

$$n = \frac{150}{1+150 \times (0,1)^2}$$

$$n = 60 \text{ orang}$$

Berdasarkan perhitungan rumus *slovin* maka sampel yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 60 orang.

Dari data kuesioner selanjutnya dapat dihitung nilai harapan atau persentase skor pilihan responden atas atribut redesain kereta lalatan benang lusi (*beam trolley*). Perhitungan nilai harapan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Menghitung skor total masing-masing atribut komponen.
- b. Membagi skor tersebut dengan jumlah responden dan disajikan dalam bentuk persen.

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Skor total tiap pertanyaan}}{\text{Jumlah pemilih}} \times 100\% \quad (3.2)$$

3.4. Pengumpulan Data *Ergonomic Function Deployment* (EFD)

Ergonomic Function Deployment (EFD) merupakan hubungan antara keinginan konsumen dan aspek ergonomi dari produk. Hubungan ini akan

melengkapi bentuk matrik *House of Quality* yang juga diterjemahkan ke dalam aspek-aspek ergonomi yang diinginkan. Matrik *House of Ergonomic* dalam penelitian ini metode disempurnakan dengan pendekatan antropometri.

Adapun langkah dalam metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi atribut produk

Identifikasi produk diperlukan untuk mengetahui atribut produk yang akan dikembangkan dan sesuai dengan keinginan konsumen. Atribut produk yang digunakan diturunkan dari aspek ergonomi, yaitu ENASE (Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, dan Efisien).

- a. Efektif, adalah tercapainya sasaran atau target yang telah ditentukan.
- b. Nyaman, adalah suatu kondisi dimana seseorang berada dalam kondisi tanpa kecemasan.
- c. Aman, adalah suatu kondisi dimana seseorang dikondisikan untuk memberikan tingkat stabil, biasanya bebas dari resiko.
- d. Sehat, adalah menghilangkan hal-hal yang bias mengakibatkan gangguan kesehatan atau sakit.
- e. Efisien, sasaran dapat dicapai dengan upaya, biaya, dan pengorbanan yang rendah.

2. Desain kuesioner

Kuisisioner digunakan untuk mengetahui kebutuhan-kebutuhan pengguna terhadap kereta lalatan. Desain kuisisioner terdiri dari:

- Desain kuesioner dilakukan untuk mengetahui atribut mana yang dianggap penting oleh pengguna.
 - Desain kuesioner penelitian yaitu data hasil penyebaran kuesioner pendahuluan kepada responden digunakan sebagai input desain kuesioner sebagai alat ukur
3. Pembentukan *House Of Ergonomic*
- Pembentukan *House Of Ergonomic* dilakukan berikutnya :
- a. Identifikasi kebutuhan pengguna
Kebutuhan konsumen diperoleh dari *voice of costumer* yang diungkapkan dalam bentuk pernyataan dari wawancara yang kemudian diterjemahkan menjadi kebutuhan konsumen dan disusun berdasarkan tingkat yang diinginkan dan dibutuhkan.
 - b. Membuat matriks perencanaan (*planning matrix*)
Planning matrix digunakan untuk menentukan prioritas pemenuhan kebutuhan konsumen, yang terdiri dari:
 - 1) Tingkat kepentingan konsumen (*importance of costumer*)
Tingkat kepentingan konsumen ditentukan untuk mengetahui sejauh mana konsumen memberikan penilaian dari kebutuhan yang ada.
 - 2) Pengukuran tingkat kepuasan pengguna terhadap produk
Pengukuran tingkat kepuasan konsumen terhadap produk dimaksudkan untuk mengukur kepuasan konsumen terhadap produk yang akan dianalisa. digunakan rumus:

$$\text{Weight Average Performance} = \frac{\sum(\text{Nuber of Responden performance value } i)}{(\text{Total Number of Responden})} \quad 3.3$$

3) Nilai target (*goal*)

Nilai target yang ingin dicapai ditentukan oleh pihak pengambil keputusan untuk tiap kebutuhan pengguna.

4) Rasio perbaikan (*improvement ratio*)

Rasio perbaikan merupakan perbandingan antara nilai target yang akan dicapai oleh pihak pengambil keputusan dengan tingkat kepuasan pengguna terhadap suatu produk.

$$\text{Improvement Ratio} = \frac{\text{Goal}}{\text{Current Satisfaction Performance}} \quad 3.4$$

5) Titik jual (*sales point*)

Titik jual merupakan kontribusi suatu kebutuhan konsumen terhadap daya jual produk. Nilai titik jual terdiri dari:

1 = Tidak ada titik jual

1.2 = Titik jual menengah

1.5 = Titik jual kuat

6) *Raw weight*

Raw weight adalah nilai keseluruhan dari data-data yang dimasukkan dalam *planning matrix* tiap kebutuhan pengguna untuk proses perbaikan selanjutnya dalam pengembangan produk.

$$\text{Raw Weight} = \left(\text{Importance to Customer} \right) \times \left(\text{Improvement Ratio} \right) \quad (3.5)$$

7) *Normalized raw weight*

Normalized raw weight yang dibuat dalam skala 0 – 1 atau dibuat dalam bentuk presentase.

$$\text{Normalised Raw Weight} = \frac{\text{Raw Weight}}{\sum \text{Raw Weight}} \quad (3.6)$$

c. Spesifikasi teknik produk (*technical response*)

Penentuan spesifikasi teknik berasal dari kebutuhan konsumen yang sesuai dengan prinsip-prinsip ergonomi. Penentuan spesifikasi produk dilakukan untuk menjelaskan hal-hal yang dapat dilakukan produk.

d. *Relationship*

Relationship merupakan pengaruh persyaratan teknik terhadap kebutuhan konsumen.

e. *Technical corelation*

Technical corelation digunakan untuk menunjukkan hubungan antar karakteristik teknik.

f. *Technical matrix*

Technical matrix digunakan untuk menentukan prioritas karakteristik teknik. Urutan prioritas didasarkan pada *normalized contribution* dari nilai pada *relationship matrix* yang dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Relationship Matrix} = \text{Normalized Raw Weight} \times \text{Bobot Relationship}$$

(3.7)

$$\text{Contribution} = \sum \text{Nilai Relationship Matrix} \quad (3.8)$$

$$\text{Normalized Contribution} = \frac{\text{Contribution}}{\text{Total contribution}} \quad (3.9)$$

4. Perancangan

Tahap perancangan bertujuan untuk mengembangkan produk sesuai kebutuhan konsumen saat ini.

3.4.1. Pembuatan tabel antropometri

Pengukuran tubuh orang Indonesia dilakukan untuk mendapatkan sampel ukuran sebagai acuan untuk proses modifikasi. Data dicatat pada lembar tabel antropometri yang selanjutnya akan digunakan untuk menganalisa kesesuaian antara ukuran kereta lalatan lusi (*beam trolley*) dengan dimensi tubuh pengguna.

Ukuran antropometri pengguna yang digunakan pada penelitian ini memiliki persentil 5%, 50% dan 95%. Pemilihan ukuran antropometri pengguna diambil karena peneliti berasumsi bahwa semakin meningkat ukuran antropometri pengguna akan mempengaruhi dimensi dari modifikasi kereta lalatan lusi (*beam trolley*). Menghitung nilai dimensi sesuai dengan persentil yang telah di tentukan menggunakan rumus:

$$X = \bar{X} + Zs \quad (3.7)$$

dimana:

X = Nilai untuk persentil yang dikehendaki

Z = Konstanta untuk persentil yang dikehendaki

Untuk 5% nilai $Z = -1,645$

Untuk 50% nilai $Z = 0$

Untuk 95% nilai $Z = 1,645$

x = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

3.4.2. Prosedur penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat dan bahan.
2. Pengumpulan data dari Unit Pertenunan dan literatur.
3. Membuat kuesioner tentang proses menaik dan menurunkan *warp beam* dari *beam trolley* maupun dari mesin produksi ke *warp beam*, keluhan responden dan keinginan responden terhadap kereta (*beam trolley*) yang digunakan untuk menaik dan menurunkan *warp beam*.
4. Menyebarkan kuesioner kepada 60 responden peserta praktikum pertenunan dan instruktur praktikum.
5. Menggunakan data antropometri orang Indonesia untuk penentuan dimensi antropometri.
7. Mengolah data kuesioner ekspektasi pengguna dengan menghitung persentase skor, analisis grafik dan membuat respon teknik.
8. Membuat *House of Ergonomic* untuk melakukan analisa data.

9. Membuat desain modifikasi kereta lalatan (*beam trolley*) berdasarkan data-data yang telah diperoleh .
10. Analisa dan kesimpulan.

3.5. Metode Analisis Data

Penelitian ini menggunakan analisis statistik nonparametrik karena data dalam penelitian ini berbentuk bentuk jenjang atau ranking (ordinal). Analisis statistik yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

3.5.1. Uji Validitas

Uji validitas adalah suatu data dapat dipercaya kebenarannya sesuai dengan kenyataan. Menurut (Sugiono, 2011) bahwa valid berarti instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur. Validitas menunjukkan derajat ketepatan antara data yang sesungguhnya terjadi pada objek dengan data dikumpulkan oleh peneliti. Uji validitas dilakukan dengan metode uji Spearman's Rank Correlation (Sheskin, 2004), dengan formula sebagai berikut :

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum bi^2}{n(n^2 - 1)}$$

Kemudian, nilai ρ dibandingkan dengan nilai ρ (rho) tabel dengan $\alpha = 0,05$. Penentuan valid ataupun tidaknya data yang telah ditentukan, menggunakan penentuan hipotesis dengan rumusan sebagai berikut :

Ho : skor atribut dengan skor faktor valid

H1 : skor atribut dengan skor faktor tidak valid

3.5.2. Uji Reliabilitas

Uji realibilitas digunakan untuk mengetahui apakah alat pengumpul data menunjukkan tingkat ketepatan, tingkat keakuratan, kestabilan atau konsistensi dalam mengungkapkan gejala tertentu (Sugiono, 2011). Uji reliabilitas dalam penelitian ini dilakukan dengan menghitung *alpha cronbach* sebagai berikut (Sheshkin, 2004) :

Dimana :

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum sj^2}{sx^2} \right]$$

Metode yang digunakan dalam menentukan tingkat reliabilitas adalah koefisien *Alpha Cronbach*. Dikatakan reliabel jika nilai Croncbach Alpha > 0,7 (Yamin & Kurniawan, 2009).

Tabel 3.1 Klasifikasi Cronbach Alpha

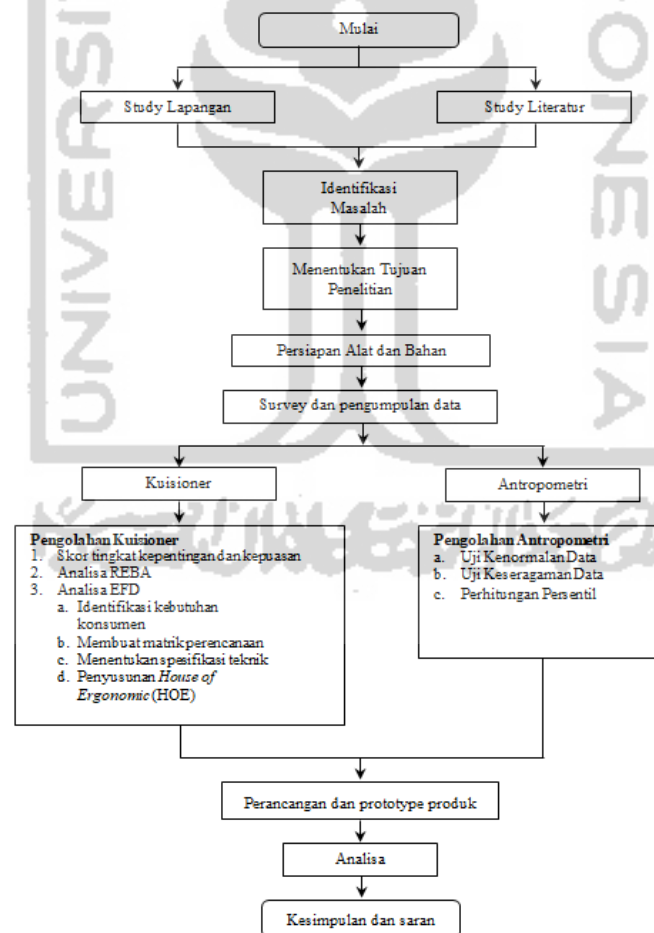
<i>Cronbach Alpha</i>	Konsistensi
$\alpha \geq 0,9$	Sangat bagus
$0,8 \leq \alpha < 0,9$	Bagus
$0,7 \leq \alpha < 0,8$	Diterima
$0,6 \leq \alpha < 0,7$	Dipertanyakan
$0,5 \leq \alpha < 0,6$	Kurang
$\alpha < 0,5$	Tidak diterima

3.6. Diagram Alir Penelitian

Berikut ini adalah diagram alir penelitian yang digunakan sebagai panduan dalam pelaksanaan penelitian ini :

Dapat dijelaskan bahwa penelitian ini diawali dengan studi literatur dan studi lapangan tentang *re-design beam trolley*. Hasil studi lapangan dan studi literatur, dijadikan dasar untuk mengidentifikasi permasalahan. Hasil identifikasi masalah ini kemudian dijadikan rumusan masalah penelitian ini. Selanjutnya akan melalui uji validitas sampai data valid secara keseluruhan. Kemudian diuji dengan uji reliabilitas. Hasil uji reliabilitas dan validitas yang diterima kemudian dilanjutkan dengan rumusan perancangan kereta lalatan benang lusi menggunakan *Ergonomic Functional Deployment (EFD)*.

Adapun proses dan alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.4 dibawah ini



Gambar 3.4 Proses dan alur penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi data-data lapangan yang telah dikumpulkan selama proses penelitian dan pengolahan data tersebut secara ilmiah. Bab ini berfungsi sebagai bentuk laporan peneliti secara ilmiah.

4.1. Pengumpulan Data

Proses pengumpulan dilakukan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam perancangan kereta lalatan benang lusi. Untuk merancang alat tersebut dibutuhkan data antropometri yang berdasarkan dimensi tubuh orang Indonesia, dengan harapan selain dapat digunakan peserta praktikum dan instruktur di Unit Produksi Pertenunan SMK Negeri 3 Kota Pekalongan, juga dapat digunakan oleh pabrik tenun skala kecil yang ada di sekitar objek penelitian.

4.2. Gambaran Umum Obyek Penelitian

Unit produksi pertenunan merupakan bagian dari Bengkel Teknik Pembuatan Kain pada SMK Negeri 3 Kota Pekalongan, sebagai tempat pembelajaran praktik dan juga digunakan untuk memproduksi kain tenun sesuai pesanan. Bengkel menempati area bangunan seluas 1050 M² dengan pembagian area sebagai berikut: ruang kantor dan gudang bahan 150 M² (5 x 30); area persiapan pembuatan kain 330 M²; area unit produksi 120 M² dan area pertenuan-perajutan 450 M². Jumlah mesin tenun yang digunakan untuk unit produksi sebanyak 8 mesin tenun dengan perincian 2 mesin tenun *cop change*, 4 mesin tenun *shuttle box change* dan 2 mesin tenun *rapier*. Sedangkan untuk proses

persiapan digunakan mesin kelos, mesin hani, mesin cucuk untuk benang lusi dan mesin palet untuk benang pakan. Kereta lalatan (*beam trolley*) digunakan untuk transportasi benang lusi dalam gulungan lalatan yang merupakan hasil proses mesin hani. Lalatan lusi (*warp beam*) dibawa dari mesin hani ke mesin cucuk untuk proses pencucukan dan atau ke mesin tenun untuk proses *beam setting* menggunakan *beam trolley*.



Sumber: Dok. TPK SMK N 3 Pekalongan

Gambar 4.1 Bengkel Teknik Pembuatan Kain

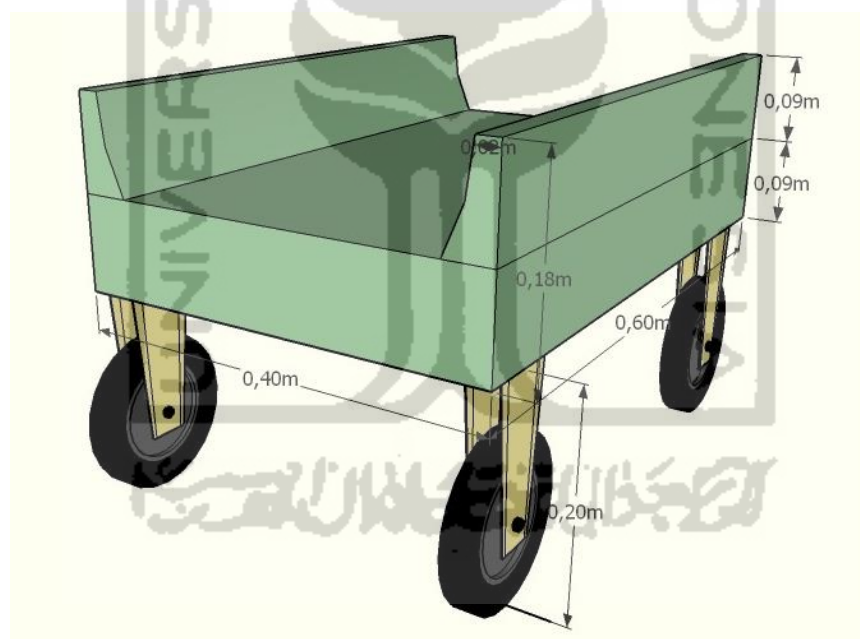
4.3. Karakteristik Responden

Responden yang dipilih untuk mengisi kuisisioner tingkat kepuasan dan kepentingan penggunaan kereta lalatan benang lusi adalah siswa peserta praktikum dan instruktur di Unit Produksi Pertenunan SMK Negeri 3 Kota Pekalongan. Jumlah responden yang dilibatkan dalam penelitian ini adalah 60 responden. Penyebaran kuisisioner dan wawancara dengan responden bertujuan

agar responden tersebut dapat memberikan pendapat berkaitan dengan tingkat kepuasan penggunaan kereta lalatan benang lusi yang ada dan harapan pada penggunaan kereta lalatan benang lusi yang diusulkan.

Berdasarkan data responden yang dikumpulkan, berdasarkan jenis kelamin responden terdiri dari sebanyak 26 orang laki-laki (43,33%) dan sebanyak 34 orang perempuan (56,67%), responden mempunyai rata-rata tinggi badan 163,06 cm, dan rata-rata berat badan 53,85 kg.

Berikut merupakan alat bantu kereta lalatan benang lusi yang digunakan di Unit Produksi Pertenunan SMK Negeri 3 Kota Pekalongan.



Gambar 4.2 Kereta lalatan benang lusi sekarang

4.4. Uji Validitas dan Reabilitas

4.4.1. Uji validitas tingkat kepentingan

Sebelum instrument atau alat ukur digunakan untuk mengumpulkan data penelitian, perlu uji coba kuesioner untuk kevalidan dan reabilitas alat ukur yang

digunakan. Validasi adalah suatu ukuran yang digunakan untuk menunjukkan tingkat keabsahan suatu alat ukur. Tinggi rendahnya validasi alat ukur menunjukkan sejauh mana data yang terkumpul agar tidak menyimpang dari variabel yang dimaksud. Sedangkan reabilitas menunjukkan bahwa alat ukur cukup dapat dipercaya untuk digunakan dalam penelitian ini. Uji validitas dan reabilitas alat ukur penelitian dilakukan terhadap 30 responden di luar sampel penelitian yang memiliki karakteristik serupa dengan sampel yang diamati (Pella dan Inayati, 2011).

Uji validitas dilakukan dengan tujuan validitas pengukuran, yaitu ketepatan variabel yang akan di ukur. Validitas data peneliti menggunakan software SPSS. Dilakukan dengan menghitung korelasi pada setiap pertanyaan dengan tingkat signifikan $\alpha = 0,05$ dan jumlah sampel yang dipakai sebesar 30 orang dengan r tabel sebesar 0,361. Jika $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka dinyatakan valid. Dari hasil uji validitas, seluruh instrument kepentingan dinyatakan valid karena $r_{hitung} > r_{tabel}$ (0,361) dengan taraf signifikan 5%.

Tabel 4.1 Pertanyaan Tingkat Kepentingan

No.	Kode	Pernyataan
1	X 1	Menurut anda seberapa penting kereta yang dilengkapi dengan pegangan pendorong/ penarik
2	X 2	Menurut anda seberapa penting kereta yang dilengkapi alat pengangkat
3	X 3	Menurut anda seberapa penting kereta yang dapat bergerak maju dan menyamping
4	X 4	Menurut anda seberapa penting dimensi kereta yang sesuai dengan konstruksi mesin produksi
5	X 5	Menurut anda seberapa penting dimensi kereta yang sesuai dengan antropometri operator
6	X 6	Menurut anda seberapa penting kereta yang mudah dioperasikan

No.	Kode	Pernyataan
7	X 7	Menurut anda seberapa penting kereta yang tidak mencederai operator
8	X 8	Menurut anda seberapa penting kereta yang dapat mengurangi beban tenaga operator
9	X 9	Menurut anda seberapa penting kereta yang mudah perawatannya
10	X 10	Menurut anda seberapa penting harga kereta yang terjangkau

Hasil dari uji validitas instrumen dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Validitas Instrumen Tingkat Kepentingan

No	Item Pertanyaan	Corrected Item – Total Correlation (r Hitung)	r Tabel	Keputusan
1	X 1	0,746	0,361	Valid
2	X 2	0,855	0,361	Valid
3	X 3	0,983	0,361	Valid
4	X 4	0,916	0,361	Valid
5	X 5	0,864	0,361	Valid
6	X 6	0,916	0,361	Valid
7	X 7	0,971	0,361	Valid
8	X 8	0,953	0,361	Valid
9	X 9	0,953	0,361	Valid
10	X 10	0,983	0,361	Valid

Sumber: Pengolahan data 2020

4.4.2. Uji reabilitas tingkat kepentingan

Uji reliabilitas untuk penelitian ini dikatakan menggunakan nilai r pada kolom *Cronbach's alpha*. Jika nilai r hitung lebih besar dari pada r tabel yang sudah di uji dengan SPSS 22 maka dapat dikatakan instrumen yang yang dipakai reliabel. Berdasarkan hasil yang di uji validitas, diketahui nilai *Cronbach's alpha* lebih besar dibandingkan dengan nilai r tabel (0,361) sehingga dinyatakan reliabel.

Hasil dari perhitungan uji reliabilitas instrumen penelitian dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.3 Hasil perhitungan Uji Reabilitas Tingkat Kepentingan

<i>Cronbach's Alpha</i>	Jumlah pertanyaan	Keterangan
0,977	10	Reliabel

Sumber: Pengolahan data 2020

Instrumen yang digunakan 10 pertanyaan memiliki nilai *Cronbach's alpha* 0,977 dinyatakan reliabel lebih besar dari 0,7. Maka dapat dilanjutkan re-design menggunakan *Ergonomic Functional Deployment*.

4.4.3. Uji validitas tingkat kepuasan

Uji validitas dilakukan dengan tujuan validitas pengukuran, yaitu ketepatan variabel yang akan diukur. Validitas data peneliti menggunakan software SPSS. Dilakukan dengan menghitung korelasi pada setiap pertanyaan dengan tingkat signifikan $\alpha = 0,05$ dan jumlah sampel yang dipakai sebesar 30 orang dengan r tabel sebesar 0,361. Jika $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka dinyatakan valid. Dari hasil uji validitas, seluruh instrument kepentingan dinyatakan valid karena $r_{hitung} > r_{tabel}$ (0,361) dengan taraf signifikan 5%.

Tabel 4.4 Pertanyaan Tingkat Kepuasan

No.	Kode	Pernyataan
1	S 1	Apakah anda puas dengan Kereta yang dilengkapi pegangan pendorong/ penarik
2	S 2	Apakah anda puas dengan kereta yang dilengkapi alat pengangkat
3	S 3	Apakah anda puas dengan kereta yang dapat bergerak maju dan menyamping
4	S 4	Apakah anda puas dengan dimensi kereta yang sesuai dengan konstruksi mesin produksi
5	S 5	Apakah anda puas dengan dimensi kereta yang sesuai dengan antropometri operator

No.	Kode	Pernyataan
6	S 6	Apakah anda puas dengan kereta yang mudah dioperasikan
7	S 7	Apakah anda puas dengan kereta tidak mencederai operator
8	S 8	Apakah anda puas dengan kereta yang dapat mengurangi beban tenaga operator
9	S 9	Apakah anda puas dengan kereta yang mudah perawatannya
10	S 10	Apakah anda puas dengan harga kereta yang terjangkau

Hasil dari uji validitas instrumen dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Validitas Instrumen Tingkat Kepuasan

No	Item Pertanyaan	Corrected Item – Total Correlation (r Hitung)	r Tabel	Keputusan
1	Q 1	0,675	0,361	Valid
2	Q 2	0,818	0,361	Valid
3	Q 3	0,437	0,361	Valid
4	Q 4	0,818	0,361	Valid
5	Q 5	0,675	0,361	Valid
6	Q 6	0,463	0,361	Valid
7	Q 7	0,675	0,361	Valid
8	Q 8	0,505	0,361	Valid
9	Q 9	0,486	0,361	Valid
10	Q 10	0,818	0,361	Valid

Sumber: Pengolahan data 2020

4.4.4. Uji reabilitas tingkat kepuasan

Uji reliabilitas untuk penelitian ini dikatakan menggunakan nilai r pada kolom *Cronbach's alpha*. Jika nilai r hitung lebih besar dari pada r tabel yang sudah di uji dengan SPSS 22 maka dapat dikatakan instrumen yang yang dipakai reliabel. Berdasarkan hasil yang di uji validitas, diketahui nilai *Cronbach's alpha* lebih besar dibandingkan dengan nilai r tabel (0,361) sehingga dinyatakan reliabel.

Hasil dari perhitungan uji reliabilitas instrumen penelitian dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Uji Reabilitas Tingkat Kepuasan

<i>Cronbach's Alpha</i>	Jumlah pertanyaan	Keterangan
0,847	10	Reliabel

Sumber: Pengolahan data 2020

Instrumen yang digunakan 10 pertanyaan memiliki nilai *Cronbach's alpha* 0,847 dinyatakan reliabel lebih besar dari 0,7. Maka dapat dilanjutkan ke tahap re-design menggunakan *Ergonomic Functional Deployment*.

4.4.5. Deskripsi statistik penelitian

4.4.5.1. Variabel tingkat kepentingan

Variabel tingkat kepentingan yang dikategorikan menjadi 4 yaitu Sangat Sangat Tidak Penting; Tidak Penting; Penting; dan Sangat Penting. Gambaran Tingkat kepentingan yang mendukung desain berdasarkan jawaban responden dalam hal ini siswa peserta praktikum dan instruktur di Unit Produksi Pertunanan SMK Negeri 3 Kota Pekalongan.

Tabel 4.7 Pra Uji Variabel Tingkat Kepentingan

Kode	Sangat Tidak Penting	Tidak Penting	Penting	Sangat penting	n
X 1	3	3	6	18	30
X 2	4	3	9	14	30
X 3	3	2	7	18	30
X 4	3	4	7	16	30
X 5	0	5	6	19	30
X 6	3	4	7	16	30
X 7	3	2	6	19	30
X 8	3	2	9	16	30

Kode	Sangat Tidak Penting	Tidak Penting	Penting	Sangat penting	n
X 9	3	2	9	16	30
X 10	3	2	7	18	30

Sumber: Pengolahan data 2020

Berdasarkan data statistik yang terlihat pada tabel 4.7 tersebut diketahui bahwa tingkat kepentingan terhadap kereta bantu menyatakan bahwa rata-rata responden menyatakan kereta lalatan merupakan alat yang penting sebagai alat bantu di Unit Produksi Pertenunan SMK Negeri 3 Kota Pekalongan.

4.4.5.2. Variabel Tingkat kepuasan

Variabel tingkat kepuasan yang dikategorikan menjadi 4 yaitu Sangat Tidak puas, Tidak Puas, Puas dan Sangat Puas. Gambaran Tingkat kepuasan yang mendukung desain berdasarkan jawaban responden dalam hal ini siswa peserta praktikum dan instruktur di Unit Produksi Pertenunan SMK Negeri 3 Kota Pekalongan.

Tabel 4.8 Pra Uji Variabel Tingkat Kepuasan

Kode	Sangat Tidak Puas	Tidak Puas	Puas	Sangat Puas	n
S 1	14	6	4	6	30
S 2	13	3	4	10	30
S 3	12	9	8	1	30
S 4	13	3	4	10	30
S 5	14	6	4	6	30
S 6	12	6	4	8	30
S 7	14	6	4	6	30
S 8	10	8	5	7	30
S 9	8	5	7	10	30
S 10	13	3	4	10	30

Sumber: Pengolahan data 2020

4.5. Penilaian Postur Kerja dengan Metode REBA

Pada tahap ini akan dilakukan penilaian postur kerja dari tiap-tiap fase gerakan operator dengan metode REBA untuk mengetahui aman atau tidaknya postur kerja yang mereka lakukan dalam menurunkan, mengangkat dan memindahkan *warp beam*. Fase gerakannya adalah sebagai berikut:

1. Fase Gerakan Pertama

Postur kerja gerakan pertama adalah menurunkan gulungan benang lusi dari mesin produksi ke kereta, hasil kode REBA dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 4.3 Sudut segmen tubuh pekerja menurunkan *warp beam* ke *beam trolley* dari mesin produksi.

Hasil kode REBA dari sikap kerja tersebut adalah sebagai berikut :

a. Grup A

- Punggung (*Trunk*)

Dari gambar dapat diketahui bahwa pergerakan punggung termasuk dalam posisi bungkuk dengan sudut 85° *flexion* , (skor REBA = 4).

- Leher (*Neck*)

Pergerakan leher dengan sudut 18° terhadap sumbu tubuh, tetapi leher agak miring sehingga dikenai skor +1, (Skor REBA $1+1=2$)

- Kaki (*Legs*)

Kaki tertopang dengan bobot tersebar secara merata diberi skor 1, lutut membentuk sudut 30° sehingga terjadi perubahan skor +1, (Skor REBA $1+1=2$).

Penentuan skor untuk grup A dilakukan dengan menggunakan tabel A pada REBA *Work Sheet*. Langkah-langkah penentuan skor untuk grup A yaitu:

- 1) Kode REBA

Punggung = 4

Leher = 2

Kaki = 2

- 2) Pada kolom pertama, masukkan kode untuk punggung (*trunk*) yaitu 4 kemudian tarik garis ke arah kanan.

- 3) Pada baris *neck*, masukkan kode untuk leher yaitu 2 dan dilanjutkan ke baris *legs* dibawahnya, masukkan kode pergerakan kaki yaitu 2.

Selanjutnya tarik garis ke bawah sampai bertemu dengan kode untuk *trunk*.

- 4) Diketahui skor untuk grup A adalah 6

Hasil penentuan skor untuk grup A dengan menggunakan Tabel A, sebagai berikut:

Tabel 4.9 Tabel Skor REBA grup A untuk gambar 4.3

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

Nilai dari tabel A kemudian dijumlahkan dengan skor untuk berat beban yang diangkat dengan ketentuan seperti yang tercantum pada tabel 2.13, pekerja mengangkat *warp beam* yang beratnya > 10 kg memiliki skor 2. Skor total A setelah ditambah beban adalah $= 6+2 = 8$

b. Grup B

- Lengan atas (*upper arm*)

Sudut pergerakan lengan atas *flexion* terhadap sumbu tubuh sebesar 50° *flexion* bernilai 1, karena pundak *abduction* perubahan skor +1 sehingga skor REBA skor $1+1=2$.

- Lengan bawah (*lower arm*)

Sudut pergerakan lengan bawah ke depan (*flexion*) terhadap lengan atas sebesar 28° , skor REBA = 2.

- Pergelangan tangan (*wrist*)

Sudut pergerakan pergelangan tangan lurus ke depan 0° terhadap lengan bawah skore 1. Pada kegiatan ini pergelangan tangan bergerak menyimpang

menjadikan telapak tangan berputar sehingga skor +1. Skor REBA adalah 1 + 1 = 2.

Penentuan skor untuk grup B dilakukan dengan menggunakan tabel B pada REBA *Work Sheet*. Langkah-langkah penentuan skor untuk grup B yaitu :

1) Kode REBA adalah :

Lengan atas (*upper arm*) : 2

Lengan bawah (*lower arm*) : 2

Pergelangan tangan (*wrist*) : 2

2) Pada kolom pertama, masukkan kode untuk *upper arm* yaitu 2 kemudian tarik garis ke arah kanan.

3) Pada baris *lower arm*, masukkan kode untuk lengan bawah yaitu 2 dan dilanjutkan ke baris *wrist* dibawahnya, masukkan kode pergelangan tangan yaitu 2. Selanjutnya tarik garis ke bawah sampai bertemu dengan kode untuk *upper arm*.

4) Diketahui skor untuk grup B adalah 3

Hasil penentuan skor untuk grup B dengan menggunakan Tabel B, sebagai berikut:

Tabel 4.10 Skor REBA grup B untuk gambar 4.3

		Lower Arm					
		1			2		
Upper Arm	Wrist	1	2	3	1	2	3
1		1	2	3	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

Skor grup B adalah 3, ditambah dengan skor *coupling* dimana jenis *coupling* yang digunakan adalah *fair* karena pegangan tangan piringan *warp beam* bisa diterima walaupun tidak ideal. Skor *coupling* sebesar 1, maka skor B menjadi $3 + 1 = 4$. Penentuan skor total untuk fase gerakan menurunkan *warp beam* dengan menggabungkan skor grup A dan skor grup B, menggunakan tabel C.

Skor A = 8

Skor B = 4

Pada kolom skor A masukkan kode 8 dan tarik garis ke kanan. Kemudian pada baris skor B masukkan kode 4 dan tarik ke bawah sampai bertemu kode untuk skor A sehingga diketahui skor C adalah:

Tabel 4.11 Tabel REBA skor C untuk gambar 4.3

		Score B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Score A	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

Nilai REBA didapatkan dari hasil penjumlahan skor C dengan skor aktivitas pekerja. Skor total REBA = Skor C + skor aktivitas = $9 + 1 = 10$ berada pada *action level* 3 (8 – 10), dengan *risk level* tinggi sehingga perlu segera dilakukan

tindakan perbaikan.

2. Fase Gerakan Kedua

Postur kerja gerakan kedua adalah mendorong gulungan benang pada kereta lalatan dari mesin persiapan ke mesin produksi berikutnya, hasil kode REBA dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 4.4 Sudut segmen tubuh pekerja mendorong *warp beam* diatas *beam trolley*

Hasil kode REBA dari sikap kerja tersebut adalah sebagai berikut :

a. Grup A

- Punggung (*Trunk*)

Dari gambar dapat diketahui bahwa pergerakan punggung termasuk dalam posisi bungkuk dengan sudut 64° *flexion* , (skor REBA = 4).

- Leher (*Neck*)

Pergerakan leher dengan sudut 20^0 terhadap sumbu tubuh, (Skor REBA = 1)

- Kaki (*Legs*)

Kaki tertopang dengan bobot tersebar secara merata diberi skor 1, lutut membentuk sudut 25^0 tidak terjadi perubahan skor, (Skor REBA = 1)

Penentuan skor untuk grup A dilakukan dengan menggunakan tabel A pada REBA *Work Sheet*. Langkah-langkah penentuan skor untuk grup A yaitu :

1) Kode REBA

Punggung = 4

Leher = 1

Kaki = 1

- 2) Pada kolom pertama, masukkan kode untuk punggung (*trunk*) yaitu 4 kemudian tarik garis ke arah kanan.
- 3) Pada baris *neck*, masukkan kode untuk leher yaitu 1 dan dilanjutkan ke baris *legs* dibawahnya, masukkan kode pergerakan kaki yaitu 1. Selanjutnya tarik garis ke bawah sampai bertemu dengan kode untuk *trunk*.
- 4) Diketahui skor untuk grup A adalah 3

Hasil penentuan skor untuk grup A dengan menggunakan Tabel A, sebagai berikut:

Tabel 4.12 Tabel Skor REBA grup A untuk gambar 4.4

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

Nilai dari tabel A kemudian dijumlahkan dengan skor untuk berat beban yang diangkat dengan ketentuan seperti yang tercantum pada tabel 2.13, operator mendorong *warp beam* yang beratnya > 10 kg memiliki skor 2. Skor total A setelah ditambah beban adalah $= 3 + 2 = 5$.

b. Grup B

- Lengan atas (*upper arm*)

Sudut pergerakan lengan atas *flexion* terhadap sumbu tubuh sebesar 55° *flexion* bernilai 1, karena pundak *abduction* perubahan skor +1 sehingga skor REBA skor $1 + 1 = 2$.

- Lengan bawah (*lower arm*)

Sudut pergerakan lengan bawah ke depan *flexion* terhadap lengan atas sebesar 45° , skor REBA = 2.

- Pergelangan tangan (*wrist*)

Sudut pergerakan pergelangan tangan lurus ke depan *flexion* 30° terhadap lengan bawah skor 2. Pada kegiatan ini pergelangan tangan bergerak menyimpang menjadikan telapak tangan vertikal sehingga skor +1. Skor REBA adalah $2 + 1 = 3$.

Penentuan skor untuk grup B dilakukan dengan menggunakan tabel B pada REBA *Work Sheet*. Langkah-langkah penentuan skor untuk grup B yaitu :

- 1) Kode REBA adalah :
 - Lengan atas (*upper arm*) : 2
 - Lengan bawah (*lower arm*) : 2
 - Pergelangan tangan (*wrist*) : 3
- 2) Pada kolom pertama, masukkan kode untuk *upper arm* yaitu 2 kemudian tarik garis ke arah kanan.
- 3) Pada baris *lower arm*, masukkan kode untuk lengan bawah yaitu 2 dan dilanjutkan ke baris *wrist* dibawahnya, masukkan kode pergelangan tangan yaitu 3. Selanjutnya tarik garis ke bawah sampai bertemu dengan kode untuk *upper arm*.
- 4) Diketahui skor untuk grup B adalah 4

Hasil penentuan skor untuk grup B dengan menggunakan Tabel B, sebagai berikut:

Tabel 4.13 Skor REBA grup B untuk gambar 4.4

		Lower Arm					
		1			2		
Upper Arm	Wrist	1	2	3	1	2	3
1		1	2	3	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

Skor grup B adalah 4, ditambah dengan skor *coupling* dimana jenis

coupling yang digunakan adalah *fair* karena pegangan tangan piringan *warp beam* bisa diterima walaupun tidak ideal. Skor *coupling* sebesar 1, maka skor B menjadi $4 + 1 = 5$. Penentuan skor total untuk fase mendorong *warp beam* dengan menggabungkan skor grup A dan skor grup B dengan menggunakan tabel C.

$$\text{Skor A} = 5$$

$$\text{Skor B} = 5$$

Pada kolom skor A masukkan kode 4 dan tarik garis ke kanan. Kemudian pada baris skor B masukkan kode 5 dan tarik ke bawah sampai bertemu kode untuk skor A sehingga diketahui skor C adalah:

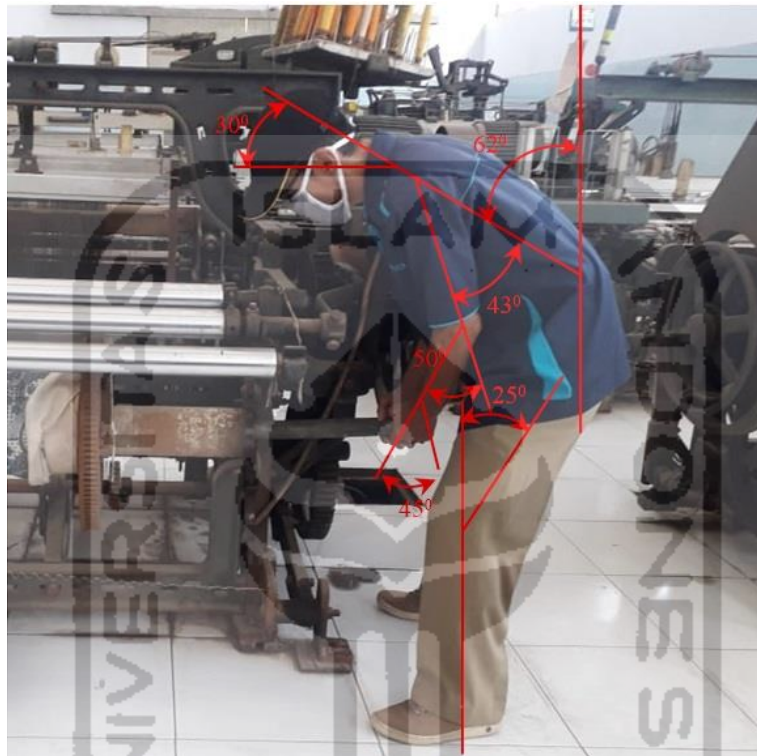
Tabel 4.14 Tabel REBA skor C untuk gambar 4.4

		Score B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Score A	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

Nilai REBA didapatkan dari hasil penjumlahan skor C dengan skor aktivitas pekerja. Skor total REBA = Skor C + skor aktivitas: $6 + 1 = 7$ berada pada *action level 2* (4 – 7), dengan *risk level* sedang sehingga perlu dilakukan tindakan perbaikan.

3. Fase Gerakan Ketiga

Postur kerja gerakan ketiga adalah menaikan gulungan benang dari atas kereta ke mesin tenun, hasil kode REBA dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 4.5 Sudut segmen tubuh operator menaikan *warp beam* dari *beam trolley* ke mesin tenun

Hasil kode REBA dari sikap kerja tersebut adalah sebagai berikut:

a. Grup A

- Punggung (*Trunk*)

Dari gambar dapat diketahui bahwa pergerakan punggung termasuk dalam posisi bungkuk dengan sudut 62° flexion, (skor REBA = 4).

- Leher (*Neck*)

Pergerakan leher dengan sudut 30° terhadap sumbu tubuh, (Skor REBA = 2)

- Kaki (*Legs*)

Kaki tertopang dengan bobot tersebar secara merata diberi skor 1, lutut membentuk sudut 25^0 tidak terjadi perubahan skor, (Skor REBA = 1)

Penentuan skor untuk grup A dilakukan dengan menggunakan tabel A pada REBA *Work Sheet*. Langkah-langkah penentuan skor untuk grup A yaitu :

1. Kode REBA

Punggung = 4

Leher = 2

Kaki = 1

2. Pada kolom pertama, masukkan kode untuk punggung (*trunk*) yaitu 4 kemudian tarik garis ke arah kanan.
3. Pada baris *neck*, masukkan kode untuk leher yaitu 2 dan dilanjutkan ke baris *legs* dibawahnya, masukkan kode pergerakan kaki yaitu 1. Selanjutnya tarik garis ke bawah sampai bertemu dengan kode untuk *trunk*.
4. Diketahui skor untuk grup A adalah 5

Hasil penentuan skor untuk grup A dengan menggunakan Tabel A, sebagai berikut:

Tabel 4.15 Tabel Skor REBA grup A untuk gambar 4.5

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

Nilai dari tabel A kemudian dijumlahkan dengan skor untuk berat beban yang diangkat dengan ketentuan seperti yang tercantum pada tabel 2.13, pekerja mengangkat *warp beam* yang beratnya > 10 kg memiliki skor 2 skor total A setelah ditambah beban adalah $= 5 + 2 = 7$

b. Grup B

- Lengan atas (*upper arm*)

Sudut pergerakan lengan atas *flexion* terhadap sumbu tubuh sebesar 43° *flexion* bernilai 2, karena pundak ditinggikan perubahan skor +1 sehingga skor REBA skor $2 + 1 = 3$.

- Lengan bawah (*lower arm*)

Sudut pergerakan lengan bawah ke depan (*flexion*) terhadap lengan atas sebesar 50° , skor REBA = 2.

- Pergelangan tangan (*wrist*)

Sudut pergerakan pergelangan tangan lurus ke depan *flexion* 35° terhadap lengan bawah skor 2. Pada kegiatan ini pergelangan tangan bergerak menyimpang menjadikan telapak tangan vertikal sehingga skor +1. Skor REBA adalah $2 + 1 = 3$.

Penentuan skor untuk grup B dilakukan dengan menggunakan tabel B pada REBA *Work Sheet*. Langkah-langkah penentuan skor untuk grup B yaitu :

1) Kode REBA adalah :

Lengan atas (*upper arm*) : 3

Lengan bawah (*lower arm*) : 2

Pergelangan tangan (*wrist*) : 3

- 2) Pada kolom pertama, masukkan kode untuk *upper arm* yaitu 3 kemudian tarik garis ke arah kanan.
- 3) Pada baris *lower arm*, masukkan kode untuk lengan bawah yaitu 2 dan dilanjutkan ke baris *wrist* dibawahnya, masukkan kode pergelangan tangan yaitu 3. Selanjutnya tarik garis ke bawah sampai bertemu dengan kode untuk *upper arm*.
- 4) Diketahui skor untuk grup B adalah 5

Hasil penentuan skor untuk grup B dengan menggunakan Tabel B, sebagai berikut:

Tabel 4.16 Skor REBA grup B untuk gambar 4.5

		Lower Arm					
		1			2		
Upper Arm	Wrist	1	2	3	1	2	3
1		1	2	3	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

Skor grup B adalah 5, ditambah dengan skor *coupling* dimana jenis *coupling* yang digunakan adalah *fair* karena pegangan tangan pada pipa besi bisa diterima walaupun tidak ideal. Skor *coupling* sebesar 1, maka skor B menjadi $5 + 1 = 6$. Penentuan skor total untuk fase gerakan menaikan *warp beam* dari kereta lalatan ke mesin tenun dengan menggabungkan skor grup A dan skor grup B dengan menggunakan tabel C.

$$\text{Skor A} = 7$$

Skor B = 6

Pada kolom skor A masukkan kode 6 dan tarik garis ke kanan. Kemudian pada baris skor B masukkan kode 6 dan tarik ke bawah sampai bertemu kode untuk skor A sehingga diketahui skor C adalah sebagai berikut:

Tabel 4.17 Tabel REBA skor C untuk gambar 4.5

		Score B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Score A	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

Nilai REBA didapatkan dari hasil penjumlahan skor C dengan skor aktivitas pekerja. Skor total REBA = Skor C + skor aktivitas = 9 + 1 = 10 berada pada *action level* 3 (8 – 10), dengan *risk level* tinggi sehingga perlu segera dilakukan tindakan perbaikan.

4.6. Pengolahan Data *Ergonomic Function Deployment* (EFD)

Ergonomic Function Deployment (EFD) merupakan suatu pengembangan dari *Quality Function Deployment* (QFD) (Ulrich & Eppinger, 2001) yaitu menambahkan hubungan baru antara keinginan konsumen dengan aspek ergonomi

produk yang akan dirancang. Hubungan ini untuk melengkapi bentuk matriks *House of Ergonomic* yang diterjemahkan kedalam aspek – aspek ergonomi yang diinginkan. Atribut produk yang digunakan diturunkan melalui aspek ergonomi yang terdiri dari singkatan ENASE yaitu Efektif, Nyaman, Aman, Sehat dan Efisien (Suyatno, 1985).

4.6.1. Kebutuhan konsumen atau pengguna

Mengidentifikasi kebutuhan konsumen atau pengguna yang diperoleh dari *voice of costumer* yang akan dikumpulkan. Kebutuhan konsumen atau pengguna akan dituangkan dalam bentuk pernyataan dari wawancara, kemudian diterjemahkan menjadi kebutuhan konsumen yang akan disusun berdasarkan tingkat yang dibutuhkan.

Tabel 4.18 Daftar Pernyataan Karakteristik Produk

Variabel	Atribut	Pernyataan
Efektif	Fungsional	Kereta mudah dioperasikan
		Kereta dilengkapi pegangan pendorong/ penarik
		Kereta dilengkapi alat pengangkat
Nyaman	Ukuran	Kereta dapat bergerak maju dan menyamping
		Dimensi kereta sesuai dengan konstruksi mesin produksi
Aman	Resiko kerja	Dimensi kereta sesuai dengan antropometri operator
		Kereta dapat mengurangi beban tenaga operator
Sehat	Bahan material	Kereta tidak mencederai operator
Efisien	Ekonomis	Harga kereta terjangkau
Perawatan	Perawatan	Kereta mudah perawatannya
	Bahan Baku	Bahan kuat dan awet

Penyusunan kuesioner akan dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama kuesioner kebutuhan dan kepentingan konsumen atau pengguna, sedangkan kuesioner akhir berisi tentang pernyataan karakteristik produk. Skala yang digunakan dalam uji instrumen *Ergonomic Function Deployment* yang digunakan adalah 1 sampai 5 yang didefinisikan sebagai berikut :

- 1 = Sangat Tidak Setuju
 2 = Tidak Setuju
 3 = Setuju
 4 = Lebih Setuju
 5 = Sangat Setuju

4.6.1.1. Uji validitas dan reabilitas

Uji validitas untuk mengukur instrumen yang digunakan valid atau tidak, Uji validitas yang berisi pernyataan karakteristik produk dibagikan kepada 20 responden, berikut adalah hasil uji validitas pernyataan pada tabel 4.19

Tabel 4.19 Uji Validasi Pernyataan Karakteristik Produk

No	Kode pertanyaan	Corrected Item – Total	r Tabel	Keputusan
1	P1	0,621	0,444	Valid
2	P2	0,845	0,444	Valid
3	P3	0,913	0,444	Valid
4	P4	0,718	0,444	Valid
5	P5	0,594	0,444	Valid
6	P6	0,922	0,444	Valid
7	P7	0,681	0,444	Valid
8	P8	0,877	0,444	Valid
9	P9	0,667	0,444	Valid
10	P10	0,566	0,444	Valid
11	P11	0,681	0,444	Valid

Sumber: Pengolahan data 2020

Uji validitas pada tabel 4.19 di atas diketahui nilai *corrected item-total correlation* pada setiap pernyataan. Nilai tersebut akan dibandingkan dengan nilai tabel r sebesar 0,444 yang memiliki Df yaitu $n-1 = 20-1 = 19$ koresponden dengan nilai signifikan 5%. Sesuai dengan ketentuan yang ada, karena nilai *corrected item-total correlation* pada tiap pernyataan $> r$ tabel maka semua pernyataan tersebut valid.

Setelah dilakukan uji validitas maka dilanjutkan dengan uji realibilitas. Uji ini dimaksudkan untuk mengetahui alat ukur yang digunakan untuk mengukur obyek yang sama akan menghasilkan hasil yang sama atau tidak. Uji realibitas dapat dilihat pada tabel 4.20

Tabel 4.20 Uji Reabilitas Pernyataan Karakteristik Produk

Cronbach's Alpha	N of Items
0,916	11

Sumber: Pengolahan data 2020

Dari hasil uji realibilitas pada tabel 4.20, didapatkan nilai *Cronbach's Alpha* = 0,916. Kriteria uji realibilitas adalah realibilitas suatu variabel jika nilai *Cronbach's Alpha* $> 0,70$. Maka dari semua uji di atas, jumlah kuesioner sudah cukup dan hasil kuesioner valid dan realibel dan dapat dilanjutkan ke pengolahan selanjutnya.

4.6.2. Penyusunan *House of Ergonomic (HoE)*

Penyusunan matriks perencanaan adalah penelitian pasar dan perancangan strategi yang dilakukan pada saat melakukan perancangan produk yang akan dibuat.

4.6.2.1. Tingkat kepentingan pengguna

Tingkat kepentingan dilakukan untuk mengetahui penilaian pekerja terhadap desain kereta lalatan benang lusi. Tingkat kepentingan diperoleh dari penyebaran kuesioner. Skala dalam tingkat kepentingan yang digunakan adalah 1 sampai 5 yang didefinisikan sebagai berikut :

- 1 = Sangat Tidak Penting
- 2 = Tidak Penting
- 3 = Penting
- 4 = Lebih Penting
- 5 = Sangat Penting

Tingkat kepentingan konsumen merupakan tingkatan atau nilai kepentingan dari masing – masing faktor yang dianggap mampu memenuhi kepuasan konsumen menurut konsumen itu sendiri. Perhitungan penilaian harapan konsumen dilakukan dengan menghitung nilai rata – rata jawaban responden untuk setiap elemen pertanyaan.

Tabel 4.21 Data Tingkat Kepentingan

No	Pernyataan	STP	TP	P	LP	SP	Total	Nilai Kinerja
1	Kereta mudah dioperasikan	13	0	9	25	13	205	3,47
2	Kereta dilengkapi pegangan pendorong/ penarik	2	5	4	25	24	244	4,14
3	Kereta dilengkapi alat pengangkat	8	2	4	25	21	229	3,88
4	Kereta dapat bergerak maju dan menyamping	5	7	5	25	18	224	3,80
5	Dimensi kereta sesuai dengan konstruksi mesin produksi	6	4	8	21	21	227	3,85
6	Dimensi kereta sesuai dengan antropometri	9	1	5	24	21	227	3,85

No	Pernyataan	STP	TP	P	LP	SP	Total	Nilai Kinerja
	operator							
7	Kereta dapat mengurangi beban tenaga operator	2	16	3	25	14	213	3,61
8	Kereta tidak mencederai operator	8	2	11	16	23	224	3,80
9	Harga kereta terjangkau	9	4	11	14	22	216	3,66
10	Kereta mudah perawatannya	10	4	10	14	22	214	3,63
11	Bahan kuat dan awet	1	14	5	26	14	218	3,69
Jumlah							2441	41,38

Sumber: Pengolahan data 2020

Dari tabel 4.21 di atas diketahui hasil rekap data kuesioner tingkat kepentingan dan nilai kinerja masing masing pernyataan. Nilai kinerja untuk tingkat kepentingan dihitung dengan cara sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Weight Average Performance} &= \frac{\sum \left(\left(\frac{\text{Nuber of Responden}}{\text{performance value}} \right) i \right)}{(\text{Total Number of Responden})} \\
 \text{Pertanyaan 1} &= \frac{\sum ni}{N-1} \\
 &= \frac{(n1 \times 1) + (n2 \times 2) + (n3 \times 3) + (n4 \times 4) + (n5 \times 5)}{N-1} \\
 &= \frac{(13 \times 1) + (0 \times 2) + (9 \times 3) + (25 \times 4) + (13 \times 5)}{60-1} \\
 &= \frac{205}{59} \\
 &= 3,47
 \end{aligned}$$

Keterangan :

n1 : Jumlah Responden yang memilih "STP"

n2 : Jumlah Responden yang memilih "TP"

n3 : Jumlah Responden yang memilih “P”

n4 : Jumlah Responden yang memilih “LP”

n5 : Jumlah Responden yang memilih “SP”

4.6.2.2. Tingkat kepuasan pengguna

Tingkat kepuasan konsumen atau pengguna (*costumer satisfaction performance*) merupakan tanggapan terhadap suatu produk atau jasa yang dapat memenuhi kebutuhan konsumen atau pengguna. Pernyataan yang diberikan apakah sesuai harapan konsumen/pengguna atau tidak. Skala dalam tingkat kepentingan yang digunakan adalah 1 sampai 5 yang didefinisikan sebagai berikut:

- 1 = Sangat tidak puas
- 2 = Tidak puas
- 3 = Puas
- 4 = Lebih Puas
- 5 = Sangat Puas

Tabel 4.22 Data Tingkat Kepuasan

No	Pernyataan	STP	TP	P	LP	SP	Total	Nilai Kinerja
1	Kereta mudah dioperasikan	24	8	10	17	1	143	2,42
2	Kereta dilengkapi pegangan pendorong/ penarik	20	6	8	22	4	164	2,78
3	Kereta dilengkapi alat pengangkat	20	16	14	5	5	139	2,36
4	Kereta dapat bergerak maju dan menyamping	23	7	8	20	2	151	2,56
5	Dimensi kereta sesuai dengan konstruksi mesin produksi	22	8	10	16	4	152	2,58
6	Dimensi kereta sesuai dengan antropometri operator	23	10	7	13	7	151	2,56

No	Pernyataan	STP	TP	P	LP	SP	Total	Nilai Kinerja
7	Kereta dapat mengurangi beban tenaga operator	24	9	8	18	1	143	2,42
8	Kereta tidak mencederai operator	15	12	11	19	3	163	2,76
9	Harga kereta terjangkau	17	11	14	14	4	157	2,66
10	Kereta mudah perawatannya	23	7	7	19	4	154	2,61
11	Bahan kuat dan awet	21	17	7	7	8	144	2,44
Jumlah							1661	28,15

Sumber: Pengolahan data 2020

4.6.2.3. Menentukan target (*goal*)

Nilai *goal* ditetapkan untuk menentukan sasaran yang akan dicapai peneliti, yaitu dengan menilai seberapa jauh peneliti ingin memenuhi kebutuhan konsumen dengan mempertimbangkan kebutuhan konsumen tersebut dapat dipenuhi atau tidak. Menetapkan nilai *goal* dilakukan dengan memperhatikan nilai tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan konsumen dengan menggunakan skala 1 sampai 5, Penilaian target atau goal dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 4.23 Target (*goal*)

No	Pernyataan	Nilai Kinerja
1	Kereta yang mudah dioperasikan	3,47
2	Kereta dilengkapi dengan pegangan pendorong/ penarik	4,14
3	Kereta dilengkapi alat pengangkat	3,88
4	Kereta yang dapat bergerak maju dan menyamping	3,80
5	Dimensi kereta yang sesuai dengan konstruksi mesin produksi	3,85
6	Dimensi kereta yang sesuai dengan antropometri operator	3,85
7	Kereta yang dapat mengurangi beban tenaga operator	3,61
8	Kereta yang tidak mencederai operator	3,80
9	Harga kereta yang terjangkau	3,66
10	Kereta yang mudah perawatannya	3,63

No	Pernyataan	Nilai Kinerja
11	Bahan baku yang kuat dan awet	3,69

Sumber: Pengolahan data 2020

Berdasarkan tabel 4.23 di atas diperoleh hasil nilai *goal* tertinggi yaitu sebesar 4.14 untuk kereta lalatan dilengkapi dengan pegangan pendorong dan penarik. Kemudian untuk variabel terendah didapatkan nilai *goal* sebesar 3,47 yaitu kereta yang mudah dioperasikan.

4.6.2.4. Menentukan rasio perbaikan (*improvement ratio*)

Rasio perbaikan akan menunjukkan seberapa besar usaha yang harus dilakukan perusahaan untuk mencapai *Goal*. Nilai yang semakin besar akan menunjukkan semakin besar juga tingkat perubahan yang harus dilakukan oleh perusahaan. Penentuan nilai *Improvement Ratio* dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Improvement Ratio} = \frac{\text{Goal}}{\text{Current Satisfaction Performance}}$$

Perhitungan *Improvement Ratio* pernyataan 1 :

$$\begin{aligned} \text{Improvement Ratio} &= \frac{3,47}{2,42} \\ &= 1,43 \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan *Improvement Ratio* untuk semua pernyataan dapat dilihat pada tabel 4.24 berikut ini.

Tabel 4.24 *Improvement Ratio*

No	Pernyataan	Improvement Ratio
1	Kereta yang mudah dioperasikan	1,434
2	Kereta dilengkapi dengan pegangan pendorong/	1,489

No	Pernyataan	Improvement Ratio
	penarik	
3	Kereta dilengkapi alat pengangkat	1,644
4	Kereta yang dapat bergerak maju dan menyamping	1,484
5	Dimensi kereta yang sesuai dengan konstruksi mesin produksi	1,492
6	Dimensi kereta yang sesuai dengan antropometri operator	1,504
7	Kereta yang dapat mengurangi beban tenaga operator	1,492
8	Kereta yang tidak mencederai operator	1,377
9	Harga kereta yang terjangkau	1,376
10	Kereta yang mudah perawatannya	1,391
11	Bahan baku yang kuat dan awet	1,512

Sumber: Pengolahan data 2020

Berdasarkan tabel 4.24 di atas maka diperoleh nilai *Improvement Ratio* tertinggi yaitu sebesar 1,644 untuk Kereta dilengkapi alat pengangkat. Kemudian untuk nilai terendah yaitu sebesar 1,376 terdapat pada variabel kereta mempunyai harga yang terjangkau.

4.6.2.5. Menentukan titik jual (*sales point*)

Titik jual atau *sales point* menunjukkan seberapa besar pengaruh dalam memenuhi permintaan konsumen terhadap produk. Penetapan titik jual ditetapkan berdasarkan pada nilai tingkat kepentingan. Pada penelitian ini peneliti menggunakan nilai 1,5 (*strong sales point*) karena rancangan mempunyai nilai tambah yang tinggi terhadap produk. Berikut ini adalah penentuan nilai titik jual dapat dilihat pada tabel 4.25.

Tabel 4.25 *Sales Point*

No	Pernyataan	Nilai Kinerja	Improve-ment Ratio	Nilai Sales Point
1	Kereta yang mudah dioperasikan	3,47	1,434	1,5
2	Kereta dilengkapi dengan pegangan pendorong/ penarik	4,14	1,489	1,5
3	Kereta dilengkapi alat pengangkat	3,88	1,644	1,5
4	Kereta yang dapat bergerak maju dan menyamping	3,8	1,484	1,5
5	Dimensi kereta yang sesuai dengan konstruksi mesin produksi	3,85	1,492	1,5
6	Dimensi kereta yang sesuai dengan antropometri operator	3,85	1,504	1,5
7	Kereta yang dapat mengurangi beban tenaga operator	3,61	1,492	1,5
8	Kereta yang tidak mencederai operator	3,8	1,377	1,5
9	Harga kereta yang terjangkau	3,66	1,376	1,5
10	Kereta yang mudah perawatannya	3,63	1,391	1,5
11	Bahan baku yang kuat dan awet	3,69	1,512	1,5

Sumber: Pengolahan data 2020

4.6.2.6. Menentukan *raw weight*

Nilai *raw weight* adalah nilai tingkat kepentingan secara menyeluruh dari kebutuhan konsumen. Besarnya nilai *raw weight* diperoleh dari perkalian antara tingkat kepentingan, rasio perbaikan dan sales point. Semakin besar nilai *raw weight* yang di dapatkan maka semakin penting pula kebutuhan tersebut untuk segera dipenuhi. Perhitungan *raw weight* dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Raw weight} = (\text{Importance to Customer}) \times (\text{Improvement Ratio}) \times (\text{Sales Point})$$

$$= 3,47 \times 1,434 \times 1,5$$

$$= 7,46$$

Tabel 4.26 *Raw Weight*

No	Pernyataan	Nilai Kinerja	Improvement Ratio	Nilai Sales Point	Raw Weight
1	Kereta yang mudah dioperasikan	3,47	1,434	1,5	7,46
2	Kereta dilengkapi dengan pegangan pendorong/ penarik	4,14	1,489	1,5	9,25
3	Kereta dilengkapi alat pengangkat	3,88	1,644	1,5	9,57
4	Kereta yang dapat bergerak maju dan menyamping	3,8	1,484	1,5	8,46
5	Dimensi kereta yang sesuai dengan konstruksi mesin produksi	3,85	1,492	1,5	8,62
6	Dimensi kereta yang sesuai dengan antropometri operator	3,85	1,504	1,5	8,69
7	Kereta yang dapat mengurangi beban tenaga operator	3,61	1,492	1,5	8,08
8	Kereta yang tidak mencederai operator	3,8	1,377	1,5	7,85
9	Harga kereta yang terjangkau	3,66	1,376	1,5	7,55
10	Kereta yang mudah perawatannya	3,63	1,391	1,5	7,57
11	Bahan baku yang kuat dan awet	3,69	1,512	1,5	8,37
Total					91,47

Sumber: Pengolahan data 2020

4.6.2.7. *Normalized raw weight*

Perhitungan normalised *raw weight* adalah nilai *raw weight* yang dibuat dalam skala 0 sampai 1 atau dalam persentase. Besarnya *normaliszed raw weight*

dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Normalised Raw Weight} = \frac{\text{Raw Weight}}{\sum \text{Raw Weight}}$$

Dengan perhitungan:

$$\text{Normalised Raw Weight} = \frac{7,46}{91,47} = 0,082$$

Tabel 4.27 Normalised Raw Weight

No	Pernyataan	Nilai Kinerja	Improvement Ratio	Nilai Sales Point	Raw Weight	Normalized Raw Weight
1	Kereta yang mudah dioperasikan	3,47	1,434	1,5	7,46	0,082
2	Kereta dilengkapi dengan pegangan pendorong/ penarik	4,14	1,489	1,5	9,25	0,101
3	Kereta dilengkapi alat pengangkat	3,88	1,644	1,5	9,57	0,105
4	Kereta yang dapat bergerak maju dan menyamping	3,8	1,484	1,5	8,46	0,093
5	Dimensi kereta yang sesuai dengan konstruksi mesin produksi	3,85	1,492	1,5	8,62	0,094
6	Dimensi kereta yang sesuai dengan antropometri operator	3,85	1,504	1,5	8,69	0,095
7	Kereta yang dapat mengurangi beban tenaga operator	3,61	1,492	1,5	8,08	0,088
8	Kereta yang tidak mencederai operator	3,8	1,377	1,5	7,85	0,086
9	Harga kereta yang terjangkau	3,66	1,376	1,5	7,55	0,083
10	Kereta yang mudah perawatannya	3,63	1,391	1,5	7,57	0,083
11	Bahan baku yang kuat dan awet	3,69	1,512	1,5	8,37	0,092
Total					91,47	

Sumber: Pengolahan data 2020

Berdasarkan tabel 4.27 di atas maka diperoleh nilai *normalized raw weight* sebesar 0,105 yang tertinggi untuk variabel kereta dilengkapi alat pengangkat. Kemudian untuk yang terendah sebesar 0,082 yaitu variabel kereta mudah dioperasikan.

4.6.3. Menentukan respon teknis

Selanjutnya menentukan respon teknis yang berisi tentang kebutuhan konsumen dalam bentuk istilah teknis. Respon teknis menunjukkan rencana rancangan dalam mewujudkan kebutuhan konsumen tersebut. Daftar karakteristik teknis dapat dilihat pada tabel 4.28.

Tabel 4.28 Karakteristik Teknis

No	Tingkat Kepentingan	Karakteristik Teknis
1	Kereta yang mudah dioperasikan	Kereta yang mempunyai fitur yang ergonomis
2	Kereta dilengkapi pegangan pendorong/ penarik	Kereta mempunyai pegangan sistem <i>knock down</i>
3	Kereta dilengkapi alat pengangkat	Kereta mempunyai alat pengangkat beban yang dapat disetel / hidrolis
4	Kereta dapat bergerak maju dan menyamping	Kereta mempunyai empat roda yang dinamis
5	Dimensi kereta sesuai dengan konstruksi mesin produksi	Peguna nyaman dalam bekerja dan menggunakan produk
6	Dimensi kereta sesuai dengan antropometri operator	
7	Kereta dapat mengurangi beban tenaga operator	Kereta dapat membantu peguna meringankan beban dalam bekerja
8	Kereta tidak mencederai operator	Kereta aman saat digunakan
9	Harga kereta terjangkau	Harga kompetitif
10	Kereta mudah perawatannya	Proses perawatan mudah dilakukan
11	Bahan kuat dan awet	Awet dan tahan lama

Sumber: Pengolahan data 2020

4.6.4. Hubungan antara respon teknis dan kebutuhan konsumen

Hubungan antara respon teknis dan kebutuhan konsumen atau pengguna dapat ditunjukkan dengan simbol yang melambangkan seberapa kuat hubungan antara respon teknis dan kebutuhan konsumen atau pengguna. Semakin banyak simbol suatu elemen pada karakteristik teknis dengan kebutuhan konsumen, maka elemen – elemen karakteristik teknis tersebut berpengaruh dalam pemenuhan kebutuhan konsumen atau pengguna. Kekuatan hubungan keduanya dapat dilihat pada tabel 4.29.

Tabel 4.29 Simbol Hubungan Karakteristik Teknis dengan Kebutuhan Konsumen

Simbol	Deskripsi	Bobot
△	Tidak ada hubungan	0
D	Kemungkinan ada hubungan	1
○	Hubungan biasa saja	3
◎	Hubungan kuat	9

Sumber : Cohen 1995

Tabel 4.30 Simbol Hubungan antara Respon Teknis dengan Kebutuhan Konsumen

Product requirements	Product Characteristic	Importance Costumer	Kereta yang mempunyai fitur yang ergonomis	Kereta mempunyai sistem knock down	Kereta mempunyai alat pengangkat beban yang dapat mengangkat beban yang dapat	Kereta mempunyai empat roda yang dinamis	Pengguna nyaman dalam bekerja dan menggunakan	Kereta dapat membantu pengguna meringankan beban	Kereta aman saat digunakan	Harga kompetitif	Proses perawatan mudah dilakukan	Awet dan tahan lama
Kereta yang mudah dioperasikan		3,47	⊙	△	△	△	○	○				
Kereta dilengkapi pegangan pendorong/ penarik		4,14	⊙	⊙	△	△	○	○				
Kereta dilengkapi alat pengangkat		3,96	○	⊙	⊙		△	○				
Kereta dapat bergerak maju dan menyamping		3,8	○			⊙	○	○	△			
Dimensi kereta sesuai dengan konstruksi mesin produksi		3,85					⊙	⊙	△			
Dimensi kereta sesuai dengan antropometri operator		3,85					⊙	⊙	○			
Kereta dapat mengurangi beban tenaga operator		3,61			△	△	○	⊙	○			
Kereta tidak mencederai operator		3,8					○	⊙	⊙			
Harga kereta terjangkau		3,66	△							⊙		△
Kereta mudah perawatannya		3,63				△					⊙	△
Bahan kuat dan awet		3,69								△		⊙

Sumber: Pengolahan data 2020

Dari tabel 4.30 di atas, maka dapat dilihat hubungan antara karakteristik teknis dengan kebutuhan konsumen dengan menggunakan simbol. Setelah diketahui adanya hubungan antara karakteristik dengan kebutuhan konsumen, kemudian dihitung nilai kontribusi masing masing karakteristik teknis. Nilai kontribusi dapat dilihat pada tabel 4.31.

Tabel 4.31 Nilai Kontribusi dan Urutan Prioritas

No	Kepentingan Teknik	Nilai Hubungan	Nilai Kontribusi	Urutan Prioritas
1	Kereta yang mempunyai fitur yang ergonomis	25	2,05	3
2	Kereta mempunyai sistem pegangan	19	1,92	4

No	Kepentingan Teknik	Nilai Hubungan	Nilai Kontribusi	Urutan Prioritas
	knock down			
3	Kereta mempunyai alat pengangkat beban yang dapat disetel / hidrolik	12	1,26	6
4	Kereta mempunyai empat roda yang dinamis	13	1,21	7
5	Pengguna nyaman dalam bekerja dan menggunakan produk	34	3,21	2
6	Kereta dapat membantu pengguna meringankan beban dalam bekerja	48	4,22	1
7	Kereta aman saat digunakan	20	1,72	5
8	Harga kompetitif	10	0,83	9
9	Proses perawatan mudah dilakukan	9	0,75	10
10	Awet dan tahan lama	11	1,01	8

Sumber: Pengolahan data 2020

Berdasarkan tabel 4.31 di atas diperoleh hasil nilai tertinggi perhitungan kontribusi dan urutan prioritas yaitu 4,22 untuk variabel kereta dapat membantu pengguna meringankan beban dalam bekerja. Kemudian nilai variabel terendah sebesar 0,75 yaitu variabel proses perawatan mudah dilakukan.

4.6.5. Hubungan antar matriks kebutuhan

Dalam memperoleh hubungan antar matriks kebutuhan dilakukan dengan analisis yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kualitas dari pertukaran sebuah karakteristik antara matriks kebutuhan satu dengan matriks kebutuhan lainnya, sehingga dapat diketahui seberapa besar nilai hubungannya seperti tabel 4.32 di bawah ini

Tabel 4.32 Hubungan Antar Matriks Kebutuhan

Kereta yang mempunyai fitur yang ergonomis	Kereta mempunyai sistem pegangan knock down	Kereta mempunyai alat pengangkat beban yang dapat disetel/ hidrolis	Kereta mempunyai empat roda dinamis	Pengguna nyaman dalam bekerja dan menggunakan produk	Kereta dapat membantu pengguna meringankan beban dalam bekerja	Kereta aman saat digunakan	Harga kompetitif	Proses perawatan mudah dilakukan	Awet dan tahan lama
--	---	---	-------------------------------------	--	--	----------------------------	------------------	----------------------------------	---------------------

Sumber: Pengolahan data 2020

4.6.6. Menentukan target spesifikasi

Target Spesifikasi merupakan suatu hasil yang dikembangkan dari pengembangan karakteristik teknis yang didapat dari identifikasi kebutuhan konsumen. Berikut ini tabel target spesifikasi yang akan dicapai.

Tabel 4.33 Target Spesifikasi

Karakteristik Teknis	Target Spesifikasi
Kereta mempunyai fitur yang ergonomis	Tinggi pegangan 100 cm, panjang pegangan 34 cm dan diameter pegangan 4 cm
Kereta mempunyai pegangan sistem knock down	Pegangan kereta dapat dipindah dari sisi belakang ke sisi samping menyesuaikan arah jalan kereta. Pegangan bisa difungsikan sebagai penarik
Kereta mempunyai alat pengangkat beban yang dapat disetel/ hidrolis	Dilengkapi dengan sepasang hidrolis pengangkat

Karakteristik Teknis	Target Spesifikasi
Kereta mempunyai empat roda yang dinamis	Sepasang roda <i>swivel with brake</i> pada bagian belakang dan sepasang roda <i>swivel</i> di bagian depan
Pengguna nyaman dalam bekerja dan menggunakan produk	Ukuran kereta disesuaikan dengan antropometri tubuh manusia.
Kereta dapat membantu pengguna meringankan beban dalam bekerja	Ukuran kereta 180 cm x 60 cm x 20 cm dengan roda <i>nylon double bearing</i> ukuran 4 inchi (<i>max load</i> 280 kg/ unit)
Kereta aman saat digunakan	Dilengkapi dengan rem pengunci roda
Harga kompetitif	Dibawah Rp. 3.000.000,00
Proses perawatan mudah dilakukan	Menggunakan bahan besi dengan pelapisan cat
Awet dan tahan lama	Tahan lebih dari 5 tahun

Sumber: Pengolahan data 2020

4.6.7. Analisis *benchmarking*

Benchmarking adalah salah satu kegiatan yang akan dilakukan untuk melakukan perbandingan yang sistematis terhadap proses dan kinerja. Tujuannya, untuk menciptakan standar baru atau meningkatkan proses. Dalam penelitian ini, produk yang sudah ada di Unit Produksi Pertenunan SMK Negeri 3 Kota Pekalongan dipilih sebagai pembanding. Dapat dilihat pada tabel 4.34.

Tabel 4.34 Produk Terdahulu

Produk	Harga	Material	Spesifikasi
	Rp. 1.000.000	<ul style="list-style-type: none"> - Rangka : Besi L 50 mm x 50 mm x 4 mm - Penutup: plat 0,4 mm - Roda: caster 5 “ rubber 	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensi : 600 mm x 400 mm x 280 mm - Tidak ada Pegangan penarik/ pendorong - Pengangkat beban manual - Sepasang roda roda <i>swivel</i> di sisi depan dan sepasang roda <i>fixed</i> disisi belakang - Membutuhkan area haluan untuk berubah arah dan tidak bisa berubah arah 90⁰ disela mesin produksi - Roda berlapis <i>rubber</i> memiliki friksi tinggi sehingga membutuh tenaga dorong yang besar - Tidak terdapat pengunci roda saat berhenti

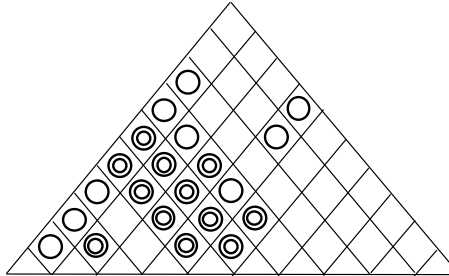
Sumber: Pengolahan data 2020

4.6.8. House of ergonomic

Setelah menentukan aspek - aspek dari EFD, maka hasil yang dimuat dalam semua tabel di bawah seluruhnya disusun dalam *House of Ergonomic* secara utuh seperti pada tabel 4.35 berikut:

Tabel 4.35 House of Ergonomic

- ⊙ Strong linked
- Moderate linked
- △ Possibly linked
- D Not linked (blank)



Product requirements	Product Characteristic	Importance to Costumer										Customer Satisfaction Performance		Raw Weight	Beam Trolley Lama	Beam Trolley Baru	
		Kereta yang mempunyai fitur yang ergonomis	Kereta mempunyai sistem pegangan knock down	Kereta mempunyai alat pengangkat beban yang dapat disetel / hidrolik	Kereta mempunyai empat roda dinamis	Pengguna nyaman dalam bekerja dan menggunakan produk	Kereta dapat membantu pengguna meringankan beban dalam bekerja	Kereta aman saat digunakan	Harga kompetitif	Proses perawatan mudah dilakukan	Awet dan tahan lama	Improvement Ratio	Improvement Ratio				
Kereta yang mudah dioperasikan	3,47	⊙	△	△	△	○	○						2,42	1,43	7,46	2,42	3,47
Kereta dilengkapi pegangan pendorong/ penarik	4,14	⊙	⊙	△	△	○	○						2,78	1,49	9,25	2,78	4,14
Kereta dilengkapi alat pengangkat	3,96	○	⊙	⊙		△	○						2,36	1,64	9,57	2,36	3,96
Kereta dapat bergerak maju dan menyamping	3,80	○			⊙	○	○	△					2,56	1,48	8,46	2,56	3,8
Dimensi kereta sesuai dengan konstruksi mesin produksi	3,85					⊙	⊙	△					2,58	1,49	8,62	2,58	3,85
Dimensi kereta sesuai dengan antropometri operator	3,85					⊙	⊙	○					2,56	1,50	8,69	2,56	3,85
Kereta dapat mengurangi beban tenaga operator	3,61			△	△	○	⊙	○					2,42	1,49	8,08	2,42	3,61
Kereta tidak mencederai operator	3,80					○	⊙	⊙					2,76	1,38	7,85	2,76	3,8
Harga kereta terjangkau	3,66	△						⊙		△			2,66	1,38	7,55	2,66	3,66
Kereta mudah perawatannya	3,63				△			⊙	△				2,61	1,39	7,57	2,61	3,63
Bahan kuat dan awet	3,69							△		⊙			2,44	1,51	8,37	2,44	3,69
Target Specification		Tinggi pegangan 100 cm, panjang pegangan 34 cm dan diameter pegangan 4 cm Pegangan bisa difungsikan sebagai penarik dan dapat dipindah. Dilengkapi dengan sepasang hidrolik pengangkat Roda swivel with brake pada bagian belakang. Ukuran kereta disesuaikan dengan antropometri tubuh manusia. Ukuran kereta 180 cm x 60 cm x 20 cm dengan roda nylon ukuran 4 Inchi Dilengkapi dengan rem pengunci roda Dibawah Rp. 3.000.000,00 Menggunakan bahan besi dengan pelapisan cat Tahan lebih dari 5 tahun															
Contribution		2,05	1,92	1,26	1,21	3,21	4,22	1,72	0,83	0,75	1,01						
Normalized Contribution		0,11	0,11	0,07	0,07	0,18	0,23	0,09	0,05	0,04	0,06						
Urutan Prioritas		3	4	6	7	2	1	5	9	10	8						

Sumber: Pengolahan data 2020

4.7. Data Antropometri

Data antropometri digunakan untuk menentukan ukuran, bentuk dan dimensi produk yang akan dibuat untuk menyesuaikan fisik pengguna. Data antropometri yang digunakan adalah Tinggi siku berdiri (TSB), Diameter lingkaran genggam (DLG), Lebar jari ke 2,3,4,dan 5 (LJ), Jangkauan tangan ke depan (JTD), dan Jangkauan tangan ke samping (JTS). Data disajikan pada tabel 4.36.

Tabel 4.36 Data Antropometri Indonesia

No	Dimensi	Persentil			SD
		5%	50%	95%	
1	Tinggi Siku Berdiri (TSB)	73,13	95,65	118,17	13,69
2	Diameter lingkaran genggam (DLG)	4,5	4,8	5,1	2,0
3	Lebar jari ke 2,3,4,5 (LJ)	3,69	9,43	15,17	3,49
4	Jangkauan Tangan ke depan (JTD)	48,36	66,18	84,0	10,83
5	Jangkauan Tangan ke samping (JTS)	111,41	152,71	194	25,1

Sumber: <http://antropometriindonesia.org/>

Dari tabel 4.36 diperoleh nilai untuk setiap dimensi. Dalam penelitian ini yang akan digunakan adalah persentil 5 dan 50, dimana persentil 5 agar siswa yang memiliki ukuran tubuh lebih kecil dapat menggunakan dengan nyaman dan persentil 50 mewakili ukuran rata-rata tubuh manusia.

4.8. Perancangan Produk

Dalam proses perancangan terdapat beberapa tahapan. Hasil dari perancangan ini adalah hasil rancangan akhir yang dibuat dalam bentuk gambar. Berikut ini adalah tahapan perancangan produk kereta lalatan benang lusi sebagai kereta yang ergonomis.

4.8.1. Perancangan Desain

Perancangan desain dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan konsumen, target spesifikasi, dan data antropometri. Berikut ini adalah penentuan dimensi produk yang dirancang.

a. Tinggi pegangan kereta lalatan benang lusi

Data antropometri yang dibutuhkan untuk menentukan ukuran pegangan kereta lalatan benang lusi dari permukaan lantai adalah berdasarkan nilai tinggi siku persentil 50 yaitu 95,65 dengan allowance 3 cm, maka nilainya menjadi 98,65 cm, disesuaikan menjadi 100 cm. Penggunaan persentil 50 dimaksudkan agar pengguna yang memiliki tinggi siku berdiri yang lebih pendek dapat menggunakan kereta bantu dengan nyaman dan pengguna yang memiliki tinggi siku berdiri lebih tinggi juga dapat menggunakan kereta dengan mudah.

b. Dimensi diameter pegangan kereta lalatan benang lusi

Data antropometri yang dibutuhkan untuk menentukan diameter pegangan kereta lalatan benang lusi adalah diameter lingkaran genggam (dlg) dengan persentil ke-50. Penggunaan persentil 50 dimaksudkan agar pekerja yang memiliki diameter genggam lebih besar maupun yang lebih kecil dapat memegang pegangan kereta bantu dengan nyaman dengan nyaman. Data persentil 5 diameter lingkaran genggam adalah 4,5 cm sehingga diameter pegangan kereta lalatan benang lusi adalah 4 cm disesuaikan dengan material yang ada di pasaran.

c. Dimensi lebar genggam pegangan kereta lalatan benang lusi

Data antropometri yang dibutuhkan untuk menentukan panjang genggam tangan pegangan kereta lalatan benang lusi adalah lebar jari ke-2,3,4,5 (l_j) dengan persentil ke-95. Penggunaan persentil 95 dimaksudkan agar pekerja yang memiliki lebar telapak tangan lebih besar dapat menggenggam pegangan kereta lalatan benang lusi dengan nyaman. Data persentil 95 adalah lebar jari ke-2,3,4,5 adalah 15,17 cm dibulatkan 16 cm sehingga lebar minimal genggam tangan pegangan kereta lalatan benang lusi adalah $16 \times 2 = 34$ cm. Dengan bentuk pegangan kotak dengan sudut lengkung maka dimensinya adalah 18 x 34 cm.

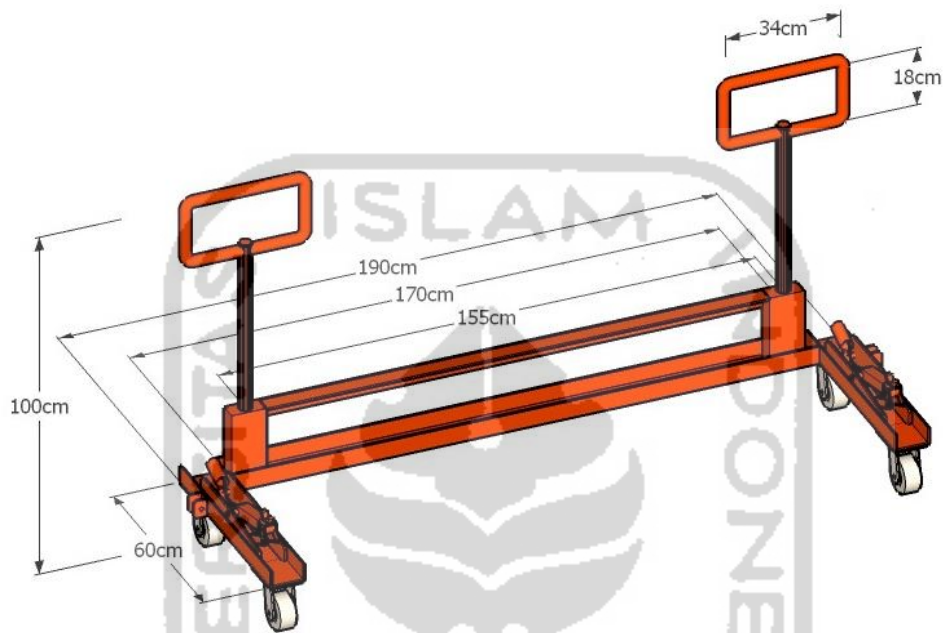
d. Lebar kereta lalatan benang lusi

Data antropometri yang dibutuhkan untuk menentukan lebar kereta lalatan benang lusi adalah menggunakan data jangkauan tangan ke depan dengan memakai persentil 50 menjadi 66,18 dengan ditambah *allowance* 3 cm menjadi 69,18 cm ~ 70 cm sehingga lebar kereta bantu lalatan lusi adalah 70 cm. Dengan memperhatikan lay out mesin tenun dan konstruksi lalatan benang lusi yang terbesar maka lebar kereta lalatan benang lusi disesuaikan menjadi 60 cm.

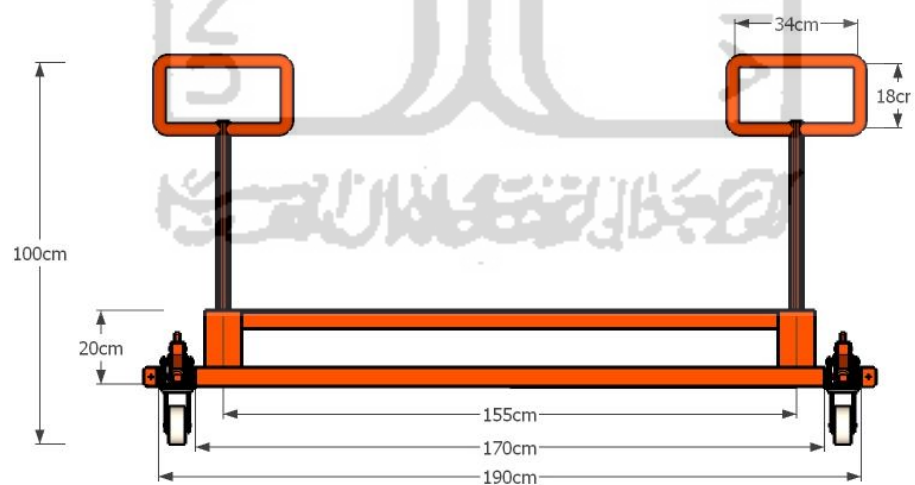
e. Panjang kereta lalatan benang lusi

Data antropometri data jangkauan tangan ke samping dengan memakai persentil 50 menjadi 152,71 dengan ditambah *allowance* 3 cm menjadi 155,71 cm dibulatkan menjadi 155 cm digunakan untuk menentukan jarak pegangan belakang kereta lalatan benang lusi sedangkan panjang kereta disesuaikan dengan konstruksi mesin dan lebar kain yang dibuat yaitu 190 cm.

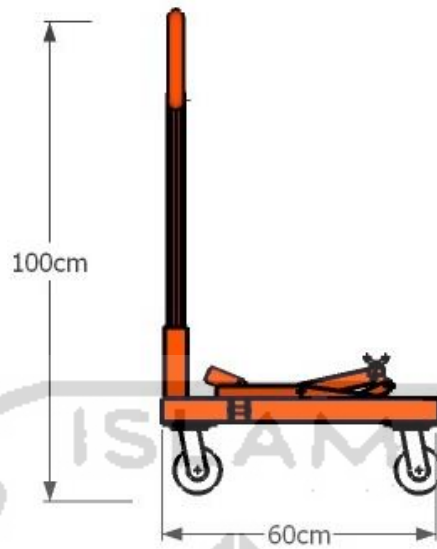
Berikut ini gambar yang menunjukkan penerapan dari perhitungan ukuran dimensi antropometri, kemudian diaplikasikan kedalam perancangan kereta laluan benang lusi.



Gambar 4.5 Dimensi rancangan kereta perpektif



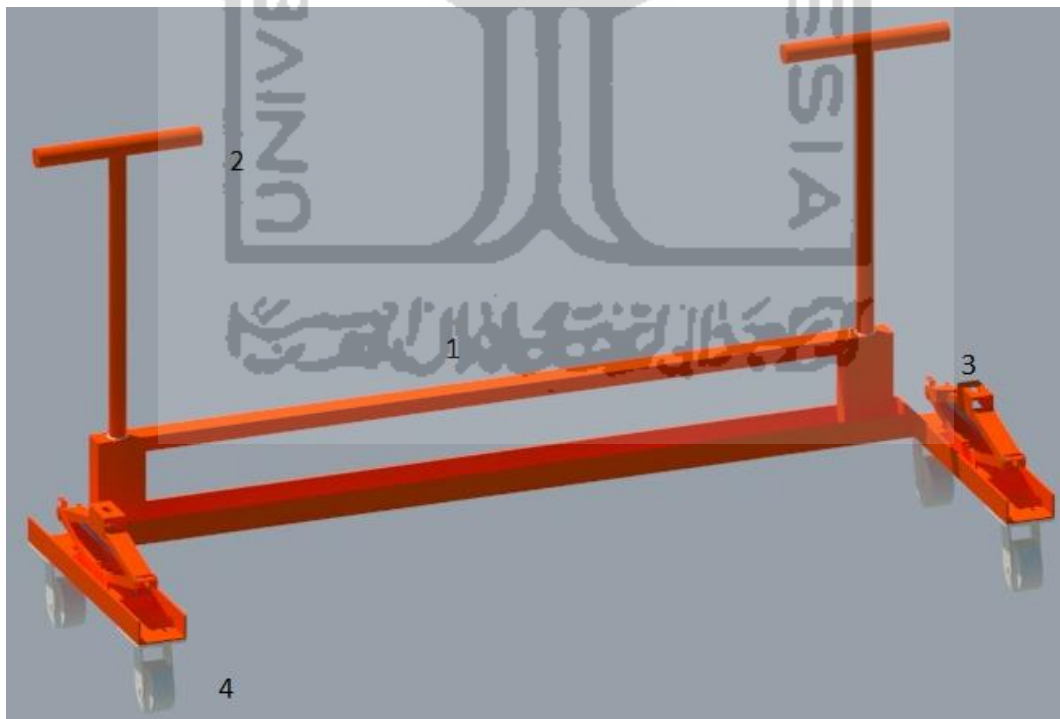
Gambar 4.6 Dimensi rancangan tampak depan



Gambar 4.7 Dimensi rancangan tampak

4.8.2. Prototype kereta lalatan benang lusi (*beam trolley*)

Perakitan menghaikan produk kereta terdiri dengan susunan komponen-komponem seperti gambar 4.8 berikut:

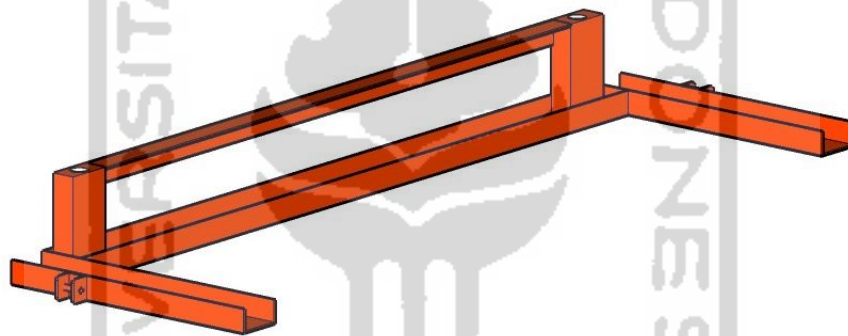


Gambar 4.8 Rancangan kereta lalatan benang lusi (*beam trolley*)

Prototype kereta lalatan (*beam trolley*) merupakan hasil rancangan yang dibuat berdasarkan perhitungan antropometri dan kebutuhan konsumen, dengan bagian-bagian sebagai berikut:

1. Rangka kereta (*base frame*)

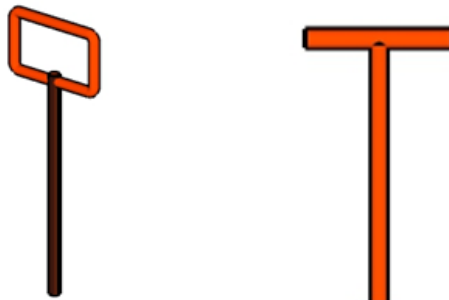
Rangka berfungsi sebagai penopang utama beban guluangan benang lusi (*warp beam*). Rangka kereta memiliki dimensi 180 x 60 x 20 cm dibuat dari besi UNP 100 x 50 x 5 mm sebagai rangka dasar dan besi siku 50 x 50 x 4 mm sebagai penghubung atas.



Gambar 4.9 Rangka kereta

2. Pegangan (*handle*)

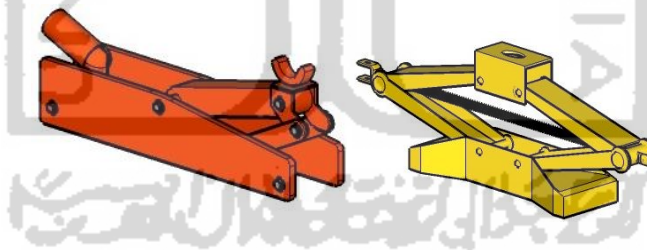
Pegangan berfungsi sebagai pendorong kereta dan dapat difungsikan sebagai penarik dengan memindahkan pegangan dari sisi belakang ke sisi samping kereta. Pegangan dibuat menggunakan pipa besi dengan diameter 40 mm dan ketebalan 2 mm. Desain pegangan pertama kereta memiliki bentuk pegangan kotak dengan ukuran 34 x 18 cm yang dipasang pada pipa besi sepanjang 56 cm. Sedangkan desain pegangan kedua berbentuk pipa datar sepanjang 34 cm yang dipasang pada pipa sepanjang 80 cm. Berdasarkan kemudahan pemakaian digunakan desain pegangan yang kedua.



Gambar 4.10 Pegangan pertama dan kedua

3. Pengangkat beban (*jack*)

Untuk mengangkat dan menurunkan beban *warp beam* digunakan sepasang dongkrak dimodifikasi dengan mengganti dudukan pada bagian pengangkat menggunakan plat lengkung setengah lingkaran sesuai ukuran dari *beam shaft* yang berdiameter 11 cm. Pilihan pengangkat terdiri dari 2 jenis yaitu jenis *floor jack* dan *bridge jack*. Dengan pertimbangan praktis dalam penggunaan dipilih pengangkat jenis pertama yaitu *floor jack*.



Gambar 4.11 Pengangkat tipe hidrolik dan tipe ulir

4. Roda (*roller caster*)

Roda yang digunakan merupakan roda dinamis (*swivel type*) menggunakan bahan nilon dengan rangka dudukan plat besi 5 mm yang mampu menahan beban hingga 280 kg per roda. Pasangan roda bagian belakang dilengkapi dengan rem pengunci roda yang dapat diaktifkan ketika kereta berhenti untuk waktu tertentu.



Gambar 4.12 Roda dinamis

4.8.3. Analisa Kebutuhan Bahan dan Biaya

Setelah perancangan selesai, maka dilanjutkan dengan tahap melakukan analisis kebutuhan bahan dan analisis biaya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa besar biaya produksi produk yang sesuai. Perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.28. di bawah ini

Tabel 4.37 Kebutuhan Bahan dan Biaya

No	Bahan	Satuan Bahan	Kebutuhan Bahan	Harga	
				Satuan	Total
1	Besi UNP 100 x 50 x 5	meter	4	50.000	200.000
2	Besi L 50 x 50 mm	meter	2	24.500	49.000
3	Besi galvanis Ø 40 mm	meter	3	23.000	69.000
4	Roda caster 4 " sw/br	unit	2	138.000	276.000
5	Roda caster 4 " sw	unit	2	110.000	220.000
6	Hydraulic floor jack	unit	2	550.000	1.100.000
7	Baut M 10 x 20 mm	pcs	20	1.500	30.000
8	Cat zinc chromatic	kg	1	50.000	50.000
9	Biaya produksi	unit	1	1.000.000	1.000.000
Jumlah				Rp 2.994.000 .-	

Sumber: Toko Sumber Makmur 2020

Dari tabel di atas dapat dilihat perhitungan harga kebutuhan bahan dan kebutuhan biaya pembuatan kereta lalatan benang lusi yang ergonomis sebesar Rp. 2.994.000.00 yang dibulatkan menjadi Rp. 3.000.000.-.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Statistik Deskriptif Tingkat Kepentingan dan Tingkat Kepuasan

Berdasarkan hasil pengumpulan data terhadap para siswa peserta praktikum dan instruktur di Unit Produksi Pertenunan SMK Negeri 3 Kota Pekalongan, berdasarkan jenis kelamin responden terdiri dari sebanyak 26 orang laki-laki (43,33%) dan sebanyak 34 orang perempuan (56,67%), responden mempunyai rata-rata tinggi badan 163,06 cm, dan rata-rata berat badan 53,85 kg. Diketahui berdasarkan tingkat kepentingan pernyataan pertama banyak yang menjawab sangat penting dengan presentase 21,7%, pernyataan kedua sebesar 40%, pernyataan ketiga sebesar 35%, pernyataan keempat 30%, pernyataan kelima sebesar 35%, pernyataan keenam sebesar 35%, pernyataan ketujuh sebesar 23,3%, pernyataan kedelapan sebesar 38,3%, pernyataan kesembilan sebesar 36,7% pernyataan kesepuluh sebesar 36,7%, dan pernyataan kesebelas sebesar 23,3% (tabel 4.21), dan berdasarkan tingkat kepuasan pernyataan pertama banyak yang menjawab sangat tidak puas dengan presentase 40%, pernyataan kedua sebesar 33,3%, pernyataan ketiga sebesar 33,3%, pernyataan keempat 38,3%, pernyataan kelima sebesar 36,7%, pernyataan keenam sebesar 38,3%, pernyataan ketujuh sebesar 40%, pernyataan kedelapan sebesar 25%, pernyataan kesembilan sebesar 28,3% pernyataan kesepuluh sebesar 38,3%, dan pernyataan kesebelas sebesar 35% (tabel 4.22). Kemudian sebelas pernyataan diolah melalui uji validitas dengan dengan tingkat signifikan $\alpha = 0,05$ dan jumlah sampel yang dipakai sebesar 60 orang. Dari hasil uji validitas, seluruh instrumen

dinyatakan valid karena r hitung $>$ r tabel (0,444) dengan taraf signifikan 5% (tabel 4.19). Pernyataan yang telah valid ini kemudian melalui tahapan selanjutnya yaitu uji reliabilitas, dimana sebelas pernyataan dinyatakan *reliable* dengan *cronbach's alpha* sebesar 0.916 (lebih dari 0.7) (tabel 4.20).

5.2. Ergonomic Function Deployment (EFD)

Setelah menemukan jawaban pernyataan dianggap sangat penting dan sangat kurang puas maka ditemukan parameter dalam redesain kereta laluan benang lusi yang dijabarkan sebagai berikut :

5.2.1. Kebutuhan konsumen

Kebutuhan konsumen yang sangat berpengaruh untuk mendapatkan nilai tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan konsumen sebagai karakteristik produk (tabel 4.18). Kemudian dilakukan uji validitas untuk setiap kebutuhan konsumen (tabel 4.19) diketahui nilai *corrected item-total correlation* pada setiap pernyataan tersebut akan dibandingkan dengan nilai tabel r sebesar 0,444 yang memiliki Df yaitu $n-1 = 20-1 = 19$ koresponden dengan nilai signifikan 5%. Sesuai dengan ketentuan yang ada, karena nilai *corrected item-total correlation* pada tiap pernyataan $>$ r tabel maka semua pernyataan tersebut valid. Setelah dilakukan uji validitas maka dilanjutkan dengan uji realibilitas (tabel 4.20) dengan nilai *Cronbach's Alpha* $>$ 0,70.

5.2.2. Penyusunan *House of Ergonomic* (HoE)

Proses perancangan *House of Ergonomic* merupakan pembuatan keputusan dalam bentuk matriks–matriks yang dapat diperiksa ulang serta dimodifikasi

untuk mengetahui ergonomis atau tidaknya hasil suatu rancangan (Wibowo et al., 2011).

Tingkat kepentingan atribut perancangan produk ditunjukkan dengan bobot, sedangkan tingkat kepuasan menunjukkan nilai bobot produk awal dari suatu atribut. *Raw weight* menunjukkan total tingkat kepentingan responden terhadap suatu atribut perancangan produk, sedangkan *customer satisfaction performance* menunjukkan nilai bobot kepentingan relatif terhadap atribut produk sebelumnya (Ulrich & Eppinger, 2001).

Ukuran kinerja berupa *contribution*, dapat dihitung berdasarkan hubungan antara karakteristik teknis produk dengan kebutuhan konsumen. Karakteristik teknis perancangan *beam trolley* yang memiliki nilai *contribution* tertinggi berdasarkan hubungan antara karakteristik teknis dengan kebutuhan konsumen adalah kereta dapat membantu pengguna meringankan beban dalam bekerja. Prioritas kedua adalah ukuran kereta yang sesuai dengan antropometri sehingga pengguna nyaman dalam bekerja dan menggunakan produk. Prioritas ketiga adalah kereta mempunyai fitur yang ergonomis, kemudian kereta mempunyai pegangan sistem *knock down* sebagai prioritas keempat. Prioritas selanjutnya adalah kereta aman saat digunakan dengan adanya sistem rem pengunci pada roda. Prioritas keenam adalah kereta mempunyai alat pengangkat beban yang dapat disetel/ hidrolis dan prioritas ketujuh kereta mempunyai empat roda yang dinamis. Sedangkan prioritas kedelapan adalah kereta yang awet dan tahan lama, dilanjutkan prioritas kesembilan harga kereta yang kompetitif. Prioritas kesepuluh proses perawatan mudah dilakukan.

5.2.3. Perancangan produk

Penerapan data antropometri dilakukan dengan mempertimbangkan nilai rata-rata dan standar deviasi dari suatu distribusi normal. Sedangkan persentil merupakan nilai yang menyatakan bahwa persentase tertentu dari ukuran sekelompok sama atau lebih rendah dari nilai tersebut. Misalnya 95 persentil akan menunjukkan 95% populasi akan berada pada atau berada di bawah ukuran tersebut; sedangkan 5 persentil akan menunjukkan 5% populasi akan berada pada atau di bawah ukuran itu (Rosita et al., 2015). Target perancangan harus dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan konsumen, target spesifikasi dan data dimensi tubuh manusia. Karena dalam desain kereta lalatan benang lusi yang paling utama dalam hal dimensi karakteristik adalah harus mempertimbangkan dimensi antropometri.

Berdasarkan metode EFD didapatkan perancangan produk lama memiliki perbedaan dengan produk baru, diantaranya

1. Dimensi

Produk lama memiliki dimensi 60 x 40 x 28 cm, lebih pendek dari ukuran *warp beam*. Dimensi produk baru 190 x 60 x 24 cm, menyesuaikan ukuran antropometri manusia dan dimensi mesin produksi untuk kenyamanan dan keamanan pekerja (Sutalaksana & Widyanti, 2016).

2. Roda

Roda produk lama terdiri dari 2 roda dinamis dibagian belakang dan 2 roda statis dibagian depan. Produk baru menggunakan 4 roda dinamis dengan 2 roda diantaranya dilengkapi kunci pengerem. Bentang jarak antar roda yang

lebih lebar dari *warp beam* menjadikan berat beban akan terdistribusi merata pada *beam trolley* untuk mengurangi gaya gesek dengan lantai (Zepeda et al., 2016).

3. Pegangan

Produk lama tidak dilengkapi pegangan. Produk baru dilengkapi pegangan yang bisa dipindah posisi sesuai arah jalan kereta dan berfungsi juga sebagai pendorong atau penarik. Tinggi pegangan berpengaruh pada penggunaan tenaga operator saat mendorong *beam trolley* (Culvenor, 2005).

4. Peralatan pengangkat

Produk lama tidak memiliki alat pengangkat, pada produk baru dilengkapi sistem hidrolik untuk mengangkat dan menurunkan beban. Sistem hidrolik memperpendek waktu penanganan material dan aman bagi pekerja (Gujar et al., 2010).

5.3. Evaluasi produk

Metode REBA telah digunakan untuk mengukur postur kerja operator pada penanganan *warp beam*, yang meliputi pekerjaan menurunkan gulungan benang dari mesin ke kereta, mendorong gulungan diatas kereta dan menaikan gulungan benang dari kereta ke mesin tenun dengan hasil skor menunjukkan bahwa rata-rata perlu segera tindakan untuk perbaikan postur kerja dengan rangkuman sebagai berikut:

Tabel 5.1 Hasil penilaian REBA aktivitas kerja dengan *warpbeam* lama

REBA Assesment Work Sheet													
Aktivitas	Nilai Tabel A						Nilai Tabel B						Skor REBA
	Trunk	Neck	Legs	Nilai Pembe- hanan	Nilai A	Upper Arm	Lower Arm	wrist	Genggaman	Nilai B	Nilai	Nilai C	
Menurunkan <i>warp beam</i> dari mesin ke kereta	4	2	2	2	8	2	2	2	1	4	1	9	10
Mendorong <i>warp beam</i> pada kereta	4	1	1	2	5	2	2	3	1	4	1	6	7
Menaikan <i>warp beam</i> pada mesin tenun	4	2	1	2	7	3	2	3	1	6	1	9	10
Rata-rata skor REBA													9

Sumber: Pengolahan data 2020

Nilai rata-rata skore REBA disajikan tabel 5.1 adalah 9 yang berada pada *action level* 3 (8 – 10), dengan *risk level* tinggi sehingga perlu segera dilakukan tindakan perbaikan. Dari perancangan dibuat *beam trolley* sesuai spesifikasi yang telah ditentukan kemudian dilakukan uji coba dan penilaian dengan *worksheet* REBA dengan hasil rata-rata 5 yang berada pada *action level* 2 (4 – 7), dengan *risk level* sedang perlu dilakukan tindakan perbaikan. Hasil penilaian disajikan pada tabel 5.2 berikut:

Tabel 5.2 Hasil penilaian REBA aktivitas kerja dengan *warpbeam* prototype

REBA Assesment Work Sheet													
Aktivitas	Nilai Tabel A						Nilai Tabel B						
	Trunk	Neck	Legs	Nilai Pembe-	Nilai A	Upper Arm	Lower Arm	wrist	Genggaman	Nilai B	Nilai Aktivitas	Nilai C	Skor REBA
Menurunkan <i>warp beam</i> dari mesin ke kereta	2	1	1	2	4	3	2	2	0	5	0	5	5
Mendorong <i>warp beam</i> pada kereta	2	1	1	2	4	2	2	2	0	4	1	4	5
Menaikan <i>warp beam</i> pada mesin tenun	2	2	1	2	5	2	1	3	0	3	1	4	5
Rata-rata skor REBA												5	

Sumber: Pengolahan data 2020

Prototype *beam trolley* yang dibuat sesuai perancangan desain yang telah ditentukan disajikan pada gambar 5.1 berikut ini:



Gambar 5.1 *Prototype beam trolley*

Dari pengembangan desain yang dilakukan terdapat kelebihan-kelebihan pada produk baru antara lain:

1. Mudah dioperasikan

Pemasangan 4 roda dinamis dan sepasang pegangan pendorong dibagian belakang dan penarik dibagian depan membuat kereta lebih mudah dikendalikan saat pemindahan *warp beam*. Ketika pegangan dipindah pada sisi belakang, kereta dapat dengan mudah didorong ke samping untuk menyesuaikan dengan posisi *warp beam* saat menurunkan dari mesin persiapan dan menaikan *warp beam* pada mesin tenun.

2. Mengurangi resiko operator dan bahan baku

Peralatan pengangkat dari *hidraulic jack* mengurangi penggunaan tenaga operator dan resiko cedera saat menaikan dan menurunkan *warp beam* pada mesin produksi. Selain itu gulungan benang diangkat pada bagian poros lalatan sehingga lebih stabil saat diatas kereta dan permukaan gulungan terhindar dari kerusakan karena bergesekan dengan kereta.

3. Desain ergonomis

Penentuan desain dengan mengacu pada dimensi antropometri menghasilkan dimensi kereta dengan ukuran 190 x 60 x 24 cm, dengan tinggi pegangan 100 cm, panjang pegangan 36 cm dan diameter 4 cm.

4. Aman digunakan untuk pembelajaran siswa

Pengoperasian yang mudah dan berkurangnya resiko operator memungkinkan kereta ini aman digunakan oleh siswa secara langsung dalam pembelajaran

praktik sehingga siswa dapat menempuh kompetensi *beam setting* secara lengkap.



BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Berdasarkan pernyataan-pernyataan pada hasil kuisioner tingkat kepentingan antara 21,7 - 40% responden menjawab sangat penting untuk desain ulang kereta, dan pada tingkat kepuasan menjawab sangat tidak puas dengan rentang 25 - 40 % dengan kereta yang ada, sehingga diperlukan perbaikan terhadap kereta lalatan yang sudah ada.
2. Dari analisa postur kerja REBA diketahui dengan menggunakan prototype *beam trolley* baru pada pekerjaan fase pertama penurunan *warp beam* dari mesin produksi ke *beam trolley* dari skor 10 dalam kategori *action level 3, risk level* tinggi, turun menjadi skor 5 dalam kategori *action level 2, risk level* sedang. Fase kedua pekerjaan pemindahan *warp beam* dengan skor 7 turun menjadi skor 5 dalam kategori *action level 2, risk level* sedang. Sedangkan pada fase ketiga pekerjaan menaikan *warp beam* ke mesin tenun dari skor 10 dalam kategori *action level 3, risk level* tinggi, turun menjadi skor 5 termasuk kategori *action level 2, risk level* sedang.
3. Dengan metode *Ergonomic Function Deployment* untuk mengidentifikasi masalah dapat ditentukan parameter penyelesaian yang kemudian dilanjutkan dengan perancangan ulang kereta lalatan benang lusi dengan perbaikan antara lain:

- a. Ukuran kereta lalatan 190 x 60 x 24 cm yang disesuaikan dengan antropometri pengguna, dimensi *warp beam* dan *lay out* mesin produksi.
- b. Penambahan pegangan yang dapat berfungsi sebagai penarik dengan sistim *knockdown* dengan tinggi 100 cm.
- c. Menggunakan empat roda dinamis untuk fleksibelitas gerakan kereta dengan 2 roda dilengkapi pengunci.
- d. Memiliki sistem hidrolik untuk mengangkat dan menurunkan beban.

6.2 Saran

Berkaitan dengan penelitian yang dilakukan dan hasil pembuatan prototype, beberapa saran disampaikan antara lain:

1. Dilakukan analisa pemilihan material yang lebih baik dengan mempertimbangkan jenis, struktur dan berat material besi sebagai rangka alat.
2. Perlu pengembangan pada bagian pengangkat beban agar dapat menjangkau poros *warp beam* yang lebih rendah.
3. Untuk menjaga posisi *warp beam* tetap stabil diatas kereta diperlukan penahan samping pada ujung poros *beam* pada bagian *beam support*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adanur, Sabit, PhD, (2009), *Handbook of Weaving*, (alih bahasa oleh Giarto), CRC Press ITEMA Ltd. Switzerland.
- Adrianto, Reza, dkk. (2014), Usulan Rancangan Tas Sepeda Trial Menggunakan Metode Ergonomic Function Deployment (EFD). *Reka Integra Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, Vol.02 No.02, April 2014.
- Anwardi, Muhammad Ikhsan, Nofirza, Harpito, Ahmad Mas'ari, (2019), Perancangan Alat Bantu Memanen Karet Ergonomis Guna Mengurangi Resiko *Musculoskeletal Disorder* Menggunakan Metode RULA dan EFD, *Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, Vol. 5, No. 2, 2019.
- Ayoub M.M. and Demsey, Patrick G ., (1999), *The Psychophysical Approach to Manual Materials Handlingtask Design*, Department of Industrial Engineering, Texas Tech University, Lubbock, Texas USA.
- Basuki, Sulistyo. (2010). *Metode Penelitian*. Jakarta: Penaku
- Bridger, R.S. (2003), *Introduction to Ergonomics*, Taylor & Francis e-Library,
- Culvenor, J. (2005). Initial force and desirable handle height range when pushing a trolley. *Journal of Occupational Health and Safety - Australia and New Zealand*, Vol. 21(4), 341-349.
- Gujar, R. P., Arole, A. A., Barhate, K. H., Gawande, S. H., & Viroff, M. (2010). Design and Development of Attachment for Hydraulic Stacker. *International Journal of Engineering Science and Technology*, Vol. 2(5), 796-801.
- Daniel Hung-Kay Chow, Cherry Kit-Fong Hin, Debbie Ou, Alon Lai, (2011) Carry-Over Effects of Backpack Carriage On Trunk Posture and Repositioning Ability, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41 (2011) 530e535
- Ganesh S. Jadhav, Arunita Paul, Urmi R. Salve, (2016), Design of Manual Material Handling trolley for Spool Loading and Unloading: Case Study, *Proceedings of 6th International & 27th All India Manufacturing Technology, Design and Research Conference (AIMTDR–2016) College of Engineering, Pune, Maharashtra, INDIA.*
- Gita Permata Liansari, Dwi Novirani, dan Rifqi Nanda Subagja, (2016), Rancangan Blueprint Alat Cetak Kue Balok yang Ergonomis dengan

Metode Ergonomic Function Deployment (EFD), *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, University Katholik Parahyangan-Bandung.

Hartanto, N. Sugiarto & Watanabe Shigeru (1993), *Teknologi Tekstil*, Jakarta Pradnya Paramita.

Hendra (2017), *Teknologi Persiapan Pertemuan*, Institut Teknologi Tekstil, Bandung.

IGAK. Suriadi, I Ketut Adi Atmika, (2017), Studi Kenyamanan Kursi Penumpang Mini Bus Angkutan Pariwisata di Bali dengan Analisis *Ergonomic Function Deployment*, *Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan VIII – 2017*

Inda Putri Heni, Agus Kusnayat, dan Mira Rahayu (2017), Analisis dan Perbaikan Rancangan *Material Handling Equipment* Aktivitas Pemindahan Kayu Menggunakan Pendekatan Ergonomic Function Deployment Pada PT. Perkebunan Nusantara VIII, *e-Proceeding of Engineering* : Vol.4, No.2 Agustus 2017, Page 2396.

Indri Santiasih, (2013), Kajian Manual Material Handling Terhadap Kejadian *Low Back Pain* pada Pekerja Tekstil, *J@TI Undip*, Vol VIII, No 1, Januari 2013.

Irma Puspitasaridan R. Koekoeh K.W. (2016). Modifikasi kursi penumpang kereta api ekonomi yang ergonomis dengan metode *Ergonomic Function Deployment* (studi kasus pada KA. Logawa yang diproduksi di PT. INKA. *Jurnal ROTOR*, Volume 9, No. 1, April 2016.

IW Taifa, DA Desai. (2015) A review and gap analysis on integration of quality function deployment and ergonomics principles for product improvement (classroom furniture), *Industrial Engineering Journal*, Vol. VIII. 12. 16–25

Jazuli, Dedi Nurcipto, dan Ilham Shalahuddin Afif, (2017), Redesign Stasiun Kerja Pencantingan Batik yang Ergonomis, *Seminar Nasional Teknik Industri*, Universitas Gadjah Mada-Yogyakarta

Jennie Hasimjaya, dkk. (2017), Kajian Antropometri & Ergonomi Desain Mebel Pendidikan Anak Usia Dini 3-4 Tahun di Siwalankerto, *JURNAL INTRA*, Vol. 5, No. 2, (2017).

- Juliansyah Noor. (2015), *Metodologi Penelitian : Skripsi, Tesis, Disertasi, Karya Ilmiah*, Prenadamedia Group Jakarta.
- Klamklay, J., Sungkhapong, A., Yodpijit, N., Patterson, PE. (2008), Anthropometry of the southern Thai population. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38 (2008) 111–118
- Mardiani, S.Teks, et. al (1998), *Teknologi Persiapan Pembuatan Kain*, Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil, Bandung.
- Mahrus Khoirul Umami, Andi Dwi Rahman Hadi, Fitri Agustina, (2014), Evaluasi Ergonomi Aktivitas Manual Material Handling pada Bagian Produksi di CV. GMS, Bangkalan, *Jurnal Rekayasa Sistem Industri* Vol.3, No.2.
- Mudrajad Kuncoro, (2013), *Metode Riset untuk Bisnis dan Ekonomi*. Edisi 4. Jakarta: Erlangga.
- Muhammad Yudhi Setiadi, Poerwanto, Anizar, (2013), Usulan Alat Bantu Pemandahan Batako Untuk Mengurangi Risiko *Musculoskeletal Disorders* di PT. XYZ, *e-Jurnal Teknik Industri FT USU*, Vol 1, No.3, April 2013 pp. 37-43
- NIOSH (2007), *Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling*, Research and Education Unit, Division of Occupational Safety and Health, California Department of Industrial Relations. DHHS (NIOSH) Publication No. 2007-131.
- Nurmianto, Eko. (2005). *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Guna Widya Jakarta.
- Risky Hidayat, Listiani Nurul Huda, Poerwanto, (2013), Analisis Perancangan Alat Bantu Kerja Operator Angkut di Stasiun Pemanenan pada PT Perkebunan X, *e-Jurnal Teknik Industri FT USU* Vol 4, No. 1, Oktober 2013.
- Roberta Zulfhi Surya dan Rusdi Badrudin, (2015), Aplikasi *Ergonomic Function Deployment (EFD)* pada *Redesign* Alat Parut Kelapa untuk Ibu Rumah Tangga, *Rona Teknik Pertanian*, 8(1)
- Rosita. T. S., Putra. A. M., & Rohanah. A., (2015), Studi Antropometri pada Traktor Massey Ferguson 400 Extra. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, Vol.3 No. 2 Th. 2015.
- Suma'mur P.K, (1995). *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Gunung Agung, Jakarta

Soeparli, Liek, S.Teks (1973), *Teknologi Persiapan Pembuatan Kain*, Institut Teknologi Tekstil, Bandung.

Sutalaksana, I. (2006). *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Intitut Teknologi Bandung, Bandung

Sutalaksana, I. Z., & Widyanti, A. (2016). Anthropometry approach in workplace redesign in Indonesian Sundanese roof tile industries. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 53, 299-305.

Suyatno Sastrowinoto, (1985), *Meningkatkan Produktivitas dengan Ergonomi*, Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.

Ulrich, K., & Eppinger, S. (2001). *Perancangan dan Pengembangan Produk*, Salemba Teknika.

Zepeda, R., Chan, F., Sawatzky, B. (2016). The effect of caster wheel diameter and mass distribution on drag forces in manual wheelchairs, *Journal of Rehabilitation Research & Development*, Vol. 53(6), 893–900.

www.osha.gov (2011), *NIOSH work practice guide for manual lifting*, APPENDIX VII:1-2. EVALUATION OF LIFTING TASKS.

https://antropometriindonesia.org/index.php/detail/artikel/4/10/data_antropometri

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuisisioner Tingkat Kepentingan dan Kepuasan

KUISISIONER TINGKAT KEPENTINGAN DAN KEPUASAN

Petunjuk umum pengisian

- Pilihlah jawaban yang paling sesuai dengan keadaan saudara saat ini
- Isilah profil responden di bagian A
- Berilah tanda (√) pada kotak pilihan di bagian B

A. Profil Responden

Nama :

Usia :

B. Tingkat Kepentingan dan Kepuasan

Mohon diisi dengan memberi tanda (√) di kolom jawaban yang sesuai dengan pengalaman Saudara.

Keterangan	
1	Sangat Tidak Penting / Sangat Tidak Puas
2	Tidak Penting / Tidak Puas
3	Penting / Puas
4	Sangat Penting / Sangat Puas

NO.	PERNYATAAN	TINGKAT KEPENTINGAN			
		1	2	3	4
1	Menurut anda seberapa penting kereta yang dilengkapi dengan pegangan pendorong/ penarik				
2	Menurut anda seberapa penting kereta yang dilengkapi alat pengangkat				
3	Menurut anda seberapa penting kereta yang dapat bergerak maju dan menyamping				
4	Menurut anda seberapa penting dimensi kereta yang sesuai dengan konstruksi mesin produksi				
5	Menurut anda seberapa penting dimensi kereta yang sesuai dengan antropometri operator				
6	Menurut anda seberapa penting kereta yang mudah dioperasikan				
7	Menurut anda seberapa penting kereta yang tidak mencederai operator				
8	Menurut anda seberapa penting kereta yang dapat mengurangi beban tenaga operator				
9	Menurut anda seberapa penting kereta yang mudah perawatannya				
10	Menurut anda seberapa penting harga kereta yang terjangkau				

NO.	PERNYATAAN	TINGKAT KEPUASAN			
		1	2	3	4
1	Apakah anda puas dengan Kereta yang dilengkapi pegangan pendorong/ penarik				
2	Apakah anda puas dengan kereta yang dilengkapi alat pengangkat				
3	Apakah anda puas dengan kereta yang dapat bergerak maju dan menyamping				
4	Apakah anda puas dengan dimensi kereta yang sesuai dengan konstruksi mesin produksi				
5	Apakah anda puas dengan dimensi kereta yang sesuai dengan antropometri operator				
6	Apakah anda puas dengan kereta yang mudah dioperasikan				
7	Apakah anda puas dengan kereta tidak mencederai operator				
8	Apakah anda puas dengan kereta yang dapat mengurangi beban tenaga operator				
9	Apakah anda puas dengan kereta yang mudah perawatannya				
10	Apakah anda puas dengan harga kereta yang terjangkau				

Lampiran 2.

A. Perhitungan data tingkat kepentingan

Res- ponden	Nomor Butir										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	34
2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
5	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	31
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
8	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	39
9	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	38
10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
11	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	39
12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
13	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
14	4	3	4	2	4	2	4	4	4	4	35
15	4	3	4	2	4	2	4	4	4	4	35
16	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	29
17	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	11
18	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	12
19	4	1	1	1	2	1	1	1	1	1	14
20	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	29
21	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
22	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
23	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
25	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
26	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
27	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
28	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
29	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	31
30	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	38
	99	93	100	96	104	96	101	98	98	100	
s ²	1,045	1,128	0,989	1,062	0,602	1,062	0,999	0,961	0,961	0,989	81,39
											9,80

No	Sangat Tidak Penting	Tidak Penting	Penting	Sangat penting	n
Item 1	3	3	6	18	30
Item 2	4	3	9	14	30
Item 3	3	2	7	18	30
Item 4	3	4	7	16	30
Item 5	0	5	6	19	30
Item 6	3	4	7	16	30
Item 7	3	2	6	19	30
Item 8	3	2	9	16	30
Item 9	3	2	9	16	30
Item 10	3	2	7	18	30

Validitas Tingkat Kepentingan

		Correlations										
		Item_1	Item_2	Item_3	Item_4	Item_5	Item_6	Item_7	Item_8	Item_9	Item_10	Total_Item
Item_1	Pearson Correlation	1	,766**	,679**	,563**	,600**	,563**	,665**	,640**	,640**	,679**	,746**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,001	,000	,001	,000	,000	,000	,000	,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Item_2	Pearson Correlation	,766**	1	,784**	,769**	,653**	,769**	,777**	,735**	,735**	,784**	,855**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Item_3	Pearson Correlation	,679**	,784**	1	,875**	,864**	,875**	,983**	,967**	,967**	1,000**	,983**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Item_4	Pearson Correlation	,563**	,769**	,875**	1	,742**	1,000**	,864**	,833**	,833**	,875**	,916**
	Sig. (2-tailed)	,001	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Item_5	Pearson Correlation	,600**	,653**	,864**	,742**	1	,742**	,839**	,828**	,828**	,864**	,864**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Item_6	Pearson Correlation	,563**	,769**	,875**	1,000**	,742**	1	,864**	,833**	,833**	,875**	,916**
	Sig. (2-tailed)	,001	,000	,000	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Item_7	Pearson Correlation	,665**	,777**	,983**	,864**	,839**	,864**	1	,953**	,953**	,983**	,971**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000		,000	,000	,000	,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Item_8	Pearson Correlation	,640**	,735**	,967**	,833**	,828**	,833**	,953**	1	,964**	,967**	,953**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000		,000	,000	,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Item_9	Pearson Correlation	,640**	,735**	,967**	,833**	,828**	,833**	,953**	,964**	1	,967**	,953**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000		,000	,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Item_10	Pearson Correlation	,679**	,784**	1,000**	,875**	,864**	,875**	,983**	,967**	,967**	1	,983**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000		,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Total	Pearson Correlation	,746**	,855**	,983**	,916**	,864**	,916**	,971**	,953**	,953**	,983**	1

tem	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).



Reabilitas Tingkat Kepentingan

Case Processing Summary			
		N	%
Cases	Valid	30	100,0
	Excluded ^a	0	,0
	Total	30	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
,977	10

Item-Total Statistics				
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Item_1	29,53	68,671	,689	,982
Item_2	29,73	66,133	,818	,978
Item_3	29,50	64,741	,978	,972
Item_4	29,63	65,413	,894	,975
Item_5	29,37	69,895	,839	,977
Item_6	29,63	65,413	,894	,975
Item_7	29,47	64,878	,963	,972
Item_8	29,57	65,495	,941	,973
Item_9	29,57	65,495	,941	,973
Item_10	29,50	64,741	,978	,972

B. Perhitungan data tingkat kepuasan

Res- ponden	Nomor Butir										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2	4	3	4	2	1	2	1	2	4	23
2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	26
3	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	10
4	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	11
5	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	10
6	3	3	3	3	3	2	3	3	1	3	24
7	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	13
8	1	4	1	4	1	4	1	1	4	4	24
9	1	4	2	4	1	1	1	1	1	4	19
10	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	12
11	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	12
12	2	4	2	4	2	2	2	2	1	4	23
13	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2	22
14	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	12
15	3	3	3	3	3	1	3	1	1	3	21
16	4	4	3	4	4	1	4	1	4	4	29
17	1	4	1	4	1	4	1	4	4	4	27
18	1	4	1	4	1	4	1	3	4	4	26
19	4	1	1	1	4	4	4	4	1	1	21
20	4	4	2	4	4	2	4	4	3	4	31
21	3	1	1	1	3	4	3	3	3	1	20
22	1	1	1	1	1	4	1	4	4	1	18
23	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	20
24	1	2	2	2	1	1	1	2	4	2	17
25	4	1	2	1	4	1	4	4	3	1	21
26	4	4	1	4	4	3	4	4	4	4	32
27	1	1	2	1	1	1	1	3	3	1	14
28	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	11
29	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36
30	2	3	3	3	2	4	2	2	4	3	26
	62	71	58	71	62	68	62	69	79	71	
s ²	1,44 368	1,82 6	0,82 3	1,826	1,44 4	1,58 2	1,444	1,39	1,48 2	1,82 6	50,52 13,64

No	Sangat Tdk Puas	Tidak Puas	Puas	Sangat puas	n
Item 1	14	6	4	6	30
Item 2	13	3	4	10	30
Item 3	12	9	8	1	30
Item 4	13	3	4	10	30
Item 5	14	6	4	6	30
Item 6	12	6	4	8	30
Item 7	14	6	4	6	30
Item 8	10	8	5	7	30
Item 9	8	5	7	10	30
Item 10	13	3	4	10	30

Validitas Tingkat Kepuasan

		Correlations										
		Item_1	Item_2	Item_3	Item_4	Item_5	Item_6	Item_7	Item_8	Item_9	Item_10	Total
Item_1	Pearson Correlation	1	,303	,415	,303	1,000**	,125	1,000**	,448	,088	,303	,675**
	Sig. (2-tailed)		,104	,022	,104	,000	,511	,000	,013	,644	,104	,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Item_2	Pearson Correlation	,303	1	,358	1,000**	,303	,225	,303	,080	,273	1,000**	,818**
	Sig. (2-tailed)	,104		,052	,000	,104	,233	,104	,674	,144	,000	,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Item_3	Pearson Correlation	,415	,358	1	,358	,415	-,195	,415	-,045	,040	,358	,437
	Sig. (2-tailed)	,022	,052		,052	,022	,301	,022	,813	,836	,052	,016
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Item_4	Pearson Correlation	,303	1,000**	,358	1	,303	,225	,303	,080	,273	1,000**	,818**
	Sig. (2-tailed)	,104	,000	,052		,104	,233	,104	,674	,144	,000	,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Item_5	Pearson Correlation	1,000**	,303	,415	,303	1	,125	1,000**	,448	,088	,303	,675**
	Sig. (2-tailed)	,000	,104	,022	,104		,511	,000	,013	,644	,104	,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Item_6	Pearson Correlation	,125	,225	-,195	,225	,125	1	,125	,479	,359	,225	,463
	Sig. (2-tailed)	,511	,233	,301	,233	,511		,511	,007	,051	,233	,010
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Item_7	Pearson Correlation	1,000**	,303	,415	,303	1,000**	,125	1	,448	,088	,303	,675**
	Sig. (2-tailed)	,000	,104	,022	,104	,000	,511		,013	,644	,104	,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Item_8	Pearson Correlation	,448	,080	-,045	,080	,448	,479	,448	1	,368	,080	,505**
	Sig. (2-tailed)	,013	,674	,813	,674	,013	,007	,013		,046	,674	,004
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Item_9	Pearson Correlation	,088	,273	,040	,273	,088	,359	,088	,368	1	,273	,486**
	Sig. (2-tailed)	,644	,144	,836	,144	,644	,051	,644	,046		,144	,006
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Item_10	Pearson Correlation	,303	1,000**	,358	1,000**	,303	,225	,303	,080	,273	1	,818**
	Sig. (2-tailed)	,104	,000	,052	,000	,104	,233	,104	,674	,144		,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Total	Pearson Correlation	,675**	,818**	,437	,818**	,675**	,463**	,675**	,505**	,486**	,818**	1

	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,016	,000	,000	,010	,000	,004	,006	,000	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).												
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).												



Reabilitas Tingkat Kepuasan

Case Processing Summary			
		N	%
Cases	Valid	30	100,0
	Excluded ^a	0	,0
	Total	30	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
,847	10

Item-Total Statistics				
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Item_1	20,37	50,516	,675	,821
Item_2	20,07	48,616	,693	,818
Item_3	20,50	57,776	,355	,847
Item_4	20,07	48,616	,693	,818
Item_5	20,37	50,516	,675	,821
Item_6	20,17	56,420	,291	,856
Item_7	20,37	50,516	,675	,821
Item_8	20,13	55,154	,397	,846
Item_9	19,80	56,303	,313	,853
Item_10	20,07	48,616	,693	,818

Lampiran 3. Kuisisioner *Ergonomic Function Deployment*
KUISISIONER PENELITIAN

Petunjuk umum pengisian

- Pilihlah jawaban yang paling sesuai dengan keadaan saudara saat ini
- Isilah profil responden di bagian A
- Berilah tanda (√) pada kotak pilihan di bagian B

A. Profil Responden

Nama :

Usia :

B. Tingkat Kepentingan dan Kepuasan

Mohon diisi dengan memberi tanda (√) di kolom jawaban yang sesuai dengan pengalaman Saudara.

Keterangan	
1	Sangat Tidak Penting / Sangat Tidak Puas
2	Tidak Penting / Tidak Puas
3	Penting / Puas
4	Lebih Penting/ Lebih Puas
5	Sangat Penting / Sangat Puas

NO.	PERNYATAAN	TINGKAT									
		KEPENTINGAN					KEPUASAN				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	Kereta mudah dioperasikan										
2	Kereta dilengkapi pegangan pendorong/ penarik										
3	Kereta dilengkapi alat pengangkat										
4	Kereta dapat bergerak maju dan menyamping										
5	Dimensi kereta sesuai dengan konstruksi mesin produksi										
6	Dimensi kereta sesuai dengan antropometri operator										
7	Kereta dapat mengurangi beban tenaga operator										
8	Kereta tidak mencederai operator										
9	Harga kereta terjangkau										
10	Kereta mudah perawatannya										
11	Bahan kuat dan awet										

Data Uji Instrumen EFD

Res- ponden	Nomor Butir											TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	4	5	4	4	5	4	5	5	5	4	45
2	4	5	4	4	5	4	2	4	5	5	2	40
3	4	4	4	4	5	4	4	3	1	1	4	34
4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	47
5	3	3	3	5	5	3	3	3	5	5	3	38
6	4	4	4	4	1	4	4	4	3	3	4	35
7	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2	17
8	1	1	2	2	4	2	2	2	4	4	2	25
9	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	5	43
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
11	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
12	4	4	4	1	3	3	5	2	3	3	5	33
13	4	5	4	4	3	4	4	4	3	3	4	38
14	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	47
15	4	5	4	4	5	4	4	4	5	5	4	44
16	3	3	3	5	1	3	3	5	4	4	3	34
17	5	5	5	2	5	5	5	5	3	1	5	41
18	1	2	1	2	1	1	4	1	1	1	4	18
19	1	1	3	1	3	3	1	3	3	3	1	22
20	5	3	1	3	3	1	2	1	3	3	2	22
	68	74	71	71	71	70	73	70	71	69	73	
s ²	2,358	1,800	1,839	1,945	1,945	1,842	1,608	2,053	1,524	1,839	1,608	100,56

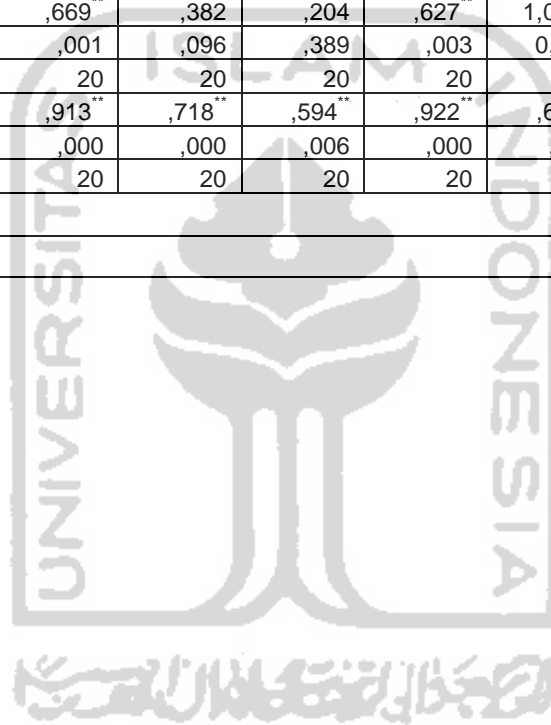
Validitas Instrumen EFD

Correlations													
		Pertanyaan_1	Pertanyaan_2	Pertanyaan_3	Pertanyaan_4	Pertanyaan_5	Pertanyaan_6	Pertanyaan_7	Pertanyaan_8	Pertanyaan_9	Pertanyaan_10	Pertanyaan_11	Total
Pertanyaan_1	Pearson Correlation	1	,802**	,546*	,482*	,383	,530*	,562**	,455*	,211	,111	,562**	,621**
	Sig. (2-tailed)		,000	,013	,031	,095	,016	,010	,044	,372	,641	,010	,003
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Pertanyaan_2	Pearson Correlation	,802**	1	,790**	,571**	,459*	,780**	,708**	,685**	,359	,252	,708**	,845**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,009	,042	,000	,000	,001	,120	,285	,000	,000
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Pertanyaan_3	Pearson Correlation	,546*	,790**	1	,472*	,527*	,986**	,669**	,880**	,470*	,345	,669**	,913**
	Sig. (2-tailed)	,013	,000		,036	,017	,000	,001	,000	,037	,137	,001	,000
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Pertanyaan_4	Pearson Correlation	,482*	,571**	,472*	1	,269	,542*	,382	,645**	,518*	,558*	,382	,718**
	Sig. (2-tailed)	,031	,009	,036		,251	,014	,096	,002	,019	,011	,096	,000
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Pertanyaan_5	Pearson Correlation	,383	,459*	,527*	,269	1	,542*	,204	,356	,488*	,363	,204	,594**
	Sig. (2-tailed)	,095	,042	,017	,251		,014	,389	,124	,029	,116	,389	,006
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Pertanyaan_6	Pearson Correlation	,530*	,780**	,986**	,542*	,542*	1	,627**	,920**	,487*	,357	,627**	,922**
	Sig. (2-tailed)	,016	,000	,000	,014	,014		,003	,000	,029	,122	,003	,000
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Pertanyaan_7	Pearson Correlation	,562**	,708**	,669**	,382	,204	,627**	1	,507*	,062	-,026	1,000**	,681**
	Sig. (2-tailed)	,010	,000	,001	,096	,389	,003		,023	,794	,913	0,000	,001
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Pertanyaan_8	Pearson Correlation	,455*	,685**	,880**	,645**	,356	,920**	,507*	1	,580**	,447*	,507*	,877**
	Sig. (2-tailed)	,044	,001	,000	,002	,124	,000	,023		,007	,048	,023	,000
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Pertanyaan_9	Pearson Correlation	,211	,359	,470*	,518*	,488*	,487*	,062	,580**	1	,945**	,062	,667**
	Sig. (2-tailed)	,372	,120	,037	,019	,029	,029	,794	,007		,000	,794	,001
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Pertanyaan_10	Pearson Correlation	,111	,252	,345	,558*	,363	,357	-,026	,447*	,945**	1	-,026	,566**

an_10	Sig. (2-tailed)	,641	,285	,137	,011	,116	,122	,913	,048	,000		,913	,009
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Pertanyaan_11	Pearson Correlation	,562**	,708**	,669**	,382	,204	,627**	1,000**	,507*	,062	-,026	1	,681**
	Sig. (2-tailed)	,010	,000	,001	,096	,389	,003	0,000	,023	,794	,913		,001
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Total	Pearson Correlation	,621**	,845**	,913**	,718**	,594**	,922**	,681**	,877**	,667**	,566**	,681**	1
	Sig. (2-tailed)	,003	,000	,000	,000	,006	,000	,001	,000	,001	,009	,001	
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).



Reabilitas instrument EFD

Case Processing Summary			
		N	%
Cases	Valid	20	100,0
	Excluded ^a	0	,0
	Total	20	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
,916	11

Item-Total Statistics				
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Pertanyaan_1	35,65	100,555	,621	,912
Pertanyaan_2	35,35	97,818	,845	,900
Pertanyaan_3	35,50	96,789	,878	,898
Pertanyaan_4	35,50	101,842	,649	,910
Pertanyaan_5	35,50	105,737	,501	,918
Pertanyaan_6	35,55	96,576	,886	,898
Pertanyaan_7	35,40	104,147	,630	,911
Pertanyaan_8	35,55	96,892	,819	,901
Pertanyaan_9	35,50	106,263	,560	,914
Pertanyaan_10	35,60	108,042	,432	,921
Pertanyaan_11	35,40	104,147	,630	,911

Lampiran DATA PENELITIAN TINGKAT KEPENTINGAN

Res- ponden	Nomor Butir											TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	4	5	4	4	5	4	5	5	5	4	45
2	4	5	4	4	5	4	2	4	5	5	2	40
3	4	4	4	4	5	4	4	3	1	1	4	34
4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	47
5	4	5	4	4	5	4	2	4	5	5	2	40
6	1	4	5	4	4	5	4	5	5	5	4	45
7	4	5	4	4	5	4	2	4	5	5	2	40
8	4	4	4	4	5	4	4	3	1	1	4	34
9	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	47
10	3	3	3	5	5	3	3	3	5	5	3	38
11	4	4	4	4	1	4	4	4	3	3	4	35
12	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2	17
13	4	4	4	4	5	4	4	3	1	1	4	34
14	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	47
15	4	4	4	4	1	4	4	4	3	3	4	35
16	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2	17
17	3	5	1	5	4	1	2	1	3	3	3	28
18	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	47
19	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	47
20	4	4	4	4	5	4	4	3	1	1	4	34
21	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	47
22	4	4	4	4	1	4	4	4	3	3	4	35
23	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2	17
24	3	5	1	5	4	1	2	1	3	3	3	28
25	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	47
26	3	4	5	4	3	5	4	5	5	5	4	44
27	1	4	5	4	4	5	4	5	5	5	4	45
28	4	5	4	4	5	4	2	4	5	5	2	40
29	4	4	4	3	5	4	4	3	1	1	4	33
30	4	5	4	3	5	4	2	4	5	5	2	39
31	4	4	4	3	5	4	4	3	1	1	4	33
32	3	4	2	4	3	1	1	5	5	5	4	34
33	3	4	5	4	3	5	4	5	5	5	4	44
34	1	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	46
35	3	4	5	4	3	5	4	5	5	5	4	44
36	1	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	46
37	4	5	4	4	5	4	2	4	5	5	2	40
38	4	4	4	3	5	4	4	3	1	1	4	33
39	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	47
40	4	5	4	4	5	4	2	4	5	5	2	40
41	1	4	5	1	4	5	4	5	5	5	4	42
42	4	5	4	4	5	4	2	4	5	5	2	40
43	4	4	4	1	5	4	4	3	1	1	4	31
44	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	47
45	3	3	3	5	5	3	3	3	5	5	3	38
46	4	4	4	4	1	4	4	4	3	3	4	35
47	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2	17

48	1	1	2	2	4	2	2	2	4	4	2	25
49	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	5	43
50	5	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	46
51	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
52	4	4	4	1	3	3	5	2	3	3	5	33
53	4	5	4	4	3	4	4	4	3	3	4	38
54	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	47
55	4	5	4	4	5	4	4	4	5	5	4	44
56	3	3	3	5	1	3	3	5	4	4	3	34
57	5	5	5	2	5	5	5	5	3	1	5	41
58	1	2	1	2	1	1	4	1	1	1	4	18
59	1	1	3	1	3	3	1	3	3	3	1	22
60	5	3	1	3	3	1	2	1	3	3	2	22
TOTAL	205	244	229	224	227	227	213	224	216	214	218	

1	13	2	8	5	6	9	2	8	9	10	1	
2	0	5	2	7	4	1	16	2	4	4	14	
3	9	4	4	5	8	5	3	11	11	10	5	
4	25	25	25	25	21	24	25	16	14	14	26	
5	13	24	21	18	21	21	14	23	22	22	14	

60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60

Perhitungan	13	2	8	5	6	9	2	8	9	10	1	
	0	10	4	14	8	2	32	4	8	8	28	
	27	12	12	15	24	15	9	33	33	30	15	
	100	100	100	100	84	96	100	64	56	56	104	
	65	120	105	90	105	105	70	115	110	110	70	
TOTAL	205	244	229	224	227	227	213	224	216	214	218	
	3,47	4,14	3,88	3,80	3,85	3,85	3,61	3,80	3,66	3,63	3,69	

لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ مُحَمَّدٌ عَبْدُهُ وَرَسُولُهُ

Frekuensi Table Tingkat Kepentingan

Frequency Table

VAR00001					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	13	21,7	21,7	21,7
	3,00	9	15,0	15,0	36,7
	4,00	25	41,7	41,7	78,3
	5,00	13	21,7	21,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	
VAR00002					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	2	3,3	3,3	3,3
	2,00	5	8,3	8,3	11,7
	3,00	4	6,7	6,7	18,3
	4,00	25	41,7	41,7	60,0
	5,00	24	40,0	40,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	
VAR00003					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	8	13,3	13,3	13,3
	2,00	2	3,3	3,3	16,7
	3,00	4	6,7	6,7	23,3
	4,00	25	41,7	41,7	65,0
	5,00	21	35,0	35,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	
VAR00004					
		Frquency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	5	8,3	8,3	8,3
	2,00	7	11,7	11,7	20,0
	3,00	5	8,3	8,3	28,3
	4,00	25	41,7	41,7	70,0
	5,00	18	30,0	30,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	
VAR00005					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	6	10,0	10,0	10,0
	2,00	4	6,7	6,7	16,7
	3,00	8	13,3	13,3	30,0
	4,00	21	35,0	35,0	65,0
	5,00	21	35,0	35,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	
VAR00006					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	9	15,0	15,0	15,0
	2,00	1	1,7	1,7	16,7
	3,00	5	8,3	8,3	25,0
	4,00	24	40,0	40,0	65,0
	5,00	21	35,0	35,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

VAR0007					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	2	3,3	3,3	3,3
	2,00	16	26,7	26,7	30,0
	3,00	3	5,0	5,0	35,0
	4,00	25	41,7	41,7	76,7
	5,00	14	23,3	23,3	100,0
	Total	60	100,0	100,0	
VAR0008					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	8	13,3	13,3	13,3
	2,00	2	3,3	3,3	16,7
	3,00	11	18,3	18,3	35,0
	4,00	16	26,7	26,7	61,7
	5,00	23	38,3	38,3	100,0
	Total	60	100,0	100,0	
VAR0009					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	9	15,0	15,0	15,0
	2,00	4	6,7	6,7	21,7
	3,00	11	18,3	18,3	40,0
	4,00	14	23,3	23,3	63,3
	5,00	22	36,7	36,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	
VAR0010					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	10	16,7	16,7	16,7
	2,00	4	6,7	6,7	23,3
	3,00	10	16,7	16,7	40,0
	4,00	14	23,3	23,3	63,3
	5,00	22	36,7	36,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	
VAR0011					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	1	1,7	1,7	1,7
	2,00	14	23,3	23,3	25,0
	3,00	5	8,3	8,3	33,3
	4,00	26	43,3	43,3	76,7
	5,00	14	23,3	23,3	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Lampiran DATA PENELITIAN TINGKAT KEPUASAN

Res- ponden	Nomor Butir											TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	2	4	3	4	2	1	2	1	2	4	2	25
2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	29
3	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	11
4	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	12
5	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	11
6	3	3	3	3	3	2	3	3	1	3	1	25
7	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	15
8	1	4	1	5	1	4	1	1	5	4	5	31
9	1	5	2	4	1	1	1	1	5	1	1	22
10	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	2	14
11	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	2	14
12	2	4	2	4	2	2	2	2	1	4	1	24
13	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2	3	25
14	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	13
15	3	3	3	3	3	1	3	1	1	3	2	23
16	4	4	3	4	4	1	4	1	4	4	1	30
17	1	4	1	4	1	5	1	4	4	4	1	29
18	1	4	1	4	1	5	1	3	4	4	1	28
19	4	1	1	1	4	4	4	4	1	1	3	24
20	4	4	2	4	4	2	4	4	3	4	1	32
21	3	1	1	1	3	4	3	3	3	1	2	22
22	1	1	1	1	1	4	1	4	4	1	5	23
23	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	22
24	1	2	2	2	1	1	1	2	4	2	2	19
25	4	1	2	1	4	1	4	4	3	1	1	22
26	4	4	1	4	4	3	4	4	2	4	2	32
27	1	1	2	1	1	1	1	3	3	1	1	15
28	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	3	14
29	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	1	34
30	2	3	3	3	2	4	2	2	4	3	1	27
31	4	4	4	3	5	4	4	3	1	1	1	30
32	3	4	2	4	3	1	1	5	5	5	2	32
33	3	4	5	4	3	5	4	5	2	5	4	41
34	1	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	47
35	3	3	3	3	3	1	3	1	1	3	2	23
36	4	4	3	4	4	1	4	1	4	4	4	33
37	1	4	1	4	1	5	1	4	4	4	2	30
38	1	4	1	4	1	5	1	3	4	4	4	31
39	4	1	1	1	4	4	4	4	1	1	5	26
40	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	2	32
41	3	1	1	1	5	4	3	3	3	1	4	26
42	1	1	4	1	1	4	1	4	4	1	2	23
43	2	5	3	2	2	2	2	2	1	2	5	26
44	1	2	2	2	1	1	1	2	4	2	5	22
45	4	5	2	1	4	1	4	4	3	1	4	29
46	4	4	5	4	4	3	4	4	5	4	3	40

47	3	3	3	3	3	1	3	1	1	3	5	26
48	4	4	3	4	4	1	4	1	4	4	2	31
49	1	4	1	4	1	3	1	4	1	4	1	24
50	1	4	5	4	1	5	1	3	4	4	3	34
51	4	5	4	1	4	4	4	4	1	1	1	29
52	4	4	2	4	4	2	4	4	3	4	4	35
53	3	1	1	1	3	4	3	3	3	1	5	25
54	1	1	4	1	1	4	1	4	1	1	1	19
55	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	1	21
56	1	2	2	2	5	1	1	2	2	2	4	23
57	4	1	5	1	4	1	4	4	3	1	2	26
58	4	3	1	1	5	3	5	4	2	4	3	31
59	1	1	2	1	1	1	3	2	1	1	1	14
60	5	3	1	3	3	1	2	1	3	3	2	22
TOTAL	143	164	139	151	152	151	143	163	157	154	144	

1	24	20	20	23	22	23	24	15	17	23	21	
2	8	6	16	7	8	10	9	12	11	7	17	
3	10	8	14	8	10	7	8	11	14	7	7	
4	17	22	5	20	16	13	18	19	14	19	7	
5	1	4	5	2	4	7	1	3	4	4	8	

60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60

Perhitungan	24	20	20	23	22	23	24	15	17	23	21	
	16	12	32	14	16	20	18	24	22	14	34	
	30	24	42	24	30	21	24	33	42	21	21	
	68	88	20	80	64	52	72	76	56	76	28	
	5	20	25	10	20	35	5	15	20	20	40	
TOTAL	143	164	139	151	152	151	143	163	157	154	144	
	2,42	2,78	2,36	2,56	2,58	2,56	2,42	2,76	2,66	2,61	2,44	

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Frekuensi data kepuasan

Frequency Table

VAR00001					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	24	40,0	40,0	40,0
	2,00	8	13,3	13,3	53,3
	3,00	10	16,7	16,7	70,0
	4,00	17	28,3	28,3	98,3
	5,00	1	1,7	1,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	
VAR00002					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	20	33,3	33,3	33,3
	2,00	6	10,0	10,0	43,3
	3,00	8	13,3	13,3	56,7
	4,00	22	36,7	36,7	93,3
	5,00	4	6,7	6,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	
VAR00003					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	20	33,3	33,3	33,3
	2,00	16	26,7	26,7	60,0
	3,00	14	23,3	23,3	83,3
	4,00	5	8,3	8,3	91,7
	5,00	5	8,3	8,3	100,0
	Total	60	100,0	100,0	
VAR00004					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	23	38,3	38,3	38,3
	2,00	7	11,7	11,7	50,0
	3,00	8	13,3	13,3	63,3
	4,00	20	33,3	33,3	96,7
	5,00	2	3,3	3,3	100,0
	Total	60	100,0	100,0	
VAR00005					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	22	36,7	36,7	36,7
	2,00	8	13,3	13,3	50,0
	3,00	10	16,7	16,7	66,7
	4,00	16	26,7	26,7	93,3
	5,00	4	6,7	6,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	
VAR00006					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	23	38,3	38,3	38,3
	2,00	10	16,7	16,7	55,0
	3,00	7	11,7	11,7	66,7
	4,00	13	21,7	21,7	88,3
	5,00	7	11,7	11,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	
VAR00007					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	24	40,0	40,0	40,0
	2,00	9	15,0	15,0	55,0
	3,00	8	13,3	13,3	68,3

	4,00	18	30,0	30,0	98,3
	5,00	1	1,7	1,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	
VAR00008					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	15	25,0	25,0	25,0
	2,00	12	20,0	20,0	45,0
	3,00	11	18,3	18,3	63,3
	4,00	19	31,7	31,7	95,0
	5,00	3	5,0	5,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	
VAR00009					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	17	28,3	28,3	28,3
	2,00	11	18,3	18,3	46,7
	3,00	14	23,3	23,3	70,0
	4,00	14	23,3	23,3	93,3
	5,00	4	6,7	6,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	
VAR00010					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	23	38,3	38,3	38,3
	2,00	7	11,7	11,7	50,0
	3,00	7	11,7	11,7	61,7
	4,00	19	31,7	31,7	93,3
	5,00	4	6,7	6,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	
VAR00011					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	21	35,0	35,0	35,0
	2,00	17	28,3	28,3	63,3
	3,00	7	11,7	11,7	75,0
	4,00	7	11,7	11,7	86,7
	5,00	8	13,3	13,3	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Lampiran 4. Perhitunga skor REBA kereta lama da kereta rancangan

Reba tabel untuk kereta lama

REBA Assesment Work Sheet													
Aktivitas	Nilai Tabel A					Nilai Tabel B							
	Trunk	Neck	Legs	Nilai Pembebanan	Nilai A	Upper Arm	Lower Arm	wrist	Genggaman	Nilai B	Nilai Aktivitas	Nilai C	Skor REBA
Menurunkan <i>warp beam</i> darimesin ke kereta	4	2	2	2	8	2	2	2	1	4	1	9	10
Mendorong <i>warp beam</i> pada kereta	4	1	1	2	5	2	2	3	1	4	1	6	7
Menaikan <i>warp beam</i> pada mesin tenun	4	2	1	2	7	3	2	3	1	6	1	9	10
Rata-rata skor REBA													9

Reba tabel untuk kereta rancangan

REBA Assesment Work Sheet													
Aktivitas	Nilai Tabel A					Nilai Tabel B							
	Trunk	Neck	Legs	Nilai Pembebanan	Nilai A	Upper Arm	Lower Arm	Wrist	Genggaman	Nilai B	Nilai Aktivitas	Nilai C	Skor REBA
Menurunkan <i>warp beam</i> darimesin ke kereta	2	1	1	2	4	3	2	2	0	5	0	5	5
Mendorong <i>warp beam</i> pada kereta	2	1	1	2	4	2	2	2	0	4	1	4	5
Menaikan <i>warp beam</i> pada mesin tenun	2	2	1	2	5	2	1	3	0	3	1	4	5
Rata-rata skor REBA													5

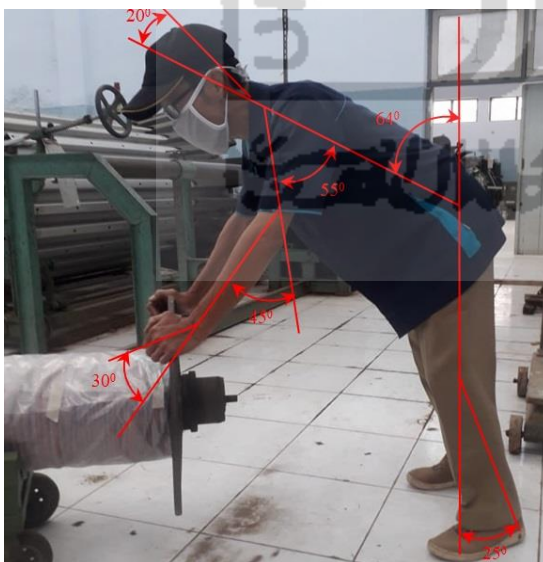
A. Kereta lama

B. Kereta rancangan

Fase gerakan 1. Menurunkan *warp beam* dari mesin persiapan



Fase gerakan 2. Transportasi *warp beam* diatas kereta



Fase gerakan 3. Menaikan *warp beam* ke mesin tenun

