

SKRIPSI

**PERANCANGAN ULANG STASIUN KERJA MIHANI BENANG
DENGAN PENDEKATAN *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT* (QFD)
DAN ANTROPOMETRI PADA INDUSTRI UMKM TIKAR TENUN
MERK SIGMA**



Oleh :
ISMAIL HASAN
13130083E

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2017**

SKRIPSI

**PERANCANGAN ULANG STASIUN KERJA MIHANI BENANG
DENGAN PENDEKATAN *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT* (QFD)
DAN ANTROPOMETRI PADA INDUSTRI UMKM TIKAR TENUN
MERK SIGMA**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Strata 1 (S1)
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Setia Budi Surakarta**



**Oleh :
ISMAIL HASAN
13130083E**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2017**

HALAMAN PENGESAHAN

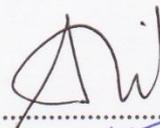
**PERANCANGAN ULANG STASIUN KERJA MIHANI BENANG
DENGAN PENDEKATAN QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD)
DAN ANTROPOMETRI PADA INDUSTRI UMKM TIKAR TENUN
MERK SIGMA**

Diusulkan oleh:
ISMAIL HASAN
NIM 13130083E

Telah Diuji dan Dipertahankan Dihadapan Dewan Penguji Dalam Sidang
Pendaftaran Tugas Akhir Pada :
Hari Senin, Tanggal 24 Juli, Tahun 2017

Penguji :

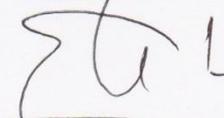
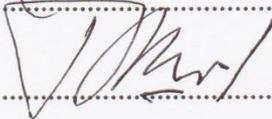
1. Anita Indrasari., ST, M.Sc
NIS. : 04.05.015
2. Adhie Tri Wahyudi, ST., M.Cs
NIS. : 01.05.088


.....

.....

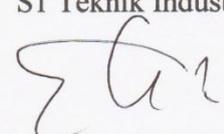
Pembimbing :

1. Erni Suparti, ST., MT.
NIS. : 01.11.144
2. Bagus Ismail Adi W., ST, MT.
NIS. : 01.08.096


.....

.....



Dekan Fakultas Teknik
Ir. Petrus Darmawan, ST., MT.
NIS. 01.99.038

Ketua Program Studi
S1 Teknik Industri

Erni Suparti, ST., MT.
NIS. 01.11.144

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, 24 Juli 2017



Ismail Hasan

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. (Q.S Al-Insyirah 7-8).

Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu'.
(QS. Al-Baqarah/2 : 45)

"Man Jadda Wa Jadda"

Barang siapa yang bersungguh - sungguh akan mendapatkannya.

Bersabar, Berusaha, dan Bersyukur

#Bersabar dalam berusaha

#Berusaha dengan tekun dan pantang menyerah

#dan Bersyukur atas apa yang telah diperoleh

Ku olah kata, kubaca makna, kuikat dalam alenia, kubingkai dalam bab sejumlah lima, jadilah mahakarya, gelar sarjana kuterima, orangtua, calon istri dan calon mertua pun bahagia.

Berangkat dengan penuh keyakinan. Berjalan dengan penuh keikhlasan.

Istiqomah dalam menghadapi cobaan.

YAKIN, IKHLAS, ISTIQOMAH.

Hanya dengan hati seseorang bisa melihat dengan benar, karena sesuatu hal yg paling berharga tidak terlihat oleh mata melainkan hati.

Aja gumunan, aja getunan, aja kagetan, aja aleman, aja geleman.

Mangsah mingis ing budi, memasuh malaning bumi hamemayu hayuning bawana.

Gusti paring dalan kanggo wong sing gelem ndalan.

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan skripsi ini untuk . . .

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridho-Nya dalam setiap langkah dan keputusan yang saya ambil.
2. Ibuku, ibuku, ibuku (Hariyanti), Ayahku (Eko Santosa) dan kakakku (Ikhwan) adikku (Arifin dan Diva). Kalian penyemangat terbesar dalam setiap langkahku dan doa kalian adalah pembawa mimpi untuk dijadikan nyata.
3. Teman seperjuangan semasa kuliah, konco edan, konco plek, konco guyon, Om Franky, Priyandika, Angga, Anggi, Frisma, Rizka, Helen, Aditya, Rossy, dan Arif.
4. UKM Karawitan Sak Deg Sak Nyet tempat berbagi canda dan tawa, suka dukanya, terima kasih Kang Bey (pelatih), Mas Sukoco Ngene Wae (pendiri UKM), Jimmy (jomblo sejati), Mas Tomo (senior top), Shinta (mbakyuku sing awet enom), Yoga Prenges (partner ngimbal), tim 5 Dikha, Widya, Kharisma, Nunung dll masih banyak lagi yang gak bisa saya sebutkan satu persatu. Buat semuanya semoga selalu REJO!!

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan menyusun Laporan Tugas Akhir dengan judul *Perancangan Ulang Stasiun Kerja Mihani Benang Dengan Pendekatan Quality Function Deployment (QFD) Dan Antropometri Pada Industri UMKM Tikar Tenun Merk Sigma*.

Selesainya penulisan laporan ini, tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Untuk itu penulis dengan ketulusan hati menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Djoni Tarigan, M.B.A., selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Budi Darmadi, M.Sc., selaku ketua yayasan Universitas Setia Budi yang telah memberikan beasiswa sehingga saya dapat melanjutkan pendidikan ke jenjang sarjana.
3. Bapak Ir. Petrus Darmawan, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta.
4. Ibu Erni Suparti, ST., MT., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Industri Universitas Setia Budi Surakarta dan selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan saran selama penyusunan skripsi ini dan sebagai dosen pembimbing akademik yang memberikan bimbingan selama mengikuti perkuliahan.
5. Bapak Bagus Ismail Adi W., ST., MT., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan saran selama penyusunan skripsi ini.
6. Jajaran Dosen Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta.
7. Kedua Orang Tua yang telah memberikan doa, kasih sayang dan dukungan setiap waktu.
8. Teman-teman teknik industri seperjuangan yang telah menemani menempuh jenjang sarjana.

9. Teman-teman UKM Karawitan Sak Deg Sak Nyet yang telah berbagi canda dan tawanya baik suka maupun duka.
10. Dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Surakarta, 24 Juli 2017

Penulis

Ismail Hasan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN SAMPUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Batasan Masalah.....	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1. Ergonomi	6
2.1.1. Definisi Ergonomi.....	6
2.1.2. Tujuan Ergonomi	7
2.1.3. Ruang Lingkup Ergonomi.....	8
2.2. <i>Nordic Body Map</i>	10
2.3. Metode <i>Quality Function Deployment</i> (QFD)	10
2.3.1. Definisi <i>Quality Function Deployment</i> (QFD)	10
2.3.2. Manfaat <i>Quality Function Deployment</i> (QFD).....	13
2.3.3. Identifikasi <i>Voice of Customer</i>	14
2.3.4. Rumah Kualitas (<i>House of Quality</i>).....	16

2.4.	Antropometri	23
2.4.1.	Pengertian Antropometri.....	23
2.4.2.	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Dimensi Tubuh Manusia.....	24
2.4.3.	Aplikasi Data Antropometri.....	25
2.4.4.	Persentil.....	30
BAB III METODE PENELITIAN.....		32
3.1.	Objek Penelitian	32
3.2.	Waktu Penelitian	32
3.3.	Kerangka Pikir.....	33
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		37
4.1.	Pengumpulan Data <i>Voice of Customer</i>	37
4.1.1.	<i>Voice of Customer</i>	37
4.1.2.	Penentuan Tingkat Kepentingan Atribut.....	38
4.1.3.	Evaluasi Produk	39
4.1.4.	Objektif Produk.....	39
4.1.5.	Penentuan Respon Teknis	41
4.1.6.	Matrik Interaksi	42
4.1.7.	Menyusun <i>House of Quality</i>	43
4.1.8.	Hasil Penyusunan <i>House of Quality</i>	44
4.2.	Pengolahan Data Antropometri	45
4.2.1.	Perhitungan Antropometri.....	45
4.2.2.	Data Antropometri	45
4.2.3.	Pengujian Data	46
4.3.	Rancangan Perbaikan Stasiun Kerja Mihani Benang	47
4.3.1.	Analisa Posisi Kerja	50
4.3.2.	Analisa Pemilihan Data Antropometri	51
4.4.	Evaluasi Rancangan Usulan	53
4.4.1.	Analisa Rancangan.....	53
4.4.2.	Analisa Biaya Produksi Total.....	63
4.4.3.	Analisa Kebutuhan Material	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		70
5.1.	Kesimpulan.....	70

5.2. Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Stasiun kerja mihani benang.....	2
Gambar 2. Pendekatan ergonomi.....	9
Gambar 3. <i>House of quality</i> (rumah kualitas).....	19
Gambar 4. Antropometri tubuh manusia yang diukur dimensinya	28
Gambar 5. <i>Flowchart</i> metode penelitian	33
Gambar 6. Alat stasiun kerja mihani benang tampak depan	48
Gambar 7. Alat stasiun kerja mihani benang tampak atas.....	48
Gambar 8. <i>Assy total front view</i>	49
Gambar 9. <i>Assy total top view</i>	49
Gambar 10. <i>Assy total isometric view</i>	49
Gambar 11. Tuas <i>handle</i>	54
Gambar 12. Konsep <i>pedal</i>	55
Gambar 13. Kondisi lembaran kertas	56
Gambar 14. Wadah kertas (<i>holder paper</i>)	56
Gambar 15. Kondisi awal <i>shaft</i>	57
Gambar 16. Poros putar (<i>Lifeshaft</i>)	58
Gambar 17. Kondisi awal sistem pengereman	59
Gambar 18. <i>Tool brake roll</i>	60
Gambar 19. Roda (<i>wheels</i>)	61
Gambar 20. <i>Adjustable chair</i>	62
Gambar 21. “Bim” wadah benang.....	74
Gambar 22. Rak bahan baku.....	74
Gambar 23. Stasiun kerja tenun.....	74
Gambar 24. Stasiun kerja mihani benang.....	74
Gambar 25. Stasiun kerja jahit	75
Gambar 26. Produk jadi.....	75
Gambar 27. Stasiun kerja penggulungan rafia.....	75

DAFTAR TABEL

Table 1. Penentuan atribut produk.....	15
Tabel 2. Penentuan tingkat kepentingan atribut	15
Tabel 3. Rekap hasil kuesioner.....	16
Tabel 4. Distribusi normal dan perhitungan persentil	31
Tabel 5. Rencana jadwal kegiatan	32
Tabel 6. Penentuan atribut produk.....	37
Tabel 7. Tabel tingkat kepentingan atribut.....	38
Tabel 8. Data rekap hasil kuesioner	38
Tabel 9. Evaluasi produk.....	39
Tabel 10. Objektif produk	40
Tabel 11. Respon teknis untuk setiap atribut.....	41
Table 12. Matrik interaksi antar respon teknis dengan atribut	42
Table 13. <i>House of Quality</i> (HOQ) perancangan ulang alat stasiun kerja mihani benang.....	43
Table 14. Pemilihan bahan alat pada stasiun kerja mihani benang	44
Tabel 15. Data antropometri dalam (cm)	45
Tabel 16. Rekap hasil perhitungan nilai mean dan standar deviasi.....	46
Tabel 17. Rekap hasil perhitungan nilai persentil	47
Tabel 18. Deskripsi alat stasiun kerja mihani benang	50
Tabel 19. Biaya produksi total	63
Tabel 20. Asumsi harga kebutuhan material	66
Tabel 21. Harga referensi	69
Tabel 22. Komponen stok/beli jadi	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambaran Umum Usaha.....	73
Lampiran 2. Kuesioner <i>Nordic Body Map</i>	76
Lampiran 3. Contoh Kuesioner Tingkat Kepentingan	78
Lampiran 4. Contoh Kuesioner Penilaian Kepuasan Konsumen (Operator)	78
Lampiran 5. Perhitungan Rekap Hasil Tingkat Kepentingan	80
Lampiran 6. Rekap Hasil Perbandingan.....	80
Lampiran 7. Perhitungan Rekap Hasil Objektif Produk.....	81
Lampiran 8. Perhitungan Nilai Mean dan Standar Deviasi.....	81
Lampiran 9. Perhitungan Nilai Persentil	83

PERANCANGAN ULANG STASIUN KERJA MIHANI BENANG DENGAN PENDEKATAN *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD)* DAN ANTROPOMETRI PADA INDUSTRI UMKM TIKAR TENUN MERK SIGMA

Nama : Ismail Hasan
Nim : 13130083E
Pembimbing : 1. Erni Suparti, ST., MT.
2. Bagus Ismail A. W., ST., MT.

INTISARI

Perusahaan-perusahaan padat karya memberdayakan tenaga fisik manusia. Dalam melakukan aktifitasnya pekerja sering mengalami kelelahan. Hal ini dialami oleh salah satu usaha mikro kecil dan menengah di Gondangrejo yaitu Tikar Tenun Merk SIGMA. Pada perusahaan tersebut terdapat stasiun kerja yang belum memperhatikan dan mempertimbangkan kelayakan dari segi ergonomi yaitu stasiun kerja mihani benang. Pada proses mihani benang operator cepat merasa lelah dan mengalami rasa sakit yang dibuktikan dengan hasil kuesioner *Nordic Body Map*. Penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi parameter-parameter yang mampu memberikan kepuasan operator untuk kemudian dijadikan dasar penentuan ukuran teknis dalam proses perancangan ulang alat stasiun kerja mihani benang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan rancangan yang ergonomis. Dalam perancangan ulang stasiun kerja mihani benang, metode yang digunakan untuk mengidentifikasi keinginan operator adalah *Quality Function Deployment (QFD)*. Implementasi rancangan perbaikan diwujudkan dalam bentuk desain rancangan dengan menggunakan bantuan software Catia V5R20. Hasil rancangan kemudian di evaluasi dengan cara dibandingkan antara kondisi awal alat pada stasiun kerja mihani benang dengan kondisi setelah perbaikan. Alat yang dirancang mampu memberikan pengeluaran tenaga yang kecil dan tenaga dorong menjadi lebih besar dalam proses penggulungan benang.

Kata kunci : Rancang Ulang Stasiun Kerja Mihani Benang, *Quality Function Deployment (QFD)*, Antropometri

**REDESIGN MIHANI YARN WORK STATION WITH QUALITY
FUNCTION DEPLOYMENT AND ANTHROPOMETRY
APPROACH IN SMALL AND MEDIUM MICRO INDUSTRY
MAT WOVEN BRAND SIGMA**

Name : Ismail Hasan

Nim : 13130083E

Guides : 1. Erni Suparti, ST., MT.

2. Bagus Ismail A. W., ST., MT.

ABSTRACT

Labor-intensive companies empower human physical labor. In doing the activities of workers often experience fatigue. This is experienced by one of the small and medium-sized micro enterprises in Gondangrejo namely Mat Woven brand SIGMA. At the company there is a work station that has not been noticed and consider the feasibility of ergonomics in terms of mihani yarn work station. In the process of mihani yarn the operator quickly felt tired and experienced the pain as evidenced by the results of the Nordic Body Map questionnaire. This research is conducted by identifying the parameters that can provide operator satisfaction to then be used as a basis for determining technical measures in the process of redesigning the work tool mihani yarn. The purpose of this study is to obtain an ergonomic design. In the redesign of mihani yarn working station, the method used to identify the operator's desire is Quality Function Deployment (QFD). Implementation of the improvement plan is realized in the form of design using Catia V5R20 software. The design results are then evaluated by comparison between the initial condition of the apparatus at the mihani yarn work station and the conditions after the repair. The tool designed to provide a small energy expenditure and thrust becomes larger in the process of rolling the yarn.

Keywords: *Redesign Mihani Yarn Work Station, Quality Function Deployment (QFD), Anthropometry*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Usaha manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya diwujudkan dengan melakukan suatu pekerjaan yang dibagi menjadi pekerjaan yang bersifat mental dan fisik dengan intensitas yang berbeda. Tingkat intensitas pekerjaan yang terlalu tinggi memungkinkan pemakaian energi yang berlebihan sehingga dapat mengakibatkan kelelahan. Kelelahan ini terjadi pada otot-otot manusia sehingga tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Makin berat beban yang dikerjakan dan semakin tinggi frekuensi pergerakan maka kelelahan tersebut akan timbul lebih cepat.

Perusahaan-perusahaan padat karya sebagian besar memberdayakan tenaga fisik manusia. Dalam melakukan aktivitasnya pekerja sering mengalami kelelahan dikarenakan sistem kerja yang kurang baik. Hal seperti ini dialami salah satu UMKM di Desa Pancuran, Selokaton, Gondangrejo, Karanganyar yaitu pengusaha tikar tenun merk SIGMA. Tikar tenun SIGMA adalah salah satu usaha UMKM penghasil tikar dengan bahan baku benang dari limbah pabrik tekstil dengan komponen pendukung berupa rafia. Stasiun kerja di lantai produksi tikar tenun SIGMA terdiri dari stasiun kerja mihani (penggulungan benang), stasiun kerja tenun, stasiun kerja jahit dan stasiun kerja penggulungan rafia. Jumlah pekerja saat ini ada 21 orang yang mayoritas semua pekerjaannya adalah wanita, yang terdiri dari

2 orang di stasiun kerja mihani, 17 orang di stasiun kerja tenun dan 1 orang masing-masing di stasiun kerja jahit dan penggulangan rafia.

Berdasarkan hasil pengamatan, beban kerja yang paling berat terdapat pada aktivitas atau stasiun kerja mihani benang yang dilakukan oleh satu orang operator wanita dan satu orang operator pria. Pada stasiun kerja ini operator melakukan dua kali proses penggulangan. Proses pertama untuk mengetahui panjang benang kemudian proses kedua digulung kembali ke wadah benang untuk selanjutnya di bawa ke stasiun tenun. Gambar stasiun kerja mihani benang ditunjukkan pada gambar 1..



Gambar 1. Stasiun kerja mihani benang

Berdasarkan penelitian pendahuluan yang dilakukan dengan kuesioner *Nordic Body Map* yang diberikan kepada operator stasiun kerja mihani benang, diperoleh informasi bahwa operator mengalami keluhan di bagian leher, bahu, siku dan pergelangan tangan baik kanan maupun kiri. Aktivitas penggulangan benang di stasiun mihani dilakukan selama 5-7 jam setiap hari selama 6 hari dalam seminggu sehingga kerja otot cenderung statis. Kerja otot statis merupakan kerja berat karena mengkonsumsi energi yang lebih tinggi dan denyut nadi meningkat. Dalam proses mihani benang, terkadang operator merubah posisi tubuhnya dari

duduk menjadi berdiri maupun sebaliknya dengan tujuan untuk memberikan posisi yang nyaman.

Untuk membantu dalam memenuhi keinginan operator agar beban kerja menjadi lebih ringan, maka perlu dirancang alat pada stasiun kerja mihani benang. Perancangan ini dilakukan dengan menekankan pada aspek ergonomis. Parameter-parameter yang berupa keinginan operator terhadap rancangan stasiun kerja mihani benang akan dikembangkan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD), untuk kemudian diterjemahkan dalam parameter-parameter teknis spesifikasi produk. Berdasarkan analisa QFD akan dibuat desain rancangan baru yang memenuhi kelayakan ergonomis. Evaluasi rancangan dalam menurunkan beban kerja dilakukan dengan analisa perbandingan antara kondisi sebelum perbaikan dengan sesudah perbaikan.

Berdasarkan kondisi tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk merancang ulang stasiun kerja mihani benang yang sebelumnya sudah ada guna meningkatkan kenyamanan dan produktivitas kerja.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat di rumuskan permasalahan penelitian yaitu bagaimana rancangan ulang stasiun kerja mihani benang dengan pendekatan *Quality Function Deployment* (QFD) dan antropometri pada proses produksi pembuatan tikar di UMKM Tikar Tenun merk SIGMA Selokaton, Gondangrejo, Karanganyar?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk merancang ulang stasiun kerja mihani benang pada proses produksi pembuatan tikar di UMKM Tikar Tenun merk SIGMA Selokaton, Gondangrejo, Karanganyar guna memperoleh rancangan yang ergonomis.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagi perusahaan sebagai tambahan informasi tentang pentingnya kesesuaian antara beban kerja dengan kemampuan fisik yang dimiliki tenaga kerja sehingga diharapkan untuk selanjutnya perusahaan mengambil tindakan atau usaha perbaikan atas dasar hasil penelitian.
- b. Bagi operator memberikan kemudahan dalam mengoperasikan alat penggulung benang pada stasiun kerja mihani benang.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

- a. Penelitian yang dilakukan hanya sebatas pengembangan alat yang sudah ada.
- b. Pengumpulan data *voice of customer* dan antropometri menggunakan data operator pada stasiun kerja mihani benang.

1.6. Sistematika Penulisan

Penyusunan Proposal Tugas Akhir ini dilakukan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan kerja praktek, asumsi dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan tentang teori-teori dan konsep-konsep yang digunakan dalam memecahkan masalah-masalah yang ada dan disesuaikan dengan tujuan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang langkah-langkah dalam menyelesaikan masalah secara umum.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini membahas tentang pengumpulan serta mengolah data yang digunakan dalam penelitian serta analisisnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil pengolahan data dan memberikan saran perbaikan yang mungkin bisa dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Ergonomi

Istilah ergonomi pertama kali tercetus pada tahun 1949 pada pertemuan di British Admiralty yang membentuk *Human Research Group* dan berfokus pada masalah pekerja di tempat kerja. Pada tahun 1950, ilmuwan Inggris untuk pertama kalinya menggunakan istilah ergonomi. Istilah ergonomi berasal dari dua kata dalam bahasa Yunani, yaitu “*ergon*” yang artinya kerja dan “*nomos*” yang artinya hukum atau aturan menurut Osborne (1995). Jadi, pengertian dari istilah ergonomi adalah suatu hukum atau aturan dalam aktivitas kerja.

2.1.1. Definisi Ergonomi

Ergonomi merupakan ilmu yang mempelajari pengembangan desain kerja yang sesuai dengan kapasitas dan keterbatasan pekerja serta penyesuaian produk dengan kapasitas dan keterbatasan pengguna produk tersebut. IEA (*International Ergonomic Association*) mendefinisikan ergonomi sebagai studi ilmiah tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya dilihat dari aspek anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen, dan desain perancangan. Ergonomi adalah ilmu yang penerapannya berusaha untuk menyaserasikan pekerjaan dan lingkungan terhadap orang atau sebaliknya dengan tujuan tercapainya produktivitas dan efisiensi yang setinggi-tingginya melalui pemanfaatan faktor manusia yang optimal.

Menurut Pheasant (1991) dalam bukunya *Ergonomics, work & Health* menuliskan beberapa pengertian dari ergonomi, yaitu:

- a. Ergonomi disebut sebagai ilmu yang mempelajari kerja manusia.
- b. Ergonomi juga disebut sebagai aplikasi keilmuan yang memberikan informasi mengenai manusia terhadap desain objek, sistem dan lingkungannya.
- c. Ergonomi adalah ilmu yang menyesuaikan pekerjaan terhadap pekerja dan produk terhadap pemakai.

Dari berbagai definisi yang telah diuraikan di atas dapat disimpulkan bahwa ergonomi merupakan ilmu yang mempelajari tentang karakteristik manusia di lingkungan kerja agar tercipta kondisi yang efektif, efisien, aman dan nyaman serta tidak menimbulkan penyakit akibat kerja ataupun kecelakaan kerja.

2.1.2. Tujuan Ergonomi

Ergonomi digunakan untuk menciptakan peralatan kerja yang dapat digunakan dengan aman, menciptakan lingkungan yang nyaman dan tepat untuk melakukan pekerjaan, membuat pekerjaan sesuai dengan keterbatasan pekerja, dan menciptakan sistem organisasi kerja yang sesuai kebutuhan sosial dan ekonomi pekerja.

Secara umum, tujuan dari penerapan ergonomi adalah:

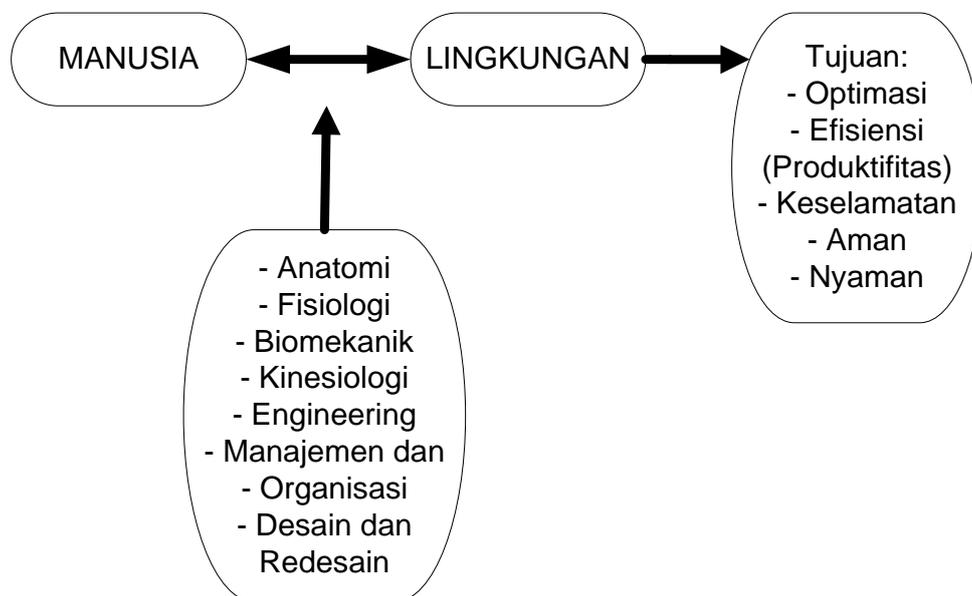
- a. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, serta mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.

- b. 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.
- c. 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. (Tarwaka, 2004)

2.1.3. Ruang Lingkup Ergonomi

Ergonomi berkembang dari berbagai bidang ilmu yang berbeda antara lain ilmu anatomi dan kedokteran, fisiologi, psikologi, biomekanika, kinesiologi, *engineering*, manajemen atau organisasi, dan desain atau redesain. masing-masing disiplin ilmu sangat berperan dalam bentuk ilmu ergonomi yang bertujuan untuk menyesuaikan pekerjaan terhadap pekerja. Ilmu anatomi dan fisiologi memberikan gambaran tentang struktur tubuh manusia, kemampuan dan keterbatasan tubuh manusia, dimensi tubuh dan kekuatan tubuh dalam mengangkat dan menerima tekanan fisik. Psikologi memberikan gambaran terhadap fungsi otak dan sistem syaraf dalam kaitannya dengan tingkah laku, sementara eksperimental mencoba memahami cara mengambil sikap, memahami, mempelajari, mengingat, serta mengendalikan proses motorik. *Engineering*, manajemen atau organisasi dan desain atau redesain menyediakan informasi yang sama mengenai sistem desain dan

lingkungan dimana pekerja melakukan pekerjaannya sedangkan ilmu biomekanik dan kinesiologi memberikan gambaran mengenai gerakan tubuh (Osborne, 1995). Penerapan ergonomi berprinsip bahwa manusia memiliki keterbatasan dan karakteristik tertentu sehingga dibutuhkan penyesuaian dari faktor lingkungan dan pekerjaan yang dikenal dengan istilah “*fitting the job to the man*”. Dengan demikian diharapkan kesehatan dan kesejahteraan manusia dapat meningkat sehingga memberikan kinerja dan hasil yang memuaskan.



Gambar 2. Pendekatan ergonomi

Berdasarkan gambar 2. terdapat tiga hal yang sangat penting dalam ergonomi, yaitu:

- a. Ergonomi melibatkan kepada manusia (*human centered*). Ini diterapkan pada manusia dan fokus ergonomi pada manusia merupakan hal utama, bukan pada mesin atau peralatan. Ergonomi hanya cocok bagi mereka yang ingin mengembangkan sistem kerja.

- b. Ergonomi membutuhkan bangunan sistem kerja yang terkait dengan pengguna. Hal ini menunjukkan bahwa mesin dan peralatan merupakan fasilitas kerja yang harus disesuaikan dengan performa manusia.
- c. Ergonomi menitikberatkan pada perbaikan sistem kerja. Suatu perbaikan proses harus disesuaikan dengan perbedaan kemampuan dan kelemahan individu. Hal ini harus dirumuskan dengan cara diukur, baik secara kualitatif maupun kuantitatif dalam jangka waktu tertentu.

2.2. *Nordic Body Map*

Nordic Body Map merupakan salah satu dari metode pengukuran subyektif untuk mengukur rasa sakit otot para pekerja. Untuk mengetahui letak rasa sakit atau ketidaknyamanan pada tubuh pekerja digunakan *body map*. *Nordic Body Map* adalah sistem pengukuran keluhan sakit pada tubuh yang dikenal dengan *musculoskeletal*. Sebuah sistem *musculoskeletal* (sistem gerak) adalah sistem organ yang memberikan hewan (dan manusia) kemampuan untuk bergerak menggunakan sistem otot dan rangka. Sistem *musculoskeletal* menyediakan bentuk, dukungan, stabilitas, dan gerakan tubuh.

2.3. *Metode Quality Function Deployment (QFD)*

2.3.1. *Definisi Quality Function Deployment (QFD)*

Quality Function Deployment (QFD) adalah suatu alat untuk mendesain dan mengembangkan produk baru yang mampu mengintegrasikan kualitas kedalam desain, memenuhi keinginan dan kebutuhan konsumen (*customer needs and wants*) yang

diterjemahkan kedalam *technical requirents*. Pada proses desain dan pengembangan produk, QFD digunakan pada tahap evaluasi konsep-konsep produk. Keinginan dan kebutuhan konsumen tersebut dijabarkan dalam fase-fase desain *manufacturing*.

Sedangkan definisi QFD menurut Cohen, 1995 (Dikutip dari Sudaryanto, 2015) adalah sebagai suatu metode yang digunakan untuk perencanaan dan pengembangan produk terstruktur yang memungkinkan tim pengembang untuk menentukan kebutuhan dan keinginan konsumen dengan jelas dan mengevaluasi setiap produk yang diinginkan atau juga kapasitas pelayanan yang diberikan secara sistematis agar dapat memenuhi keinginan dan kebutuhan para konsumen.

Dari segi definisi tersebut dapat dibuat suatu pengertian secara umum tentang QFD yaitu sebagai alat perencanaan yang digunakan untuk memenuhi suara-suara konsumen yang berupa keinginan (harapan) dan kebutuhan konsumen, dimana QFD ini akan digunakan untuk menerjemahkan suara konsumn yang berupa kebutuhan-kebutuhan spesifik menjadi arah dan tindakan *engineering* yang disebarkan melalui :

a. Perencanaan Produk (*product planning*)

Tahap ini dikenal sebagai tahap pembuatan *house of quality*. Tahap ini memuat unsur-unsur “*what*”, yaitu keinginan pelanggan, dan unsur-unsur “*how*” yang merupakan rencana teknis untuk mengatasi pelanggan. Yang dilakukan dalam perencanaan produk adalah mendefinisikan dan memprioritaskan kebutuhan pelanggan. Selanjutnya adalah menganalisis peluang persaingan dan

merencanakan produk untuk merespon kebutuhan dan peluang. Terakhir adalah membuat karakteristik penting dari target nilai.

b. Perencanaan Desain (*design planning*)

Berisikan karakteristik teknis dan komponen-komponen produk. Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap komponen-komponen kritis dan dihubungkan dengan karakteristik produk yang diperoleh pada tahap 1, serta menerjemahkannya ke dalam karakteristik komponen. Dari tahap ini akan diperoleh desain produk yang akan dikembangkan.

c. Perencanaan Proses (*process planning*)

Tiga tahap dalam perencanaan proses meliputi penentuan proses yang kritis dan aliran proses, mengembangkan kebutuhan perlengkapan produk, dan membuat parameter untuk proses yang kritis. Disini akan teridentifikasi aliran proses dan proses apa saja yang tergolong kritis. Tahap ini menghasilkan parameter proses.

d. Perencanaan Operasi Produksi (*production planning*)

Pada tahap ini akan dihasilkan metode inspeksi dan *test*, serta parameter untuk kualitas. Dari tahap ini diketahui langkah-langkah untuk memproduksi barang yang diinginkan.

Strategi QFD yaitu untuk merancang suatu proses sebagai tanggapan terhadap kebutuhan pelanggan. QFD berusaha untuk menerjemahkan apa yang dibutuhkan pelanggan menjadi apa yang dihasilkan organisasi. Hal ini dilaksanakan dengan melibatkan pelanggan dalam proses pengembangan produk sedini mungkin. Dengan demikian QFD memungkinkan suatu perusahaan untuk memprioritaskan

kebutuhan pelanggan, menemukan tanggapan inovatif terhadap kebutuhan, dan memperbaiki proses sehingga tercapai optimasi. Struktur QFD ini biasa digambarkan dalam *house of quality* (HOQ)

2.3.2. Manfaat *Quality Function Deployment* (QFD)

Beberapa manfaat dari penerapan QFD dalam perancangan suatu produk adalah sebagai berikut :

- a. Meningkatkan keandalan produk
- b. Meningkatkan kualitas produk
- c. Meningkatkan kepuasan konsumen
- d. Memperpendek *time to market*
- e. Mereduksi biaya perancangan
- f. Meningkatkan komunikasi
- g. Meningkatkan produktivitas
- h. Meningkatkan keuntungan perusahaan

Menurut *Cohen* (1995), kunci kemampuan kompetitif adalah kemampuan untuk menjawab tantangan dalam memproduksi suatu produk atau pelayanan dengan cepat, namun beberapa penghambat bagi perusahaan untuk memproduksi produk atau pelayanan dengan cepat yaitu :

- a. Pengertian yang rendah tentang kebutuhan pelanggan.
- b. Kesalahan strategis dalam menentukan skala prioritas.
- c. Keinginan untuk mengambil resiko yang dapat dikembalikan.

- d. Adanya kecenderungan terhadap penggunaan desain yang tidak berkembang atau tidak mampu memberikan pelayanan.
- e. Penentuan spesifikasi yang terlalu tinggi.
- f. Skenario pengujian yang salah dalam menentuka kesalahan utama.

Quality Function Deployment (QFD) menerjemahkan kebutuhan pelanggan (*Customers Needs*) ke dalam karakteristik teknik (*Technical Response*) untuk setiap tahap aktivitasnya, yang termasuk kedalam QFD adalah :

- a. Penelitian pasar (*Market Research*).
- b. Penelitian awal atau dasar (*Basic Research*).
- c. Penemuan (*Invention*).
- d. Pengujian prototype (*Prototype Testing*).
- e. Pengujian produk akhir atau jasa (*Final Product or Service testing*).
- f. Jaminan atau garansi setelah pembelian (*After Sales Service and Troubleshooting*).

2.3.3. Identifikasi *Voice of Customer*

Identifikasi *voice of customer* menurut (Anityasari, 2011) kebutuhan pada pelanggan di identifikasikan melalui sebuah survei dengan menggunakan kuesioner berikut beberapa tahapan dan proses dalam identifikasi *voice of customer* :

- a. Penentuan Atribut Produk

Tahap ini dilakukan penentuan atribut dari produk seperti dengan metode *ethnography, focus group discussion*, wawancara, dan lain sebagainya. Secara umum hal yang harus dilakukan adalah

mengumpulkan sebanyak mungkin pendapat atau *statement* dari masyarakat/pasar terkait keinginan mereka terhadap produk yang akan dibuat kemudian mengkonversikan pendapat atau *statement* dari masyarakat/pasar tersebut menjadi atribut dari produk. Untuk penentuan atribut produk dapat dilihat pada tabel 1. dibawah ini :

Table 1. Penentuan atribut produk

No.	Pendapat/ <i>statement</i> masyarakat	Atribut
1	Yyy	Xxx
2	Ccc	Ddd
3	Aaa	Bbb

b. Penentuan Tingkat Kepentingan Atribut

Tahap ini dilakukan setelah didapatkan atribut dari penentuan atribut produk selanjutnya adalah pembuatan kuesioner untuk mengetahui tingkat kepentingan yang terkait dengan atribut. Untuk penentuan tingkat kepentingan atribut dapat dilihat tabel 2. dibawah ini :

Tabel 2. Penentuan tingkat kepentingan atribut

No.	Atribut	Tingkat Kepentingan					
		0	1	2	3	4	5
1	Kekuatan						
2	Fitur Tambahan						

Tahap selanjutnya menentukan tingkat kepentingan didapatkan dari penyebaran kuesioner kemudian melakukan perekapan hasil dari kuesioner dengan mencari rata-rata tingkat kepentingan untuk tiap atribut Untuk penentuan tingkat kepentingan atribut dapat dilihat tabel 3. dibawah ini :

Tabel 3. Rekap hasil kuesioner

No.	Atribut	Tingkat Kepentingan					Rata-rata
		0	1	2	3	4	
1	Kekuatan						
2	Fitur Tambahan						

2.3.4. Rumah Kualitas (*House of Quality*)

Menurut Anityasari (2011) menyatakan dalam membuat HOQ, urutan paling atas adalah :

- a. Membuat matrik kebutuhan atau keinginan pelanggan (*whats*).

Tahap ini merupakan penyusunan hasil riset pasar yang telah utama QFD yang meliputi :

- 1) Memutuskan siapa pelanggannya.
- 2) Mengumpulkan data kualitatif berupa keinginan dan kebutuhan pelanggan.
- 3) Menyusun kebutuhan dan keinginan tersebut.
- 4) Membuat diagram anifitas

- b. Membuat matrik perencanaan.

Tahap ini bertujuan untuk :

- 1) Di sini kebutuhan-kebutuhan pelanggan dipertimbangkan tingkat kepentingannya.
- 2) Melakukan benchmarking.
- 3) Menetapkan tujuan-tujuan performansi kepuasan (*goal*) yaitu setelah mengetahui performan kepuasan pelanggan untuk masing-masing kebutuhannya, maka perusahaan harus

menentukan apa tingkat performan pelanggan yang ingin dicapai untuk memenuhi masing-masing kebutuhan pelanggan.

c. Menentukan respon teknis.

Memunculkan karakteristik kualitas pengganti (*substitute quality characteristics*). Tahap ini merupakan transformasi dari kebutuhan-kebutuhan tersebut, hal ini biasanya dilakukan oleh bagian yang memiliki teknologi produk, misalnya : bagian produksi atau bagian penelitian dan pengembangan.

d. Menentukan hubungan respon teknis dengan kebutuhan atau keinginan pelanggan.

Tahap ini menentukan seberapa kuat hubungan antara respon teknis dengan kebutuhan-kebutuhan pelanggan. Hubungan keduanya dapat berupa hubungan sangat kuat, sedangkan, tidak kuat, atau tidak ada hubungan korelasi keduanya. Hubungan sangat kuat berarti jika respon teknis perusahaan dapat semakin baik yang berarti tingkat kepuasan dari pelanggan akan semakin meningkat.

e. Menentukan hubungan antar respon teknis.

Tahap ini memetakan hubungan dan kepentingan antara karakteristik kualitas pengganti (*substitute quality characteristics*) atau respon teknis. Hal ini dilakukan agar dapat dilihat apabila suatu respon teknis saling mempengaruhi dengan respon teknis yang lainnya dalam proses pelayanan, dan mencegah agar tidak terjadi *bottleneck*.

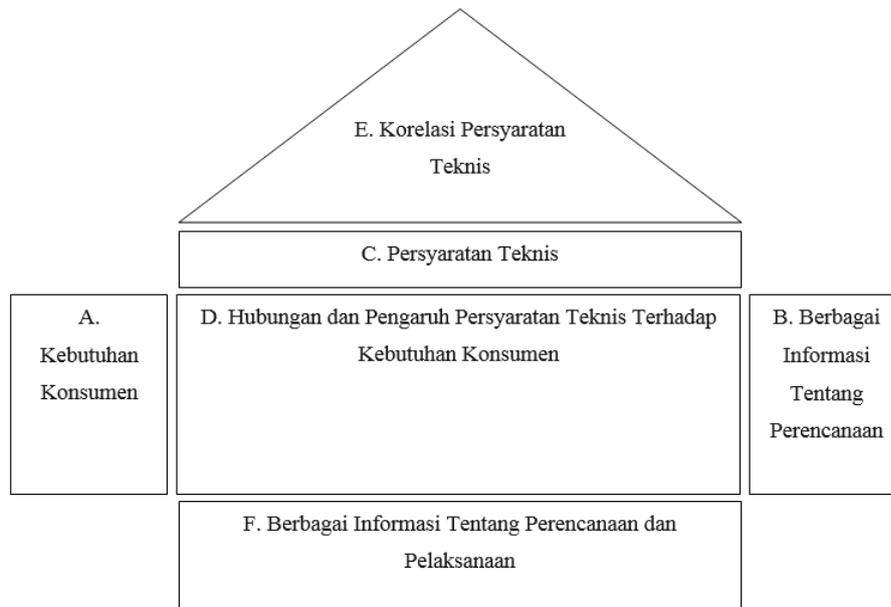
f. Menentukan prioritas.

Tahap ini mengukur respon teknis mana yang mempunyai kontribusi diri yang paling kecil sampai yang paling besar, sehingga penentuan prioritas didasarkan mulai dari respon teknis yang mempunyai kontribusi paling besar.

g. Melakukan benchmarking dan penetapan target.

Tidak ada organisasi manapun yang menginterpretasikan tanpa mengetahui adanya persaingan untuk memastikan rancangan atau strategi kompetitif. Maka dari itu tahap ini perusahaan perlu menentukan respon teknis mana yang ingin dikonsentrasikan dan bagaimana jika dibandingkan dengan produk sejenis.

Rumah kualitas merupakan matriks pertama dalam hirarki QFD, matriks ini digunakan untuk menerjemahkan kebutuhan/keinginan pelanggan menjadi karakteristik desain. Langkah pertama dalam pembentukan matriks *House of Quality* (HOQ) adalah mengidentifikasi suara konsumen (*voice of customers*) yang dapat diartikan sebagai gambaran seperti apa produk yang akan dirancang dan dikembangkan sehingga hasil perancangan nantinya dapat mencerminkan keinginan dan kebutuhan konsumen sehingga konsumen merasakan kepuasan yang maksimal saat menggunakan produk tersebut. Gambar dibawah ini menunjukkan bentuk umum matriks *House of Quality* (HOQ).



Gambar 3. *House of quality* (rumah kualitas)

Keterangan :

- a. Bagian A : Berisi data atau informasi yang diperoleh dari hasil penelitian pasar tentang kebutuhan dan keinginan konsumen.
- b. Bagian B : Berisi 3 jenis data yaitu :
 - 1) Tingkat kepentingan kebutuhan dan keinginan konsumen.
 - 2) Data tingkat kepuasan konsumen terhadap produk yang dihasilkan oleh perusahaan dan produk pesaing.
 - 3) Tujuan strategis untuk produk atau jasa baru yang akan dikembangkan.
- c. Bagian C : Berisi persyaratan-persyaratan teknis untuk produk atau jasa baru yang akan dikembangkan. Data ini diturunkan berdasarkan informasi yang diperoleh mengenai kebutuhan dan keinginan konsumen (matriks A).

- d. Bagian D : Berisi penilaian manajer mengenai kekuatan hubungan antara elemen-elemen yang terdapat pada bagian persyaratan teknis (matriks C) terhadap kebutuhan konsumen (matriks A) yang dipengaruhinya. Kekuatan hubungan ditunjukkan dengan menggunakan simbol tertentu.
- e. Bagian E : Menunjukkan korelasi antara persyaratan teknis yang satu dengan persyaratan-persyaratan teknis yang lain yang terdapat pada matriks C. Korelasi antara kedua persyaratan teknis tersebut ditunjukkan dengan menggunakan simbol tertentu.
- f. Bagian F : Berisi 3 jenis data yaitu :
 - 1) Urutan tingkat kepentingan (*ranking*) persyaratan teknis.
 - 2) Informasi hasil perbandingan kinerja persyaratan teknis produk terhadap kinerja produk pesaing.
 - 3) Target kinerja persyaratan teknis produk baru yang dikembangkan.

Dalam proses perancangan produk penerapan teknologi *quality function deployment* secara keseluruhan meliputi tahapan penyusunan 4 jenis matriks yaitu:

- a. Matriks Perencanaan Produk.
- b. Matriks Perencanaan Komponen.
- c. Matriks Perencanaan Proses
- d. Matriks Perencanaan Produksi.

Tahap-tahap dalam pembuatan *House of Quality* (HoQ) mencerminkan prosedur pada *quality function deployment*, (Cohen. L, 1995) yaitu :

- a. Memasukan atribut-atribut kualitas produk yang diinginkan oleh konsumen (*customer requirements*) ke bagian vertikal dari HoQ.
- b. Memasukan nilai kepentingan relatif dari masing-masing kebutuhan konsumen tersebut ke dalam kolom *customer importance* pada *planning matrix*.
- c. Memasukan nilai performansi relatif (tingkat kepuasan konsumen) dari perusahaan dan pesaingnya ke dalam *current satisfaction performance* dan *competitor satisfaction performance* pada *planning matrix*.
- d. Menentukan kebutuhan-kebutuhan teknis (*technical requirements*) sebagai terjemahan dari *customer requirements* dan menetapkan target dari masing-masing kebutuhan teknis.
- e. Memasukan *technical requirements* ke dalam bagian horisontal dari HoQ.
- f. Menentukan arah perbaikan untuk setiap *technical requirements*.
- g. Menentukan hubungan antara *customer requirements* dan *technical requirements*.
- h. Menentukan hubungan antara *technical requirements* yang diposisikan pada *technical correlation matrix*, yaitu yang menentukan apakah *technical requirements* saling mendukung satu sama lain atau tidak.
- i. Menetapkan *goal* yang akan dicapai oleh perusahaan yang nilainya dari keinginan konsumen atas produk tersebut.
- j. Menghitung *improvement ratio*

Improvement ratio adalah performa kepuasan yang diinginkan dibandingkan dengan performa kepuasan sekarang. Improvement ratio digunakan untuk mengetahui tingkat perbaikan yang akan dilakukan.

Rumus yang digunakan :

$$Improvement = \frac{goal}{Current\ Satisfaction\ performance}$$

k. Menentukan *sales point*

Sales point berisi informasi yang menunjukkan kemampuan untuk menjual produk maupun menjual jasa berdasarkan pada seberapa jauh kebutuhan konsumen terpenuhi. Nilai yang digunakan untuk *sales point* adalah sebagai berikut :

1,0 = sama sekali tidak memenuhi kebutuhan

1,2 = cukup memenuhi kebutuhan

1,5 = sangat memenuhi kebutuhan

l. Menghitung *raw weight* (bobot mentah)

Raw weight berisi nilai-nilai yang telah terhitung dari data dan kepuasan yang telah dibuat. Semakin tinggi nilai *raw weight* maka semakin penting pula nilai kebutuhan konsumen yang berhubungan.

Rumus yang digunakan :

$$Raw\ weight = importance\ rating \times improvement\ ratio \times sales\ point$$

Kemudian dihitung *normalized raw weight* yang merupakan persentase dari masing-masing atribut produk tersebut. *Normalized raw weight* akan digunakan sebagai nilai keseimbangan sehingga *normalized raw weight* memiliki kesamaan dengan *raw weight*.

- m. Memasukan nilai target dari *technical relations* ke dalam *technical target*.
- n. Menghitung *absolute importance* dari masing-masing *technical requirements*. *Absolute importance* berisi nilai-nilai yang terhitung dari hubungan antara setiap *customer requirements* dan *technical requirements* dengan tingkat kepentingan setiap kebutuhan konsumen. *Absolute importance* untuk menentukan urutan setiap *technical requirements*. Rumus yang digunakan :

$$\text{Absolute importance} = \text{relationship strenght} \times \text{importance rating}$$

Menghitung *relative importance* dengan cara menghitung persentase masing-masing nilai *absolute importance*. Informasi yang diperoleh dari *relative importance* sama dengan informasi yang dihasilkan oleh *absolute importance*.

2.4. Antropometri

2.4.1. Pengertian Antropometri

Istilah Antropometri berasal dari kata “antro” yang berarti manusia dan “metri” yang berarti ukuran. Secara definitif antropometri dapat dinyatakan sebagai suatu studi yang berkaitan dengan pengukuran bentuk, ukuran (tinggi, lebar) berat dan lain-lain yang berbeda satu dengan lainnya. Menurut Nurmianto (2003), antropometri adalah satu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia, ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain. Antropometri secara lebih luas digunakan sebagai pertimbangan ergonomis dalam proses

perencanaan produk maupun sistem kerja yang memerlukan interaksi manusia. Data antropometri yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara lebih luas antara lain dalam hal perancangan areal kerja (*work station*), perancangan alat kerja seperti mesin, *equipment*, perkakas (*tools*), perancangan produk-produk konsumtif seperti pakaian, kursi, meja, dan perancangan lingkungan fisik. Berdasarkan hal tersebut maka dapat disimpulkan bahwa data antropometri akan menentukan bentuk, ukuran, dan dimensi yang tepat berkaitan dengan produk yang akan dirancang sesuai dengan manusia yang akan mengoperasikan atau menggunakan produk tersebut. (Nurmianto, 2003).

Antropometri dibagi menjadi dua bagian. Adapun bagian dari data antropometri adalah sebagai berikut (Nurmianto, 2003):

- a. Antropometri Statis yaitu, pengukuran dilakukan pada saat tubuh dalam keadaan diam.
- b. Antropometri Dinamis yaitu, pengukuran dimensi tubuh diukur dalam berbagai posisi tubuh yang sedang bergerak.

2.4.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Dimensi Tubuh Manusia

Manusia pada umumnya akan berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi dimensi tubuh manusia antara lain (Nurmianto, 2003):

- a. Umur.
- b. Jenis kelamin.
- c. Suku bangsa dan jenis pekerjaan atau latihan.

d. Posisi Tubuh (*posture*).

Selain faktor-faktor tersebut di atas, adapula beberapa faktor lain yang mempengaruhi variabilitas ukuran tubuh manusia. Adapun faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut (Nurmianto, 2003):

- a. Cacat Tubuh.
- b. Tebal atau tipisnya pakaian yang harus dikenakan.
- c. Kehamilan (*Pregnancy*).

Untuk mengukur antropometri dinamis terdapat tiga kelas pengukuran.

Adapun tiga kelas pengukurannya adalah sebagai berikut:

- a. Pengukuran tingkat keterampilan sebagai pendekatan untuk mengerti keadaan mekanis dari suatu aktivitas, contohnya mempelajari performansi seseorang.
- b. Pengukuran jangkauan ruang yang dibutuhkan saat bekerja.
- c. Pengukuran variabilitas kerja.

2.4.3. Aplikasi Data Antropometri

Data antropometri menurut Gunani dkk, 2001 (Dikutip dari Sudaryanto, 2015) yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh manusia dalam *percentile* tertentu akan sangat besar manfaatnya pada saat suatu rancangan produk ataupun fasilitas kerja akan dibuat. Agar rancangan suatu produk nantinya bisa sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang akan mengoperasikannya, maka prinsip-prinsip apa yang harus diambil didalam aplikasi data antropometri tersebut harus ditetapkan terlebih dahulu seperti diuraikan berikut ini:

a. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran yang ekstrim. Disini rancangan produk dibuat agar bisa memenuhi 2 (dua) sasaran produk, yaitu :

- 1) Bisa sesuai untuk ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim dalam arti terlalu besar atau kecil bila dibandingkan dengan rata-ratanya.
- 2) Tetap bisa digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari populasi yang ada).

b. Prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan diantara rentang ukuran tertentu.

Disini rancangan bisa dirubah-rubah ukurannya sehingga cukup fleksibel dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh. Contoh yang paling umum dijumpai adalah perancangan kursi mobil yang mana dalam hal ini letaknya bisa digeser maju/mundur dan sudut sandarannya bisa dirubah-rubah sesuai dengan yang diinginkan. Dalam kaitannya untuk mendapatkan rancangan yang fleksibel, semacam ini maka data antropometri yang umum diaplikasikan adalah rentang nilai 5-th s/d 95-th *percentile*.

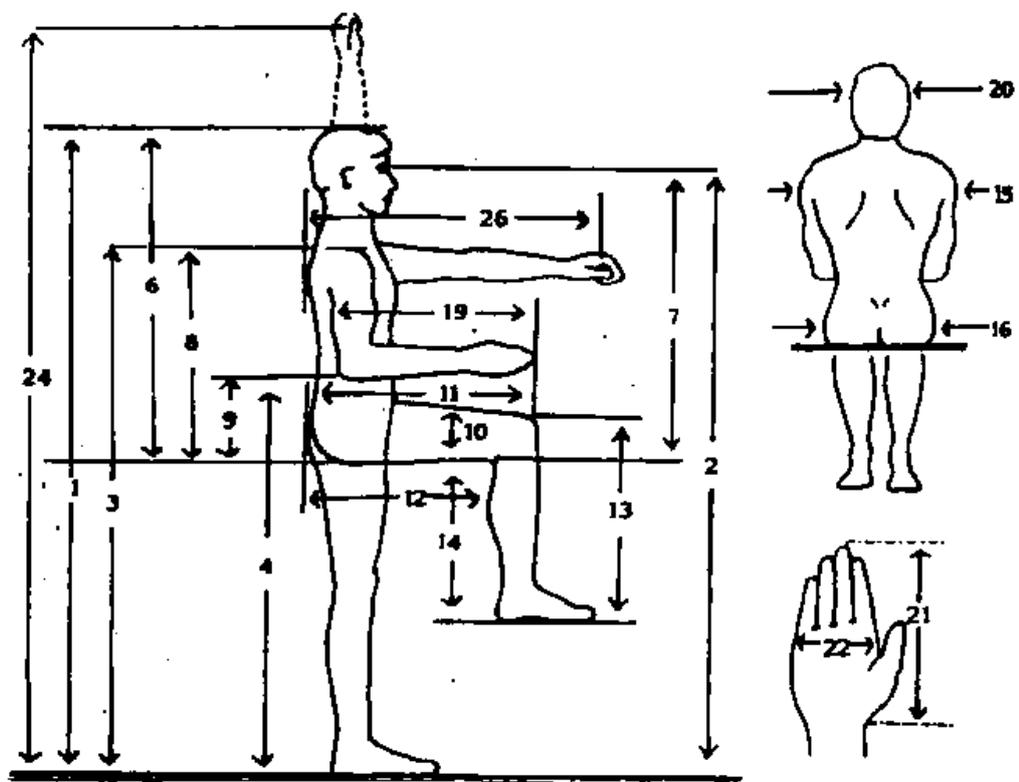
c. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata.

Berkaitan dengan aplikasi data antropometri yang diperlukan dalam proses perancangan produk atau pun fasilitas kerja, maka ada beberapa saran/rekomendasi yang bisa diberikan sesuai dengan langkah-langkah seperti berikut :

- 1) Pertama kali terlebih dahulu harus ditetapkan anggota tubuh yang mana yang nantinya akan difungsikan untuk mengoperasikan rancangan tersebut.
- 2) Tentukan dimensi tubuh yang penting dalam proses perancangan tersebut, dalam hal ini juga perlu diperhatikan apakah harus menggunakan data struktural *body dimension* ataukah *functional body dimension*.
- 3) Selanjutnya tentukan populasi terbesar yang harus diantisipasi, diakomodasikan dan menjadi target utama pemakai rancangan produk tersebut. Hal ini lazim dikenal sebagai "*market segmentation*", seperti produk mainan untuk anak-anak, peralatan rumah tangga untuk wanita, dan lain-lain.
- 4) Tetapkan prinsip ukuran yang harus diikuti semisal apakah rancangan tersebut untuk ukuran individual yang ekstrim, rentang ukuran yang fleksibel (*adjustable*) ataukah ukuran rata-rata.
- 5) Pilih prosentase populasi yang harus diikuti, 90-th, 95-th, 99-th ataukah nilai *percentile* yang lain yang dikehendaki.
- 6) Untuk setiap dimensi tubuh yang telah diidentifikasi selanjutnya pilih/tetapkan nilai ukurannya dari tabel data antropometri yang sesuai. Aplikasi data tersebut dan tambahkan faktor kelonggaran (*allowance*) bila diperlukan seperti halnya tambahan ukuran akibat faktor tebalnya pakaian yang harus

dikenakan oleh operator, pemakaian sarung tangan (*glowes*), dan lain-lain.

Selanjutnya untuk memperjelas mengenai data antropometri untuk bisa diaplikasikan dalam berbagai rancangan produk ataupun fasilitas kerja, maka pada gambar tersebut dibawah ini akan memberikan informasi tentang berbagai macam anggota tubuh yang perlu diukur pada gambar 4.



Gambar 4. Antropometri tubuh manusia yang diukur dimensinya

Keterangan :

- Dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai s/d ujung kepala)
- Tinggi mata dalam posisi berdiri tegak
- Tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak
- Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus)

- e. Tinggi kepalan tangan yang terjulur lepas dalam posisi berdiri tegak (dalam gambar tidak ditunjukkan).
- f. Tinggi tubuh dalam posisi duduk (diukur dari alas tempat duduk/pantat sampai dengan kepala).
- g. Tinggi mata dalam posisi duduk.
- h. Tinggi bahu dalam posisi duduk
- i. Tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus)
- j. Tebal atau lebar paha.
- k. Panjang paha yang diukur dari pantat s/d ujung lutut.
- l. Panjang paha yang diukur dari pantat s/d bagian belakang dari lutut/betis.
- m. Tinggi lutut yang bisa diukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk.
- n. Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan paha.
- o. Lebar dari bahu (bisa diukur dalam posisi berdiri ataupun duduk)
- p. Lebar pinggul/pantat
- q. Lebar dari dada dalam keadaan membusung (tidak tampak ditunjukkan dlm gambar).
- r. Lebar perut
- s. Panjang siku yang diukur dari siku sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi siku tegak lurus.
- t. Lebar kepala.
- u. Panjang tangan diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari.

- v. Lebar telapak tangan.
- w. Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar-lebar kesamping kiri-kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar).
- x. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai sampai dengan telapak tangan yang terjangkau lurus keatas (vertikal).
- y. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak, diukur seperti halnya tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak tetapi dalam posisi duduk (tidak ditunjukkan dalam gambar).
- z. Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan.

2.4.4. Persentil

Persentil adalah suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau dibawah nilai tersebut. Sebagai contoh, persentil ke-95 akan menunjukkan 95% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran tersebut, sedangkan persentil ke-5 akan menunjukkan 5% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran itu. Dalam antropometri, angka persentil ke-95 akan menggambarkan ukuran manusia yang “terbesar” dan persentil ke-5 sebaliknya akan menunjukkan ukuran “terkecil”. Bilamana diharapkan ukuran yang mampu mengakomodasikan 95% dari populasi yang ada, maka diambil rentang 2.5-th dan 97.5-th persentil sebagai batas-batasnya. Pemakaian nilai-nilai persentil yang umum diaplikasikan dalam perhitungan data antropometri ada pada tabel 4. berikut.

Tabel 4. Distribusi normal dan perhitungan persentil

Persentil	Perhitungan
1 th	$\bar{X} - 2,325 \sigma_x$
2,5 th	$\bar{X} - 1,960 \sigma_x$
5 th	$\bar{X} - 1,645 \sigma_x$
10 th	$\bar{X} - 1,280 \sigma_x$
50 th	\bar{X}
90 th	$\bar{X} + 1,280 \sigma_x$
95 th	$\bar{X} + 1,645 \sigma_x$
97,5 th	$\bar{X} + 1,960 \sigma_x$
99 th	$\bar{X} + 2,325 \sigma_x$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Objek Penelitian

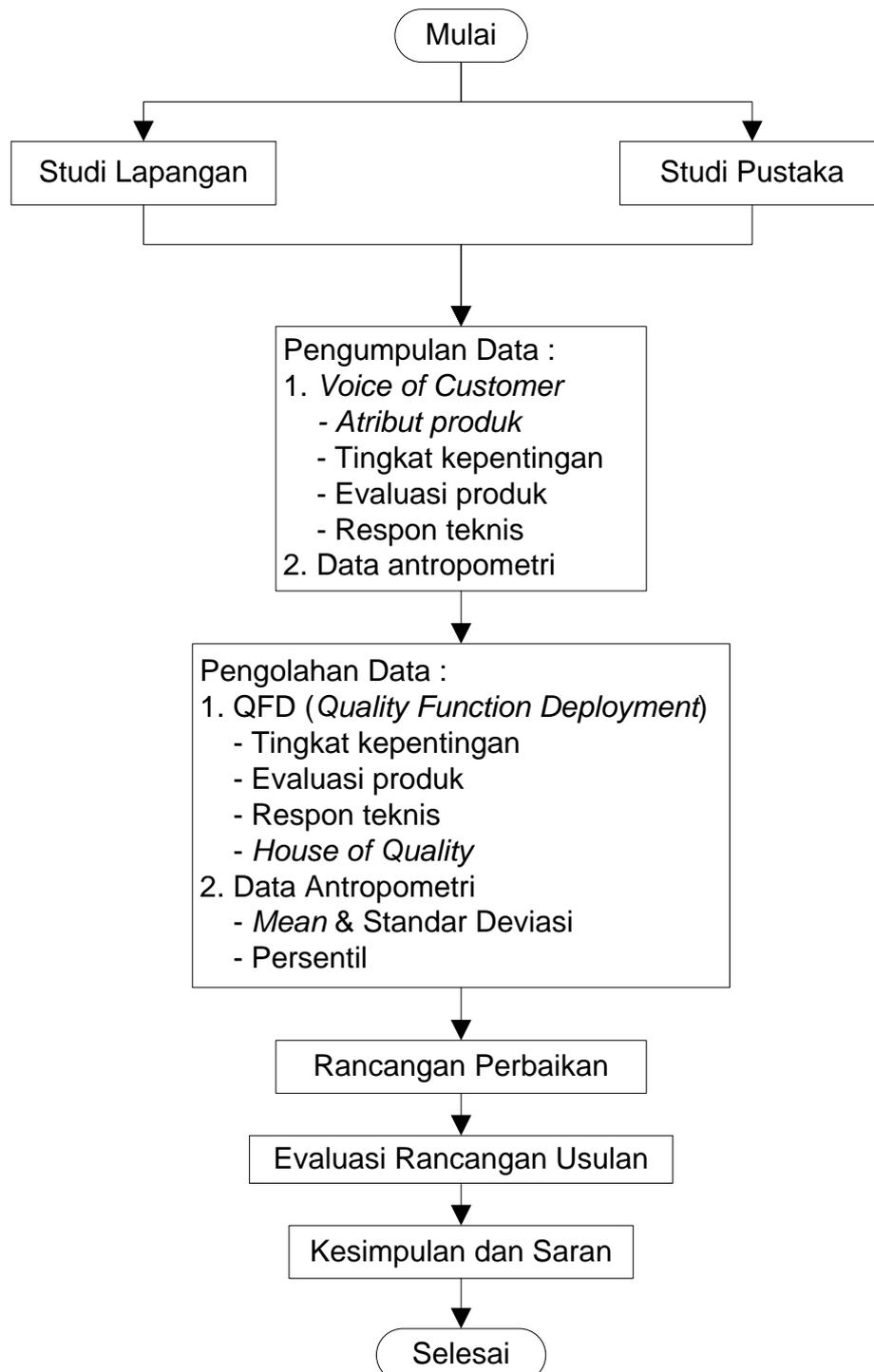
Penelitian ini dilakukan di UMKM Tikar Tenun “SIGMA” Selokaton, Gondangrejo, Karanganyar.

3.2. Waktu Penelitian

Tabel 5. Rencana jadwal kegiatan

No.	Uraian Kegiatan	Bulan				
		Maret	April	Mei	Juni	Juli
		2017	2017	2017	2017	2017
1	Penyusunan Proposal	█				
2	Ujian Proposal		█			
3	Pengambilan Data		█	█	█	
4	Analisis Data		█	█	█	
5	Penyusunan Laporan		█	█	█	
6	Ujian Laporan					█

3.3. Kerangka Pikir



Gambar 5. *Flowchart metode penelitian*

Penjelasan :

a. Studi Lapangan

Melakukan pengamatan secara langsung pada obyek yang diteliti. Observasi dilakukan guna mendapatkan data umum perusahaan yang meliputi, kondisi umum perusahaan, aktivitas yang dilakukan pekerja di stasiun mihani benang kondisi lingkungan kerja, jalannya proses produksi dan permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan.

b. Studi Pustaka

Pada tahap ini dilakukan studi pustaka yang bersumber pada buku-buku referensi, jurnal yang diperoleh dari media cetak maupun media internet yang relevan dengan obyek yang diteliti.

c. Pengumpulan Data

Tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian yaitu, data antropometri dan data *voice of customer*.

1) *Data Voice of Customer*

Pengumpulan data *Voice of Customer* dilakukan dengan cara beberapa tahap :

- a) Atribut produk
- b) Tingkat kepentingan
- c) Evaluasi produk
- d) Respon teknis

2) Data Antropometri

Pengumpulan data antropometri dilakukan dengan cara mengukur dimensi tubuh operator pada stasiun kerja mihani benang dengan bantuan alat ukur berupa meteran bangunan.

d. Pengolahan Data

1) Pengolahan Data QFD (*Quality Function Deployment*)

Data *voice of customer* yang telah didapatkan kemudian dinilai dengan beberapa tahapan yaitu :

- a) Penilaian tingkat kepentingan
- b) Menentukan evaluasi produk
- c) Penentuan respon teknis
- d) Penyusunan hasil dengan *House Of Quality*

2) Pengolahan Data Antropometri

Data antropometri diuji kecukupan dan uji keseragaman data kemudian dilakukan perhitungan untuk ukuran kursi pada rancangan alat pada stasiun kerja mihani benang. Perhitungan untuk ukuran sebagai berikut:

- a) Tinggi kursi
- b) Lebar kursi
- c) Panjang kursi

e. Rancangan Perbaikan

Pada tahap ini, data-data kebutuhan operator diubah menjadi desain dalam gambar menggunakan software Catia V5R20.

f. Evaluasi Rancangan Usulan

Pada tahap evaluasi, hasil rancangan alat pada stasiun kerja mihani di evaluasi dengan cara dibandingkan antara kondisi awal pada alat di stasiun kerja mihani benang dengan kondisi setelah perbaikan.

g. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dalam penelitian ini menjelaskan tentang hasil akhir dari penelitian, dan saran merupakan perbaikan-perbaikan yang diberikan peneliti.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data *Voice of Customer*

Pada pengumpulan data dengan metode *Quality Function Deployment* (QFD) menggunakan pengumpulan data *Voice of Customer* dimana yang akan dilakukan pada operator di stasiun kerja mihani benang.

4.1.1. *Voice of Customer*

Pengumpulan *voice of customer* dilakukan dengan melakukan wawancara terhadap 4 orang operator yang meliputi 2 orang operator di stasiun kerja mihani benang pada UMKM Tikar Tenun SIGMA, di tambah 2 orang operator masing-masing 1 operator dari mitra UMKM Tikar Tenun AMANAH dan LESTARI yang dilakukan dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan berikut :

- a. Bagaimana kondisi awal alat pada stasiun kerja mihani benang?
- b. Kebutuhan alat mihani benang seperti apa yang diinginkan?

Setelah pertanyaan tersebut diajukan, diperoleh beberapa keinginan untuk perancangan ulang stasiun kerja mihani benang yang dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Penentuan atribut produk

No.	Pendapat/Statement Operator	Atribut
1	Bentuk alat yang sederhana/minimalis	Desain
2	Nyaman digunakan	Kenyamanan
3	Terbuat dengan bahan yang berkualitas	Kualitas Bahan
4	Bentuk alat tidak terlalu besar, tidak memakan tempat	Dimensi dan Bentuk
5	Harga bahan terjangkau	Harga

Tabel 6. Penentuan atribut produk (lanjutan)

No.	Pendapat/Statement Operator	Atribut
6	Menginginkan proses yg lebih cepat	Waktu Proses
7	Pemakaian yang mudah	Kemudahan Penggunaan

4.1.2. Penentuan Tingkat Kepentingan Atribut

Tingkat kepentingan atribut didapat dari tabel penentuan atribut produk dengan bantuan penyebaran kuesioner untuk mengetahui tingkat kepentingan yang terkait dengan atribut diatas bagi operator pada stasiun kerja mihani benang.

Tabel 7. Tabel tingkat kepentingan atribut

No.	Atribut	Tingkat Kepentingan				
		1	2	3	4	5
1	Desain					
2	Kenyamanan					
3	Kualitas Bahan					
4	Dimensi dan Bentuk					
5	Harga					
6	Waktu Proses					
7	Kemudahan Penggunaan					

Data hasil rekap rata-rata tingkat kepentingan untuk setiap atribut yang didapatkan dari hasil penyebaran kuesioner terhadap operator pada stasiun kerja mihani benang.

Tabel 8. Data rekap hasil kuesioner

No	Atribut	Tingkat Kepentingan				Rata-rata
		1	2	3	4	
1	Desain	3	4	4	4	3.75
2	Kenyamanan	4	5	5	5	4.75
3	Kualitas Bahan	5	5	3	3	4
4	Dimensi dan Bentuk	5	5	3	3	4
5	Harga	5	5	3	3	4
6	Waktu Proses	3	4	2	2	3.5
7	Kemudahan Penggunaan	5	5	5	3	4.5

4.1.3. Evaluasi Produk

Evaluasi Produk hasil dari identifikasi *voice of customer* yang menghasilkan rata-rata tingkat kepentingan untuk tiap-tiap atribut atau RII (*Relative Important Index*), dalam tahap selanjutnya akan dilakukan *benchmarking* antara produk eksisting dengan produk yang akan dirancang. Oleh karena itu, diperlukan penilaian secara subjektif terhadap produk eksisting dan produk yang akan dirancang, dimana nilai produk eksisting yang telah diberikan secara subjektif dijadikan nilai untuk *evaluation score*, sedangkan nilai untuk produk yang akan dirancang menjadi nilai untuk *target value*.

Tabel 9. Evaluasi produk

No	Atribut	Benchmarking					Evaluation Score	Target Value
		1	2	3	4	5		
1	Desain		2		4		2	4
2	Kenyamanan		2		4		2	4
3	Kualitas Bahan			3	4		3	4
4	Dimensi dan Bentuk			3	4		3	4
5	Harga				4		4	3
6	Waktu Proses			3	4		3	4
7	Kemudahan Penggunaan		2		4		2	3

4.1.4. Objektif Produk

Setelah dilakukan evaluasi produk maka selanjutnya dilakukan perhitungan untuk penentuan objektif produk dengan mencari nilai IR (*Important Rate*), RII

(*Relative Important Index*), *Weight*, dan *% Weight*, untuk direkap dalam sebuah tabel 10. dibawah ini :

Tabel 10. Objektif produk

No	Atribut	Benchmarking					Evaluation Score	Target Value	IR	RII	Weight	% Weight
		1	2	3	4	5						
1	Desain		■				2	4	2	3.75	7.5	17.2
2	Kenyamanan		■				2	4	2	4.75	9.5	21.79
3	Kualitas Bahan			■			3	4	1.33	4	5.32	12.2
4	Dimensi dan Bentuk			■			3	4	1.33	4	5.32	12.2
5	Harga			■			3	4	1.33	4	5.32	12.2
6	Waktu Proses			■			3	4	1.33	3.5	4.655	10.68
7	Kemudahan Penggunaan		■				2	3	1.33	4.5	5.985	13.73
											43,6	100

Keterangan :

$$\text{Important Rate (IR)} = \frac{\text{Target Value}}{\text{Evaluation Score}}$$

RII = Rata-rata tingkat kepentingan atribut produk

Weight = IR * RII

4.1.5. Penentuan Respon Teknis

Pada penentuan respon teknis akan ditentukan respon teknis dari atribut yang ada. Respon teknis merupakan respon yang diberikan untuk menjawab atau mewujudkan atribut dari produk yang ada, dimana setelah hasilnya diperoleh akan dilakukan perekapan didalam tabel

11. dibawah ini :

Tabel 11. Respon teknis untuk setiap atribut

	Kerangka			Gulungan Besar		Gulungan Kecil			Gear & Rantai			Pedal			Papan Kertas		Kursi			Alas Kursi				
	Besi	Aluminium	Kayu	Kayu	Besi	Fiber	Besi	Aluminium	Kayu	Bpt	Bpm	Bpb	Plastik	Fiber	Besi	Besi	Kayu	Fiber	Besi	Kayu	Plastik	Spon	Plastik	Kayu
Desain	□	○	△	○	□	△	○	□	△	□	○	△	○	□	△	□	△	○	□	○	△	○	△	□
Kenyamanan	○	□	○	○	△	□	○	□	△	○	□	△	○	□	△	○	□	△	○	□	□	○	△	□
Kualitas Bahan	○	○	△	○	△	□	○	□	△	○	□	△	△	○	□	○	△	□	○	□	△	△	□	○
Dimensi dan Bentuk	○	○	△	○	□	△	○	□	△	□	○	△	○	□	△	□	△	○	○	○	△	○	□	△
Harga	○	△	□	△	○	□	□	△	○	△	○	○	○	△	□	○	△	□	□	□	○	○	□	△
Waktu Proses	○	△	□	○	□	△	□	△	○	□	□	△	□	○	△	○	□	△	○	○	△	○	□	△
Kemudahan Penggunaan	□	○	△	○	□	△	○	□	△	○	○	△	○	□	△	○	△	□	○	○	△	○	△	□

Keterangan :

Bpt : Baja paduan tinggi

Bpm : Baja paduan menengah

Bpb : Baja paduan bawah

○ *Strong relation*

□ *Medium relation*

△ *Weak relation*

4.1.6. Matrik Interaksi

Setelah respon teknis dan atribut telah didefinisikan maka dapat dibuat matrik interaksi antara respon teknis dengan atribut.

Pembobotan dilakukan dengan mengalikan % *Weight* yang diperoleh dari tabel 12. dan tingkat interaksi

Keterangan :

○ *Strong relation*

□ *Medium relation*

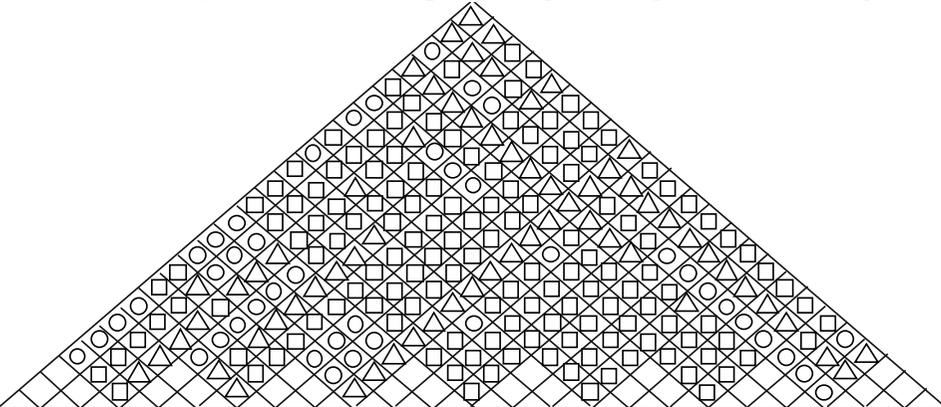
△ *Weak relation*

Table 12. Matrik interaksi antar respon teknis dengan atribut

○ Strong relation □ Medium relation △ Weak relation	Customer Importance	Kerangka			Gulungan Besar		Gulungan Kecil			Gear & Rantai			Pedal			Papan Kertas			Kursi			Alas Kursi			Evaluation Score	Target Value	IR	RII	Weight	% Weight	
		Besi	Aluminium	Kayu	Kayu	Besi	Fiber	Besi	Aluminium	Kayu	Bpt	Bpm	Bpb	Plastik	Fiber	Besi	Besi	Kayu	Fiber	Besi	Kayu	Plastik	Spon	Plastik							Kayu
Desain	3.75	□	○	△	○	□	△	○	□	△	□	○	△	○	□	△	○	□	○	△	○	△	□	2	4	2	3.75	7.5	17.2		
Kenyamanan	4.75	○	□	○	○	△	□	○	□	△	○	□	△	○	□	△	○	□	△	○	□	○	△	□	2	4	2	4.75	9.5	21.79	
Kualitas Bahan	4	○	○	△	○	△	□	○	□	△	○	□	△	△	○	□	○	△	□	○	△	△	□	○	3	4	1.33	4	5.32	12.2%	
Dimensi dan Bentuk	4	○	○	△	○	□	△	○	□	△	□	○	△	○	□	△	□	△	○	○	○	△	○	□	△	3	4	1.33	4	5.32	12.2%
Harga	4	○	△	□	△	○	□	□	△	○	△	○	○	△	□	○	△	□	□	□	○	○	□	△	3	4	1.33	4	5.32	12.2%	
Waktu Proses	3.5	○	△	□	○	□	△	□	△	○	□	□	△	□	○	△	○	□	△	○	○	△	○	□	△	3	4	1.33	3.5	4.655	10.68
Kemudahan Penggunaan	4.5	□	○	△	○	□	△	○	□	△	○	○	△	○	□	△	○	△	□	○	○	△	○	□	2	3	1.33	4.5	5.985	13.73	

4.1.7. Menyusun *House of Quality*

Table 13. *House of Quality* (HOQ) perancangan ulang alat stasiun kerja mihani benang



○ Strong relation □ Medium relation △ Weak relation	Customer Importance	Kerangka			Gulungan Besar			Gulungan Kecil			Gear & Rantai			Pedal		Papan Kertas		Kursi		Alas Kursi			Evaluation Score	Target Value	IR	RII	Weight	% Weight		
		Besi	Aluminium	Kayu	Kayu	Besi	Fiber	Besi	Aluminium	Kayu	Bpt	Bpm	Bpb	Plastik	Fiber	Besi	Besi	Kayu	Fiber	Besi	Kayu	Plastik							Spon	Plastik
Desain	3.75	□	○	△	○	□	△	○	□	△	○	□	○	△	○	□	△	○	□	○	△	○	△	□	2	4	2	3.75	7.5	17.2
Kenyamanan	4.75	○	□	○	○	△	□	○	□	△	○	□	△	○	□	△	○	□	△	○	□	△	□	2	4	2	4.75	9.5	21.79	
Kualitas Bahan	4	○	○	△	○	△	□	○	□	△	○	□	△	○	□	○	△	○	□	△	△	□	○	3	4	1.33	4	5.32	12.2	
Dimensi dan Bentuk	4	○	○	△	○	□	△	○	□	△	○	□	△	○	□	△	○	○	○	△	○	□	△	3	4	1.33	4	5.32	12.2	
Harga	4	○	△	□	△	○	□	△	○	△	○	○	○	△	□	○	△	□	□	○	○	□	△	3	4	1.33	4	5.32	12.2	
Waktu Proses	3.5	○	△	□	○	□	△	□	△	○	□	△	□	○	△	○	□	△	○	○	△	○	□	△	3	4	1.33	3.5	4.655	10.68
Kemudahan Penggunaan	4.5	□	○	△	○	□	△	○	□	△	○	○	△	○	□	△	○	△	○	○	△	○	□	2	3	1.33	4.5	5.985	13.73	

4.1.8. Hasil Penyusunan *House of Quality*

Dari hasil penyusunan *House of Quality* didapatkan nilai-nilai disetiap atribut bahan yang akan digunakan untuk perancangan ulang alat pada stasiun kerja mihani benang. Hasil penilaian dari setiap atribut dipilih bahan sebagai berikut :

Table 14. Pemilihan bahan alat pada stasiun kerja mihani benang

No.	Atribut	Konsep Ide	Nama Bahan	Keterangan
1	Desain Kualitas Bahan Dimensi dan Bentuk Harga Waktu Proses	Kerangka (<i>Frame</i>)	Besi	Kondisi sama dengan rancangan awal hanya sedikit merubah kerangka (<i>frame</i>) untuk menyesuaikan konsep ide dari atribut yang lain.
		Gulungan Besar (<i>Big Roll</i>)	Kayu	
		Gulungan Kecil (<i>Small Roll</i>)	Besi	
2	Kemudahan Penggunaan	Menggunakan <i>Pedal</i>	Plastik	Tenaga dorong kaki lebih kuat dibandingkan dengan tangan
		<i>Terdapat Gear & Rantai (Roll Chain)</i>	Bpm	Komponen pendukung <i>pedal</i>
3	Kenyamanan	Membuat Papan Kertas (<i>Holder Paper</i>)	Besi	Letak kertas lebih strategis dan enak dipandang
		Terdapat Kursi (<i>Work Chair</i>)	Besi	Komponen pendukung dalam proses pengoperasian pedal
		Alas Kursi	Spon	Komponen pendukung kursi agar lebih nyaman digunakan

4.2. Pengolahan Data Antropometri

Dalam melakukan perhitungan antropometri, tentunya perlu dilakukan pengumpulan data langsung yaitu melalui pengukuran 2 orang operator yang bekerja di stasiun kerja mihani benang dan juga melalui pengukuran data antropometri serta pengolahannya yang dapat digunakan sebagai dasar acuan perancangan ulang stasiun kerja mihani benang yang ergonomis.

4.2.1. Perhitungan Antropometri

Data antropometri yang dikumpulkan dan diolah adalah data yang berhubungan dengan perancangan ulang stasiun kerja mihani benang. Pengukuran data antropometri dilakukan dengan bantuan alat ukur meteran bangunan. Data antropometri diambil dari 2 orang operator yang bekerja di stasiun kerja mihani benang.

4.2.2. Data Antropometri

Data antropometri diambil dari ukuran dimensi tubuh operator pada stasiun kerja mihani benang. Jenis data yang diambil sesuai dengan data yang telah ditentukan dan hasil pengukuran dapat dilihat dalam tabel 15. berikut :

Tabel 15. Data antropometri dalam (cm)

No.	Keterangan	Ukuran (cm)	
		Operator 1 (Maya)	Operator 2 (Bp. Agus)
1.	Tinggi bahu dalam posisi duduk	56	59
2.	Panjang paha yang diukur dari pantat s/d ujung lutut	51	61
3.	Panjang paha yang diukur dari pantat s/d bagian belakang dari lutut/betis	37	45

Tabel 15. Data antropometri dalam (cm) (lanjutan)

No.	Keterangan	Ukuran (cm)	
		Operator 1 (Maya)	Operator 2 (Bp. Agus)
4.	Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan paha	39	46
5.	Lebar pinggul/pantat	34	36
6.	Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan	62	64
7.	Tebal atau lebar paha	17	14

4.2.3. Pengujian Data

Dalam uji ini akan dihitung nilai mean dan standar deviasi dengan persamaan :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_1}{n}$$

$$\sigma = \left[\sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{X - 1}} \right]$$

Tabel 16. Rekap hasil perhitungan nilai mean dan standar deviasi

No.	Keterangan	Ukuran (cm)	
		Nilai Mean	Nilai Standar Deviasi
1.	Tinggi bahu dalam posisi duduk	57,5	2,12
2.	Panjang paha yang diukur dari pantat s/d ujung lutut	56	7,07
3.	Panjang paha yang diukur dari pantat s/d bagian belakang dari lutut/betis	41	5,66
4.	Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan paha	42,5	4,95
5.	Lebar pinggul/pantat	35	1,41
6.	Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan	63	1,41
7.	Tebal atau lebar paha	15,5	1,73

a. Perhitungan Persentil

Persentil adalah suatu nilai yang menunjukkan presentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau di bawah nilai tersebut. Perhitungan persentil digunakan untuk perancangan produk dengan menggunakan persamaan berikut :

$$P5 = \bar{X} - 1,645 \sigma$$

$$P50 = \bar{X}$$

$$P95 = \bar{X} + 1,645 \sigma$$

Tabel 17. Rekap hasil perhitungan nilai persentil

No.	Keterangan	Persentil	Ukuran (cm)
1.	Tinggi bahu dalam posisi duduk	5	54,01
2.	Panjang paha yang diukur dari pantat s/d ujung lutut	5	44,37
3.	Panjang paha yang diukur dari pantat s/d bagian belakang dari lutut/betis	95	31,69
4.	Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan paha	5	34,36
5.	Lebar pinggul/pantat	95	37,32
6.	Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan	5	60,68
7.	Tebal atau lebar paha	50	15,5

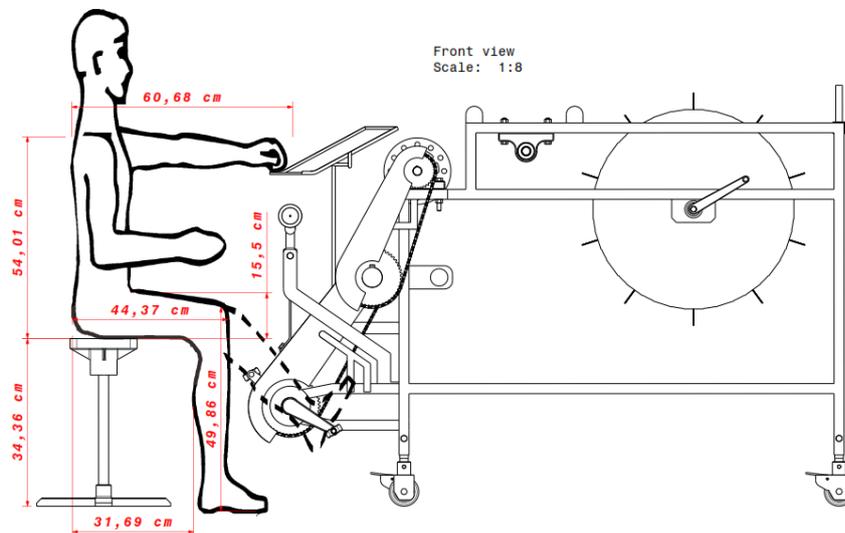
4.3. Rancangan Perbaikan Stasiun Kerja Mihani Benang

Merancang ulang alat pada stasiun kerja mihani benang dengan mempertimbangkan data antropometri dan perhitungan persentil yang sudah dihitung sebelumnya.

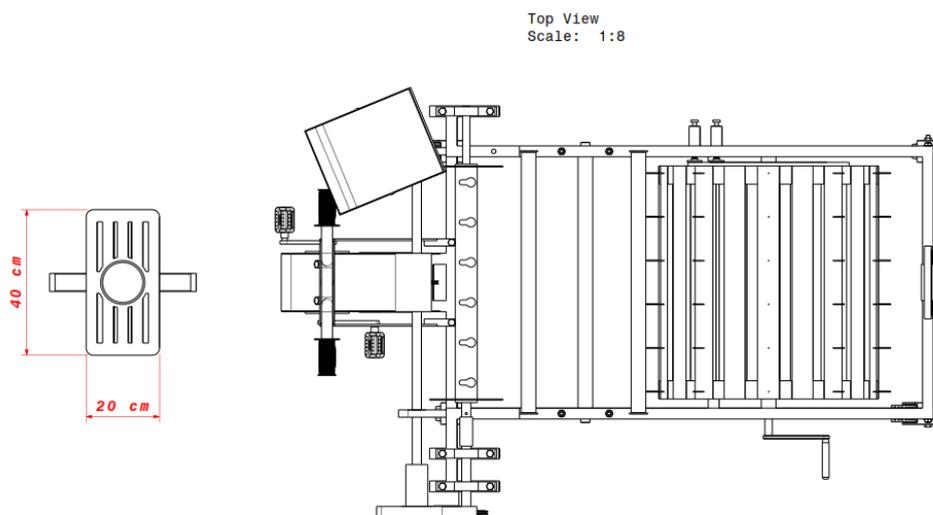
a. Penentuan ukuran kursi

- 1) Lebar kursi = $31,69 \text{ cm p}(95) / 2$
= $15,845 \text{ cm} \Rightarrow 20 \text{ cm}$
- 2) Tinggi kursi = $34,36 \text{ cm p}(5)$
- 3) Panjang kursi = $37,32 \text{ cm p}(95) \Rightarrow 40 \text{ cm}$

b. Perancangan alat stasiun kerja mihani benang

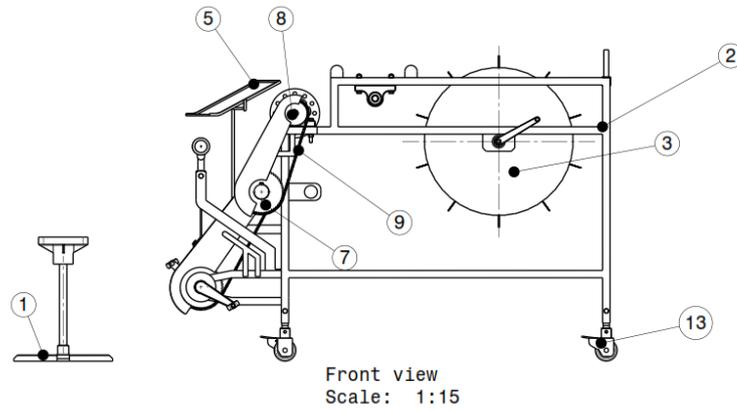


Gambar 6. Alat stasiun kerja mihani benang tampak depan

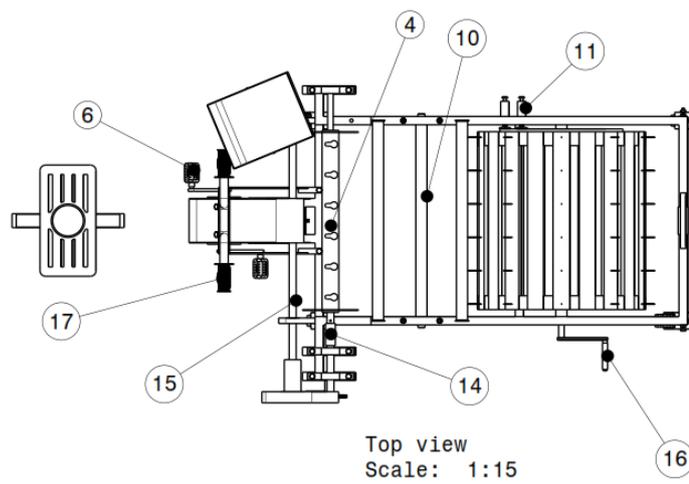


Gambar 7. Alat stasiun kerja mihani benang tampak atas

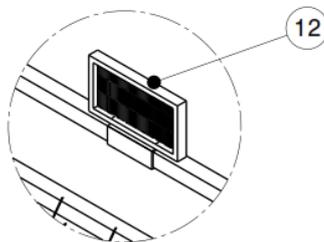
c. Komponen alat stasiun kerja mihani benang



Gambar 8. *Assy total front view*



Gambar 9. *Assy total top view*



Detail A
Scale: 2:15

Gambar 10. *Assy total isometric view*

Tabel 18. Deskripsi alat stasiun kerja mihani benang

No. Item	Deskripsi	Jumlah	Material	Keterangan
1	Kursi (<i>work chair</i>)	1	<i>Metal</i>	<i>Make</i>
2	Kerangka (<i>frame</i>)	1	<i>Metal 30x30 t. 3,5 mm</i>	<i>Make</i>
3	Gulungan besar (<i>big roll</i>)	1	<i>Wood</i>	<i>Make</i>
4	Gulungan kecil (<i>small roll</i>)	1	<i>Pipe 1''</i>	<i>Make</i>
5	Tempat/wadah/papan kertas (<i>holder paper</i>)	1	<i>Sheet metal 2 mm</i>	<i>Make</i>
6	<i>Pedal</i>	2	<i>PVC</i>	<i>Buy</i>
7	Roda gigi besar (<i>big gear</i>)	2	<i>Bpm</i>	<i>Buy</i>
8	Roda gigi kecil (<i>small gear</i>)	2	<i>Bpm</i>	<i>Buy</i>
9	Rantai (<i>roll chain</i>)	2	<i>Bpm</i>	<i>Buy</i>
10	Poros putar (<i>lifeshaft</i>)	1	<i>St. 70</i>	<i>Make</i>
11	Alat pengereman (<i>tool brake roll</i>)	2	<i>St. 70</i>	<i>Make</i>
12	Pusat benang (<i>centering yarn</i>)	1	<i>Metal 30x30 t. 3,5 mm</i>	<i>Make</i>
13	Roda (<i>wheel</i>)	4	-	<i>Buy</i>
14	Penghubung poros (<i>connecting shaft</i>)	1	<i>St. 70</i>	<i>Make</i>
15	Poros (<i>long shaft</i>)	1	<i>St. 60</i>	<i>Make</i>
16	<i>Handle</i>	1	-	<i>Buy</i>
17	<i>Handlebar grip</i>	2	-	<i>Buy</i>

4.3.1. Analisa Posisi Kerja

Dari data pengamatan dilapangan, diketahui operator yang bekerja di stasiun kerja mihani benang terkadang operator merubah posisi tubuhnya dari duduk menjadi berdiri maupun sebaliknya dengan tujuan untuk memberikan posisi yang nyaman. Apabila berproses berlangsung sangat lama mengakibatkan operator cepat merasa lelah. Rasa lelah ini disebabkan karena beban kerja pada alat. Aktivitas penggulungan benang di stasiun mihani dilakukan selama 5-7 jam setiap hari selama 6 hari dalam seminggu sehingga kerja otot cenderung statis. Kerja otot

statis merupakan kerja berat karena mengkonsumsi energi yang lebih tinggi dan denyut nadi meningkat. Sehingga operator mengalami keluhan di bagian leher, bahu, siku dan pergelangan tangan baik kanan maupun kiri.

Dari kasus diatas perlu diusulkan posisi operator yang tidak menyebabkan cepat merasa lelah. Posisi operator tersebut adalah posisi duduk tegak dengan rancangan kursi menggunakan pendekatan antropometri. Proses penggulungan ke wadah benang yang semula mengayuh dengan tangan pada perancangan ini dimodifikasi dengan cara mengayuh pedal dengan kaki.

4.3.2. Analisa Pemilihan Data Antropometri

Pemilihan data antropometri dinilai sangat penting dalam perancangan suatu produk karena memperhatikan aspek pengguna produk tersebut.

a. Tinggi bahu dalam posisi duduk

Data ini digunakan untuk mengukur letak papan kertas pada perancangan ulang alat di stasiun kerja mihani benang. Persentil yang digunakan adalah persentil 5, agar letak papan kertas tidak terlalu tinggi dan nyaman digunakan untuk operator dengan tinggi tubuh yang kecil. Jika memakai persentil terbesar operator dengan tinggi tubuh yang kecil tidak akan merasa nyaman karena harus berdiri.

b. Panjang paha dari pantat s/d lutut

Data ini digunakan untuk mengukur posisi *center* pedal yang sesuai pada perancangan ulang alat di stasiun kerja mihani benang. Persentil yang digunakan adalah persentil 5, agar letak pedal berada diposisi yang

nyaman untuk digunakan oleh operator dengan tinggi tubuh yang kecil. Jika memakai persentil terbesar operator dengan tinggi tubuh yang kecil kurang nyaman dalam mengayuh pedal.

c. Panjang paha dari pantat s/d bagian belakang betis

Data ini digunakan untuk mengukur lebar kursi pada perancangan ulang alat di stasiun kerja mihani benang. Persentil yang digunakan adalah persentil 95, agar lebar kursi nyaman digunakan untuk operator dengan tinggi tubuh yang besar. Jika memakai persentil terkecil operator dengan tinggi tubuh yang besar merasa kurang nyaman.

d. Tinggi tubuh dalam posisi duduk

Data ini digunakan untuk mengukur tinggi kursi beserta posisi *center* pedal yang sesuai pada perancangan ulang alat di stasiun kerja mihani benang. Persentil yang digunakan adalah persentil 5, agar letak pedal berada diposisi yang nyaman untuk digunakan oleh operator dengan tinggi tubuh yang kecil. Rancangan kursi dibuat agar operator dapat mengatur tinggi rendahnya kursi (*adjustable chair*) sehingga operator baik dengan tinggi tubuh yang besar maupun kecil dapat menggunakannya secara nyaman.

e. Lebar pinggul/pantat

Data ini digunakan untuk mengukur panjang kursi pada perancangan ulang alat di stasiun kerja mihani benang. Persentil yang digunakan adalah persentil 95, agar panjang kursi nyaman digunakan untuk operator dengan tinggi tubuh yang besar. Jika memakai persentil

terkecil operator dengan tinggi tubuh yang besar merasa kurang nyaman.

f. Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan

Data ini digunakan untuk mengukur jarak papan kertas pada perancangan ulang alat di stasiun kerja mihani benang. Persentil yang digunakan adalah persentil 5, agar letak papan berada pada posisi yang nyaman, mudah dijangkau oleh operator dengan tinggi tubuh yang kecil. Jika memakai persentil terbesar operator dengan tinggi tubuh yang kecil kesulitan menjangkanya sehingga harus berdiri.

g. Tebal atau lebar paha

Data ini digunakan untuk mengukur jarak rekomendasi antara kursi dengan pedal dan ketinggian pusat pedal pada perancangan ulang alat di stasiun kerja mihani benang. Persentil yang digunakan adalah persentil 50, di ambil rata-rata ukuran antara operator dengan tinggi tubuh yang kecil dengan tinggi tubuh yang besar.

4.4. Evaluasi Rancangan Usulan

4.4.1. Analisa Rancangan

Berikut ini adalah perbandingan antara kondisi awal sebelum adanya perbaikan dan sesudah adanya perbaikan pada alat stasiun kerja mihani benang, beberapa perubahan rancangan antara lain :

a. Metode Penggulungan Benang

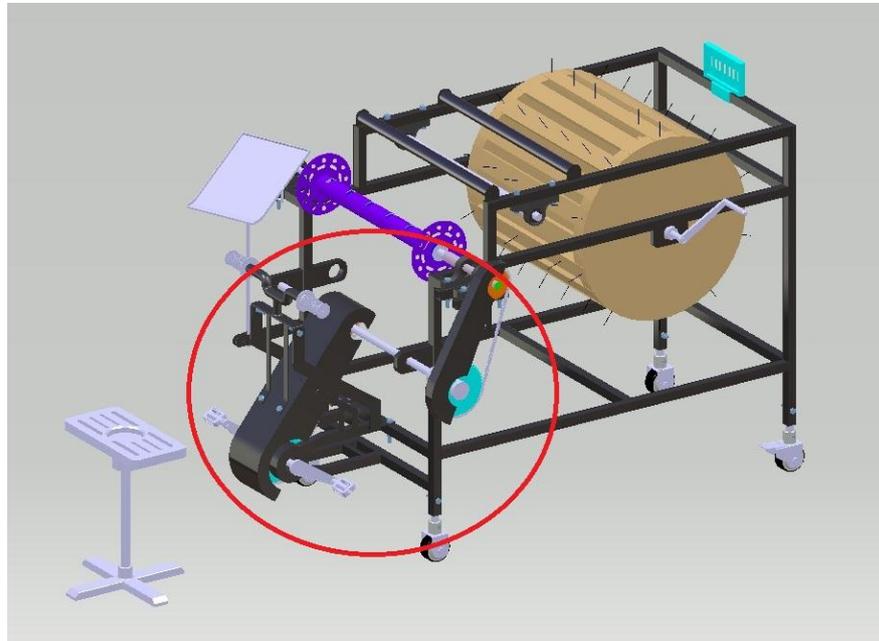
Kondisi awal penggulungan benang yang dilakukan adalah memakai tangan dalam pengoperasiannya. Terutama pada proses penggulungan yang kedua, berat yang berlebih tidak memungkinkan pengoperasian memakai satu tangan saja melainkan harus memakai kedua tangan sekaligus. Hal tersebut sangat mengganggu karena memakai energi yang besar untuk memutar tuas *handle* tersebut.



Gambar 11. Tuas *handle*

Konsep perbaikan yang diterapkan untuk memudahkan pengoperasian *handle* tersebut adalah mengganti *handle* dengan *pedal*. Proses penggulungan benang memakai tenaga dorongan kekuatan kedua kaki yang disambung putarannya memakai 2 buah *set gear* dan rantai sepeda. Tenaga yang diputar akan dibagi menjadi 2 yaitu kaki sisi kanan dan sisi kiri. Dengan begitu pengeluaran tenaga yang dihasilkan akan

lebih kecil dan tenaga dorong akan menjadi lebih besar dalam proses penggulungan benang tersebut.



Gambar 12. Konsep *pedal*

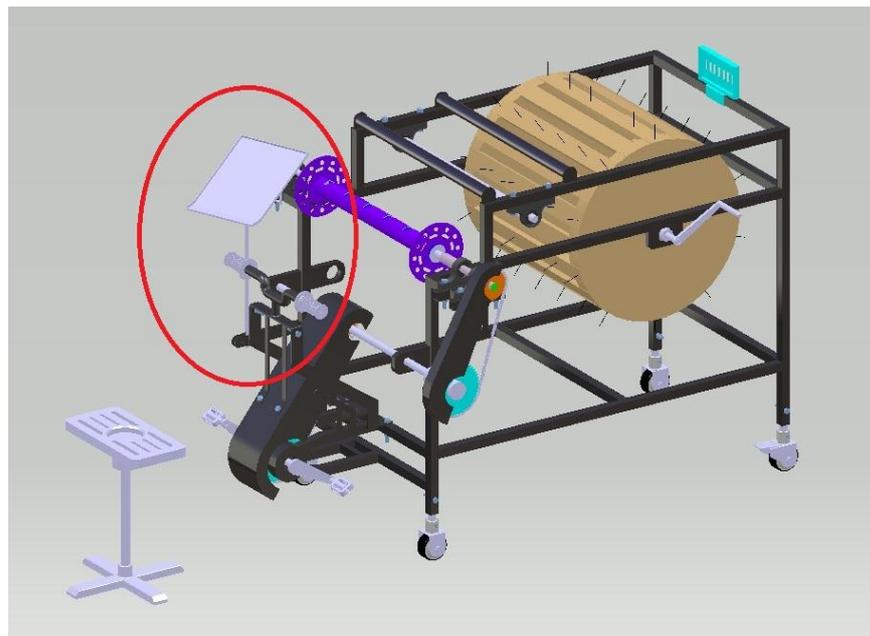
b. Menyediakan Tempat *Sheet* kertas

Pada proses penggulungan benang yang dilakukan, sering terjadi benang mengalami kendur dalalam proses penggulungan. Oleh karena itu operator menambahkan kertas dan diselipkan pada gulungan benang untuk menambah kekencangan yang diharapkan. Ketersedian tempat untuk menaruh lembaran kertas semula berserakan pada lantai.



Gambar 13. Kondisi lembaran kertas

Konsep perbaikan yang diterapkan berupa tempat/wadah lembaran kertas (*holder paper*) yang disesuaikan dengan ketinggian bahu operator pada saat duduk. Konsep wadah kertas tersebut dapat berputar dengan bantuan bantalan (*bearing*) yang dipasang pada kerangka (*frame*) dengan mempertimbangkan segi ergonomi.



Gambar 14. Wadah kertas (*holder paper*)

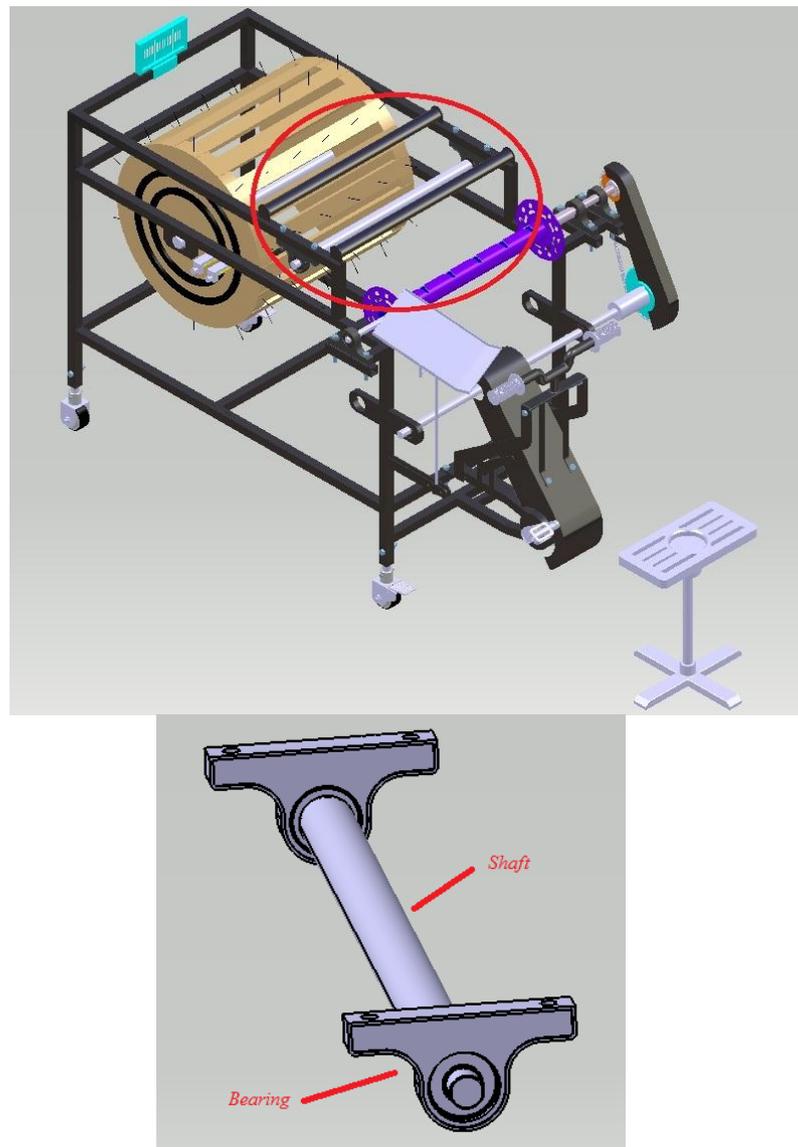
c. Membuat poros berputar (*lifeshaft*)

Pada kondisi awal alat mihani benang terdapat 3 buah poros (*shaft*) yang berfungsi untuk mengencangkan benang saat proses penggulungan ke wadah benang/gulungan kecil (*small roll*). Ketiga *shaft* dilas permanen menyatu dengan kerangka (*frame*). Kondisi tersebut memperberat proses penggulungan benang saat operator memutar tuas *handle* karena membutuhkan energi yang besar.



Gambar 15. Kondisi awal *shaft*

Untuk mengurangi dan meringankan beban operator saat proses penggulungan maka dibuatlah konsep perbaikan yaitu membuat salah satu poros (*shaft*) yang berada pada posisi tengah dapat berputar. Berbeda halnya ketika poros (*shaft*) dibuat 2 atau lebih dapat berputar akibatnya gaya gesek benang pada poros terlalu ringan. Hal tersebut membuat putaran benang terlalu cepat sehingga daya tarik benang menjadi tidak kencang.



Gambar 16. Poros putar (*Lifeshaft*)

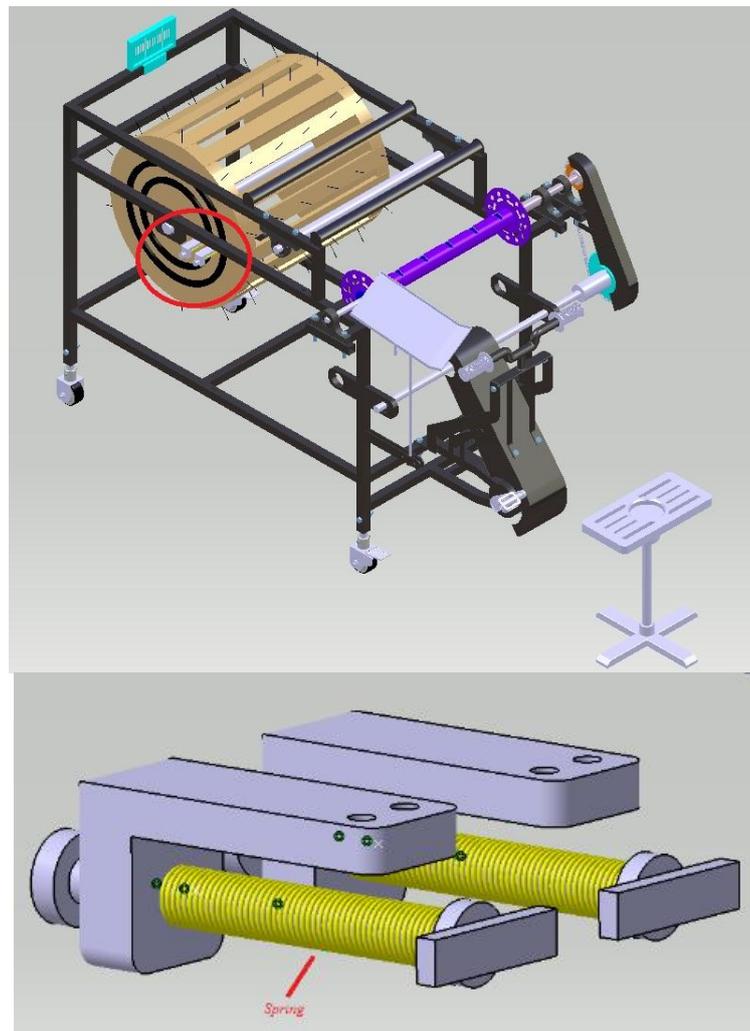
- d. Membuat sistem pengereman baru

Kondisi awal pada proses penggulungan benang menggunakan sistem pengereman dengan menggunakan tali karet yang ditarik dengan *spring* yang memutar pada gulungan besar (*big roll*). Kondisi tersebut membuat berat pada proses penggulungan benang yang dilakukan.



Gambar 17. Kondisi awal sistem pengereman

Konsep perbaikan yang diterapkan yaitu dengan sistem pengereman baru dengan menggunakan *spring* juga, akan tetapi dengan pemasangan dudukan 2 *shaft* yang dipasang pada *frame* yang diubah semula hanya meliputi bagian permukaan atas, sekarang dipasang secara permanen dengan menggunakan paku pada sisi kiri gulungan besar (*big roll*). Cara kerja pengereman dengan cara *spring* di putar. Kekuatan yang ditekan pada pengereman karet nantinya bisa diatur dengan menggunakan panjang *spring* yang bervariasi. Daya tekan tiap *spring* sebesar 5,5 newton.



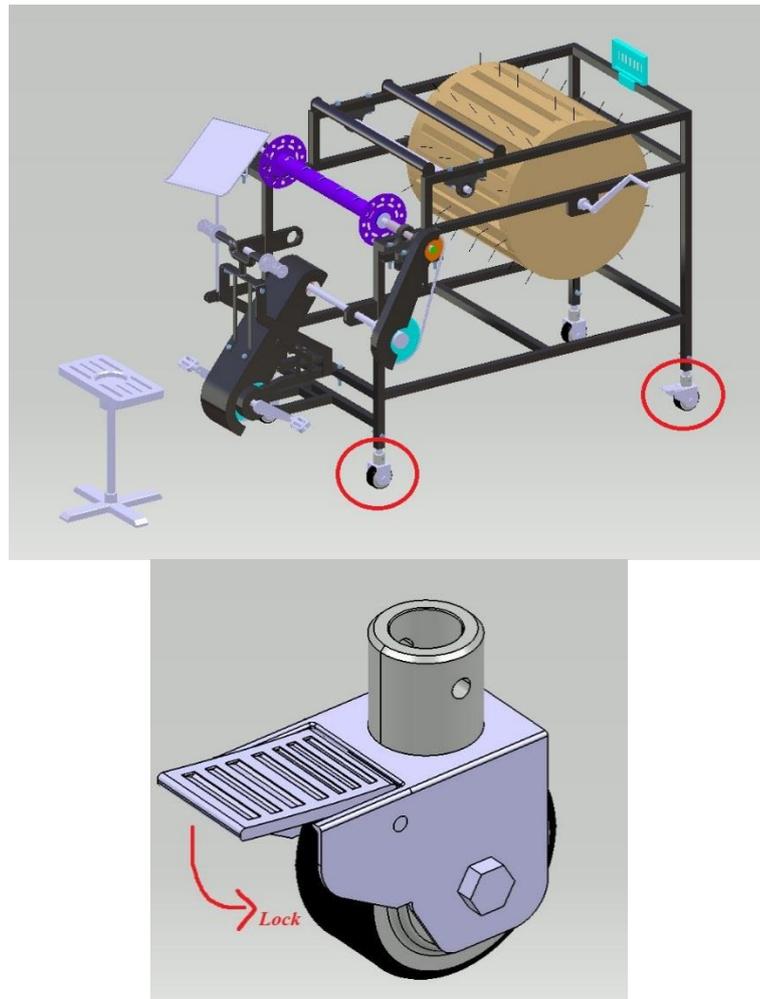
Gambar 18. *Tool brake roll*

e. Menggunakan bantuan roda (*wheel*)

Pada alat stasiun kerja mihani benang semula tidak ada roda pada *frame*. Ketika operator ingin memindahkan alat tersebut dari satu tempat ke tempat yang lain maka diperlukan minimal 2 orang operator untuk mengangkutnya karena beban alat cukup berat.

Melihat beberapa konsep perubahan/perbaikan pada alat satasiun kerja mihani benang, berat alat semakin bertambah. Rancangan perbaikan tersebut memiliki bobot 107,08 kg. Maka dari itu, penambahan roda

(*wheel*) sangat diperlukan pada rancangan alat stasiun kerja mihani benang. Roda tersebut dapat dikunci agar saat proses penggulungan benang alat tidak mudah bergeser.

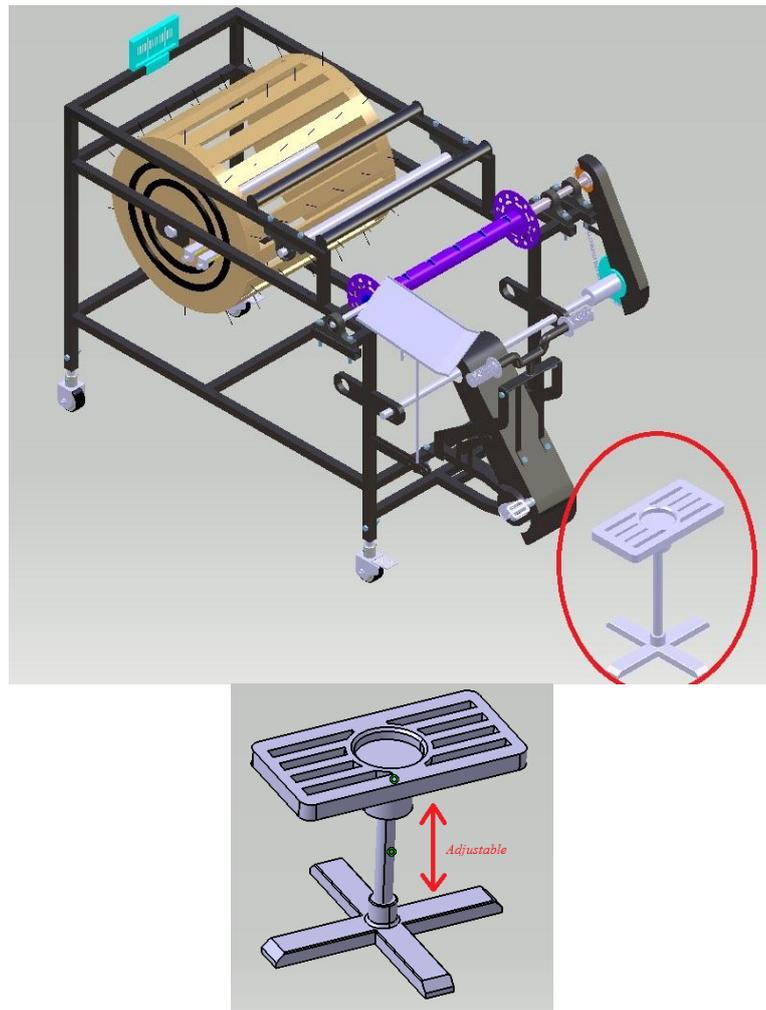


Gambar 19. Roda (*wheels*)

f. Menambahkan Kursi

Konsep perbaikan yang dibuat pada alat stasiun kerja mihani benang menggunakan pedal sebagai media penggerak untuk menggulung benang. Oleh karena itu, penambahan tempat duduk/kursi sangatlah penting dengan mempertimbangkan dari segi antropometri sehingga nyaman digunakan oleh operator. Konsep kursi menggunakan media

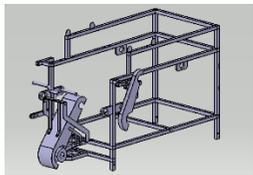
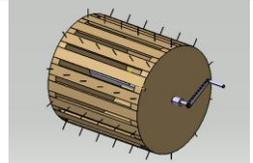
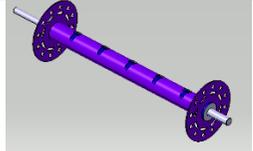
poros berulir sebagai pengatur tinggi rendahnya kursi. Rentang pengurangan dan penambahan ketinggian dibatasi sebesar 50 cm. Bahan kursi terbuat dari besi *hollow* yang bersifat kuat dan berat sehingga ketika proses penggulungan benang berlangsung kursi tidak akan mudah bergeser.



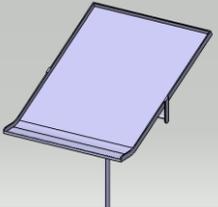
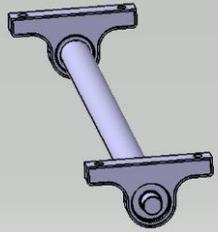
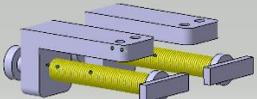
Gambar 20. *Adjustable chair*

4.4.2. Analisa Biaya Produksi Total

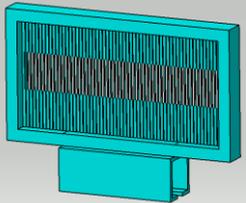
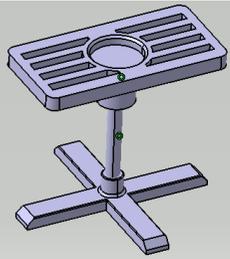
Tabel 19. Biaya produksi total

Nama Item	Gambar	Nama Proses	Biaya /Jam	Estimasi Waktu Total (Jam)	Total Waktu (Jam)	Total Biaya	Rekap Total
<i>Frame</i>		<i>Cutting</i>	Rp 18.000	1	9	Rp 18.000	Rp 200.000
		<i>Welding</i>	Rp 45.000	3,5		Rp 157.500	
		<i>Machining</i>	Rp 6.000	2		Rp 12.000	
		<i>Bending</i>	Rp 5.000	1,5		Rp 7.500	
		<i>Grinding</i>	Rp 5.000	1		Rp 5.000	
<i>Big Roll</i>		<i>Cutting</i>	Rp 30.000	1,5	5	Rp 45.000	Rp 82.500
		<i>Machining</i>	Rp 15.000	1,5		Rp 22.500	
		<i>Assembly</i>	Rp 7.500	2		Rp 15.000	
<i>Small Roll</i>		<i>Cutting</i>	Rp 3.000	0,5	2,3	Rp 1.500	Rp 12.000
		<i>Welding</i>	Rp 5.000	0,3		Rp 1.500	
		<i>Machining</i>	Rp 6.000	1,5		Rp 9.000	

Tabel 19. Biaya produksi total (lanjutan)

Nama Item	Gambar	Nama Proses	Biaya /Jam	Estimasi Waktu Total (Jam)	Total Waktu (Jam)	Total Biaya	Rekap Total
<i>Holder Paper</i>		<i>Cutting</i>	Rp 3.000	0,25	0,75	Rp 750	Rp 3.250
		<i>Bending</i>	Rp 5.000	0,25		Rp 1.250	
		<i>Welding</i>	Rp 5.000	0,25		Rp 1.250	
<i>Life Shaft</i>		<i>Cutting</i>	Rp 3.000	0,1	0,85	Rp 300	Rp 4.550
		<i>Welding</i>	Rp 5.000	0,25		Rp 1.250	
		<i>Machining</i>	Rp 6.000	0,5		Rp 3.000	
<i>Tool Brake Roll (2pcs)</i>		<i>Machining</i>	Rp 6.000	1,5	2	Rp 9.000	Rp 11.500
		<i>Welding</i>	Rp 5.000	0,5		Rp 2.500	

Tabel 19. Biaya produksi total (lanjutan)

Nama Item	Gambar	Nama Proses	Biaya /Jam	Estimasi Waktu Total (Jam)	Total Waktu (Jam)	Total Biaya	Rekap Total
<i>Centering Yarn</i>		<i>Cutting</i>	Rp 3.000	0,25	1	Rp 750	Rp 4.500
<i>Work Chair</i>		<i>Cutting</i>	Rp 5.000	1	6	Rp 5.000	Rp 137.500
		<i>Welding</i>	Rp 7.500	1		Rp 7.500	
		<i>Machining</i>	Rp 35.000	3,5		Rp 122.500	
		<i>Grinding</i>	Rp 5.000	0,5	Rp 2.500		
<i>Painting For Any Components</i>							Rp 75.000
Total Biaya Produksi							Rp 568.300
PPN 10%							Rp 56.830
Note : Data (Biaya/Jam) dan Waktu, disesuaikan proses							
Total Pembayaran							Rp 625.130

4.4.3. Analisa Kebutuhan Material

Tabel 20. Asumsi harga kebutuhan material

Nama Part	Nama Material	Bentuk	Diameter (ø)	Luas	Panjang (L) / Tebal (N) (mm)	Volume (mm ³)	Volume (m ³)	Massa (kg)	Jumlah	Harga Satuan/kg	Total Harga	
<i>Frame</i>	a.	Material metal Sq (t.1,8 mm) 30x30		-	-	6.000	-	-	5	Rp 100.000	Rp 500.000	
	b.	Material St.70 ø 5"		5"	12.661	95	1.202.820	0,001203	9,442138374	1	Rp 17.500	Rp 165.237
	c.	Material St.70 (75x135)X16		-	10.125	16	162.000	0,000162	1,2717	2	Rp 17.500	Rp 44.510
	d.	Sheet metal (300x300)X2		-	90.000	2	180.000	0,000180	1,413	1	Rp 15.000	Rp 21.195
	e.	Wp ø 1" t.1.2		1"	-	6.000	-	-	-	1	Rp 250.000	Rp 250.000
	f.	Pipe ½"		½"	-	650	-	-	-	1	Rp 125.000	Rp 125.000
<i>Big Roll</i>	a.	Material wood (400x670)X20		-	268.000	20	5.360.000	-	-	4	Rp 65.000	Rp 260.000
	b.	Material wood (20x30)X4000		-	600	4.000	2.400.000	-	-	4	Rp 15.000	Rp 60.000
	c.	Material St.70 ø 1"		1"	506	750	379.838	0,000380	2,981727908	1	Rp 17.500	Rp 52.180

Tabel 20. Asumsi harga kebutuhan material (lanjutan)

Nama Part	Nama Material	Bentuk	Diameter (ø)	Luas	Panjang (L) / Tebal (N) (mm)	Volume (mm3)	Volume (m3)	Massa (kg)	Jumlah	Harga Satuan/kg	Total Harga
<i>Small Roll</i>	a. Material pipe 1"		1"	-	650	-	-	-	Sisa mat. Frame	Rp 250.000	-
	b. Material st.70 1 ¼"		6,35"	32	250	7.913	0,000008	0,062119331	1	Rp 17.500	Rp 1.087
<i>Holder Paper</i>	a. Sheet metal 400x400 2mm		-	160.000	2	320.000	0,000320	2,512	1	Rp 15.000	Rp 37.680
	b. Pipe ½"		½"	-	520	-	-	-	1	Rp 150.000	Rp 150.000
<i>Life Shaft</i>	a. Wp 1"		1"	-	755	-	-	-	Sisa mat. Frame	Rp 250.000	-
	b. Material St.70 ø 1" x90		1"	506	90	45.581	0,000046	0,357807349	1	Rp 17.500	Rp 6.262
<i>Tool Brake Roll</i>	a. Material St.70 (45x35)X85		-	1.505	85	127.925	0,000128	1,00421125	1	Rp 17.500	Rp 17.574
	b. Material St.70 ø 1" X120		1"	506	120	60.774	0,000061	0,477076465	1	Rp 17.500	Rp 8.349
<i>Centering Yarn</i>	a. Material Sq 30x30		-	-	-	-	-	-	Sisa mat. Frame	Rp 100.000	-
	b. Sheet metal 200x100 2mm		-	20.000	2	40.000	0,000040	0,314	1	Rp 15.000	Rp 4.710

Tabel 20. Asumsi harga kebutuhan material (lanjutan)

Nama Part	Nama Material	Bentuk	Diameter (ø)	Luas	Panjang (L) / Tebal (N) (mm)	Volume (mm ³)	Volume (m ³)	Massa (kg)	Jumlah	Harga Satuan/kg	Total Harga
<i>Connecting Shaft</i>	a. St.70 1 ½” X300		1 ½”	1.140	300	341.854	0,000342	2,683555117	1	Rp 17.500	Rp 46.962
<i>Work Chair (Adjustable)</i>	a. Material Sq 30x30		-	-	3.500	-	-	-	Sisa mat. Frame	Rp 100.000	-
	b. Material St.70 ø 1 X200		1	506	200	101.290	0,000101	0,795127442	1	Rp 17.500	Rp 13.915
Biaya Total											Rp 1.764.660

Diketahui :

Rumus menentukan berat

$$\rho = \frac{m}{v}$$

ρ = massa jenis material (kg/m³)

m = massa material (kg)

v = volume material (m³)

Massa jenis St.70 = 7.850 kg/m³

Tabel 21. Harga referensi

Nama Material	Harga
Besi <i>Hollow</i> 30x30	Rp 100.000
Kayu Full	Rp 65.000
Kayu Reng	Rp 15.000
Mat. St 70	Rp 17.500
<i>Pipe</i> 1" (6 M)	Rp 250.000
<i>Pipe</i> 1/2 (6 M)	Rp 150.000
<i>Sheet Metal</i> /kg	Rp 15.000

Tabel 22. Komponen stok/beli jadi

No.	Nama Komponen	Jumlah Yang Dibutuhkan (Pcs)	Harga Per Satuan	Total
1	<i>Sprocket Gear Set and Chain (Ex)</i>	2	Rp 50.000	Rp 100.000
2	<i>Pedal 1 Set</i>	1	Rp 45.000	Rp 45.000
3	<i>Spring</i>	2	Rp 14.500	Rp 29.000
4	<i>Bearing Set DIN 6205 ø 25</i>	9	Rp 45.000	Rp 405.000
5	<i>Bolt and Nut M16 L45</i>	10	Rp 3.000	Rp 30.000
6	<i>Bolt and Nut M6 L45</i>	4	Rp 1.000	Rp 4.000
7	<i>Piringan Rem (Ex)</i>	2	Rp 8.000	Rp 16.000
8	Kawat Besi	1	Rp 12.000	Rp 12.000
9	Paku besar	2	Rp 15.000	Rp 30.000
10	Busa Spoon	1	Rp 5.000	Rp 5.000
11	<i>Handle</i>	1	Rp 20.000	Rp 20.000
12	<i>Handlebar grip</i>	2	Rp 5.000	Rp 10.000
13	<i>Bolt and Nut M12 L50</i>	6	Rp 3.000	Rp 18.000
Total				Rp 724.000

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Seluruhnya} &= \text{Biaya Material} + \text{Biaya Produksi} + \text{Biaya Beli Stok Jadi} \\
 &= \text{Rp } 1.764.660 + \text{Rp } 625.130 + \text{Rp } 724.000 \\
 &= \mathbf{\text{Rp } 3.113.790}
 \end{aligned}$$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dengan metode *Quality Function Deployment* (QFD) dan Antropometri yang dilakukan dalam perancangan ulang stasiun kerja mihani benang maka diperoleh rancangan alat seperti keterangan sebagai berikut :

a. Hasil pemilihan bahan

Dari hasil penilaian operator terhadap *house of quality* pemilihan bahan yang digunakan didapatkan kerangka (*frame*), gulungan kecil (*small roll*), *gear & rantai* (*roll chain*), papan kertas (*holder paper*), kursi (*work chair*) berbahan besi, gulungan besar (*big roll*) berbahan kayu, pedal berbahan plastik, dan alas kursi berbahan spon.

b. Ukuran rancangan kursi pada stasiun kerja mihani benang

- 1) Tinggi kursi = 34,36 cm
- 2) Lebar kursi = 20 cm
- 3) Panjang kursi = 40 cm

c. Konsep rancangan perbaikan alat stasiun kerja mihani benang

- 1) Metode penggulungan benang, mengganti proses awal yang sebelumnya *handle* menjadi *pedal*.
- 2) Menyediakan tempat sheet kertas (*holder paper*) dengan pendekatan antropometri.

- 3) Membuat poros putar (*lifeshaft*) yang berada pada posisi tengah dari 3 poros (*shaft*).
- 4) Membuat sistem pengereman baru (*tool brake roll*).
- 5) Menggunakan bantuan roda (*wheel*).
- 6) Menambahkan kursi dengan pendekatan antropometri.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil rancangan yang dilakukan maka dapat diberikan saran, yaitu :

- a. Penelitian yang lebih lanjut dapat dilakukan dengan memberikan usulan rancangan perbaikan berupa penambahan alat penghitung putaran otomatis pada gulungan besar (*big roll*).
- b. Penelitian yang lebih lanjut dapat dilakukan dengan memberikan usulan rancangan perbaikan yang dapat menghasilkan 2 kali lebih banyak *output* wadah benang/bim/gulungan kecil (*small roll*) dalam sekali proses.

DAFTAR PUSTAKA

- Anityasari, M. dkk, 2011, *Analisa Kelayakan Usaha*, Guna Widya.
- Cohen, L., 1995, *Quality Function Deployment, How to Make QFD Work for You*, New York : Addison-Wesley.
- Gunani, S., 2001, *Analisis Ergonomi Terhadap Rancangan Fasilitas Kerja Pada Stasiun Kerja Dibagian Skiving Dengan Antropometri Orang Indonesia (Studi Kasus Di Pabrik Vulkanisir Ban)*, Surabaya : ITS.
- Nurmianto, E., 2003, *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Surabaya : Guna Widya.
- Osborne, J.D., 1995, *Ergonomics at Work - Human Factors in Design and Development*, England : John Wiley and Son Ltd.
- Pheasant, S., 1991, *Ergonomics, Work dan Health*, USA : Aspen Publisher Inc, Maryland.
- Sudaryanto, A., 2015, *Perancangan Case Laptop Multi Fungsi Dengan Pendekatan Quality Function Deployment (QFD) dan Antropometri*, Surakarta : USB.
- Tarwaka, dkk, 2004, *Ergonomi Untuk Keselamatan Kesehatan Kerja dan Produktifitas*, Surakarta : UNIBA Press.
- Wignjosoebroto, S., 2008, *Ergonomi - Studi Gerak dan Waktu*, Surabaya : Guna Widya.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambaran Umum Usaha

- a. Deskripsi Singkat
Usaha UMKM Tikar Tenun ini merupakan usaha turun-temurun, mulai dikenal dengan nama SIGMA pada tanggal 16 Agustus 2010. Lokasi usaha ini terletak di Desa Pancuran 01/09, Selokaton, Gondangrejo, Karanganyar.
- b. Jenis Usaha
Bisnis ini bergerak dibidang produksi tikar tenun. Adapun beberapa bahan baku, bahan penolong dan alat-alat yang digunakan dalam memproduksi tikar tenun adalah sebagai berikut:
 - 1) Nama Alat
 - a) Mesin Tenun
 - b) Mesin Jahit
 - c) Mesin Penggulung Rafia
 - d) Gunting
 - e) Alat Pengukur (meteran)
 - f) Meja Jahit
 - g) Lem Latek
 - h) Plastik Wadah
 - i) Kresek
 - j) Paralon
 - k) Rak Benang
 - l) Bim (Wadah Benang)
 - m) Penggulung Benang
 - 2) Nama Bahan
 - a) Benang Polister
 - b) Bisban Pegangang
 - c) Bisban Telisir
 - d) Rafia
 - e) Benang Jahit
 - f) Lebel
 - g) Plastik Mika Lebel
- c. Proses Produksi
Adapun ada beberapa langkah dalam memproduksi tikar tenun ini yaitu:
 - 1) Menempatkan benang pada rak benang dan mengatur warna corak benang yang diinginkan. Misal menginginkan berbentuk :
“bintik-rantai-berselang-rantai-blok-rantai-berselang-rantai-bintik”
Setelah itu menaruh warnanya sesuai corak yang diinginkan, seperti:
 - a) Putih, putih, hitam, putih, putih, putih, hitam, putih, putih = membentuk Bintik
 - b) Merah, merah, kuning, merah, merah = membentuk rantai
 - c) Hijau, krem, hijau, krem, hijau, krem, hijau = membentuk berselang

- d) Merah, merah, kuning, merah, merah = membentuk rantai
 - e) Warnah abu-abu semua = membentuk blok
 - f) Hijau, krem, hijau, krem, hijau, krem, hijau = membentuk berselang
 - g) Merah, merah, kuning, merah, merah = membentuk rantai
 - h) Putih, putih, hitam, putih, putih, putih, hitam, putih, putih = membentuk Bintik
- 2) Menarik benang dan menggulung benang dalam mesin penggulung (Mihani) benang dengan diameter kurang lebih 1,5 m diputar hingga 41 hitungan yang akan menjadi kurang lebih 50m setelah menjadi tenunan tikar.
 - 3) Setelah digulung di mesin penggulung benang harus di gulung lagi dimasukkan ke dalam wadah benang yang disebut Bim.
 - 4) Memasang Bim ke mesin tenun
 - 5) Memasukkan benang ke lubang “Gun” kemudian dimasukkan lagi ke dalam “suri” yang disebut (nyisir).
 - 6) Kemudian benang yang sudah terpasang akan ditenun menggunakan peralon yang dimasukkan raffia. Dan posisi menenunnya berdiri.
 - 7) Setelah selesai ditenun para pegawai harus mengukur hasil tenunnya dan memotongnya dibagi menjadi ukuran 3 meter.
 - 8) Kemudian di jahit, agar menjadi tikar dalam ukuran 3 meter ada 4 buah dijadikan satu. Kemudian dipasang gantungan supaya mudah dijinjing dan rapi serta di beri “plipitan” yang namanya “tlisir” kemudian diberi label SIGMA.
 - 9) Setelah di jahit kemudian masuk dalam proses finising kemudian di kemas dalam plastik.
 - 10) Tikar tenun siap dipasarkan.

d. Dokumentasi



Gambar 21. “Bim” wadah benang



Gambar 23. Stasiun kerja tenun



Gambar 22. Rak bahan baku



Gambar 24. Stasiun kerja mihani benang



Gambar 25. Stasiun kerja jahit



Gambar 26. Produk jadi



Gambar 27. Stasiun kerja
penggulungan rafia

Lampiran 2. Kuesioner Nordic Body Map

Operator 1

Kuesioner Nordic Body Map

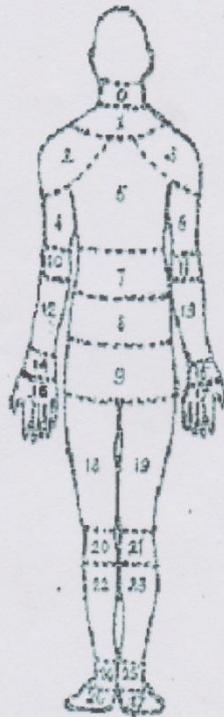
I. IDENTITAS PRIBADI

(Tuliskan identitas saudara dan coret yang tidak perlu)

1. Nama : Maya Kristiani
2. Umur/Tgl Lahir : 23.1.21 Februari 1994
3. Pendidikan Terakhir : SD/SMP/SMA/AKADEMI/UNIVERSITAS
4. Status : Kawin/Belum Kawin
5. Pengalaman Kerja :Tahun.....Bulan.

II. KUESIONER BODY MAP

(Jawablah pertanyaan berikut ini dengan memberi tanda (X) pada kolom disamping pertanyaan yang sesuai dengan kondisi/perasaan saudara)



NO	JENIS KELUHAN	TINGKAT KELUHAN			
		A	B	C	D
0	Sakit/kaku di leher bagian atas		X		
1	Sakit/kaku di leher bagian bawah				
2	Sakit di bahu kiri		X		
3	Sakit di bahu kanan		X		
4	Sakit pada lengan atas kiri				
5	Sakit di punggung				
6	Sakit pada lengan atas kanan				
7	Sakit pada pinggang				
8	Sakit pada bokong				
9	Sakit pada pantat				
10	Sakit pada siku kiri		X		
11	Sakit pada siku kanan		X		
12	Sakit pada lengan bawah kiri				
13	Sakit pada lengan bawah kanan				
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri		X		
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan		X		
16	Sakit pada tangan kiri				
17	Sakit pada tangan kanan				
18	Sakit pada paha kiri				
19	Sakit pada paha kanan				
20	Sakit pada lutut kiri				
21	Sakit pada lutut kanan				
22	Sakit pada betis kiri				
23	Sakit pada betis kanan				
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri				
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan				
26	Sakit pada kaki kiri				
27	Sakit pada kaki kanan				

Keterangan :

A: Tidak sakit, B: Agak sakit, C: Sakit, D: Sakit sekali

Operator 2

Kuesioner Nordic Body Map

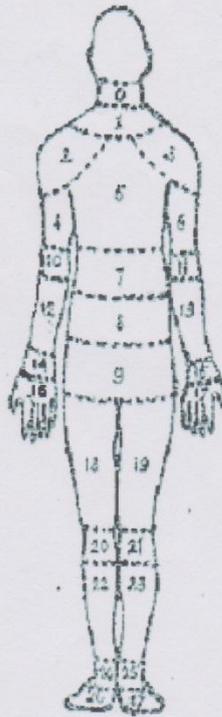
I. IDENTITAS PRIBADI

(Tuliskan identitas saudara dan coret yang tidak perlu)

1. Nama : S. Agus
 2. Umur/Tgl Lahir : 47.1.9-9-1970
 3. Pendidikan Terakhir : SD/SMP/SMA/AKADEMI/UNIVERSITAS
 4. Status : Kawin/Belum Kawin
 5. Pengalaman Kerja : 7 Tahun.....Bulan.

II. KUESIONER BODY MAP

(Jawablah pertanyaan berikut ini dengan memberi tanda (X) pada kolom disamping pertanyaan yang sesuai dengan kondisi/perasaan saudara)



NO	JENIS KELUHAN	TINGKAT KELUHAN			
		A	B	C	D
0	Sakit/kaku di leher bagian atas		X		
1	Sakit/kaku di leher bagian bawah				
2	Sakit di bahu kiri		X		
3	Sakit di bahu kanan		X		
4	Sakit pada lengan atas kiri				
5	Sakit di punggung				
6	Sakit pada lengan atas kanan				
7	Sakit pada pinggang				
8	Sakit pada bokong				
9	Sakit pada pantat				
10	Sakit pada siku kiri		X		
11	Sakit pada siku kanan		X		
12	Sakit pada lengan bawah kiri				
13	Sakit pada lengan bawah kanan				
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri		X		
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan		X		
16	Sakit pada tangan kiri				
17	Sakit pada tangan kanan				
18	Sakit pada paha kiri				
19	Sakit pada paha kanan				
20	Sakit pada lutut kiri				
21	Sakit pada lutut kanan				
22	Sakit pada betis kiri				
23	Sakit pada betis kanan				
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri				
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan				
26	Sakit pada kaki kiri				
27	Sakit pada kaki kanan				

Keterangan :

A: Tidak sakit, B: Agak sakit, C: Sakit, D: Sakit sekali

Lampiran 3. Contoh Kuesioner Tingkat Kepentingan

Kuesioner untuk penilaian tingkat kepentingan atribut. Responden memberi penilaian tingkat kepentingan tiap atribut dalam perancangan ulang alat pada stasiun kerja mihani benang di UMKM Tikar Tenun merk SIGMA. Berilah tanda X pada angka yang sesuai menurut Anda dengan pilihan sebagai berikut :

- 1 = tidak penting
- 2 = kurang penting
- 3 = cukup penting
- 4 = penting
- 5 = sangat penting

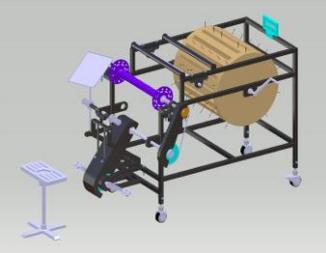
No.	Atribut	Tingkat Kepentingan				
		1	2	3	4	5
1	Desain					
2	Kenyamanan					
3	Kualitas Bahan					
4	Dimensi dan Bentuk					
5	Harga					
6	Waktu Proses					
7	Kemudahan Penggunaan					

Lampiran 4. Contoh Kuesioner Penilaian Kepuasan Konsumen (Operator)

Kuesioner Penilaian Kepuasan Operator
Terhadap Rancangan Ulang Alat Pada Stasiun Kerja Mihani Benang

Kepada :
Yth. Operator Pada Stasiun Kerja Mihani Benang

Perancangan ulang stasiun kerja mihani sekarang ini adalah menciptakan produk yang sesuai dengan kebutuhan operator, sehingga keinginan operator dapat terpenuhi. Melalui kuesioner ini perancang ingin melakukan pengukuran kepuasan dari operator. Untuk itu **mohon partisipasinya untuk mengisi kuesioner ini**, dari perbandingan antara kondisi awal alat yang sudah ada dengan rancangan alat yang baru demi terciptanya produk yang diinginkan operator. Atas kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Kondisi Awal	Spesifikasi Produk
	Berat total 30kg
	Berbahan dasar besi dan kayu
	Sistem penggulangan memutar tuas <i>handle</i>
	Harga ± Rp 2.000.000,-
	Sistem <i>shaft</i> mati
	Sistem pengereman lama
Rancangan Perbaikan	Spesifikasi Produk
	Berat total 107,8kg
	Berbahan dasar besi, kayu dan plastik
	Sistem penggulangan dengan <i>pedal</i>
	Harga ± Rp 3.000.000,-
	Terdapat tempat <i>sheet</i> kertas
	Menggunakan kursi
	Menggunakan bantuan roda
	Terdapat sistem <i>lifeshaft</i>
Sistem pengereman baru	

Cara pengisian kuesioner :

Silanglah (X) pada pilihan nomor (**1,2,3,4, dan 5**) yang mewakili jawaban anda

Keterangan :

1 = kurang sekali

2 = kurang

3 = sedang

4 = baik

5 = baik sekali

Untuk setiap perbandingan antara spesifikasi produk alat mihani benang tersebut, nilailah dengan memberi **tanda silang (X)** pada angka yang sesuai dengan pilihan anda. Isian dari 2 kolom, yaitu penilaian berdasarkan: **kondisi alat sekarang/lama** dengan **kondisi alat yang akan dirancang/baru**. Pilih dan silanglah satu angka untuk masing-masing kolom tersebut.

Penilaian Atribut Produk

No.	Atribut	Rancangan Lama					Rancangan Baru				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	Desain										
2	Kenyamanan										
3	Kualitas Bahan										
4	Dimensi dan Bentuk										
5	Harga										
6	Waktu Proses										
7	Kemudahan Penggunaan										

Lampiran 5. Perhitungan Rekap Hasil Tingkat Kepentingan

No	Atribut	Tingkat Kepentingan				Rata-rata
		1	2	3	4	
1	Desain	3	4	4	4	3.75
2	Kenyamanan	4	5	5	5	4.75
3	Kualitas Bahan	5	5	3	3	4
4	Dimensi dan Bentuk	5	5	3	3	4
5	Harga	5	5	3	3	4
6	Waktu Proses	3	4	2	2	3.5
7	Kemudahan Penggunaan	5	5	5	3	4.5

Lampiran 6. Rekap Hasil Perbandingan

Atribut	Rancangan Lama				Rata-rata	
	1	2	3	4		
Desain	2	2	2	2	2	2
Kenyamanan	2	2	2	2	2	2
Kualitas Bahan	3	2	3	3	2,75	3
Dimensi dan Bentuk	3	3	2	2	2,5	3
Harga	3	3	4	3	3,25	3
Waktu Proses	3	2	3	2	2,5	3
Kemudahan Penggunaan	3	3	2	1	2,25	2

Atribut	Rancangan Baru				Rata-rata	
	1	2	3	4		
Desain	4	4	4	4	4	4
Kenyamanan	4	4	3	3	3,5	4
Kualitas Bahan	3	3	4	5	3,75	4
Dimensi dan Bentuk	4	4	4	4	4	4
Harga	4	3	3	4	3,5	4
Waktu Proses	3	4	5	4	4	4
Kemudahan Penggunaan	4	3	3	3	3,25	3

Lampiran 7. Perhitungan Rekap Hasil Objektif Produk

Evaluation Score	Target Value	IR	RII	Weight	% Weight
2	4	2	3.75	7.5	18.17
2	4	2	4.75	9.5	23.01
3	4	1.33	4	5.32	12.89
3	4	1.33	4	5.32	12.89
4	3	0.75	4	3	7.27
3	4	1.33	3.5	4.655	11.28
2	3	1.33	4.5	5.985	14.4
				41.28	100

Lampiran 8. Perhitungan Nilai Mean dan Standar Deviasi

a. Tinggi bahu dalam posisi duduk

1) Perhitungan mean

$$\bar{x} = \frac{56 + 59}{2}$$

$$\bar{x} = 57,5 \text{ cm}$$

2) Perhitungan standar deviasi

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{(56 - 57,5)^2 + (59 - 57,5)^2}{2 - 1}}$$

$$\sigma = 2,12 \text{ cm}$$

b. Panjang paha dari pantat s/d lutut

1) Perhitungan mean

$$\bar{x} = \frac{51 + 61}{2}$$

$$\bar{x} = 56 \text{ cm}$$

2) Perhitungan standar deviasi

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{(51 - 56)^2 + (61 - 56)^2}{2 - 1}}$$

$$\sigma = 7,07 \text{ cm}$$

c. Panjang paha dari pantat s/d bagian belakang betis

1) Perhitungan mean

$$\bar{x} = \frac{37 + 45}{2}$$

$$\bar{x} = 41 \text{ cm}$$

2) Perhitungan standar deviasi

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{(37 - 41)^2 + (45 - 41)^2}{2 - 1}}$$

$$\sigma = 5,66 \text{ cm}$$

d. Tinggi tubuh dalam posisi duduk

1) Perhitungan mean

$$\bar{x} = \frac{39 + 46}{2}$$

$$\bar{x} = 42,5 \text{ cm}$$

2) Perhitungan standar deviasi

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{(39 - 42,5)^2 + (46 - 42,5)^2}{2 - 1}}$$

$$\sigma = 4,95 \text{ cm}$$

e. Lebar pinggul/pantat

1) Perhitungan mean

$$\bar{x} = \frac{34 + 36}{2}$$

$$\bar{x} = 35 \text{ cm}$$

2) Perhitungan standar deviasi

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

$$\sigma = \left[\sqrt{\frac{(34 - 35)^2 + (36 - 35)^2}{2 - 1}} \right]$$

$$\sigma = 1,41 \text{ cm}$$

f. Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan

1) Perhitungan mean

$$\bar{x} = \frac{62 + 64}{2}$$

$$\bar{x} = 63 \text{ cm}$$

2) Perhitungan standar deviasi

$$\sigma = \left[\sqrt{\frac{\sum(\bar{X} - X_i)^2}{X - 1}} \right]$$

$$\sigma = \left[\sqrt{\frac{(62 - 63)^2 + (64 - 63)^2}{2 - 1}} \right]$$

$$\sigma = 1,41 \text{ cm}$$

g. Tebal atau lebar paha

1) Perhitungan mean

$$\bar{x} = \frac{17 + 14}{2}$$

$$\bar{x} = 15,5 \text{ cm}$$

2) Perhitungan standar deviasi

$$\sigma = \left[\sqrt{\frac{\sum(\bar{X} - X_i)^2}{X - 1}} \right]$$

$$\sigma = \left[\sqrt{\frac{(17 - 15,5)^2 + (14 - 15,5)^2}{2 - 1}} \right]$$

$$\sigma = 1,73 \text{ cm}$$

Lampiran 9. Perhitungan Nilai Persentil

a. Tinggi bahu dalam posisi duduk

$$\bar{x} = 57,5 \text{ cm}$$

$$\sigma = 2,12 \text{ cm}$$

Perhitungan persentil

$$P(5) = \bar{x} - 1,645 \sigma$$

$$= 57,5 - 1,645 \times 2,12$$

$$= 54,01 \text{ cm}$$

b. Panjang paha dari pantat s/d lutut

$$\bar{x} = 56 \text{ cm}$$

$$\sigma = 7,07 \text{ cm}$$

Perhitungan persentil

$$\begin{aligned}
 P(5) &= \bar{x} - 1,645 \sigma \\
 &= 56 - 1,645 \times 7,07 \\
 &= 44,37 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

- c. Panjang paha dari pantat s/d bagian belakang betis

$$\bar{x} = 41 \text{ cm}$$

$$\sigma = 5,66 \text{ cm}$$

Perhitungan persentil

$$\begin{aligned}
 P(95) &= \bar{x} + 1,645 \sigma \\
 &= 41 + 1,645 \times 5,66 \\
 &= 31,69 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

- d. Tinggi tubuh dalam posisi duduk

$$\bar{x} = 42,5 \text{ cm}$$

$$\sigma = 4,95 \text{ cm}$$

Perhitungan persentil

$$\begin{aligned}
 P(5) &= \bar{x} - 1,645 \sigma \\
 &= 42,5 - 1,645 \times 4,95 \\
 &= 34,36 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

- e. Lebar pinggul/pantat

$$\bar{x} = 35 \text{ cm}$$

$$\sigma = 1,41 \text{ cm}$$

Perhitungan persentil

$$\begin{aligned}
 P(95) &= \bar{x} + 1,645 \sigma \\
 &= 35 + 1,645 \times 1,41 \\
 &= 37,32 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

- f. Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan

$$\bar{x} = 63 \text{ cm}$$

$$\sigma = 1,41 \text{ cm}$$

perhitungan percentil

$$\begin{aligned}
 P(5) &= \bar{x} - 1,645 \sigma \\
 &= 63 - 1,645 \times 1,41 \\
 &= 60,68 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

- g. Tebal atau lebar paha

$$\bar{x} = 15,5 \text{ cm}$$

$$\sigma = 1,73 \text{ cm}$$

Perhitungan persentil

$$\begin{aligned}
 P(50) &= \bar{x} \\
 &= 15,5 \text{ cm}
 \end{aligned}$$