

**PERANCANGAN ALAT BANTU KERJA PENGEPAKAN *PAPER SACK*
DI BAGIAN *PACKAGING TEH* UNTUK MENGURANGI RISIKO
MUSCULOSKELETAL DISORDERS DENGAN PENDEKATAN
*ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT (EFD)***

(STUDI KASUS: PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII CIATER, JAWA BARAT)

TUGAS AKHIR

Oleh :

MUHAMMAD IKHSAN KURNIAWAN

1201144053



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS REKAYASA INDUSTRI

UNIVERSITAS TELKOM

2017

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN ALAT BANTU KERJA PENGEPAKAN *PAPER SACK*
DI BAGIAN *PACKAGING* TEH UNTUK MENGURANGI RISIKO
MUSCULOSKELETAL DISORDERS DENGAN PENDEKATAN
*ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT (EFD)***

Telah disetujui dan disahkan pada Sidang Tugas Akhir

Program Studi Strata 1 Teknik Industri

Fakultas Rekayasa Industri Universitas Telkom

Oleh :

MUHAMMAD IKHSAN KURNIAWAN

1201144053

Bandung, 7 Juni 2018

Disetujui oleh,

Pembimbing 1,

Pembimbing 2,

Mira Rahayu S.T., M.T.

Dr. Ir. Sri Martini, M.T.

NIP. 08820059-1

NIP. 14590006

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS



Nama : Muhammad Ikhsan Kurniawan
NIM : 1201144053
Alamat : Jalan Tanjung Palette No.9 Kec.
Mamajang, Makassar
No. Tlp : 08114626149
Email : iccank.4596@gmail.com

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya orisinal saya sendiri. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini, atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidakaslian karya ini.

Bandung, 7 Juni 2018

Muhammad Ikhsan Kurniawan

ABSTRAK

Proses *packaging paper sack* di PT. Perkebunan Nusantara VIII dilakukan secara manual menggunakan tenaga kerja manusia proses mengangkat beban berupa *paper sack* seberat 40-60 kg. menuju aktifitas kerja selanjutnya melalui jarak yang sudah ditentukan dan menimbulkan keluhan sakit yang dikeluhkan operator dapat menambah risiko terjadinya MSDs. Pada kondisi eksisting diperoleh nilai skor RULA sebesar tujuh yang dapat memberikan dampak risiko kecelakaan kerja yang tinggi. Untuk meminimalisir risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) dilakukan perancangan alat bantu kerja usulan menggunakan pendekatan *Ergonomic Function Deployment* agar dapat menghasilkan alat yang ergonomi. Alat bantu kerja usulan dikembangkan dengan prinsip EASNE (Efektif, Aman, Sehat, Nyaman, dan Efisien) yang menjadi variabel dalam memenuhi pendekatan *Ergonomic Function Deployment* (EFD).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat bantu kerja usulan dapat membantu pekerja dalam melakukan aktivitas *packaging* dengan ditandai adanya penurunan nilai RULA pada postur tubuh pekerja dan dapat mengurangi waktu proses karena menyatukan seluruh aktifitas di area *packaging*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa alat bantu kerja yang diusulkan dapat mengurangi risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) dan dapat membantu pekerja untuk melakukan proses *packaging* teh dengan waktu yang minimal.

Kata Kunci--- Alat Bantu Kerja *Packaging*, *Musculoskeletal Disorders*, Kecelakaan Kerja, Perancangan Produk, *Ergonomic Function Deployment*.

ABSTRACT

The process of packaging paper sack in PT. Perkebunan Nusantara VIII is done manually using human labor. Weight lifting process in the form of paper sack weight 40-60 kg to the next work activity through predetermined distance may caused pain complaints on the worker's body. This complaint can increase the risk of MSDs occurrence. On the existing condition, this research obtain value for RULA score of 7 which means can lead to high risk of work injury accident. To minimize the risk of MSDs this research design the proposed auxiliary tools using Ergonomic Function Deployment (EFD) approach in order to produce ergonomic tools. This proposed auxiliary tools is developed with the principle of EASNE (Effective, Safe, Healthy, Comfortable, and Efficient) which becomes variable in fulfilling EFD approach.

The results shows that the proposed auxiliary work tools can help workers do the packaging activities. This is indicated by the decrease of RULA value on the worker's posture and can reduce processing time as it unifies all activities in the packaging area. It can be concluded that the proposed auxiliary tools can decrease the risk of MSDs and can help workers to do the packaging activities with minimum time.

Keywords: Material Transporters, Musculoskeletal Disorders, Work Accident, Product Design, Ergonomic Function Deployment.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah *robbil 'alamin*, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya. Dengan izin-Nya, Alhamdulillah tugas akhir ini dapat terselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang – orang yang telah memberikan semangat, dukungan, bantuan, dan solusi kepada penulis. Buku ini penulis persembahkan untuk :

1. Orang tua Bapak Abdul Samad Safar Aco dan Ibu Nurbaeti Abbas atas kasih sayang yang tak henti-hentinya, dukungan, motivasi, semangat, dan doa yang selalu dipanjatkan, serta kesabaran yang luar biasa diberikan kepada penulis.
2. Kakak-kakak penulis, Yulia Fitriani, Fadhila, dan Nurfadly yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan perkuliahan di Universitas Telkom
3. Bapak Muhammad Iqbal, S.T., M.M. selaku Pembina Laboratorium Pengembangan Produk yang telah memberikan ilmu terkait kepada penulis dalam tugas sebagai Asisten.
4. Ibu Dr. Ir. Luciana Andrawina, M.T. selaku dosen wali penulis yang telah memberikan semangat, dan mengurus segala kebutuhan penulis selama perkuliahan.
5. Kakak-kakak Laboratorium Pengembangan Produk: Kak Ina, Bang Guna, Kak Teyin, Bang Boy, Kak Sancita, Mas Awan, Bang Gasha, Mas Ojan, Bang Haikal, Kak Mira, Kak Ony, Bang Yuza, Bang Bagus, Bang Kharin, Kak Gina, Bang Raihan, Kak Tia, Bang Miki, Bang Esha, Bang Bokay, yang telah memberikan semangat dan bantuan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Saudara-saudara PDEV4.0 LENONG: Grahesa, Metha, Aning, Revina, Gea, Raka, Luthfi, Ardian, Eja, Riko, Windi, Nadira, Satria, Agung, Reivan, Deny, Christy, Yuko, Aditya, Nui, dan Olvita, yang telah menjadi keluarga penulis di tingkat akhir, selalu memberikan semangat, *support* yang sangat membangun kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

7. Adik-adik Laboratorium Pengembangan Produk: Dimas, Setyo, Danti, Nabila, Putri Ayu, Frans, AditD, Perbawa, Caca, Pras, Hilman, Adhum, Bobby, Handini, Indira, Raziq, Angga, Esa, Yonathan, dan Fikri yang telah memberikan *support* dan bantuan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Seluruh Keluarga Besar TI-38-03 yang telah bersama-sama berjuang untuk menyelesaikan perkuliahan di Universitas Telkom
9. Keluarga Besar NOTJUSTAFRIENDSHIP, Tuti Wardani, Musdalifah, Musniyah Ayunita, Ahmad Hidayat, Ahmad Mumtaz, Aqmal Anugerah, Venansius Kurniawan, Adhitya Adhyaksa, Andi Muh. Buyung, Muh. Iskandar, dan Hervyn Junianto yang telah memberikan bantuan, *support*, dan semangat selama perkuliahan di Universitas Telkom
10. Saudara-saudara “SIAP SIDANG” Riko Rizqullah Putra, Windi Robbiana Pradani, dan Christy Ardyanto Gulo, yang selalu membantu, memberikan semangat, menjadi tempat keluh dan kesah penulis saat menyelesaikan tugas akhir ini, serta Raisalay yang menjadi penyemangat dan selalu memberikan *support* kepada penulis.
11. Saudari-saudari “DAFTAR SIDANG” Maydhina Ramadhani, Nurul Jihad, Fauziyah, dan Noviana yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang Maha Pemurah dan Maha Penyang yang telah memberikan Rahmat-Nya, kesehatan, dan kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“PERANCANGAN ALAT BANTU KERJA PENGEPAKAN *PAPER SACK* DI BAGIAN *PACKAGING* TEH UNTUK MENGURANGI RISIKO *MUSCULOSKELETAL DISORDERS* DENGAN PENDEKATAN *ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT (EFD)*”** ini dengan baik.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Mira Rahayu, S.T., M.T. selaku pembimbing 1, karena telah memberikan banyak ilmu untuk penulis dan selalu menyediakan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan, saran, dan motivasi kepada penulis selama pengerjaan tugas akhir ini.
2. Ibu Dr. Ir. Sri Martini, M.T. selaku pembimbing 2, karena selalu menyediakan waktunya untuk membimbing penulis, telah sabar dalam memberi arahan kepada penulis, dan selalu memberikan motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Aziz selaku pembimbing lapangan di PT. Perkebunan Nusantara VIII, karena telah memberikan arahan dan informasi yang dibutuhkan oleh penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan didalamnya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk proses penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pribadi penulis dan pihak-pihak lain yang membutuhkan.

Bandung, 31 Mei 2018

Muhammad Ikhsan Kurniawan

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR PENGESAHAN..... | i |
| LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS..... | ii |
| ABSTRAK | iii |
| <i>ABSTRACT</i> | iv |
| LEMBAR PERSEMBAHAN | v |
| KATA PENGANTAR..... | vii |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL..... | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| DAFTAR ISTILAH | xvii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 6 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 6 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | 6 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 7 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 7 |
| BAB II LANDASAN TEORI | 9 |
| 2.1 Ergonomi | 9 |
| 2.2 Antropometri | 10 |
| 2.2.1 <i>RULA</i> dan <i>REBA</i> | 11 |
| 2.3 <i>Recommended Weight Limit</i> | 13 |
| 2.3.1 Rumusan <i>Lifting Index</i> | 15 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 2.4 | <i>Sensor Load Cell</i> | 16 |
| 2.5 | <i>Software CATIA</i> | 17 |
| 2.6 | <i>Ergonomic Functional Deployment (EFD)</i> | 17 |
| 2.7 | <i>Concept Generation</i> | 18 |
| 2.8 | <i>Product Architecture</i> | 18 |
| 2.9 | Penelitian Terdahulu..... | 21 |
| BAB III METODE PENELITIAN | | 23 |
| 3.1 | Model Konseptual | 23 |
| 3.2 | Sistematika Pemecahan Masalah..... | 25 |
| 3.2.1 | Tahap Penelitian Awal | 26 |
| 3.2.2 | Tahap Pengumpulan Data | 27 |
| 3.2.3 | Tahap Pengolahan Data..... | 28 |
| 3.2.4 | Tahap Kesimpulan dan Saran..... | 29 |
| 3.2.4.1 | Analisis Usulan | 29 |
| 3.2.4.2 | Analisis Kesimpulan dan Saran..... | 30 |
| BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA | | 31 |
| 4.1 | Pengumpulan Data..... | 31 |
| 4.1.1 | Data Pekerja di Stasiun <i>Packaging</i> | 31 |
| 4.1.2 | Data Paper Sack | 31 |
| 4.1.3 | Kondisi Alat Bantu Kerja Pengisian Teh..... | 32 |
| 4.1.3.1 | Spesifikasi Alat Bantu Kerja Pengisian Teh | 32 |
| 4.1.3.2 | Cara Penggunaan Alat Bantu Kerja Pengisian Teh..... | 33 |
| 4.1.3.3 | Rapid Upper Limb Assesment..... | 34 |
| 4.1.3.4 | <i>Recommended Weight Limited</i> | 34 |
| 4.2 | Pengolahan Data | 36 |

| | |
|--|----|
| 4.2.1 Tahap Pengembangan Produk dengan Pendekatan <i>Ergonomic Function Deployment</i> | 36 |
| 4.2.1.1 Identifikasi Kelemahan Aktivitas Eksisting | 36 |
| 4.2.1.2 Identifikasi Atribut Produk | 38 |
| 4.2.1.2.1 Rekapitulasi Data Atribut Kebutuhan Produk | 39 |
| 4.2.1.2.2 Matriks Kebutuhan..... | 39 |
| 4.2.1.2.3 Spesifikasi Target Matriks Kebutuhan..... | 40 |
| 4.2.1.3 Pembuatan <i>House Of Ergonomics</i> (HoE)..... | 44 |
| 4.2.1.3.1 Hubungan antara Atribut Produk dan Matriks Kebutuhan ... | 44 |
| 4.2.1.3.2 Hubungan antar Matriks Kebutuhan..... | 47 |
| 4.2.1.4 <i>House Of Ergonomics</i> (HoE)..... | 48 |
| 4.2.1.5 <i>Concept Generation</i> Alat Bantu Kerja <i>Packaging</i> Teh Usulan... 50 | |
| 4.2.1.6 <i>Concept Screening</i> Alat Bantu Kerja <i>Packaging</i> Teh Usulan.... 58 | |
| 4.2.1.7 <i>Concept Scoring</i> Alat Bantu Kerja <i>Packaging</i> Teh Usulan 58 | |
| 4.2.1.8 Spesifikasi Akhir | 59 |
| 4.2.1.8.1 Spesifikasi Ukuran Akhir Alat Bantu Kerja Usulan | 59 |
| 4.2.1.8.2 Spesifikasi Material Alat Bantu Kerja Usulan | 63 |
| 4.2.1.9 <i>Product Architecture</i> | 65 |
| 4.2.1.9.1 Membuat Skema Produk | 65 |
| 4.2.1.9.2 Pengelompokan Elemen – Elemen Pada Skema..... | 66 |
| 4.2.1.9.3 Membuat <i>Rough Geometric</i> | 66 |
| 4.2.1.9.4 Mengidentifikasi Interaksi Fundamental dan Insidental..... | 67 |
| BAB V ANALISIS..... | 69 |
| 5.1 Analisis Evaluasi Antropometri | 69 |
| 5.2 Analisis RULA Menggunakan Alat Bantu Kerja <i>Packaging</i> Teh Usulan..... | 71 |

| | | |
|-------|--|----|
| 5.3 | Analisis Berat Pengangkatan yang Direkomendasikan | 72 |
| 5.4 | Analisis Sistem Kerja Alat Bantu Kerja <i>Packaging</i> Teh Usulan | 74 |
| 5.5 | Analisis <i>Product Architecture</i> | 75 |
| 5.5.1 | Analisis Skema Produk | 75 |
| 5.5.2 | Analisis Pengelompokan Elemen Skema Produk | 76 |
| 5.5.3 | Analisis Interaksi Fundamental dan Insidental | 76 |
| 5.6 | Analisis Material <i>Part</i> Penyangga <i>Paper Sack</i> | 77 |
| 5.7 | Analisis <i>Platform</i> Alat Bantu Kerja <i>Packaging</i> Teh Usulan..... | 77 |
| 5.8 | Analisis Pedal Alat Bantu Kerja <i>Packaging</i> Teh Usulan | 78 |
| BAB 6 | KESIMPULAN DAN SARAN | 80 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 80 |
| 5.2 | Saran | 80 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 81 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar I. 1 Stasiun Kerja PT. Perkebunan Nusantara VIII | 2 |
| Gambar I. 2 Proses Pada Stasiun Kerja Packaging | 2 |
| Gambar I. 3 Proses Pemindahan Teh dari Aktifitas Pengisian ke aktivitas penimbangan | 3 |
| Gambar I. 4 Hasil Analisis RULA | 5 |
| Gambar I. 5 Ilustrasi Pengangkatan paper sack | 5 |
| Gambar II. 1 Contoh Tabel Perhitungan RULA | 11 |
| Gambar II. 2 Contoh Tabel Perhitungan REBA | 12 |
| Gambar II. 3 Perhitungan Sudut Asimetrik | 14 |
| Gambar II. 4 Sensor Load Cell..... | 16 |
| Gambar II. 5 House Of Quality | 17 |
| Gambar II. 6 Concept Development Process | 18 |
| Gambar II. 7 Tipe-tipe Arsitektur Modular..... | 19 |
| Gambar III. 1 Model Konseptual | 23 |
| Gambar III. 2 Sistematis Pemecahan Masalah..... | 25 |
| Gambar III. 3 Sistematis Pemecahan Masalah (Lanjutan)..... | 26 |
| Gambar IV. 1 Packaging Teh..... | 32 |
| Gambar IV. 2 Bentuk Isometric Wadah Alat Bantu Kerja Pengisian..... | 32 |
| Gambar IV. 3 Tampak Atas Wadah Alat Bentuk Kerja Pengisian | 33 |
| Gambar IV. 4 Tampak Depan Wadah Alat Bentuk Kerja Pengisian..... | 33 |
| Gambar IV. 5 Proses Pengisian Bubuk Teh Kedalam Paper Sack..... | 37 |
| Gambar IV. 6 Hubungan antara Atribut Produk dan Matriks Kebutuhan | 46 |
| Gambar IV. 7 Hubungan Antar Matriks Kebutuhan..... | 48 |
| Gambar IV. 8 House of Ergonomic | 49 |
| Gambar IV. 9 Black Box Diagram..... | 50 |
| Gambar IV. 10 Dekomposisi Masalah | 50 |
| Gambar IV. 11 Rancangan Konsep 1 | 53 |
| Gambar IV. 12 Rancangan Konsep 2 | 54 |
| Gambar IV. 13 Rancangan Konsep 3 | 55 |
| Gambar IV. 14 Rancangan Konsep 4 | 56 |

| | |
|---|----|
| Gambar IV. 15 Rancangan Konsep 5 | 57 |
| Gambar IV. 16 Konsep Alat Bantu Kerja Packaging Teh Ergonomis | 61 |
| Gambar IV. 17 Dimensi Alat Bantu Kerja Packaging Teh Ergonomis Tampak Depan | 62 |
| Gambar IV. 18 Dimensi Alat Bantu Kerja Packaging Teh Ergonomis Tampak Samping..... | 62 |
| Gambar IV. 19 Diagram Ashby (Strength - Density) | 63 |
| Gambar IV. 20 Pemilihan Material Alat Bantu Kerja Usulan | 64 |
| Gambar IV. 21 Skema Produk | 65 |
| Gambar IV. 22 Pengelompokan Skema Produk..... | 66 |
| Gambar IV. 23 Rough Geometric Alat Bantu Kerja Packaging Teh Ergonomis . | 67 |
| Gambar IV. 24 Diagram Interaksi Insidental antar chunk alat bantu kerja packaging ergonomis | 68 |
| Gambar V. 1 Postur RULA Pekerja Pada Alat Bantu Kerja Usulan..... | 71 |
| Gambar V. 2 Uji Tekan Part Penyangga Paper Sack Usulan..... | 77 |
| Gambar V. 3 Uji Beban Part Platform | 78 |
| Gambar V. 4 Uji Tekan Part Pedal Hidrolik | 79 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel I. 1 Hasil Analisis RULA Postur Operator pada Pengangkatan Paper Sack . | 5 |
| Tabel II. 1 Faktor Pengali Frekuensi | 15 |
| Tabel II. 2 Faktor Pengali Pegangan | 15 |
| Tabel III. 1 Cara Pengumpulan Data | 27 |
| Tabel IV. 1 Rekapitulasi Hasil RULA Proses Pemindahan Paper Sack Tanpa Alat Bantu | 34 |
| Tabel IV. 2 Recommended Weight Limit Pengangkatan Paper Sack | 35 |
| Tabel IV. 3 Hierarchy of Need | 38 |
| Tabel IV. 4 Rekapitulasi Need Statement | 39 |
| Tabel IV. 5 Matriks Kebutuhan | 40 |
| Tabel IV. 6 Spesifikasi Target | 41 |
| Tabel IV. 7 Waktu Proses Pengerjaan satu Paper Sack | 42 |
| Tabel IV. 8 Simbol Hubungan antara Atribut Produk dan Matriks Kebutuhan | 45 |
| Tabel IV. 9 Simbol Hubungan Antar Matriks Kebutuhan | 47 |
| Tabel IV. 10 Interpretasi Fungsi | 51 |
| Tabel IV. 11 Concept Combination Table | 52 |
| Tabel IV. 12 Konsep 1 Rancangan Alat Bantu Kerja <i>Packaging</i> Teh Usulan | 53 |
| Tabel IV. 13 Konsep 2 Rancangan Alat Bantu Kerja <i>Packaging</i> Teh Usulan | 54 |
| Tabel IV. 14 Konsep 3 Rancangan Alat Bantu Kerja <i>Packaging</i> Teh Usulan | 55 |
| Tabel IV. 15 Konsep 4 Rancangan Alat Bantu Kerja <i>Packaging</i> Teh Usulan | 56 |
| Tabel IV. 16 Konsep 5 Rancangan Alat Bantu Kerja <i>Packaging</i> Teh Usulan | 57 |
| Tabel IV. 17 Keterangan Kode Pada Tabel Screening | 58 |
| Tabel IV. 18 <i>Screening Concept</i> | 58 |
| Tabel IV. 19 Keterangan Penilaian Pada Concept Scoring | 59 |
| Tabel IV. 20 Concept Scoring | 59 |
| Tabel IV. 21 Spesifikasi Akhir Alat Bantu Kerja Usulan | 60 |
| Tabel IV. 22 Informasi Tambahan Material yang Terpilih | 64 |
| Tabel IV. 23 Interaksi Fundamental antar chunk alat bantu kerja ergonomis | 67 |
| Tabel IV. 24 Interaksi Insidental antar chunk alat bantu kerja ergonomis | 68 |
| Tabel V. 1 Analisis Evaluasi Antropometri | 69 |

| | |
|---|----|
| Tabel V. 2 Analisis Evaluasi Antropometri (Lanjutan) | 70 |
| Tabel V. 3 Perhitungan RULA Aktivitas Pengoperasian Paper Sack Menggunakan Alat Bantu Kerja Usulan | 71 |
| Tabel V. 4 Analisis Perbandingan RULA Alat Kerja Existing dan Alat Bantu Kerja Usulan..... | 72 |
| Tabel V. 5 Recommended Weight Limit Pengepakan Paper Sack | 73 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|------------|---|
| Lampiran A | <i>Nordic Body Map</i> Kuisisioner |
| Lampiran B | Rekapitulasi Kuisisioner <i>Nordic Body Map</i> |
| Lampiran C | Kuisisioner Tingkat Kepuasan dan Kepentingan |
| Lampiran D | Data Antropometri Orang Indonesia |
| Lampiran E | <i>House Of Ergonomic</i> |
| Lampiran F | Gambar Teknik Alat Bantu Kerja <i>Packaging Teh</i> Usulan |

DAFTAR ISTILAH

| | |
|--------------|---|
| Antropometri | : Ukuran tubuh dimensi manusia |
| EFD | : <i>Ergonomic Function Deployment</i> , metode yang dikembangkan dari QFD (<i>Quality Function Deployment</i>) |
| LC | : <i>Load Constant</i> |
| LI | : <i>Lifting Index</i> |
| MSDs | : <i>Musculoskeletal Disorders</i> , gangguan otot rangka yang disebabkan oleh pekerjaan yang berat |
| RULA | : <i>Rapid Upper Limb Assesment</i> |
| RWL | : <i>Recommended Weight Limit</i> |

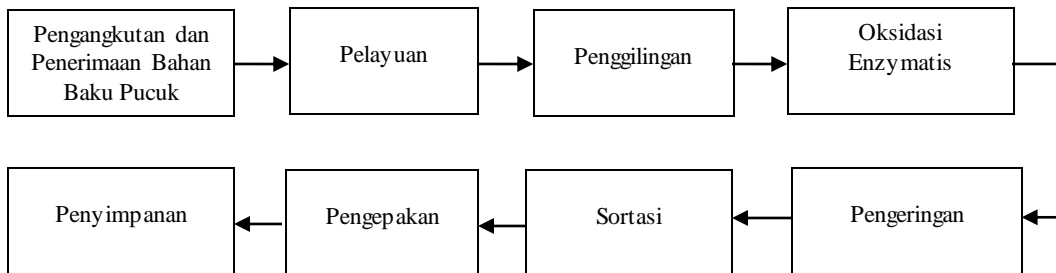
BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Perkebunan Nusantara VIII adalah perusahaan yang bergerak dibagian kepengurusan perkebunan yang menghasilkan bermacam-macam komoditas seperti teh, karet, kakao, kina, getah perca, dan kelapa sawit. PT. Perkebunan Nusantara VIII dengan komoditas teh mempunyai luas total seluas 25.905.3 hektar yang terletak di enam kabupaten yaitu Sukabumi, Bogor, Cianjur, Subang, Kab. Bandung, Kab. Bandung Barat, dan Kab. Garut. Untuk komoditas karet pada PT. Perkebunan Nusantara VIII memiliki tanah seluas 25.536 Hektar yang tersebar di 14 perkebunan lokasi Jawa Barat. Komoditas sawit memiliki tanah dengan luas sekitar 18.843,63 Hektar yang terletak di Perkebunan Bojong Datar, Cikasungka, Tambaksari, Cisialak Baru, dan Kertajaya. Komoditas kakao memiliki tanah seluas 1.343 Hektar yang berada di Jawa Barat dengan 12 Perkebunan. Dan komoditas kina memili tanah seluas 3.004,29 Hektar yang dikelola oleh PT. Perkebunan Nusantara VIII dengan 13 Perkebunan di Jawa Barat. Berdasarkan data produksi tanaman perkebunan di Provinsi Jawa Barat dari tahun 2015 - 2016 untuk komoditi karet mengalami peningkatan sebesar 0.41%, komoditi kelapa sawit dengan peningkatan 0.57%, komoditi kakao dengan peningkatan 4,1%, dan komoditi teh mengalami peningkatan sebesar 12%. (Sumber: Badan Pusat Statistika)

Salah satu perkebunan yang dikelola oleh PT. Perkebunan Nusantara VIII dengan komoditas teh yang terletak di Kab. Subang, memiliki luas area 4.000 Hektare (Dwyantoro, 2017). PT. Perkebunan Nusantara VIII yang terletak di Kabupaten Bandung memproduksi teh, setiap harinya daun teh dikirimkan ke pabrik kurang lebih sebanyak 10 ton yang akan diolah menjadi teh bubuk yang siap untuk dikonsumsi. Daun teh yang dikirimkan dari perkebunan dalam keadaan basah sehingga harus dikeringkan kurang lebih sekitar 12 - 20 jam untuk mengurangi kadar air pucuk menjadi 49% - 55%. Setelah pengeringan daun teh, dilakukan proses penggilingan untuk menghancurkan membran sel daun teh yang bersifat permiabel sehingga dapat bersinggungan dengan udara. Selanjutnya dilakukan proses oksidasi untuk membentuk karakteristik teh hitam yaitu rasa, warna pekat, dan kenampakan hitam. Lalu proses pengeringan untuk mengurangi kadar air bubuk

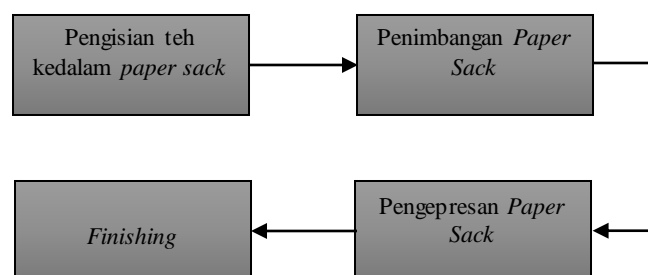
oksidasi enzyimatis. Setelah itu dilakukan proses sortasi untuk memisahkan partikel teh berdasarkan bentuk, berat jenis dan kandungan sesuai keinginan pasar. Proses selanjutnya adalah proses pengemasan teh sesuai dengan jenis dan jumlah tertentu sebelum dikirimkan ke konsumen, dan proses terakhir adalah proses penyimpanan *paper sack* yang telah di *packaging*. Adapun stasiun kerja yang terdapat pada PT. Perkebunan Nusantara VIII dapat dilihat pada Gambar I.1



Gambar I. 1 Stasiun Kerja PT. Perkebunan Nusantara VIII

Tahap – tahap pembuatan teh hitam orthodox yang digambarkan pada Gambar I.1 memiliki tujuan untuk menghasilkan produk teh terbaik, namun untuk membedakan antara produk teh pesaing dan produk teh ortodoks milik PT. Perkebunan Nusantara VIII dapat dilihat dari kemasannya. Pada umumnya proses *packaging* dilakukan menggunakan mesin sehingga waktu pengerjaan lebih singkat dan dapat meminimalisir kesalahan yang biasa dilakukan oleh manusia.

Akan tetapi beberapa aktivitas di PT. Perkebunan Nusantara VIII pada stasiun kerja *packaging* masih menggunakan tenaga manusia, hal ini dapat menambah risiko kecelakaan kerja. Berikut merupakan alur pada stasiun kerja *packaging*, yang digambarkan pada Gambar I.2



Gambar I. 2 Proses Pada Stasiun Kerja *Packaging*

Dalam stasiun kerja *packaging* ada beberapa aktivitas yang dikerjakan operator seperti Gambar I.2 untuk menyelesaikan pekerjaan di area tersebut. Aktivitas pertama yaitu proses pengisian teh ke dalam *paper sack*, proses ini operator mengisi *paper sack* dengan cara meletakkan pada alat kerja yang telah disediakan lalu operator membuka kemasan tempat dimana untuk memasukkan bubuk teh ke dalam *paper sack*, selanjutnya operator membuka kran tempat penyimpanan bubuk teh sehingga dapat mengisi *paper sack* yang masih kosong, waktu pengisian *paper sack* dilakukan selama 189 detik, namun pada saat proses pengisian, operator harus menunggu hingga *paper sack* dalam keadaan hampir penuh, karena kran tersebut dibuka dan ditutup secara manual sehingga dapat menyita waktu. Setelah proses pengisian selesai, operator memindahkan *paper sack* ke aktifitas kedua yaitu proses penimbangan beban, saat proses pemindahan dilakukan dengan cara mengangkat *paper sack* menggunakan tenaga manusia dengan berat sekitar 40-60 kg dengan jarak yang telah ditentukan seperti Gambar I.3. Mengangkat beban seperti itu memberikan pengaruh yang cukup besar bagi pekerja karena merasakan ketidaknyamanan yang dapat menyebabkan terjadinya kelelahan pada pekerja, kelelahan yang terus-menerus dapat mengakibatkan kecelakaan kerja di stasiun tersebut.



Gambar I. 3 Proses Pemindahan Teh dari Aktifitas Pengisian ke aktivitas penimbangan

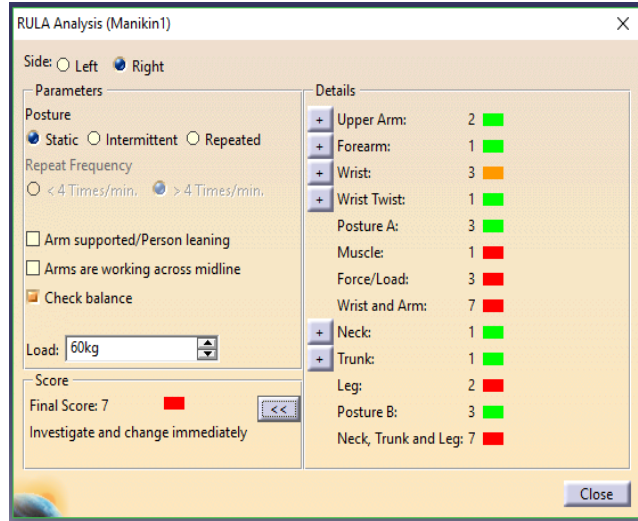
Pada aktivitas kedua, dilakukan proses penimbangan beban terhadap *paper sack* yang dilakukan oleh operator. Hal ini dilakukan untuk mengetahui berat spesifikasi pada *paper sack* yang telah terisi. Tapi dalam proses ini, saat proses penimbangan *paper sack* mengalami kelebihan dari berat spesifikasi yang telah ditentukan, maka bubuk teh tersebut akan dikeluarkan sesuai berat yang dibutuhkan, begitupun sebaliknya jika bubuk teh mengalami kekurangan, maka bubuk teh akan ditambahkan kedalam *paper sack* agar memenuhi berat yang dibutuhkan, sehingga dapat menambah waktu kerja yang dilakukan operator untuk mengukur berat beban terhadap *paper sack* tersebut. Setelah *paper sack* ditimbang, selanjutnya akan dipindahkan ke aktivitas ketiga menggunakan alat bantu *material handling* namun masih menggunakan tenaga manusia untuk menaikkan atau menurunkan *paper sack* dari alat kerja.

Dalam aktivitas ketiga yaitu proses penekanan terhadap *paper sack* untuk merapikan bentuk dari *paper sack* menggunakan mesin *press*. Setelah dilakukan penekanan terhadap *paper sack* maka dilakukan aktivitas selanjutnya yaitu proses perekatan kemasan menggunakan perekat khusus dari perusahaan agar isi *paper sack* tidak keluar dari kemasan tersebut. Aktivitas terakhir dalam area *packaging* yaitu proses *finishing* yaitu dengan mengecek kondisi dari *paper sack* yang siap untuk dipasarkan.

Pada proses pemindahan *paper sack* dari aktivitas satu menuju aktivitas kedua dapat diilustrasikan pada Gambar I.4 menggunakan *software* CATIA. Pada gambar tersebut menerangkan bahwa postur kerja operator saat mengangkat *paper sack* dilakukan dengan kondisi badan membengkok ke belakang. Ketika mengangkat *paper sack*, operator harus menahan beban menggunakan kaki dengan kondisi yang bengkok juga. Selain itu, kondisi tangan saat mengangkat *paper sack* buruk, karena operator hanya memegang ujung *paper sack* saja yang dapat dilihat pada Gambar I.4



Gambar I. 5 Ilustrasi Pengangkatan *paper sack*



Gambar I. 4 Hasil Analisis RULA

Berdasarkan Gambar I.5 hasil analisis RULA dari ilustrasi pengangkatan *paper sack* teh, menjelaskan bahwa postur kerja yang sangat berpengaruh dalam pengangkatan *paper sack* adalah dibagian punggung dan tangan. Selain itu, yang paling berpengaruh kemungkinan terjadinya *Musculoskeletal Disorders* adalah dibagian leher, badan, dan kaki karena bagian tersebut merupakan tempat tumpuan beban.

Tabel I. 1 Hasil Analisis RULA Postur Operator pada Pengangkatan *Paper Sack*

| Aktivitas | Skor RULA | Level Risiko | Tindakan |
|--|-----------|--------------|---|
| Pengangkatan <i>Paper Sack</i> ke tempat penimbangan | 7 | Tinggi | Perlu dilakukan perubahan secara langsung |

Dari hasil yang telah diperoleh berdasarkan Tabel I.1 menunjukkan angka tujuh yaitu dengan level risiko yang tinggi dan tindakan yang harus diambil yaitu perubahan postur kerja harus dilakukan secara langsung, karena dengan beban 40 – 60 kg dapat memberikan dampak buruk bagi operator yakni kelelahan pada operator karena adanya penyakit MSDs yang berujung pada kecelakaan kerja yang dapat mengurangi tingkat produktivitas perusahaan. Operator yang melakukan pekerjaan di stasiun kerja *packaging* membutuhkan alat bantu kerja yang dapat mengurangi waktu proses, dan tenaga yang dikeluarkan minimal ketika melakukan pekerjaan tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

Bagaimana rancangan alat bantu kerja yang dapat mengurangi waktu proses pada *packaging* dan tenaga yang dikeluarkan operator untuk mengurangi risiko MSDs menggunakan pendekatan *Ergonomic Function Deployment* (EFD).

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, maka dapat ditentukan tujuan penelitian masalah diatas adalah membuat usulan rancangan alat bantu yang dapat mengurangi waktu proses dan tenaga yang dikeluarkan operator untuk mengurangi risiko MSDs menggunakan pendekatan *Ergonomic Function Deployment* (EFD).

1.4 Batasan Masalah

Pelaksanaan penelitian memiliki batasan – batasan masalah tertentu agar tidak terlalu luas dalam membahas ilmu yang terkait, sehingga penelitian tersebut menjadi optimal dan spesifik dalam pelaksanaannya. Adapun batasan masalah tersebut yaitu :

1. Penelitian ini dilakukan di PT. Perkebunan Nusantara VIII Ciater, Jawa Barat
2. Usulan rancangan alat bantu ini hanya pada satu jenis alat yang paling memberikan dampak MSDs pada pekerja
3. Rancangan alat ini menggunakan alat bantu yang sudah ada sebelumnya sebagai acuan untuk mendesain rancangan usulan.
4. Rancangan alat ini hanya sampai aktivitas *finishing* di bagian *packaging*
5. Penelitian ini hanya dilakukan pada tahap konsep *design* sampai dengan analisis ergonomi konsep

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat penelitian bagi penulis yaitu dapat menerapkan ilmu perancangan produk yang telah didapatkan dari perkuliahan ke kehidupan nyata dan mampu menganalisis kelebihan dan kekurangan dari alat yang telah dirancang oleh penulis.
2. Manfaat penelitian bagi perusahaan yaitu dapat menjadi masukan mengenai perbaikan pada alat yang mereka gunakan

1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini diuraikan dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini berisi uraian mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan

Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisi literatur yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis dan berisikan hasil-hasil penelitian terdahulu.

Bab III Metode Penelitian

Pada bab ini dijelaskan langkah-langkah penelitian secara rinci meliputi: Persiapan penelitian, tahap perumusan masalah, melakukan penelitian, merumuskan hipotesis, mengidentifikasi dan melakukan operasionalitas penelitian, pengumpulan dan pengolahan data, dan terakhir mengambil kesimpulan

Bab IV Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada bab ini dijelaskan bagaimana penulis mengolah data menggunakan metode yang telah ditetapkan, dengan menuliskan data yang telah didapatkan dari PT. Perkebunan Nusantara VIII, dan

kemudian data yang diolah akan dianalisis untuk mendapatkan rancangan usulan yang terbaik

Bab V Analisis

Pada bab ini akan dijelaskan hasil analisis penulis mengenai perancangan alat bantu ergonomis yang telah dibuat pada bab pengolahan data

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini akan diberikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilaksanakan, dan saran yang diberikan terhadap *stakeholder* yang terkait sebagai bahan kajian untuk perbaikan dan penelitian dimasa yang akan datang.

BAB II LANDASAN TEORI

Dalam penelitian ini membutuhkan landasan teori yang dapat mendukung pengembangan atau perbaikan alat bantu kerja yang terdapat pada PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) VIII. Pendekatan yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian ini yaitu *Ergonomic Function Deployment* (EFD) yang merupakan pengembangan dari *Quality Function Deployment* (QFD).

2.1 Ergonomi

Menurut (Sutalaksana et al. 2006, p. 72) menyatakan bahwa ergonomi ialah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia dalam merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu, dengan efektif, aman, sehat, dan nyaman.

Dalam penelitian untuk dapat mendalami mengenai ergonomi harus memiliki informasi yang lengkap mengenai keterbatasan terhadap kemampuan manusia. Telah banyak dilakukan penelitian-penelitian untuk mendapatkan informasi dan dikelompokkan menjadi empat bagian besar yaitu :

1. Penelitian mengenai *Display*

Dalam penelitian mengenai *display* dapat diartikan sebagai keadaan lingkungan yang dapat mengkomunikasikan kepada manusia dengan menampilkan suatu petunjuk yang dapat dimengerti. Contoh: kita ingin mengetahui keadaan suhu disuatu daerah, maka dengan melihat air raksa pada termometer dan akan mengetahui keadaan lingkungan tersebut.

2. Penelitian mengenai Biomekanika

Dalam penelitian yaitu mengenai hasil kerja yang dilakukan oleh manusia dan proses pengendaliannya, dalam hal ini dapat diselidiki kegiatan manusia ketika sedang bekerja dan mengukurnya

3. Penelitian mengenai Antropometri

Dalam penelitian ini dapat mengetahui kemampuan dan keterbatasan manusia terhadap lingkungan dengan melihat ukuran-ukuran dari tempat kerja yang sesuai dengan tubuh manusia.

4. Penelitian mengenai Lingkungan Fisik

Dalam penelitian ini dapat mengetahui keadaan lingkungan fisik terhadap manusia seperti kebisingan, pencahayaan, dan iklim yang dapat mengganggu kegiatan manusia.

2.2 Antropometri

Menurut Hardianto Iridiastadi dan Yassierli (2014, p. 24) Antropometri berasal dari kata *antropos*, yang berarti manusia, dan *metrikos*, yang berarti pengukuran. Singkatnya, antropometri merupakan ilmu yang berhubungan dengan aspek ukuran fisik manusia. Ada dua bagian dalam antropometri yaitu Antropometri struktural dan antropometri fungsional. Antropometri struktural yaitu melakukan pengukuran ciri-ciri fisik manusia dalam keadaan diam, dengan dimensi yang diukur meliputi, lingkaran bagian tubuh, massa bagian tubuh, dan sebagainya. Antropometri fungsional yaitu melakukan pengukuran terhadap manusia dalam kondisi sedang melakukan gerakan saat bekerja, meliputi tinggi duduk, panjang jangkauan, dan lain-lain.

Terdapat tiga pendekatan yang digunakan dalam perancangan, diantaranya adalah:

1. Perancangan Berdasarkan Individu Besar/Kecil (Persentil)

Dalam hal ini perancangan dengan ukuran tubuh manusia yang besar ataupun tubuh manusia kecil dapat dijadikan sebagai batasan terhadap populasi pengguna. Dimana yang menjadi acuan untuk persentil besar (P_{95}) dan persentil kecil (P_5).

2. Perancangan yang Dapat di Sesuaikan

Dalam konsep ini untuk merancang suatu produk yang dapat diatur pemakaiannya sesuai dengan kebutuhan penggunanya menggunakan persentil 5 untuk perempuan dan persentil 95 untuk laki-laki

3. Perancangan Berdasarkan Individu Rata-rata

Konsep ini digunakan jika kedua konsep sebelumnya tidak memungkinkan untuk dilaksanakan. Dalam hal ini penggunaan konsep tersebut tidak

berdasarkan dengan persentil kecil atau persentil besar, tetapi berdasarkan orang yang menggunakan agar tidak kekurangan ataupun tidak kelebihan.

2.2.1 RULA dan REBA

Dalam pengukuran *rating* postur tubuh manusia ada dua metode yang digunakan yaitu RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) dan REBA (*Rapid Entire Body Assessment*). Dalam penelitian ini penulis menggunakan kedua metode tersebut agar mengetahui lebih spesifik dengan aktivitas yang harus diperbaiki.

Rapid Upper Limb Assessment (RULA) (Mcatamney & Corlett, 1993) adalah metode ergonomi yang digunakan untuk menginvestigasi tempat kerja yang terdapat kelainan seseorang dalam bekerja terhadap bagian atas tubuh.

RULA Employee Assessment Worksheet

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 4: Wrist Twist:

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:

Step 6: Add Muscle Use Score:

Step 7: Add Force/Load Score:

Step 8: Find Row in Table C:

SCORES

Table A: Wrist Posture Score

| Upper Arm | Lower Arm | Wrist Posture | | | | | |
|-----------|-----------|---------------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 1 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 4 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 5 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 5 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 5 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 6 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 6 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 6 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |

Table B: Neck, Trunk and Leg Scores

| Neck Posture | Legs | | | | | |
|--------------|------|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 |
| 5 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 |
| 6 | 6 | 7 | 6 | 7 | 6 | 7 |
| 7 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 |
| 8 | 8 | 9 | 8 | 9 | 8 | 9 |

Table C: Neck, trunk and leg scores

| Wrist and Arm Score | Neck, Trunk and Leg Score | | | | | |
|---------------------|---------------------------|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 6 | 4 | 4 | 5 | 6 | 6 | 7 |
| 7 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 |
| 8 | 5 | 5 | 6 | 7 | 7 | 7 |

Table D: Final Score

| Wrist & Arm Score | Neck, Trunk & Leg Score | Muscle Use Score | Force/Load Score | Final Score |
|-------------------|-------------------------|------------------|------------------|-------------|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 3 | 3 | 0 | 0 | 3 |
| 4 | 4 | 0 | 0 | 4 |
| 5 | 5 | 0 | 0 | 5 |
| 6 | 6 | 0 | 0 | 6 |
| 7 | 7 | 0 | 0 | 7 |
| 8 | 8 | 0 | 0 | 8 |

Gambar II. 1 Contoh Tabel Perhitungan RULA

Berdasarkan Gambar II.1, untuk penilaian terhadap hasil yang didapatkan diklasifikasikan menjadi empat bagian yaitu :

1. Nilai 1 atau 2 dapat diklasifikasikan sebagai postur tubuh dapat diterima
2. Nilai 3 atau 4 dapat diklasifikasikan sebagai postur tubuh perlu diinvestigasi lebih lanjut dan perubahan mungkin dapat dilakukan
3. Nilai 5 atau 6 dapat diklasifikasikan sebagai postur tubuh perlu perubahan dengan segera

4. Nilai 7 dapat diklasifikasikan sebagai postur tubuh harus dilakukan perubahan secara langsung

REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) merupakan metode yang digunakan untuk menganalisa postur tubuh dengan pekerjaan yang dilakukan oleh manusia, sehingga dapat mengevaluasi kegiatan yang dapat menimbulkan kelelahan sehingga dapat terjadinya kecelekaan.

Rapid Entire Body Assessment (REBA) Assessment Worksheet

No. : _____ Bagian/Divisi : _____
 Nama : _____ Pekerjaan : _____

Leher
 Pilih salah satu posisi di bawah ini:
 SKOR LEHER: 1-6
 Jika leher memutar ke kanan/kiri atau menekuk ke kanan/kiri, maka +1

Kaki
 Pilih salah satu posisi di bawah ini:
 SKOR KAKI: 1-3
 Pembebanan: 0 < 5 kg, 1 5-10 kg, 2 > 10 kg
 Nilai Skor A: _____

Badan
 Pilih salah satu posisi di bawah ini:
 SKOR BADAN: 1-12
 Apakah lordosis terjadi? Jika badan memutar ke kanan/kiri ATAU badan menekuk ke samping kanan/kiri, maka +1

Penilaian Aktivitas
 Jika satu atau lebih bagian tubuh dalam posisi statis; misalkan postur tetap selama lebih dari 1 menit:
 Jika terjadi aktivitas yang berulang pada area yang relatif kecil; misalkan berulang 24 kali/menit (tidak termasuk jalan)
 Jika aktivitas menyebabkan perubahan besar atau pada pakaian yang tidak stabil

Pergelangan Tangan (kanan/kiri)*
 Pilih salah satu posisi di bawah ini:
 Skor Pergelangan Tangan: 1-2
 Jika tangan memutar ke kanan/kiri atau menekuk ke kanan/kiri +1

Lengan Bawah (kanan/kiri)*
 Pilih salah satu posisi di bawah ini:
 Skor Lengan Bawah: 1-2
 Jika tangan memutar ke kanan/kiri atau menekuk ke kanan/kiri +1

Nilai Skor A
 Tabel A: Neck (1-6), Feet (1-3), Body (1-12)
 Nilai Skor A = Neck + Feet + Body

Nilai Skor B
 Tabel B: Hand/Wrist (1-2), Forearm (1-2)
 Nilai Skor B = Hand/Wrist + Forearm

Nilai Skor REBA
 Nilai Skor REBA = Nilai Skor A + Nilai Skor B

Level Risiko
 Skor REBA: 1 (Dapat ditoleransi), 2-3 (Rendah), 4-7 (Sedang), 8-10 (Tinggi), 11-15 (Sangat Tinggi)
 Level Tindakan: 0 (Tidak perlu tindakan), 1 (Mungkin diperlukan tindakan), 2 (Perlu tindakan), 3 (Perlu tindakan secepatnya), 4 (Perlu tindakan sekarang juga)

Gambar II. 2 Contoh Tabel Perhitungan REBA

Berdasarkan Gambar II.2, untuk hasil yang didapatkan dapat diklasifikasikan menjadi lima level tingkatan yaitu :

1. Level 0 dengan nilai 1, yaitu tidak perlu ada tindakan terhadap kegiatan yang dilakukan
2. Level 1 dengan nilai 2-3, yaitu mungkin perlu dilakukan penindakan terhadap kegiatan yang dilakukan
3. Level 2 dengan nilai 4-7, yaitu perlu dilakukan tindakan terhadap kegiatan yang dilakukan
4. Level 3 dengan nilai 8-10, yaitu perlu tindakan secepatnya terhadap kegiatan yang dilakukan

5. Level 4 dengan nilai 11-15, yaitu perlu tindakan sekarang juga agar dapat segera diatasi

2.3 Recommended Weight Limit

RWL merupakan batasan berat yang direkomendasikan pekerja untuk mengangkat sebuah beban dalam berbagai kondisi pengangkatan yang telah dikeluarkan oleh lembaga riset kesehatan dan keselamatan kerja di Amerika Serikat yaitu NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*) pada tahun 1991. (Waters dkk., 1993). Beban yang dijadikan acuan untuk pengangkatan sebuah benda dengan manual sebesar 23 kg. Untuk mendapatkan batasan beban pengangkatan dapat dihitung dengan enam faktor yang telah ditentukan.

Penentuan RWL dengan persamaan berikut. (Sutalaksana et al., 2006)

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

Dimana :

LC = Konstanta Pembebanan AM = Faktor Pengali Asimetrik

HM = Faktor Pengali Horizontal FM = Faktor Pengali Frekuensi

VM = Faktor Pengali Vertikal CM = Faktor Pengali Pegangan

DM = Faktor Pengali Perpindahan

- a. Faktor Pengali Horizontal (HM)

HM merupakan besaran yang telah ditentukan dengan rumus: $HM = 25/H$, dengan H adalah jarak yang berada pada titik tengah kedua mata kaki pekerja bagian dalam sampai dengan titik pusat beban yang akan diangkat.

- b. Faktor Pengali Vertikal (VM)

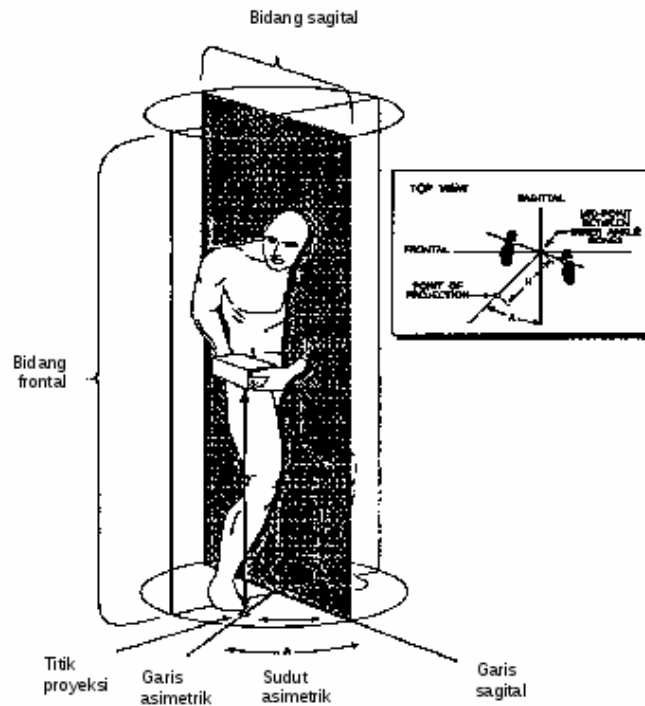
VM merupakan besaran yang telah ditentukan dengan rumus: $VM = 1 - (0,003|V - 75|)$, dengan V adalah jarak dari lantai sampai dengan posisi kedua tangan pada saat mengangkat beban

- c. Faktor Pengali Perpindahan (DM)

DM merupakan besaran yang telah ditentukan dengan rumus: $DM = 0.82 + 4.5/D$, dengan D adalah jarak perpindahan pada kondisi awal dan kondisi akhir dari mengangkat pada posisi ketinggian.

d. Faktor Pengali Asimetrik (AM)

AM merupakan besaran yang telah ditentukan dengan rumus: $AM = 1 - 0,0032 A$ (rad), dengan A adalah sudut asimetrik yang dibentuk dari garis sagital dengan garis asimetrik (Gambar II. 3)



Gambar II. 3 Perhitungan Sudut Asimetrik

(Sumber: Hardianto dan Yassierli, 2015)

e. Faktor Pengali Frekuensi

Penentuan FM tidak menggunakan rumus yang dapat dihitung secara sistematis melainkan sudah ditentukan dari frekuensi rata-rata mengangkat sebuah benda dalam hitungan per menit dengan posisi benda berada di lantai.

Tabel II. 1 Faktor Pengali Frekuensi

| Frekuensi Lifts/min | < 1 jam | | < 2 jam | | < 8 jam | |
|------------------------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | V < 75 | V ≥ 75 | V < 75 | V ≥ 75 | V < 75 | V ≥ 75 |
| 0.2 | 1.00 | 1.00 | 0.95 | 0.95 | 0.85 | 0.85 |
| 0.5 | 0.97 | 0.97 | 0.92 | 0.92 | 0.81 | 0.81 |
| 1 | 0.94 | 0.94 | 0.88 | 0.88 | 0.75 | 0.75 |
| 2 | 0.91 | 0.91 | 0.84 | 0.84 | 0.65 | 0.65 |
| 3 | 0.88 | 0.88 | 0.79 | 0.79 | 0.55 | 0.55 |
| 4 | 0.84 | 0.84 | 0.72 | 0.72 | 0.45 | 0.45 |
| 5 | 0.80 | 0.80 | 0.60 | 0.60 | 0.35 | 0.35 |
| 6 | 0.75 | 0.75 | 0.50 | 0.50 | 0.27 | 0.27 |
| 7 | 0.70 | 0.70 | 0.42 | 0.42 | 0.22 | 0.22 |
| 8 | 0.60 | 0.60 | 0.35 | 0.35 | 0.18 | 0.18 |
| 9 | 0.52 | 0.52 | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.15 |
| 10 | 0.45 | 0.45 | 0.26 | 0.26 | 0.00 | 0.13 |
| 11 | 0.41 | 0.41 | 0.00 | 0.23 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 0.37 | 0.37 | 0.00 | 0.21 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | 0.00 | 0.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | 0.00 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | 0.00 | 0.28 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| > 15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

f. Faktor Pengali Pegangan (CM)

Penentuan CM sama halnya dengan penentuan FM yaitu tidak ditentukan dengan menghitung menggunakan rumus matematis melainkan sudah ditentukan dengan kondisi pegangan dari beban yang akan diangkat oleh pekerja.

Tabel II. 2 Faktor Pengali Pegangan

| Kondisi Pegangan | V < 75 cm | V ≥ 75 cm |
|------------------|-----------|-----------|
| Baik | 1.00 | 1.00 |
| Cukup | 0.95 | 1.00 |
| Buruk | 0.90 | 0.90 |

2.3.1 Rumusan *Lifting Index*

Lifting Index merupakan perbandingan antara beban aktual pada benda yang akan diangkat dengan batas beban yang direkomendasikan untuk mengangkat benda tersebut dengan pertimbangan RWL terkecil antara RWL awal dengan RWL akhir. Jika LI semakin kecil, maka risiko yang akan ditimbulkan terhadap operator rendah. Dan apabila LI semakin besar, maka pekerjaan yang dilakukan oleh operator sangat

berisiko untuk dilakukan. Perhitungan *Lifting Index* dapat ditentukan dengan rumus:

$$Lifting\ Index = \frac{Bobot\ Beban\ Aktual}{\{RWLawal, RWLakhir\}}$$

Dimana :

Jika $LI \leq 1$, maka pekerjaan tersebut aman

Jika $1 < LI \leq 3$, maka pekerjaan tersebut mungkin berisiko

Jika $LI \geq 3$, maka pekerjaan tersebut berisiko

2.4 Sensor Load Cell

Load Cell merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi bobot dari suatu produk. Untuk mengetahui tingkat keakurasian penggunaan sensor *load cell* tergantung dari jenis yang digunakan. Jika sensor *load cell* diberi beban pada inti besinya, maka nilai resistansi *strain gauge* nya akan berubah yang dikeluarkan melalui kabel yang dihubungkan. Dua kabel yang digunakan sebagai eksitasi dan dua kabel lainnya digunakan sebagai sinyal keluaran ke kontrolannya seperti terlihat pada Gambar II.4



Gambar II. 4 Sensor *Load Cell*

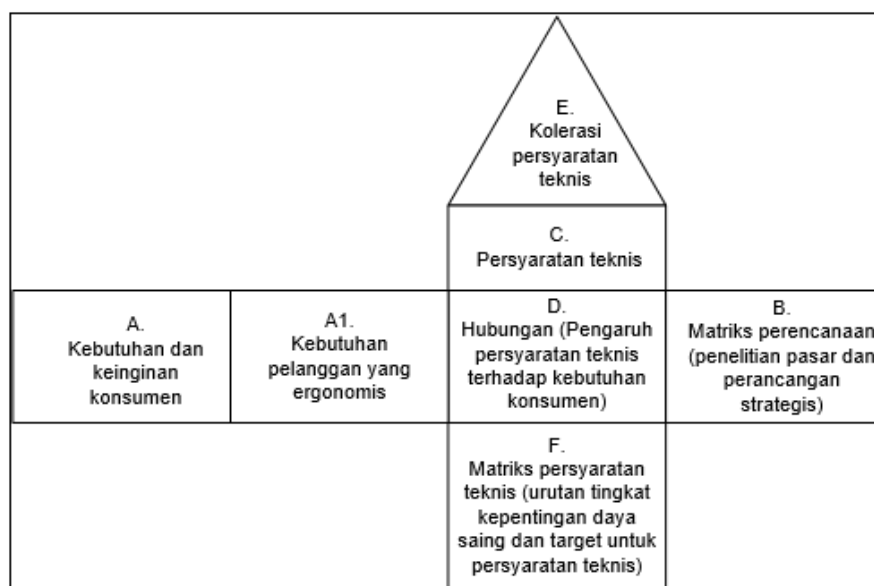
(Sumber: www.forsentek.com)

2.5 Software CATIA

Dalam penelitian mengenai penggunaan *software* CATIA untuk analisis ergonomi sangat menguntungkan karena *software* tersebut memiliki grafik model manusia dengan desain tempat kerjanya. CATIA memiliki fitur untuk menentukan analisis kegiatan manusia saat bekerja berdasarkan cara kerja yang dilakukan oleh operator. Didalam studi CATIA ada empat kegiatan utama untuk menganalisis desain ergonomi yaitu *Human Builder*, *Human Activity Analysis*, *Human Posture Analysis*, dan *Human Measurement Editor*. (Theddy Yogasara, 2004)

2.6 Ergonomic Functional Deployment (EFD)

Ergonomic Functional Deployment (EFD) merupakan pengembangan dari *Quality Function Deployment* (QFD) yaitu dengan menambahkan hubungan baru antara keinginan konsumen dan aspek ergonomi dari produk (Reza Adrianto et al. 2014). Hubungan ini akan melengkapi bentuk matrik house of quality yang juga menterjemahkan ke dalam aspek-aspek ergonomi yang diinginkan.



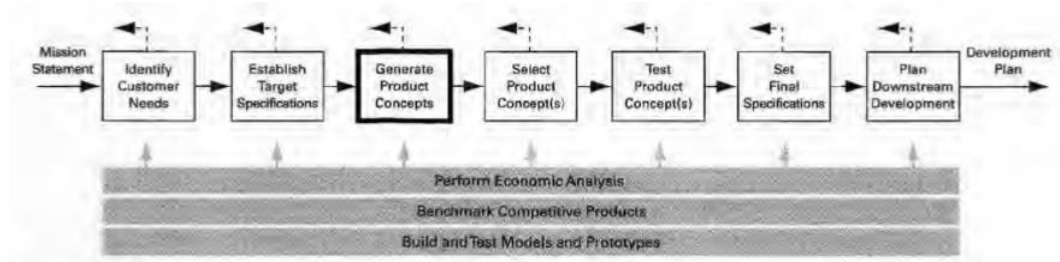
Gambar II. 5 House Of Quality

(Sumber: Adrianto, Desrianty and M, 2014)

Pendekatan EFD digunakan untuk mencapai target prinsip EASNE yaitu Efektif, Aman, Sehat, Nyaman dan Efisien. Dengan tercapainya prinsip EASNE, maka perbaikan produk yang ergonomis dapat tercapai dan bisa mengurangi kecelekaan yang terjadi pada operator yang melakukan aktifitas *packaging*.

2.7 Concept Generation

Konsep produk merupakan gambaran singkat dari rancangan produk yang akan dibuat untuk memuaskan pelanggan dengan memperlihatkan gambar sketsa atau rancangan desain 3D. Sebuah produk dapat laku dipasaran karena adanya konsep yang matang dari perancang, sehingga perancang membuat beberapa alternatif yang bisa dijadikan pilihan untuk merancang produk yang dapat memuaskan konsumen.



Gambar II. 6 *Concept Development Process*

(Sumber: Ulrich and Eppinger, 2012)

2.8 Product Architecture

Arsitektur produk merupakan sebuah penugasan elemen-elemen fungsional dari produk terhadap kumpulan bangunan fisik dari produk. Pada tahap ini adalah salah satu dari tahap pengembangan dari perancangan sebuah produk dengan tujuan untuk mengetahui komponen – komponen fisik dasar dari produk, apa yang harus dilakukan komponen tersebut dan apa penghubung yang digunakan untuk interaksi antar komponen tersebut. (Ulrich and Eppinger, 2012, p. 184)

Arsitektur produk memiliki elemen – elemen fisik yang terdiri dari bagian – bagian sebuah produk (part), komponen, dan sub rakitan yang selanjutnya akan diimplementasikan terhadap fungsi dari sebuah produk. Elemen fisik dapat diuraikan lebih spesifik ketika pengembangan produk akan dilanjutkan. Dalam elemen fisik produk akan dikelompokkan menjadi beberapa building blocks utama yang disebut dengan chunks. Chunks merupakan sekumpulan dari komponen yang mengimplementasikan fungsi dari sebuah produk tersebut.

Arsitektur produk memiliki dua jenis yaitu modular dan integral. Arsitektur modular menjelaskan bahwa setiap elemen fungsional hanya memiliki satu chunk,

sedangkan arsitektur integral merupakan kebalikan dari arsitektur modular yaitu satu *chunk* dapat menjelaskan beberapa elemen fungsional. Modularitas merupakan karakteristik yang relatif dari arsitektur produk. Adapun tipe – tipe modular terdiri dari tiga tipe yaitu *slot*, *bus*, dan *seksional*. Setiap tipe memiliki perbedaan saat memetakan elemen fungsional ke *chunk*.

a. Arsitektur Modular *Slot*

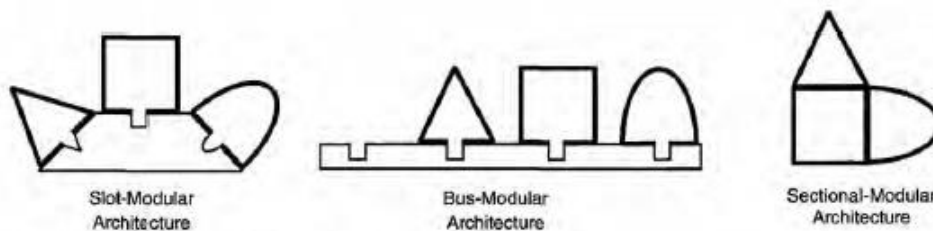
Modular *slot* merupakan tipe modular yang penghubung antar *chunk* memiliki slot yang berbeda dari yang lain, sehingga *chunk* dari sebuah produk hanya memiliki satu slot untuk dihubungkan.

b. Arsitektur Modular *Bus*

Modular *Bus* merupakan tipe modular yang memiliki penghubung *slot* yang sama dengan yang lainnya, sehingga jika *chunk* dari sebuah produk berbeda, dapat dihubungkan ke produk melalui hubungan yang sama.

c. Arsitektur Modular *Seksional*

Modular *seksional* merupakan tipe modular yang semua penghubung mempunyai tipe yang sama, dan tidak mempunyai elemen tunggal, sehingga *chunk* yang berbeda dapat dipasangkan sekaligus untuk menghubungkan ke sebuah produk.



Gambar II. 7 Tipe-tipe Arsitektur Modular

(Sumber: Ulrich, 2015)

Dalam membuat arsitektur produk, ada empat tahap yang harus dilakukan oleh pengembang antara lain/

1. Membuat skema Produk

Skema produk merupakan diagram yang menggambar elemen – elemen dari sebuah produk yang menjelaskan fungsi dari produk tersebut. Elemen yang

dijelaskan antara lain, elemen fisik dan elemen fungsional yang dihubungkan dengan tiga jenis aliran yaitu Aliran tenaga atau energi, aliran material, dan aliran sinyal atau data.

2. Pengelompokan Elemen – elemen Pada Skema

Tahap ini melakukan penugasan setiap elemen yang telah dibuat pada skema produk menjadi sebuah *chunk*. Dalam penentuan kedalam sebuah *chunk* ada beberapa faktor yang menjadi alasan dilakukannya pengelompokan yaitu antara lain

- a. Integrasi geometrid an presisi;
- b. Pembagian fungsi;
- c. Kemampuan pemasok;
- d. Kesamaan desain atau teknologi produk;
- e. Lokalisasi perubahan;
- f. Mengakomodasi variasi;
- g. Kemungkinan standarisasi, dan
- h. Kemudahan perpindahan berbagai jenis penghubung yang ada pada produk.

3. Membuat Susunan Geometris Kasar

Dalam tahap ini dilakukan pembuatan dengan model komputer atau model fisik yang dapat memudahkan *designer* untuk mengetahui interaksi yang terjadi antar *chunk*.

4. Mengidentifikasi Interaksi Fundamental dan Insidental

Tahap terakhir dalam pembuatan arsitektur produk yaitu mengidentifikasi interaksi yang terjadi antar *chunk*. Interaksi fundamental yaitu interaksi yang mendasar pada sebuah produk terhadap operasi sistem dengan melihat garis skema yang menghubungkan satu *chunk* dengan *chunk* yang lainnya. Sedangkan interaksi insidental yaitu interaksi yang ada ketika implikasi elemen fungsional menjadi bentuk fisik tertentu atau karena pengaturan geometris dari *chunk*.

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai Usulan rancangan *Baby Tafel Portable* dirancang untuk membantu para ibu yang akan memandikan bayi dengan nyaman karena mempermudah memindahkan ke dekat kamar mandi sehingga tidak melelahkan para ibu untuk mengambil air. Penelitian ini telah menerapkan konsep pengembangan produk dengan Metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) yaitu alat yang dapat memandikan bayi dengan bentuk yang dapat menyamankan posisi orang yang sedang memandikan bayi dengan tidak lepas dari aspek ergonomi dan dirancang dengan material yang mudah dibersihkan yaitu *stainless steel* (Meyharti et al., 2013)

Dalam penelitian konsep pengembangan produk mengenai Perancangan Ulang Desain Kursi Penumpang Mobil Land Rover yang Ergonomis telah menerapkan metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) yaitu menganalisis kursi mobil Land Rover yang menurut konsumennya tidak nyaman untuk digunakan karena kursi tersebut seperti kursi mobil yang biasanya digunakan untuk medan *off road* dengan tidak memperhatikan kenyamanan untuk penumpangnya sehingga dilakukan analisis untuk perbaikan masa yang akan datang dengan cara memperhatikan konsumsi energi pada penumpang saat sebelum dan sesudah duduk di kursi tersebut. Sehingga untuk merancang kursi yang ergonomis sebaiknya memperhatikan data antropometri pengguna kursi tersebut agar tidak mengalami kelelahan karena kursi yang tidak nyaman untuk digunakan. (Deonalt Praharyo et al., 2011)

Penelitian mengenai Usulan rancangan Tas Sepeda Trial dirancang untuk memudahkan pengguna sepeda trial membawa sepedanya ketika bepergian jauh. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) sehingga perancangan tas sepeda disesuaikan dengan antropometri manusia yang menggunakan dan menghasilkan konsep tas yang ergonomis karena memberikan kenyamanan pada pengguna. Tas sepeda trial yang dirancang bisa dilipat sesuai dengan ukuran sepeda dan memiliki tempat penyimpanan untuk kunci-kunci dan komponen dari sepeda tersebut. (Reza Adrianto et al., 2014)

Penelitian mengenai rancangan alat bantu untuk mesin pemotong teh di PT. Perkebunan Nusantara VIII, pada penelitian dilakukan untuk mengurangi resiko *Musculoskeletal Disorders* pada pekerja yang menggunakan alat pemotong teh tersebut dan menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment*. Pada penggunaan alat pemotong eksisting, operator mengeluhkan sakit pada bagian tubuh yang berhubungan langsung ketika mengangkat alat tersebut. Pada saat pengetesan postur kerja menggunakan *software virtual jack* yang menghasilkan nilai RULA sebesar tujuh sehingga tindakan perlu segera dilakukan perbaikan. Sehingga penulis merancang alat bantu kerja yang ergonomis menggunakan data antropometri manusia yang berhubungan langsung dengan alat bantu kerja pemotong teh dengan prinsip ENASE (Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, dan Efisien). (Muhammad Adhiguna et al., 2017)

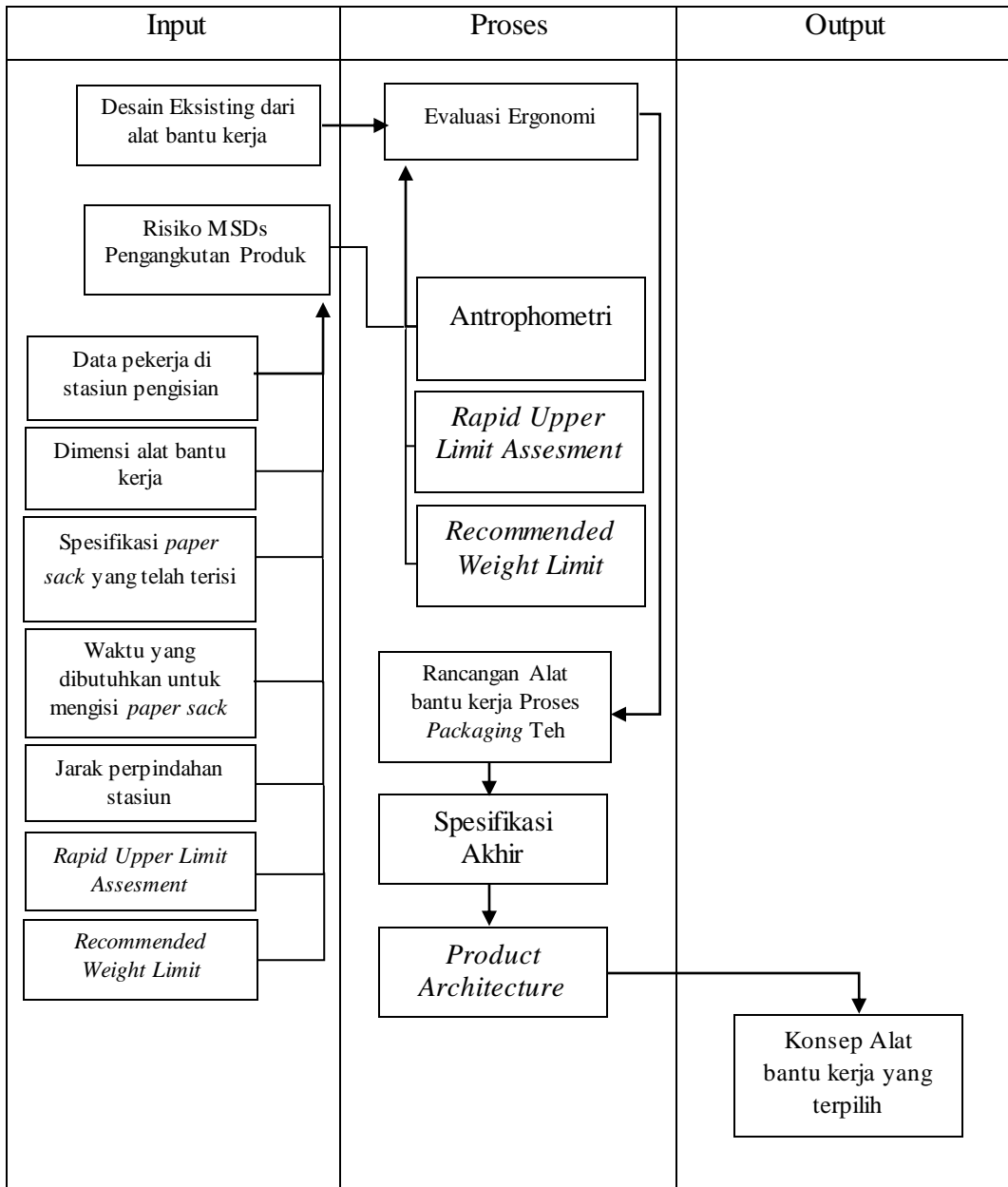
Adapun penelitian yang membahas penggunaan QFD yang menyatukan dengan konsep ergonomi yaitu mengenai Aplikasi Metode *Quality Function Deployment* (QFD) Dalam Redesain Kursi Gambar, dalam penelitian ini memberikan rancangan yang dapat membuat konsumen nyaman dan aman dalam menggunakan kursi gambar tersebut. (Yuli Kusdiah. 2013)

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan membahas mengenai tahapan penelitian sebagai tahap sistematis dan terorganisir untuk membantu dalam menyelesaikan permasalahan sehingga dengan mudah untuk memetakan dalam pemecahan masalah

3.1 Model Konseptual

Model konseptual yang dilakukan oleh penulis dapat dilihat pada Gambar III.1



Gambar III. 1 Model Konseptual

Berdasarkan Gambar III.1, dapat dilihat bahwa pengembangan produk berfokus pada alat bantu kerja pengepakan teh yang telah didapatkan dari penelitian sebelumnya, sehingga dapat dihasilkan alat bantu kerja pengepakan teh yang ergonomis.

Dalam pengembangan alat bantu kerja tersebut, berawal dari pengamatan yang dilakukan oleh penulis ketika melihat keadaan yang berada di PT. Perkebunan Nusantara pada proses pengepakan yaitu kondisi eksisting pada alat bantu kerja yang tidak efektif untuk digunakan karena dapat memberikan dampak buruk terhadap operator yang bekerja di stasiun tersebut, sehingga penulis bermaksud untuk mengembangkan alat bantu kerja tersebut dengan mengevaluasi dari sisi ergonomis penggunaan seperti, evaluasi Antropometri dengan melihat data pekerja yang ada di stasiun kerja tersebut, evaluasi nilai *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) dengan melihat proses kerja operator, dan evaluasi *Recommended Weight Limit* yang dapat memberikan usulan terhadap alat bantu yang ergonomis. Evaluasi ergonomi akan dijadikan pertimbangan untuk menentukan spesifikasi akhir dari konsep alat bantu yang akan dibuat.

Hal yang dijadikan acuan untuk membuat alat bantu yang ergonomis yaitu evaluasi antropometri dengan cara melihat data antropometri yang telah tersedia untuk mengetahui ukuran-ukuran manusia Indonesia dengan berbagai persentil. Evaluasi antropometri untuk mengetahui juga kondisi dimensi konsep awal produk dengan data antropometri yang bersangkutan. Evaluasi nilai RULA dilakukan untuk mengetahui risiko yang akan timbul dari posisi dan bentuk kerja terhadap alat bantu yang digunakan ketika mengangkat sebuah *paper sack* teh. Dan evaluasi *Recommended Weight Limit* untuk mengetahui batas beban yang bisa diangkat oleh operator dalam pemindahan *paper sack* ke lokasi selanjutnya.

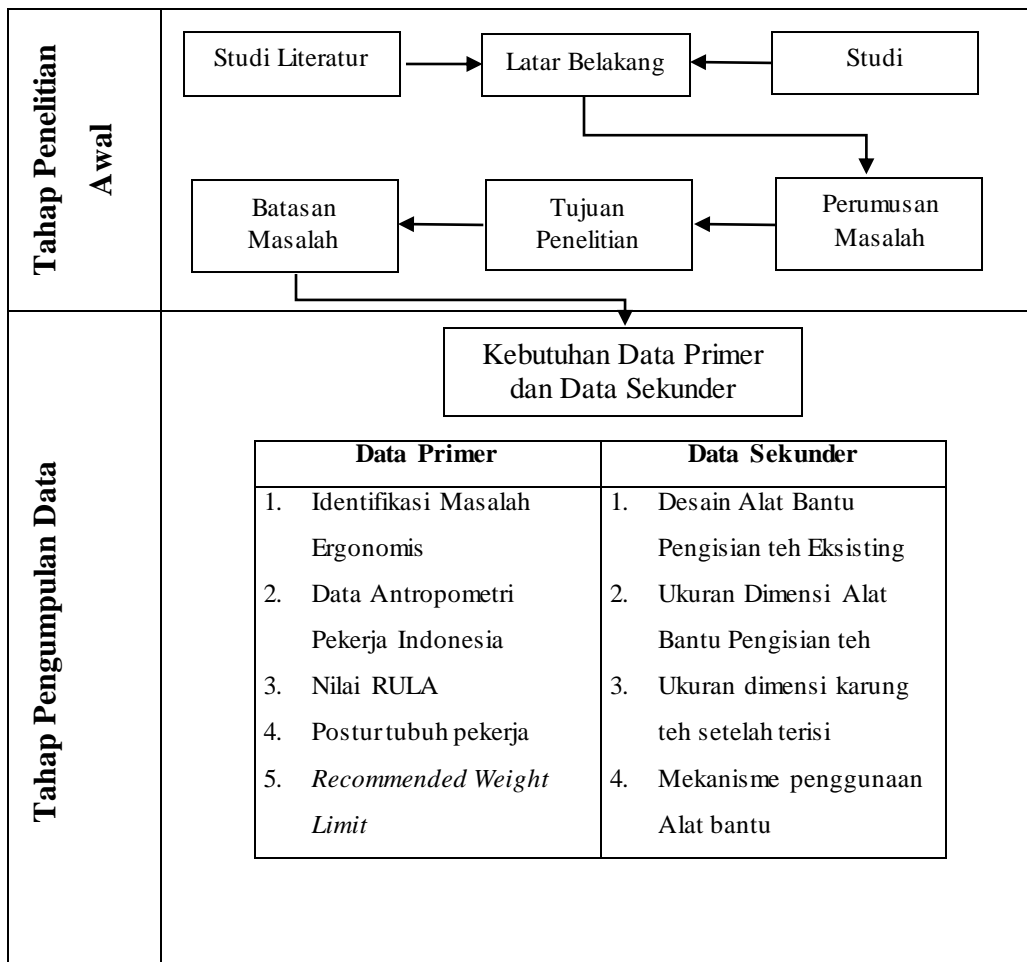
Setelah melakukan evaluasi ergonomis, alat bantu yang telah dibuat dikembangkan menjadi alat bantu yang ergonomis berdasarkan evaluasi ergonomis yang telah dilakukan. Untuk pengembangan alat bantu kerja tersebut dilakukan dengan pendekatan *Ergonomic Function Deployment* dimana metode tersebut adalah pengembangan dari *Quality Function Deployment* untuk mencapai kondisi EASNE

yaitu Efektif, Aman, Sehat, Nyaman, dan Efisien untuk operator yang menggunakan alat bantu kerja tersebut.

Setelah menyelesaikan konsep pengembangan produk menggunakan metode EFD menghasilkan spesifikasi akhir dari alat bantu *packaging* teh yang ergonomis dan lebih efisien untuk digunakan. Untuk mencapai prinsip EASNE, ada beberapa parameter yang menjadi tolak ukur pada spesifikasi target untuk menunjang agar alat tersebut ergonomis.

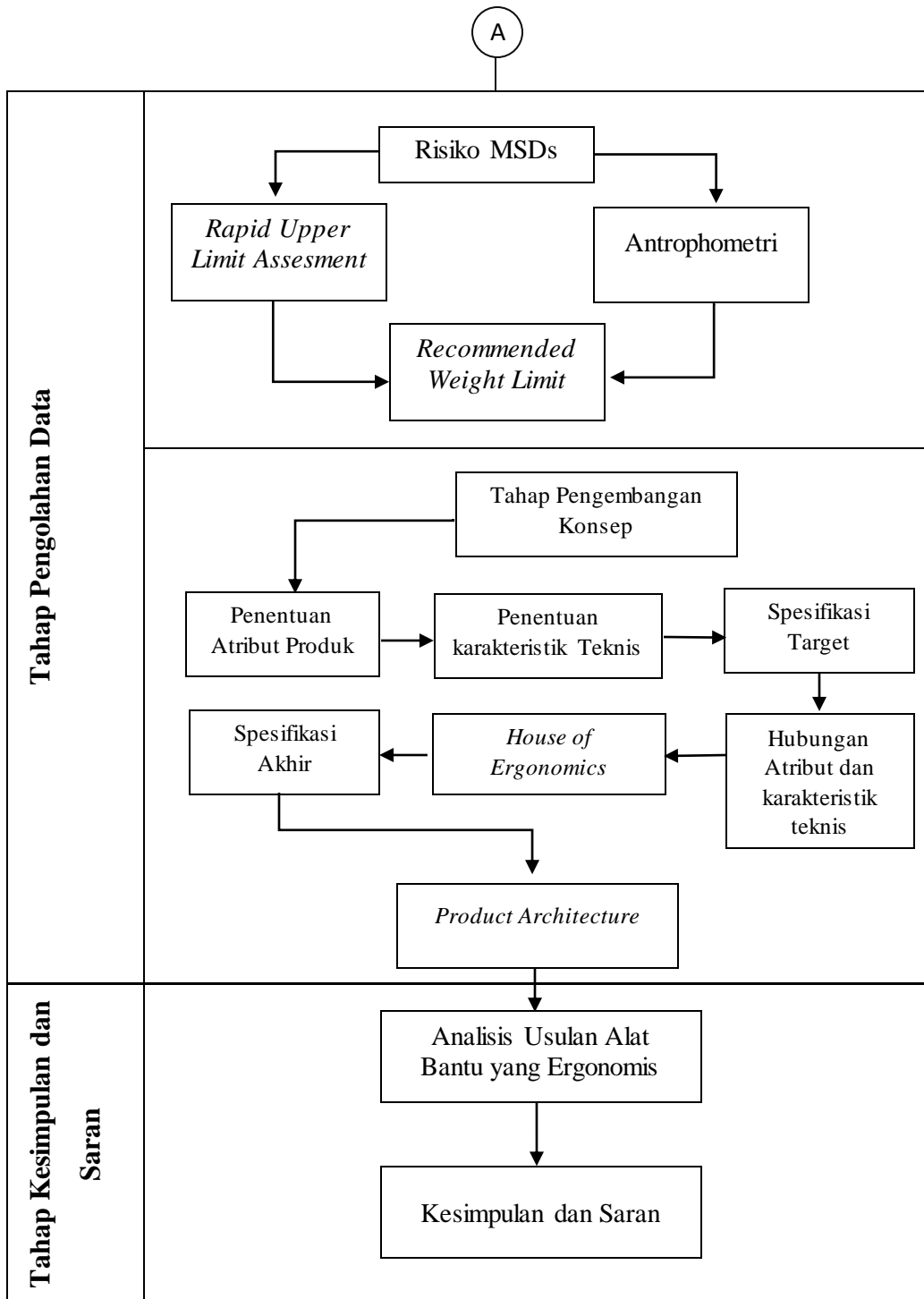
3.2 Sistematika Pemecahan Masalah

Berikut merupakan sistematika pemecahan masalah yang berisi tentang proses yang dilakukan saat melakukan penelitian. Proses yang dilakukan dapat dilihat pada gambar III.2



A

Gambar III. 2 Sistematika Pemecahan Masalah



Gambar III. 3 Sistematika Pemecahan Masalah (Lanjutan)

3.2.1 Tahap Penelitian Awal

Pada tahap penelitian awal, dilakukan dengan cara studi lapangan pada bidang objek yang akan dijadikan permasalahan. Studi lapangan adalah tahap untuk mengetahui kondisi aktual yang ada di lapangan dengan cara melakukan observasi secara langsung di stasiun kerja *packaging* dengan melihat penggunaan alat kerja

yang digunakan operator untuk mengepak produk teh yang telah diolah di PT. Perkebunan Nusantara VIII. Kegiatan observasi dilakukan dengan maksud untuk mengetahui kondisi eksisting dari alat kerja yang digunakan dan proses yang akan terjadi pada stasiun *packaging*. Setelah melihat kondisi yang ada di lapangan, dapat dihasilkan bahwa alat yang digunakan pekerja tidak ergonomis. Pada tahap awal dilakukan evaluasi ergonomi terhadap penggunaan alat bantu kerja pada proses *packaging*, hal ini dilakukan untuk menghasilkan alat bantu kerja yang ergonomis untuk pekerja yang memberikan kenyamanan, kesehatan, dan keamanan yang tinggi.

Selanjutnya untuk menunjang penelitian dibutuhkan studi literatur yang telah didapatkan dengan pendekatan evaluasi konsep perancangan dan pengembangan produk serta analisis ergonomi terhadap alat kerja yang digunakan operator. Studi literatur berasal dari buku yang digunakan dan jurnal penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan metode yang digunakan.

3.2.2 Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini berisi data – data yang dibutuhkan untuk menunjang proses penelitian seperti data primer dan data sekunder. Dapat dilihat pada Tabel III.1

Tabel III. 1 Cara Pengumpulan Data

| No. | Jenis Data | Cara Pengumpulan Data | |
|-----|---|-------------------------|--------------------------|
| | | Primer | Sekunder |
| 1 | Identifikasi Masalah Ergonomis | Observasi dan wawancara | - |
| 2 | Data Pekerja di Stasiun <i>Packaging</i> | Observasi dan wawancara | - |
| 3 | Data Rapid Upper Limb Assesment (RULA) | Observasi dan wawancara | - |
| 4 | Postur Tubuh Pekerja | Observasi dan wawancara | - |
| 5 | <i>Recomended Weight Limit</i> (RWL) | Perhitungan | - |
| 6 | Desain Alat Bantu pengisian teh Eksisting | - | <i>Manual Book</i> (SOP) |
| 7 | Ukuran Dimensi Alat Bantu Pengisian teh | - | <i>Manual Book</i> (SOP) |
| 8 | Ukuran dimensi karung teh setelah terisi | - | <i>Manual Book</i> (SOP) |
| 9 | Mekanisme penggunaan Alat bantu | - | <i>Manual Book</i> (SOP) |

3.2.3 Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini adalah tahap yang dilakukan untuk mengolah data yg diperoleh dari hasil pengumpulan data. Tahap pengolahan data pada perancangan alat bantu kerja yang ergonomis diantaranya adalah :

1. Tahap Evaluasi Ergonomis

Pada tahap ini, data yang diolah pertama kali mengenai aspek ergonomi dari konsep awal produk yang telah dipilih sebagai objek yaitu alat bantu kerja pengisian teh kedalam *paper sack*. Evaluasi yang dilakukan adalah menilai postur tubuh pekerja menggunakan metode *Rapid Upper Limit Assesment* (RULA), analisis antropometri, dan *Recommended Weight Limit* berdasarkan alat yang telah diteliti yaitu alat bantu kerja pengisian teh.

Untuk mengevaluasi rancangan produk yang terpilih menggunakan *software* CATIA. *Software* CATIA adalah sebuah *software* yang memiliki grafik model manusia dengan desain tempat kerjanya. CATIA memiliki fitur untuk menentukan analisis kegiatan manusia saat bekerja berdasarkan cara kerja yang dilakukan oleh operator sehingga dapat membantu memperbaiki postur kerja operator dalam aspek ergonomi terhadap sistem kerja yang dilakukan. Didalam studi CATIA ada empat kegiatan utama untuk menganalisis desain ergonomi yaitu *Human Builder*, *Human Activity Analysis*, *Human Posture Analysis*, dan *Human Measurement Editor*

2. Tahap Pengembangan Konsep

Setelah melakukan evaluasi ergonomi, tahap selanjutnya yaitu tahap pengembangan konsep. Tahap pengembangan konsep dilakukan dengan pendekatan *Ergonomic Function Deployment* (EFD) dengan atribut produk berdasarkan prinsip EASNE yaitu:

- a. Efektif, memberikan alat bantu yang dapat mengurangi waktu proses, sehingga waktu yang diperlukan cepat untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.
- b. Aman, alat bantu kerja yang aman adalah alat bantu yang memiliki pelindung terhadap bahaya yang akan terjadi pada operator,

- c. Sehat, alat bantu kerja yang sehat adalah alat bantu kerja yang terbuat dari material yang mudah dibersihkan, sehingga tidak memberikan dampak kesehatan yang besar,
- d. Nyaman, memberikan alat bantu yang tidak menimbulkan MSDs terhadap apa yang dilakukan dengan pekerjaannya sehingga dapat disesuaikan dimensi dari alat bantu kerja,
- e. Efisien, alat bantu kerja yang efisien adalah alat bantu kerja yang memberikan tenaga operator berkurang ketika melakukan pekerjaannya.

Selanjutnya dibentuk menjadi atribut kebutuhan kemudian dianalisis menggunakan matriks kebutuhan. Pembuatan karakteristik teknis untuk setiap atributnya berdasarkan atribut kebutuhan. Setelah menentukan atribut, dilanjutkan dengan penentuan spesifikasi target untuk mengembangkan konsep produk berdasarkan karakteristik teknis dengan *target value* yang diambil dari pertimbangan evaluasi ergonomis. Untuk pengembangan produk diperlukan interaksi antara karakteristik teknis dengan atribut produk agar dapat dipertimbangkan dalam pemilihan untuk mengembangkan alat bantu kerja pengisian teh. Analisis pengembangan produk untuk mengetahui informasi yang lebih dapat dilihat pada *House of Ergonomic* (HOE). Hal yang terakhir dilakukan dalam pengembangan produk yaitu penentuan spesifikasi akhir dari produk tersebut berdasarkan hasil analisis ergonomi yang telah dilakukan sebelumnya sehingga dapat mempertimbangkan dalam perancangan produk akhir untuk alat bantu kerja pengisian teh.

3.2.4 Tahap Kesimpulan dan Saran

3.2.4.1 Analisis Usulan

Tahap analisis usulan adalah tahap dimana menganalisis hasil dari rancangan alat bantu kerja yang telah dilakukan, hal – hal yang dianalisis seperti :

- I. Analisis Spesifikasi Akhir
- II. Analisis Skor RULA
- III. Analisis *Recommended Weight Limit*

IV. Analisis *Product Architecture*

V. Analisis Pemilihan Material

Berdasarkan analisis tersebut dapat dibandingkan dengan kondisi awal alat bantu *packaging* dengan kondisi alat yang telah dikembangkan.

3.2.4.2 Analisis Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran adalah tahap yang membahas mengenai hasil yang telah didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment* untuk merancang alat bantu kerja pada proses *packaging* teh. Serta tahap ini memberikan saran yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan membahas mengenai pengumpulan data yang diperlukan untuk aktivitas penelitian terhadap objek yang terpilih. Setelah data yang dibutuhkan telah terkumpul selanjutnya data diolah sesuai dengan metode yang digunakan untuk mengetahui analisis dari dampak yang akan terjadi.

4.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder dari PT. Perkebunan Nusantara yang mendukung alat bantu kerja *packaging* yang akan diteliti. Data primer yang digunakan meliputi analisis postur kerja eksisting saat melakukan pekerjaan pada stasiun kerja *packaging* seperti analisis ergonomis, analisis RULA, dan analisis RWL. Sedangkan data sekunder adalah data yang didapatkan dari *manual book* PT. Perkebunan Nusantara VIII seperti desain dan mekanisme penggunaan dari produk yang terpilih yaitu alat bantu kerja pengisian teh.

4.1.1 Data Pekerja di Stasiun *Packaging*

Pada stasiun kerja *Packaging* terdapat beberapa pekerja yang beroperasi di stasiun tersebut untuk menyelesaikan beberapa aktivitas, mulai dari pengisian, hingga penyimpanan *paper sack*. Untuk jumlah pekerja yang ada di area *packaging* sebanyak sepuluh orang, memiliki tinggi rata-rata 165 – 175 cm, dengan rentang usia 25-40 tahun. Untuk mengangkat *paper sack*, operator tersebut memiliki bobot tubuh rata-rata sebesar 65 kg.

4.1.2 Data Paper Sack

Paper Sack merupakan wadah yang digunakan oleh PT. Perkebunan Nusantara VIII untuk mengemas teh yang akan dikirimkan ke konsumen. Spesifikasi *paper sack* dengan standar T2 yaitu terdiri dari empat *ply standard*, Lapisan luar 82 *gsm wet strength*, 2 x 72 *gsm high performance kraf*, 1 x 112 *gsm Aluminium foil* sesuai dengan ukuran standar perusahaan. Sedangkan ketika *paper sack* sudah terisi dengan teh, maka ukurannya sebesar 57 x 21,5 x 115 cm. Dengan berat *paper sack* yang telah terisi sebesar 40-60 kg. *Packaging* teh dapat dilihat pada Gambar IV.1.



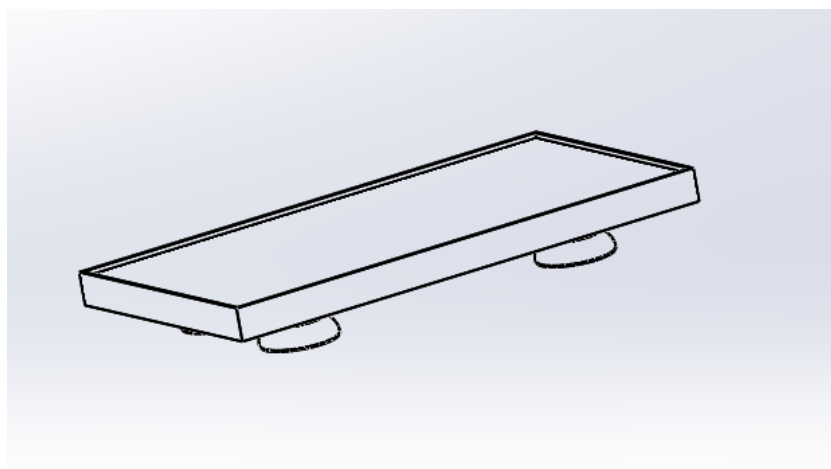
Gambar IV. 1 *Packaging* Teh

Setelah *paper sack* yang terisi disimpan di gudang, maka selanjutnya proses pengiriman ke konsumen dengan satu kali pengiriman berkisar kurang lebih 12 ton. Namun pengiriman ke konsumen hanya tiga kali seminggu atau tergantung dari kebutuhan.

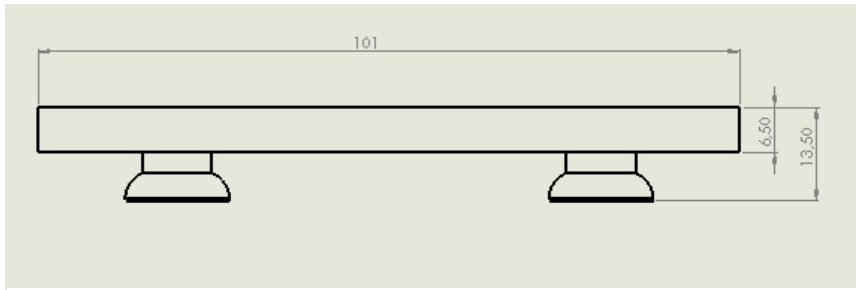
4.1.3 Kondisi Alat Bantu Kerja Pengisian Teh

4.1.3.1 Spesifikasi Alat Bantu Kerja Pengisian Teh

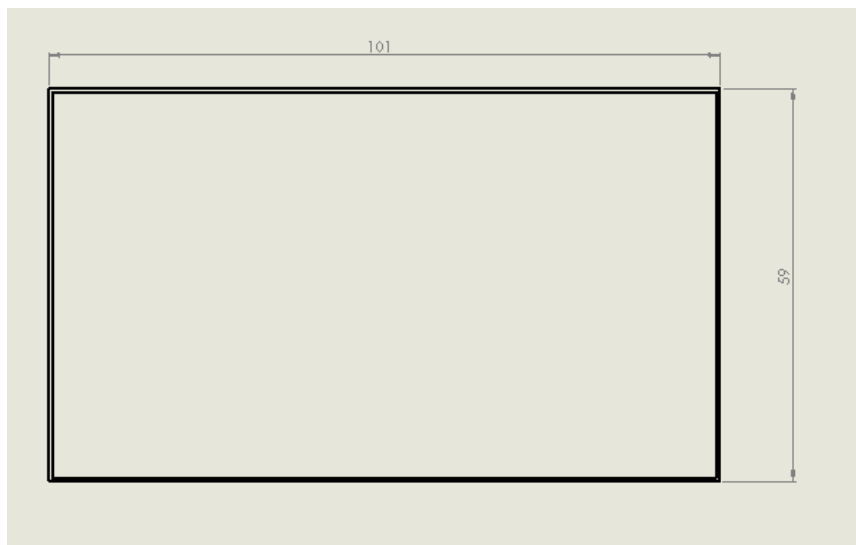
Berikut merupakan wadah Alat Bantu kerja pengisian teh yang dapat dilihat pada Gambar IV.2 sampai Gambar IV.4 dengan satuan yang digunakan adalah centimeter (cm).



Gambar IV. 2 Bentuk Isometric Wadah Alat Bantu Kerja Pengisian



Gambar IV. 4 Tampak Depan Wadah Alat Bentuk Kerja Pengisian



Gambar IV. 3 Tampak Atas Wadah Alat Bentuk Kerja Pengisian

Dimensi yang menggambarkan wadah alat pengisian teh sebesar 101 cm x 59 cm x 13.50 cm.

4.1.3.2 Cara Penggunaan Alat Bantu Kerja Pengisian Teh

Dalam penggunaan alat bantu kerja pengisian teh ini dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu :

1. Alat bantu pengisian teh diaktifkan dengan menekan tombol “ON” agar dapat berjalan sesuai dengan fungsinya yaitu menggetarkan alat tersebut sehingga dapat meratakan isinya keseluruhan permukaan *paper sack*.
2. Meletakkan *paper sack* diatas permukaan alat tersebut agar mudah terisi dengan butiran-butiran teh yang siap di pasarkan,
3. Apabila operasi pengisian bubuk teh kedalam *paper sack* telah selesai, hentikan alat tersebut dengan menekan tombol “OFF”

4.1.3.3 Rapid Upper Limb Assesment

Dalam pengemasan bubuk teh yang akan siap dijual dan dipasarkan ada beberapa aktivitas yang dapat menimbulkan risiko MSDs., untuk mengetahui aktivitas yang memberikan risiko MSDs dapat dilihat berdasarkan analisis dan postur tubuh saat melakukan aktivitas di area *packaging*. Dengan menggunakan analisis RULA dapat diketahui postur tubuh pekerja saat melakukan aktivitas tersebut dengan hasil analisis dapat dilihat pada table berikut:

a. Postur Tubuh Pemindahan *Paper Sack* Teh

Pemindahan *paper sack* teh ke tempat penimbangan dilakukan dengan cara mengangkat *paper sack* yang memiliki berat 40 – 60 kg dengan satu operator.

Tabel yang merupakan rekapitulasi dari perhitungan nilai RULA pada postur kerja operator sebagai berikut yang terdapat pada Tabel IV.1:

Tabel IV. 1 Rekapitulasi Hasil RULA Proses Pemindahan *Paper Sack* Tanpa Alat Bantu

| Postur Tubuh Aktivitas Pemindahan <i>Paper Sack</i> Tanpa Alat Bantu Kerja | | | | | | | | | | |
|---|----|--------------|----|--------------------|----|-----------|-------|------|------------|----|
| Posture A | | | | | | Posture B | | | Skor Akhir | |
| Lengan Atas | | Lengan Bawah | | Pergelangan tangan | | Leher | Badan | Kaki | | |
| Ka | Ki | Ka | Ki | Ka | Ki | | | | Ka | Ki |
| 2 | 2 | 1 | 1 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |

Berdasarkan Tabel IV.1 menyatakan bahwa skor akhir dari proses pemindahan *paper sack* ke tempat penimbangan tanpa menggunakan alat bantu menghasilkan nilai tujuh yang mengartikan bahwa pekerjaan tersebut harus dilakukan perubahan terhadap postur kerja karena dapat menyebabkan kelelahan kerja yang tinggi.

4.1.3.4 Recommended Weight Limited

Untuk mengetahui berapa berat objek yang direkomendasikan untuk mengangkat beban dengan jangka waktu tertentu dapat dilakukan dengan evaluasi rekomendasi berat pengangkatan yang harus dilakukan sehingga tidak menimbulkan risiko gangguan tulang belakang (MSDs). Evaluasi tersebut dapat dilakukan dengan 1991 NIOSH *Lifting Index* (NLE).

Pada proses pemindahan *paper sack* dilakukan analisis RWL dikarenakan dalam pemindahan *paper sack* teh tersebut dengan cara diangkat. Sehingga dapat dilakukan analisis perhitungan RWL saat memindahkan *paper sack* teh tanpa adanya bantuan alat yang dapat mendukung proses tersebut dapat dilihat pada Tabel IV.2.

Tabel IV. 2 *Recommended Weight Limit* Pengangkatan Paper Sack

| Object Weight | | Hand Location (cm) | | | | Vertical Distance (cm) | Asymmetric Angle | | Frequency | Duration | Object Coupling |
|---------------|---------|--------------------|----|-------------|---|------------------------|------------------|-------------|-----------|----------|-----------------|
| | | Origin | | Destination | | | Origin | Destination | Lifts/min | (Hours) | |
| L (avg) | L (Max) | H | V | H | V | D | A | A | F | | C |
| 60 | 60 | 37.5 | 89 | - | - | 175 | 0 | - | 0,2 | <1 | Fair |

Berikut merupakan Perhitungan batas berat yang direkomendasikan (RWL) untuk mengangkat objek dalam pekerjaan memindahkan *paper sack* tanpa alat bantu kerja yang digunakan:

$$\begin{aligned}
 \text{a. RWL} &= LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \\
 &= 23 \times \frac{25}{37.5} \times ((1 - 0,0032(89 - 75)) \times (0,82 + \frac{4.5}{175})) \times (1 - (0.0032 \times 0)) \times 1 \times 1 \\
 &= 23 \times 0.67 \times 0.95 \times 0.84 \times 1 \times 1 \times 1 \\
 &= 12.31 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Lifting Index} &= \frac{\text{Object Weight}}{\text{RWL}} \\
 &= \frac{60}{12.31} = 4.84
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan RWL dan *Lifting Index* menyatakan bahwa hasil yang diperoleh untuk batas beban yang bisa diangkat oleh operator dengan gaya yang telah didefinisikan pada Tabel IV.2 sebesar 12.31 kg, dan *Lifting Index* sebesar 4.84 yang mengindikasikan bahwa beban kerja yang dihasilkan berisiko untuk melakukan pekerjaan tersebut.

4.2 Pengolahan Data

Pada penelitian ini ada beberapa tahap pengolahan data yang bertujuan untuk mengetahui dampak yang akan terjadi terhadap pekerja dengan melakukan evaluasi ergonomi. Dalam aktivitas ini akan berfokus pada proses *packaging* yang di stasiun tersebut melakukan aktivitas yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja, salah satunya yaitu saat pemindahan *paper sack* menuju ke tahapan kerja selanjutnya dilakukan secara manual menggunakan tenaga manusia. Selain itu akan dilakukan pengolahan *ergonomic function deployment* (EFD), hingga penentuan spesifikasi akhir dari konsep alat bantu kerja berdasarkan tujuan penelitian yaitu merancang alat bantu kerja ergonomis yang dapat mengurangi resiko kecelakaan kerja.

4.2.1 Tahap Pengembangan Produk dengan Pendekatan *Ergonomic Function Deployment*

Dalam penggunaan metode *Ergonomic Function deployment* merupakan lanjutan dari *Quality Function Deployment* (QFD) yaitu mengetahui hubungan keterkaitan antara keinginan konsumen dengan aspek ergonomi dari produk

4.2.1.1 Identifikasi Kelemahan Aktivitas Eksisting

Untuk mengetahui kelemahan yang ada pada aktivitas eksisting di stasiun kerja *packaging* dilakukan dengan cara melakukan observasi langsung di lapangan sehingga dapat mengetahui keadaan yang terjadi. Selain itu melakukan proses wawancara dengan operator yang bekerja di lokasi *packaging* tersebut. Dalam melakukan identifikasi kelemahan aktivitas eksisting ini dapat menjadi atribut produk yang digunakan untuk mengetahui masalah yang terjadi sehingga untuk selanjutnya dapat mengurangi resiko yang ditimbulkan dari aktivitas eksisting. Adapun kelemahan yang didapatkan dari sisi ergonomi antara lain :

1. Saat proses pengisian bubuk the ke dalam *paper sack* tidak ada penyangga yang menahan, sehingga *paper sack* tersebut dapat bergerak ke arah yang tidak

sesuai dengan tempat keluaran bubuk teh. Selain itu pada saat pengisian, harus ditunggu karena penutup dan pembuka tempat keluaran bubuk the dilakukan secara manual, apabila dibiarkan tanpa adanya pengontrolan dari operator dapat mengakibatkan bubuk teh tertumpah-tumpah di sekitar area kerja *packaging* seperti pada Gambar IV.5.



Gambar IV. 5 Proses Pengisian Bubuk Teh Kedalam *Paper Sack*

2. Proses pemindahan *paper sack* dari tempat pengisian menuju tempat penimbangan dilakukan menggunakan tenaga manusia secara manual dengan cara mengangkat *paper sack* tersebut yang memiliki berat sebesar 40 hingga 60 kg dengan jarak 1,5 meter.
3. Pada proses penimbangan berat *paper sack* dilakukan secara manual untuk melihat berat yang sesuai dengan kebutuhan, ketika isi dari *paper sack* mengalami kelebihan, maka akan bubuk teh akan dikeluarkan, begitupun sebaliknya, apabila *paper sack* tersebut kekurangan, maka akan ditambahkan bubuk teh ke dalamnya untuk memenuhi kebutuhan yang telah ditentukan.
4. Untuk menghasilkan Produk jadi sebanyak 10 *sack* yang siap dipasarkan membutuhkan waktu selama kurang lebih satu jam karena disebabkan adanya perpindahan lokasi kerja yang dapat membuang waktu.

4.2.1.2 Identifikasi Atribut Produk

Dalam pengembangan komponen produk yang telah ditentukan dapat didefinisikan dengan melihat atribut produk. *Requirements Ergonomics* dapat diturunkan sesuai dengan aspek ergonomic yaitu EASNE (Efektif, Aman, Sehat, Nyaman, dan Efisien). Penentuan atribut produk dapat dilakukan dengan cara melakukan penjabaran dari kelemahan aktivitas eksisting yang telah diidentifikasi sebelumnya.

Atribut produk yang digunakan untuk merancang konsep alat bantu kerja yang ergonomis merupakan hasil representasi dari pernyataan konsumen dan evaluasi regonomis yang telah dilakukan. Berikut merupakan atribut produk yang akan dikembangkan sesuai dengan keinginan konsumen yang dapat dilihat pada Tabel IV.3.

Tabel IV. 3 *Hierarchy of Need*

| No. | Requirements Ergonomics | Atribut Produk |
|-----|---|---|
| 1. | Efektif (Tercapainya sasaran atau target yang telah ditentukan) | Alat bantu kerja menghasilkan produk yang maksimal |
| 2. | Aman (Kondisi dimana seseorang berada dalam kondisi bebas dari risiko bahaya) | Alat bantu kerja aman saat digunakan |
| | | Alat bantu kerja dapat menahan beban <i>Paper Sack</i> |
| | | Alat bantu kerja memiliki penyangga |
| 3. | Sehat (Menghilangkan hal-hal yang bias mengakibatkan gangguan kesehatan atau sakit) | Alat bantu kerja aman bagi postur tubuh pekerja |
| 4. | Nyaman (Suatu kondisi dimana seseorang berada dalam kondisi tanpa kecemasan) | Alat bantu kerja mudah untuk digunakan |
| | | Alat bantu kerja sesuai dengan antropometri pekerja |
| | | Alat bantu kerja memiliki pompa hidrolis |
| 5. | Efisien (Sasaran yang dapat dicapai dengan upaya atau pengorbanan yang rendah) | Alat bantu kerja dapat dapat meminimalisir tenaga kerja |
| | | Alat bantu kerja meminimalisir tenaga yang dibutuhkan |

4.2.1.2.1 Rekapitulasi Data Atribut Kebutuhan Produk

Pernyataan yang telah dijabarkan dari identifikasi aktivitas eksisting didapatkan sesuai dengan atribut produk untuk memenuhi konsep produk yang menerapkan aspek EASNE (Efektif, Aman, Sehat, Nyaman, dan Efisien) berdasarkan hasil dari Tabel *Hierarchy of Need*. Berikut merupakan Rekapitulasi data atribut produk untuk merancang konsep yang ergonomis dapat dilihat pada Tabel IV.4

Tabel IV. 4 Rekapitulasi *Need Statement*

| No. | <i>Need Statement</i> |
|-----|---|
| 1. | Alat bantu kerja menghasilkan produk yang maksimal |
| 2. | Alat bantu kerja aman saat digunakan |
| 3. | Alat bantu kerja dapat menahan beban <i>Paper Sack</i> |
| 4. | Alat bantu kerja memiliki penyangga |
| 5. | Alat bantu kerja aman bagi postur tubuh pekerja |
| 6. | Alat bantu kerja mudah untuk digunakan |
| 7. | Alat bantu kerja sesuai dengan antropometri pekerja |
| 8. | Alat bantu kerja memiliki pompa hidrolik |
| 9. | Alat bantu kerja dapat dapat meminimalisir tenaga kerja |
| 10 | Alat bantu kerja meminimalisir tenaga yang dibutuhkan |

4.2.1.2.2 Matriks Kebutuhan

Penerjemahan suatu atribut produk atau *need statement* dapat berguna untuk menjelaskan hal yang lebih detail dengan pembuatan matriks kebutuhan pada perancangan produk yang akan dibuat sehingga dapat mengetahui apa yang akan diukur dan memiliki nilai spesifik dalam penentuan suatu desain. Berikut merupakan Matriks kebutuhan untuk merancang alat kerja yang akan diusulkan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel IV.5.

Tabel IV. 5 Matriks Kebutuhan

| No. | <i>Need Statement</i> | Matriks Kebutuhan | Satuan |
|-----|--|---|-----------------|
| 1. | Alat bantu kerja menghasilkan produk yang maksimal | Jumlah <i>paper sack</i> yang dihasilkan | <i>sack</i> |
| 2. | Alat bantu kerja aman saat digunakan | Material alat bantu kerja sesuai dengan standar RoHs | List |
| 3. | Alat bantu kerja dapat menahan beban <i>Paper Sack</i> | Berat <i>Paper Sack</i> | kg |
| | | Luas wadah penahan beban <i>paper sack</i> | cm ² |
| | | Material alat bantu kerja memiliki nilai <i>Yield Strength</i> maksimum | Pa |
| 4. | Alat bantu kerja memiliki penyangga | Panjang Penyangga | cm |
| | | Tebal Penyangga | cm |
| | | Tinggi Penyangga | cm |
| 5. | Alat bantu kerja aman bagi postur tubuh pekerja | Nilai yang dihasilkan <i>Rapid Upper Limb Assesment (RULA)</i> | Nilai/Skor |
| 6. | Alat bantu kerja mudah untuk digunakan | Langkah penggunaan alat bantu kerja saat digunakan | Langkah |
| 7. | Alat bantu kerja sesuai dengan antropometri pekerja | Desain alat bantu kerja menyesuaikan ukuran operator | List |
| 8. | Alat bantu kerja dapat dinaik turunkan | Sistem Hidrolik | Binary |
| 9. | Alat bantu kerja dapat meminimalisir tenaga kerja | Frekuensi perpindahan lokasi kerja | Kali |
| 10. | Alat bantu kerja meminimalisir tenaga yang dibutuhkan | Jumlah operator yang dibutuhkan | Orang |

4.2.1.2.3 Spesifikasi Target Matriks Kebutuhan

Penentuan spesifikasi target bertujuan untuk menentukan interpretasi nilai dari matriks kebutuhan yang berasal dari penjabaran sebuah atribut produk. Spesifikasi target pada penelitian ini disesuaikan dengan data antropometri pekerja dan alat kerja yang digunakan saat pengisian bubuk teh kedalam *paper sack*. Dalam penentuan nilai spesifikasi target ini masih menggunakan rentang nilai yang dapat dilihat pada Tabel IV.6.

Tabel IV. 6 Spesifikasi Target

| No. | Matriks Kebutuhan | Satuan | Target Value |
|-----|---|-----------------|--------------|
| 1. | Jumlah <i>paper sack</i> yang dihasilkan | <i>Sack/jam</i> | >10 |
| 2. | Material alat bantu kerja sesuai dengan standar RoHs | List | - |
| 3. | Berat <i>Paper Sack</i> | kg | 40-60 |
| 4. | Luas wadah penahan beban <i>paper sack</i> | cm ² | 1200 - 1300 |
| 5. | Material alat bantu kerja memiliki nilai <i>Yield Strength</i> maksimum | Pa | Maksimum Pa |
| 6. | Panjang Penyangga | cm | 50 – 60 |
| 7. | Lebar Penyangga | cm | 1 – 3 |
| 8. | Tinggi Penyangga | cm | 100 – 110 |
| 9. | Nilai yang dihasilkan <i>Rapid Upper Limb Assesment</i> (RULA) | Nilai/Skor | 1 - 4 |
| 10. | Langkah penggunaan alat bantu kerja saat digunakan | Langkah | < 5 |
| 11. | Desain alat bantu kerja menyesuaikan ukuran operator | List | - |
| 12. | Sistem Hidrolik | Binary | Ya / Tidak |
| 13. | Frekuensi perpindahan lokasi kerja | Kali | < 3 |
| 14. | Jumlah operator yang dibutuhkan | Orang | ≤ 2 |

Penentuan target nilai dari setiap matriks kebutuhan dilakukan dengan cara melihat dan mempertimbangkan keadaan berdasarkan hasil evaluasi ergonomis serta mengamati kondisi alat kerja yang saat ini digunakan. Untuk melakukan penentuan rentang dari nilai target yang dihasilkan dengan cara sebagai berikut.

1. Jumlah *Paper Sack* yang dihasilkan

Target value untuk jumlah *paper sack* yang dihasilkan ketika memproduksi teh yang siap dipasarkan dipilih dengan jumlah maksimal. Hal ini karena berdasarkan hasil sebelumnya bahwa kondisi eksisting menghasilkan kurang lebih 10 *sack* dalam setiap jamnya, dengan rata-rata waktu proses pengerjaan setiap *sack*-nya dalam Tabel IV.7.

Tabel IV. 7 Waktu Proses Pengerjaan satu *Paper Sack*

| Proses | Waktu Proses (sekon) |
|-----------------------------|-----------------------------|
| Pengisian <i>Paper Sack</i> | 189 |
| Distribusi | 13 |
| Penimbangan | 84 |
| Distribusi | 17 |
| Penekanan | 59 |
| Proses Akhir | 37 |

2. Material alat bantu kerja sesuai dengan standar RoHs

Dalam penentuan material untuk alat bantu kerja yang aman adalah berdasarkan dengan standar yang telah ditentukan yaitu standar RoHS dengan material yang memiliki kadar racun yang kurang seperti Pb, Hg, Cd, dll. Agar pekerja aman dari kondisi yang akan terjadi dapat melakukan pemilihan material dengan kadar racun dibawah rata-rata yang ditetapkan oleh RoHS.

3. Berat *Paper Sack*

Berat nilai target *Paper Sack* yang telah ditentukan berdasarkan dengan spesifikasi dari perusahaan untuk produk teh yang siap dipasarkan, sehingga dengan wadah tersebut dapat menahan beban 40-60 kg tiap *paper sack*nya.

4. Luas Wadah Penahan Beban *Paper Sack*

Luas penahan beban *paper sack* dapat ditentukan dengan spesifikasi panjang dan lebar *paper sack* yang telah terisi, ukuran yang ditentukan berdasarkan pengukuran sebelumnya yaitu dengan panjang 57 cm dan lebar 21,5 cm, dengan menghasilkan luas sebesar 1.225,5 cm². sehingga untuk menambah toleransi dapat dipilih rentang 1.200 – 1300 cm².

5. Material alat bantu kerja memiliki nilai *Yield Strength* maksimum

Untuk menahan beban yang berat dapat dipilih material yang memiliki nilai *Yield Strength* maksimal, sehingga mendapatkan alat bantu yang kuat dan dapat menopang beban *paper sack* yang diletakkan diatas wadah tersebut.

6. Panjang Penyangga

Dalam penentuan panjang penyangga dapat dilihat dengan spesifikasi panjang *paper sack* yang telah terisi yaitu sebesar 57 cm. Sehingga ketika *paper sack* telah terisi, dapat ditopang dengan panjang penyangga dengan rentang yang telah ditentukan sebesar 50 – 60 cm.

7. Lebar Penyangga

Penentuan lebar penyangga ditentukan dengan ketebalan material yang digunakan yaitu dengan rentang 1 – 3 cm, karena dengan menggunakan material yang semakin tebal, maka makin kuat untuk menahan beban yang telah ditentukan.

8. Tinggi Penyangga

Dalam penentuan tinggi penyangga dapat dilihat dengan spesifikasi tinggi *paper sack* yang telah terisi yaitu sebesar 110 cm. Sehingga ketika *paper sack* telah terisi, dapat ditopang dengan tinggi penyangga dengan rentang yang telah ditentukan sebesar 100 - 110 cm.

9. Nilai yang dihasilkan *Rapid Upper Limb Assesment* (RULA)

Nilai target yang ditentukan untuk skor RULA dengan rentang nilai 1 sampai 4. Karena dengan nilai tersebut memiliki risiko kerja MSDs yang sangat rendah dengan kategori aman untuk dilaksanakan.

10. Langkah penggunaan alat bantu kerja saat digunakan

Penentuan langkah penggunaan alat bantu kerja kurang dari lima langkah karena saat operator menggunakan alat bantu kerja dengan langkah kerja yang singkat, dengan signifikan waktu yang dibutuhkan juga akan minim untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

11. Desain alat bantu kerja menyesuaikan ukuran operator

Alat bantu kerja yang akan didesain dipilih untuk menyesuaikan ukuran operator agar memberikan dampak ergonomis terhadap pekerja karena dapat diukur dengan antropometri pekerja.

12. Sistem Hidrolik

Dalam penggunaan alat bantu kerja *packaging* yang telah dibuat menggunakan sistem hidrolik untuk memudahkan operator saat menurunkan *paper sack* dari alat kerja dengan cara menginjak pedal yang

sesuai dengan antropometri alas kaki untuk menaik-turunkan sistem hidrolik.

13. Frekuensi perpindahan lokasi kerja

Penentuan frekuensi perpindahan lokasi kerja ditentukan dengan kurang dari tiga kali agar mengurangi tenaga yang dikeluarkan oleh operator untuk menyelesaikan pekerjaannya, dengan data sebelumnya bahwa operator harus memindahkan beberapa kali ke lokasi kerja selanjutnya untuk menyelesaikan pekerjaan *packaging*.

14. Jumlah Operator yang dibutuhkan

Untuk mengoperasikan alat bantu kerja tersebut dibutuhkan dua orang atau kurang karena alat tersebut mudah untuk digunakan.




4.2.1.3 Pembuatan *House Of Ergonomics* (HoE)

Pengembangan sebuah produk memerlukan informasi untuk pembuatan *House of Ergonomic* yang dapat menjadi pertimbangan dalam pemilihan kriteria yang dibutuhkan. Informasi yang terdapat didalam HoE yaitu hubungan antara atribut produk dan matriks kebutuhan serta hubungan antar matriks kebutuhan teknis itu sendiri.

4.2.1.3.1 Hubungan antara Atribut Produk dan Matriks Kebutuhan

Dalam penentuan hubungan antara atribut produk dan matriks kebutuhan yang telah didapatkan dari Tabel IV.6 dilakukan dengan memberikan penilaian berupa simbol dengan nilai yang telah ditentukan untuk mengetahui tingkat keterkaitannya. Adapun simbol yang digunakan dalam HoE tersebut dapat dilihat pada Tabel IV.8.

Tabel IV. 8 Simbol Hubungan antara Atribut Produk dan Matriks Kebutuhan

| Simbol | Hubungan | Nilai | Keterangan |
|---|-------------------|--------------|--|
|  | <i>Strongly</i> | 9 | Memiliki tingkat hubungan yang sangat kuat antara Atribut Produk dan Matriks Kebutuhan |
|  | <i>Moderately</i> | 3 | Memiliki tingkat hubungan yang sedang antara Atribut Produk dan Matriks Kebutuhan |
|  | <i>Weakly</i> | 1 | Memiliki tingkat hubungan yang lemah antara Atribut Produk dan Matriks Kebutuhan |
| <i>Blank</i> | <i>No</i> | 0 | Tidak memiliki hubungan antara Atribut Produk dan Matriks Kebutuhan |

Analisis keterkaitan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh yang diberikan terhadap satu sama lain antara atribut produk dan matriks kebutuhan. Hubungan antara atribut produk dan matriks kebutuhan dapat dilihat pada Gambar IV.6.



| <div style="text-align: center;"> Matriks Kebutuhan Atribut Produk </div> | | Jumlah paper sack yang dihasilkan | Material alat bantu kerja sesuai dengan standar RoHs | Berat paper sack | Luas wadah penahan beban paper sack | Material alat bantu kerja memiliki nilai Yield Strength maksimum | Panjang Penyangga | Tebal Penyangga | Tinggi Penyangga | Nilai yang dihasilkan Rapid Upper Limb Assessment (RULA) | Langkah penggunaan alat bantu kerja saat digunakan | Desain alat bantu kerja menyesuaikan ukuran operator | Sistem Hidrolik | Frekuensi Perpindahan lokasi kerja | Jumlah operator yang dibutuhkan |
|---|---|-----------------------------------|--|------------------|-------------------------------------|--|-------------------|-----------------|------------------|--|--|--|-----------------|------------------------------------|---------------------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1 | Alat bantu kerja menghasilkan produk yang maksimal | ☉ | | | | | | | | | | | △ | △ | |
| 2 | Alat bantu kerja aman saat digunakan | | ☉ | | | ○ | | | | △ | | | | | |
| 3 | Alat bantu kerja dapat menahan beban Paper Sack | | | ☉ | ☉ | ☉ | △ | △ | △ | | | | | | |
| 4 | Alat bantu kerja memiliki penyangga | | | | | | ☉ | ☉ | ☉ | | | | | | |
| 5 | Alat bantu kerja aman bagi postur tubuh pekerja | | | | | | ○ | ○ | ○ | ☉ | | ○ | | | |
| 6 | Alat bantu kerja mudah untuk digunakan | ○ | | | | | | | | | ☉ | | △ | | |
| 7 | Alat bantu kerja sesuai dengan antropometri pekerja | | | | | | | | △ | ○ | | ☉ | | | |
| 8 | Alat bantu kerja dapat dinaik turunkan | | | ○ | | | | | | | | | ☉ | | |
| 9 | Alat bantu kerja dapat dapat meminimalisir tenaga kerja | | | | | | | | | | △ | | | ☉ | |
| 10 | Alat bantu kerja meminimalisir tenaga yang dibutuhkan | | | △ | | | | | | | ○ | | ○ | ○ | ☉ |

Gambar IV. 6 Hubungan antara Atribut Produk dan Matriks Kebutuhan

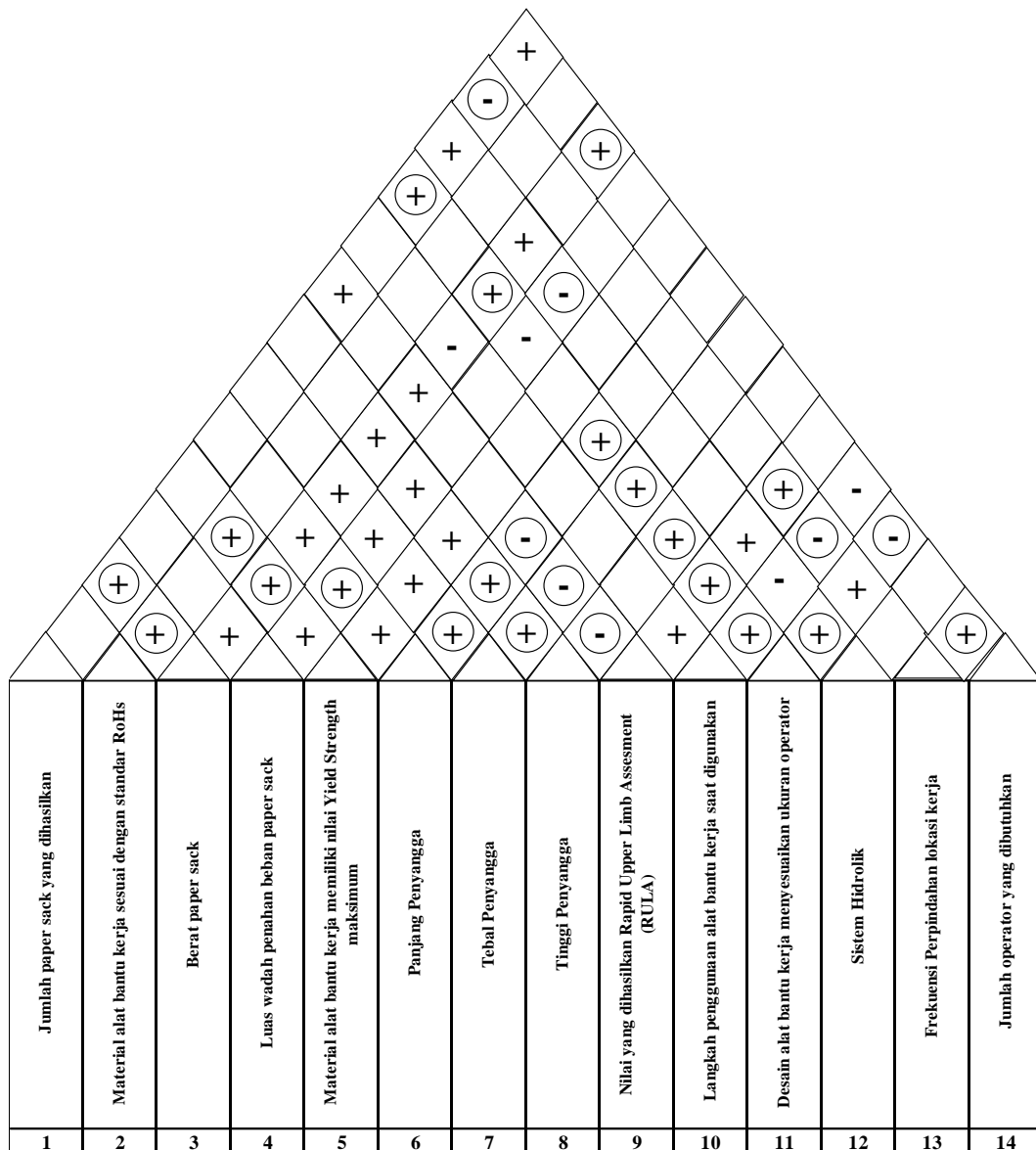
4.2.1.3.2 Hubungan antar Matriks Kebutuhan

Dalam memperoleh hubungan antar matriks kebutuhan dilakukan dengan analisis yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kualitas dari pertukaran sebuah karakteristik antara matriks kebutuhan satu dengan matriks kebutuhan lainnya sehingga dapat diketahui hubungan yang saling menguntungkan atau merugikan. Hubungan antar matriks kebutuhan dapat dilihat pada Tabel IV.9.

Tabel IV. 9 Simbol Hubungan Antar Matriks Kebutuhan

| Simbol | Hubungan | Keterangan |
|---|--------------------------|---|
|  | <i>Strong Positive</i> | Memiliki hubungan yang kuat antar keduanya dengan nilai berbanding lurus |
| + | <i>Moderate Positive</i> | Memiliki hubungan yang sedang antar keduanya dengan nilai berbanding lurus |
| [Blank] | <i>No Impact</i> | Tidak memiliki hubungan antar kedua matriks |
| - | <i>Moderate Negative</i> | Memiliki hubungan yang sedang antar keduanya dengan nilai berbanding terbalik |
|  | <i>Strong Negative</i> | Memiliki hubungan yang kuat antar keduanya dengan nilai berbanding terbalik |

Hasil yang diperoleh jika nilai berbanding lurus antar matriks kebutuhan adalah jika nilai salah satu matriks kebutuhan semakin besar maka nilai matriks kebutuhan yang berhubungan akan semakin besar pula nilai yang dihasilkan. Namun ketika nilai berbanding terbalik antar matriks kebutuhan adalah jika nilai salah satu matriks kebutuhan semakin besar, maka matriks kebutuhan yang berhubungan akan semakin kecil dan dapat merugikan karakteristik antar matriks kebutuhan, dan begitupun sebaliknya. Hubungan antar matriks kebutuhan dapat dilihat pada Gambar IV.7



Gambar IV. 7 Hubungan Antar Matriks Kebutuhan

4.2.1.4 House Of Ergonomics (HoE)

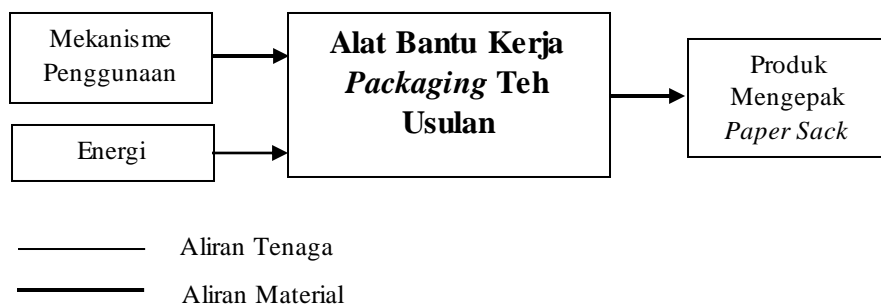
Pada tahap ini dilakukan penilaian dan penentuan prioritas terhadap hubungan antara atribut produk dan matriks kebutuhan yang sebelumnya dilakukan identifikasi hubungan antara atribut produk dengan matriks kebutuhan dan hubungan antar matriks kebutuhan. *House of Ergonomic* dapat dilihat pada Gambar IV.8.

| Matriks Kebutuhan | | Atribut Produk | | | | | | | | | | | | | | Customer satisfaction performance | | | | | | |
|-------------------|---|-----------------------------------|--|------------------|---------------------------------------|--|-------------------|-----------------|------------------|---|--|--|-----------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------|-------------------|-------------|------------|-----------------------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | Importance to customers | Goal | Improvement ratio | Sales point | Raw weight | Normalized raw weight | |
| | | Jumlah paper sack yang dihasilkan | Material alat bantu kerja sesuai dengan standar RoHS | Berat paper sack | Luas wadah penahanan beban paper sack | Material alat bantu kerja memiliki nilai Yield Strength maksimum | Panjang Penyangga | Tebal Penyangga | Tinggi Penyangga | Nilai yang dihasilkan Rapid Upper Limb Assesment (RULA) | Langkah penggunaan alat bantu kerja saat digunakan | Desain alat bantu kerja menyesuaikan ukuran operator | Sistem Hidrolik | Frekuensi Perpindahan lokasi kerja | Jumlah operator yang dibutuhkan | | | | | | | |
| 1 | Alat bantu kerja menghasilkan produk yang maksimal | ☉ | | | | | | | | | | | | △ | | 3,60 | 3,20 | 3,40 | 0,94 | 1,50 | 4,53 | 0,12 |
| 2 | Alat bantu kerja aman saat digunakan | | ☉ | | | ☉ | | | | △ | | | | | | 3,20 | 2,40 | 2,80 | 0,88 | 1,50 | 3,15 | 0,08 |
| 3 | Alat bantu kerja dapat menahan beban Paper Sack | | | ☉ | ☉ | ☉ | △ | △ | △ | | | | | | | 3,20 | 2,00 | 2,60 | 0,81 | 1,20 | 1,95 | 0,05 |
| 4 | Alat bantu kerja memiliki penyangga | | | | | | ☉ | ☉ | ☉ | | | | | | | 3,60 | 3,40 | 3,50 | 0,97 | 1,50 | 4,96 | 0,13 |
| 5 | Alat bantu kerja aman bagi postur tubuh pekerja | | | | | | ☉ | ☉ | ☉ | ☉ | | ☉ | | | | 3,40 | 3,40 | 3,40 | 1,00 | 1,50 | 5,10 | 0,14 |
| 6 | Alat bantu kerja mudah untuk digunakan | ☉ | | | | | | | | | ☉ | | △ | | | 3,00 | 3,40 | 3,20 | 1,07 | 1,20 | 4,35 | 0,12 |
| 7 | Alat bantu kerja sesuai dengan antropometri pekerja | | | | | | | △ | ☉ | | | ☉ | | | | 3,40 | 3,20 | 3,30 | 0,97 | 1,50 | 4,66 | 0,12 |
| 8 | Alat bantu kerja dapat dinaik turunkan | | | ☉ | | | | | | | | | ☉ | | | 2,40 | 2,00 | 2,20 | 0,92 | 1,00 | 1,83 | 0,05 |
| 9 | Alat bantu kerja dapat dapat meminimalisir tenaga kerja | | | | | | | | | | △ | | ☉ | | | 3,60 | 3,60 | 3,60 | 1,00 | 1,50 | 5,40 | 0,14 |
| 10 | Alat bantu kerja meminimalisir tenaga yang dibutuhkan | | | △ | | | | | | | ☉ | | ☉ | ☉ | ☉ | 1,80 | 1,60 | 1,70 | 0,94 | 1,00 | 1,51 | 0,04 |
| Kontribusi | | 100,1568 | 106,9912 | 258,8899 | 172,832 | 208,4958 | 109,2021 | 109,2021 | 117,2399 | 102,0843 | 158,7186 | 94,36828 | 145,3593 | 145,0151 | 223,0295 | | | | | | | |
| Ranking | | 13 | 11 | 1 | 3 | 2 | 6 | 6 | 5 | 5 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | | | | | | | |

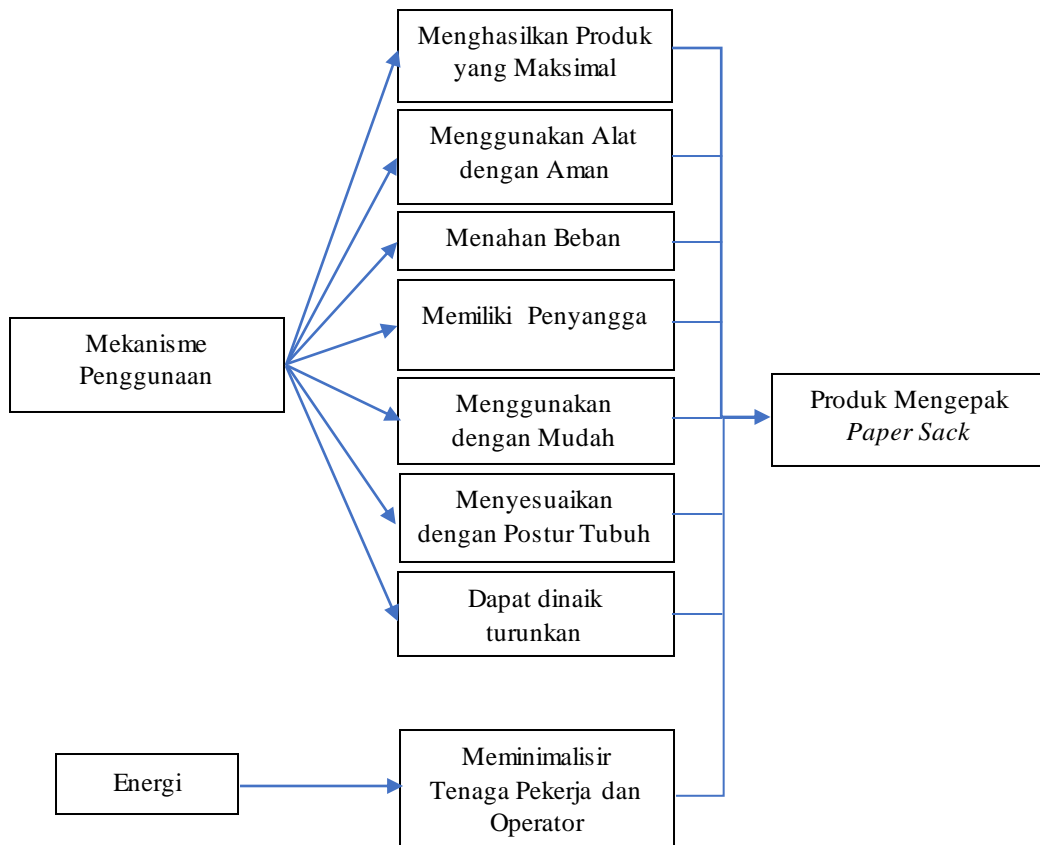
Gambar IV. 8 House of Ergonomic

4.2.1.5 Concept Generation Alat Bantu Kerja *Packaging* Teh Usulan

Pembuatan konsep produk berguna untuk mengetahui gambaran singkat dari sebuah perancangan dengan tujuan untuk memuaskan keinginan konsumen. Tahap pertama yang dilakukan adalah mengklarifikasikan masalah sesuai dengan kebutuhan pelanggan dan spesifikasi dari produk yang telah dirancang kedalam *blackbox* seperti pada Gambar IV.9. Setelah itu dilakukan dekomposisi masalah yang berguna untuk mendetailkan perancangan kedalam subfungsi dari alat tersebut yang dapat dilihat pada Gambar IV.10.



Gambar IV. 9 *Black Box* Diagram



Gambar IV. 10 Dekomposisi Masalah


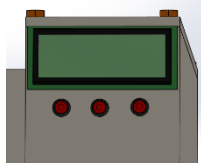


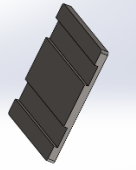
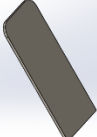
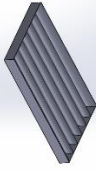
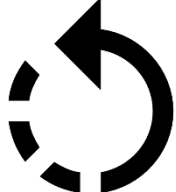

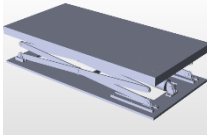
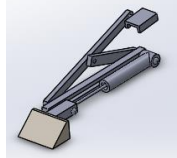

Selanjutnya dilakukan proses interpretasi fungsi yaitu menginterpretasikan fungsi fungsi yang telah ditentukan sebelumnya pada dekomposisi masalah. Kemudian fungsi tersebut dijadikan sebagai acuan dari alternatif konsep yang akan dipilih dalam perancangan konsep tersebut. Pengelompokan interpretasi fungsi dapat dilihat pada Tabel IV.10 sebagai acuan untuk menentukan rancangan kombinasi dari konsep tersebut.

Tabel IV. 10 Interpretasi Fungsi

| No. | Fungsi Dasar | Interpretasi Fungsi |
|-----|---|--|
| 1. | Menghasilkan Produk yang Maksimal | Mekanisme Pengoperasian |
| 2. | Menggunakan Alat dengan Aman | Bentuk handle alat press |
| 3. | Menggunakan dengan Mudah | |
| 4. | Menahan Beban | Bentuk platform penahan |
| 5. | Memiliki Penyangga | |
| 6. | Menyesuaikan dengan Postur Tubuh | Mekanisme Penekanan |
| 7. | Meminimalisir Tenaga Pekerja dan Operator | |
| 8. | Dapat dinaik turunkan | Jenis Alat Bantu Pergerakan naik turun |

Berdasarkan hasil interpretasi fungsi yang telah didefinisikan pada Tabel IV.10, selanjutnya dilakukan pemilihan alternatif konsep menggunakan tabel kombinasi dengan acuan yaitu hasil interpretasi fungsi. Pada tahap ini menghasilkan beberapa pilihan konsep yang akan menjadi konsep usulan terhadap alat bantu kerja *packaging* teh yang akan diusulkan. Tabel kombinasi dari pemilihan konsep dapat dilihat pada Tabel IV.11.

Tabel IV. 11 *Concept Combination Table*

| fungsi \ Ide | Ide 1 | Ide 2 | Ide 3 |
|--|--|--|---|
| Mekanisme Pengoperasian |  <p>Manual</p> |  <p>Otomatis</p> | |
| Bentuk Handle |  |  | |
| Bentuk Platform penahan |  |  |  |
| Mekanisme Penekanan |  <p>Diputar</p> |  <p>Didorong</p> | |
| Jenis Alat Bantu Pergerakan naik turun |  |  |  |

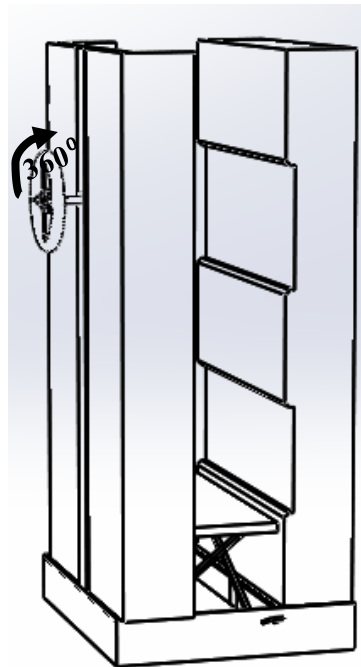
Selanjutnya adalah penentuan rancangan kombinasi dari setiap fungsi yang telah ditentukan dengan cara menghubungkan setiap fungsi menggunakan garis penghubung sehingga dapat menghasilkan beberapa konsep rancangan yang akan menjadi acuan untuk menentukan rancangan akhir dari alat bantu kerja *packaging* teh usulan.

a. Konsep 1

Tabel IV. 12 Konsep 1 Rancangan Alat Bantu Kerja *Packaging* Teh Usulan

| Mekanisme Pengoperasian | Bentuk Handle | Bentuk Platform penahan | Mekanisme Penekanan | Jenis Alat Bantu Pergerakan naik turun |
|---------------------------|---------------|---|---------------------|---|
| Pekerjaan secara manual | Stir | Membentuk lekukan horizontal | Diputar | Menaik turunkan dengan menekan tuas |
| Pekerjaan secara otomatis | Bentuk Tabung | Membentuk sesuai dengan <i>paper sack</i> | Didorong | Menaik turunkan dengan cara menginjak pedal |
| | | Membentuk lekukan vertikal | | Menaik turunkan dengan cara memutar tuas |

Konsep 1 menghasilkan kombinasi fungsi dengan mekanisme pengoperasian dilakukan secara manual dengan bentuk *handle* seperti stir dan *platform* membentuk lekukan horizontal, saat dilakukan proses penekanan dengan memutar *handle* tersebut sehingga dapat tertekan. Untuk menaik turunkan *platform* menggunakan tuas hidrolik yang ditekan.



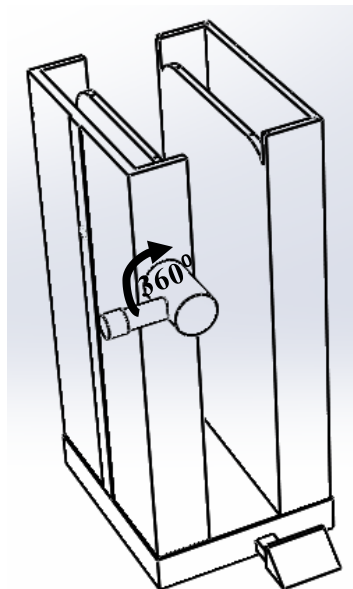
Gambar IV. 11 Rancangan Konsep 1

b. Konsep 2

Tabel IV. 13 Konsep 2 Rancangan Alat Bantu Kerja *Packaging* Teh Usulan

| Mekanisme Pengoperasian | Bentuk Handle | Bentuk Platform penahan | Mekanisme Penekanan | Jenis Alat Bantu Pergerakan naik turun |
|---------------------------|---------------|---|---------------------|---|
| Pekerjaan secara manual | Stir | Membentuk lekukan horizontal | Diputar | Menaik turunkan dengan menekan tuas |
| Pekerjaan secara otomatis | Bentuk Tabung | Membentuk sesuai dengan <i>paper sack</i> | Didorong | Menaik turunkan dengan cara menginjak pedal |
| | | Membentuk lekukan vertikal | | Menaik turunkan dengan cara memutar tuas |

Konsep 2 menghasilkan kombinasi fungsi dengan mekanisme pengoperasian dilakukan secara manual dengan bentuk *handle* seperti tabung dan *platform* membentuk sesuai dengan *paper sack*, saat dilakukan proses penekanan dengan memutar *handle* tersebut sehingga dapat tertekan. Untuk menaik turunkan *platform* menggunakan hidrolik dengan menginjak pedal.



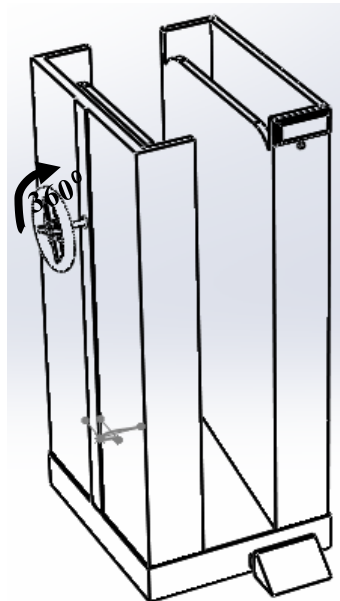
Gambar IV. 12 Rancangan Konsep 2

c. Konsep 3

Tabel IV. 14 Konsep 3 Rancangan Alat Bantu Kerja *Packaging* Teh Usulan

| Mekanisme Pengoperasian | Bentuk Handle | Bentuk Platform penahan | Mekanisme Penekanan | Jenis Alat Bantu Pergerakan naik turun |
|---------------------------|---------------|---|---------------------|---|
| Pekerjaan secara manual | Stir | Membentuk lekukan horizontal | Diputar | Menaik turunkan dengan menekan tuas |
| Pekerjaan secara otomatis | Bentuk Tabung | Membentuk sesuai dengan <i>paper sack</i> | Didorong | Menaik turunkan dengan cara menginjak pedal |
| | | Membentuk lekukan vertikal | | Menaik turunkan dengan cara memutar tuas |

Konsep 3 menghasilkan kombinasi fungsi dengan mekanisme pengoperasian dilakukan secara otomatis dengan bentuk *handle* seperti stir dan *platform* membentuk sesuai dengan *paper sack*, saat dilakukan proses penekanan dengan memutar *handle* tersebut sehingga dapat tertekan. Untuk menaik turunkan *platform* menggunakan hidrolik dengan menginjak pedal.



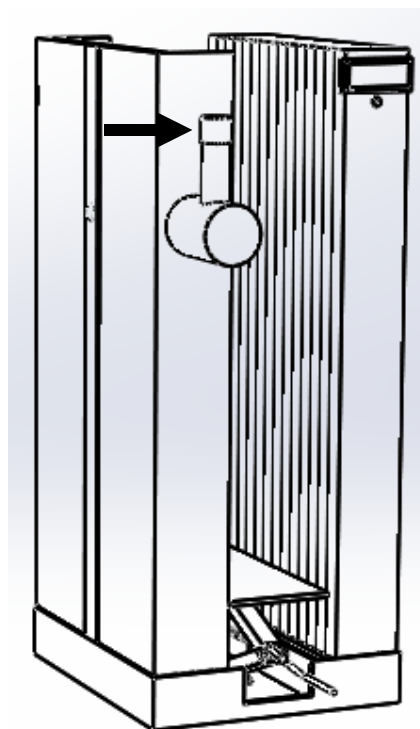
Gambar IV. 13 Rancangan Konsep 3

d. Konsep 4

Tabel IV. 15 Konsep 4 Rancangan Alat Bantu Kerja *Packaging* Teh Usulan

| Mekanisme Pengoperasian | Bentuk Handle | Bentuk Platform penahan | Mekanisme Penekanan | Jenis Alat Bantu Pergerakan naik turun |
|---------------------------|---------------|---|---------------------|---|
| Pekerjaan secara manual | Stir | Membentuk lekukan horizontal | Diputar | Menaik turunkan dengan menekan tuas |
| Pekerjaan secara otomatis | Bentuk Tabung | Membentuk sesuai dengan <i>paper sack</i> | Didorong | Menaik turunkan dengan cara menginjak pedal |
| | | Membentuk lekukan vertikal | | Menaik turunkan dengan cara memutar tuas |

Konsep 4 menghasilkan kombinasi fungsi dengan mekanisme pengoperasian dilakukan secara otomatis dengan bentuk *handle* seperti tabung dan *platform* membentuk lekukan vertikal, saat dilakukan proses penekanan dengan mendorong *handle* tersebut sehingga dapat tertekan. Untuk menaik turunkan *platform* dengan memutar tuas.



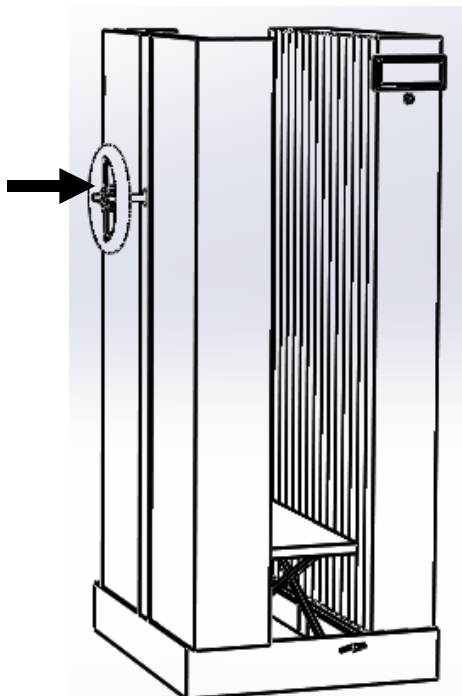
Gambar IV. 14 Rancangan Konsep 4

e. Konsep 5

Tabel IV. 16 Konsep 5 Rancangan Alat Bantu Kerja *Packaging* Teh Usulan

| Mekanisme Pengoperasian | Bentuk Handle | Bentuk Platform penahan | Mekanisme Penekanan | Jenis Alat Bantu Pergerakan naik turun |
|---------------------------|---------------|---|---------------------|---|
| Pekerjaan secara manual | Stir | Membentuk lekukan horizontal | Diputar | Menaik turunkan dengan menekan tuas |
| Pekerjaan secara otomatis | Bentuk Tabung | Membentuk sesuai dengan <i>paper sack</i> | Didorong | Menaik turunkan dengan cara menginjak pedal |
| | | Membentuk lekukan vertikal | | Menaik turunkan dengan cara memutar tuas |

Konsep 5 menghasilkan kombinasi fungsi dengan mekanisme pengoperasian dilakukan secara otomatis dengan bentuk *handle* seperti stir dan *platform* membentuk lekukan vertikal, saat dilakukan proses penekanan dengan mendorong *handle* tersebut sehingga dapat tertekan. Untuk menaik turunkan *platform* menggunakan tuas hidrolik yang ditekan.



Gambar IV. 15 Rancangan Konsep 5

4.2.1.6 Concept Screening Alat Bantu Kerja Packaging Teh Usulan

Pada tahap ini dilakukan proses penyempitan konsep alternatif dengan menggunakan beberapa atribut kebutuhan yang telah diubah kedalam kriteria seleksi agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen pada perancangan alat bantu kerja *packaging* teh usulan. Beberapa seleksi kriteria yang menjadi acuan dari kebutuhan pelanggan antara lain adalah:

1. **Ergonomi**, Merupakan kriteria seleksi yang berfokus pada ergonomi dan kesesuaian dengan aktivitas operator
2. **Easy to use**, Merupakan kriteria seleksi berdasarkan kebutuhan pelanggan yaitu kemudahan saat penggunaan alat yang dirancang
3. **Safety**, Merupakan kriteria seleksi yang berfokus pada keamanan saat menggunakan alat yang dirancang.

Tabel IV. 17 Keterangan Kode Pada Tabel *Screening*

| | |
|-------------------------------|---|
| <i>Better Than References</i> | + |
| <i>Same With References</i> | 0 |
| <i>Worse Than References</i> | - |

Tabel IV. 18 *Screening Concept*

| Kriteria Seleksi | Konsep | | | | | Ref. |
|--------------------|-----------|----|----|-------|-----------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Ergonomi | - | - | + | + | + | 0 |
| <i>Easy to use</i> | + | + | + | - | - | 0 |
| <i>Safety</i> | 0 | + | + | - | 0 | 0 |
| Jumlah + | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 |
| Jumlah 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Jumlah - | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| Nilai Akhir | 0 | 1 | 3 | -1 | 0 | 0 |
| Peringkat | 3 | 2 | 1 | 5 | 3 | 0 |
| Lanjutkan? | Kombinasi | Ya | Ya | Tidak | Kombinasi | 0 |

4.2.1.7 Concept Scoring Alat Bantu Kerja Packaging Teh Usulan

Pada tahap ini dilakukan proses penilaian terhadap beberapa alternatif yang telah didapatkan dari konsep *screening*, sehingga dapat mengetahui rancangan yang akan

terpilih untuk selanjutnya menjadi konsep akhir dari perancangan tersebut. Ada beberapa nilai yang menjadi kode untuk membandingkan antar alternatif lain dapat dilihat pada Tabel IV.19

Tabel IV. 19 Keterangan Penilaian Pada *Concept Scoring*

| <i>Relative Performances</i> | <i>Rating</i> |
|------------------------------------|---------------|
| <i>Much worse than references</i> | 1 |
| <i>Worse than references</i> | 2 |
| <i>Same as references</i> | 3 |
| <i>Better than references</i> | 4 |
| <i>Much better than references</i> | 5 |

Tabel IV. 20 *Concept Scoring*

| | | Konsep | | | | | |
|-------------------------|--------------------|----------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| | | 1&5 | | 2 | | 3 | |
| Kriteria Seleksi | Nilai Bobot | Rating | Weighted Score | Rating | Weighted Score | Rating | Weighted Score |
| Ergonomi | 30% | 4 | 1,2 | 3 | 0,9 | 4 | 1,2 |
| <i>Easy to use</i> | 51% | 4 | 2,04 | 3 | 1,53 | 5 | 2,55 |
| <i>Safety</i> | 19% | 3 | 0,57 | 3 | 0,57 | 3 | 0,57 |
| <i>Total Score</i> | | 3,81 | | 3 | | 4,32 | |
| <i>Rank</i> | | 2 | | 3 | | 1 | |
| <i>Continue?</i> | | No | | No | | Yes | |

Berdasarkan dari hasil yang diperoleh terhadap penilaian konsep dengan beberapa alternatif seperti pada Tabel IV.20 menyatakan bahwa konsep yang akan dilanjutkan ketahap evaluasi adalah konsep tiga.

4.2.1.8 Spesifikasi Akhir

Dalam pembuatan produk harus menentukan spesifikasi akhir alat bantu yang ergonomis berupa ukuran produk dan spesifikasi material yang akan digunakan dalam penerapan konsep usulan produk.

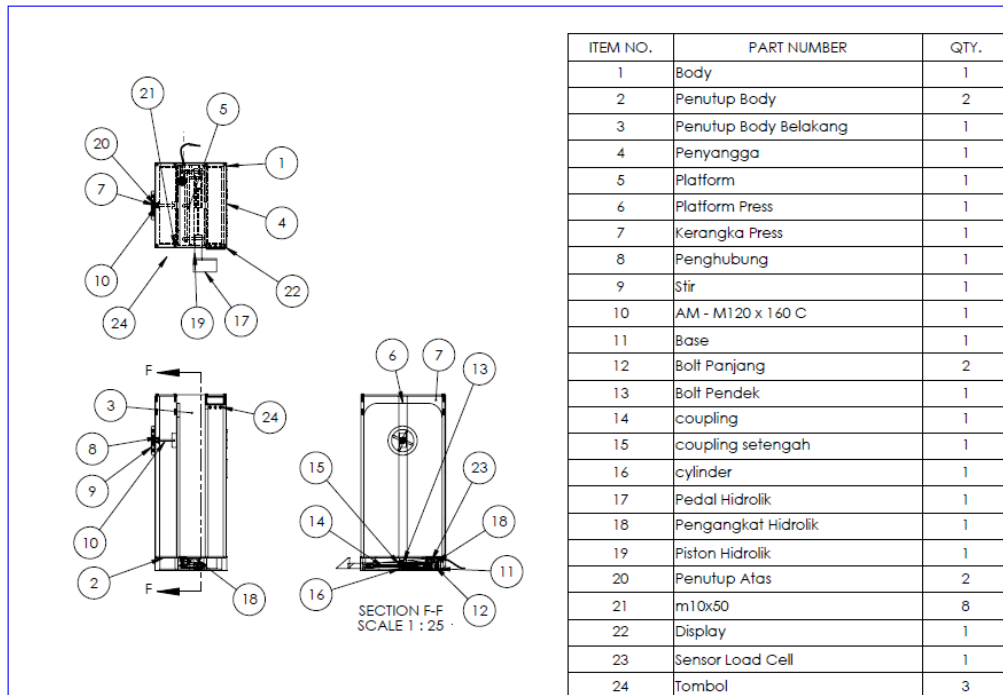
4.2.1.8.1 Spesifikasi Ukuran Akhir Alat Bantu Kerja Usulan

Pada tahap ini ukuran yang dihasilkan berdasarkan perbaikan yang telah dilakukan sesuai dengan kebutuhan operator sehingga dapat memudahkan dalam bekerja dengan kondisi yang ergonomis. Berikut merupakan spesifikasi akhir alat bantu kerja usulan yang dapat dilihat pada Tabel IV.10

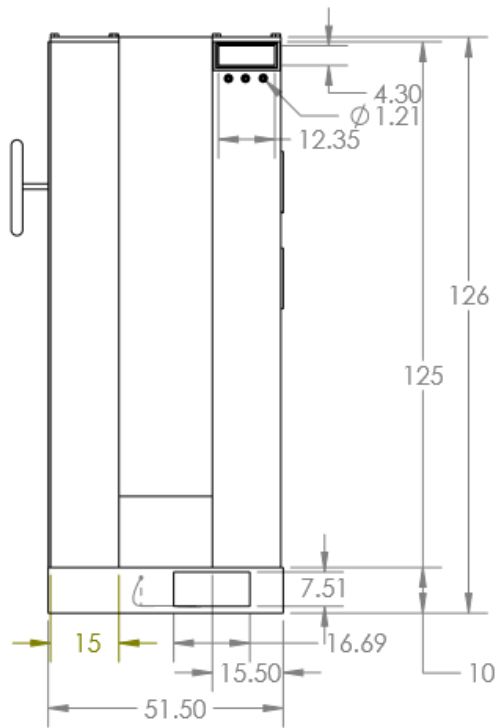
Tabel IV. 21 Spesifikasi Akhir Alat Bantu Kerja Usulan

| No. | Matriks Kebutuhan | Part Spesifikasi | Target Nilai | Satuan |
|-----|---|---|--------------|------------|
| 1. | Jumlah <i>paper sack</i> yang dihasilkan | Jumlah <i>paper sack</i> yang dihasilkan | >10 | Sack/jam |
| 2. | Material alat bantu kerja sesuai dengan standar RoHs | Material alat bantu kerja sesuai dengan standar RoHs | - | List |
| 3. | Berat <i>Paper Sack</i> | OP | 40 | kg |
| | | BOP | 50 | kg |
| | | DUST | 60 | kg |
| 4. | Luas wadah penahan beban <i>paper sack</i> | Panjang Wadah | 60 | cm |
| | | Lebar Wadah | 20.5 | cm |
| 5. | Material alat bantu kerja memiliki nilai <i>Yield Strength</i> maksimum | Material alat bantu kerja memiliki nilai <i>Yield Strength</i> maksimum | - | List |
| 6. | Panjang Penyangga | Panjang Penyangga | 60 | cm |
| 7. | Lebar Penyangga | Lebar Penyangga | 15 | cm |
| 8. | Tinggi Penyangga | Tinggi Penyangga | 115 | cm |
| 9. | Nilai yang dihasilkan <i>Rapid Upper Limb Assesment (RULA)</i> | Nilai yang dihasilkan <i>Rapid Upper Limb Assesment (RULA)</i> | 4 | Nilai/Skor |
| 10. | Langkah penggunaan alat bantu kerja saat digunakan | Langkah penggunaan alat bantu kerja saat digunakan | 4 | Langkah |
| 11. | Desain alat bantu kerja menyesuaikan ukuran operator | Desain alat bantu kerja menyesuaikan ukuran operator | - | List |
| 12. | Sistem Hidrolik | Sistem Hidrolik | ya | Binary |
| 13. | Frekuensi perpindahan lokasi kerja | Frekuensi perpindahan lokasi kerja | 1 | Kali |
| 14. | Jumlah operator yang dibutuhkan | Jumlah operator yang dibutuhkan | 1 | Orang |

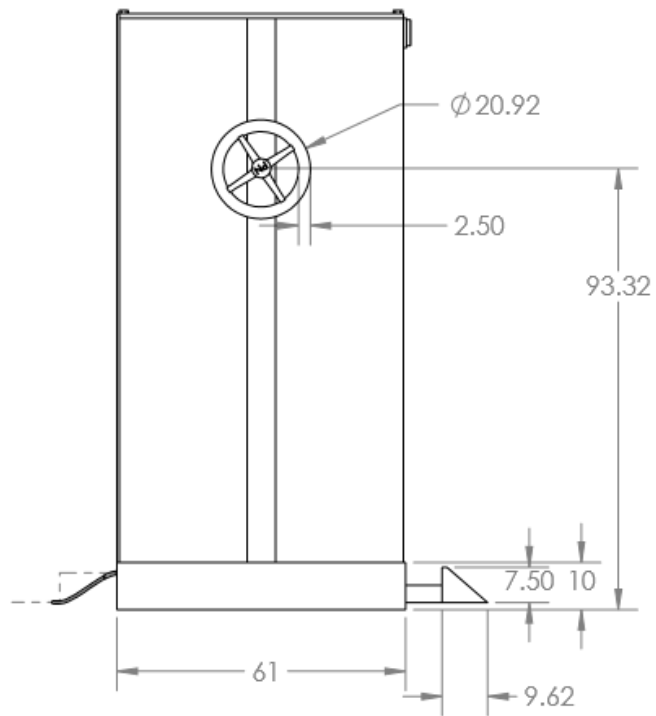
Setelah mendapatkan spesifikasi akhir dari alat bantu kerja *packaging* teh yang telah ditentukan seperti Tabel IV.10 dan Tabel IV.11, selanjutnya dilakukan perancangan konsep alat bantu kerja usulan *packaging* teh yang ergonomis seperti yang terlihat pada (Gambar IV.9 sampai Gambar IV.11) dengan skala gambar 1:25 beserta *bill of material*.



Gambar IV. 16 Konsep Alat Bantu Kerja *Packaging* Teh Ergonomis



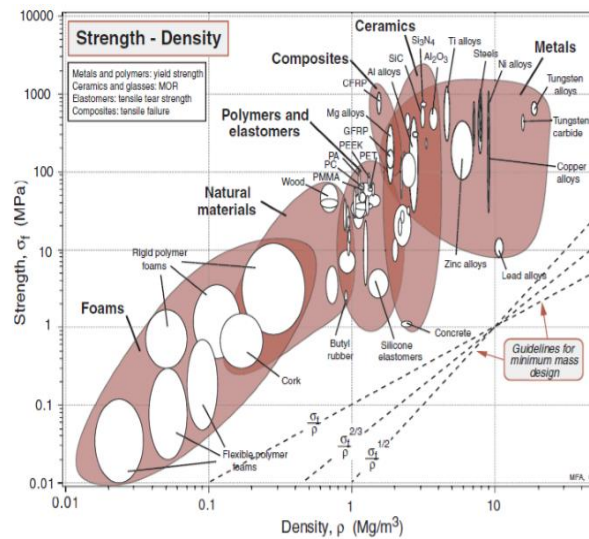
Gambar IV. 17 Dimensi Alat Bantu Kerja *Packaging* Teh Ergonomis Tampak Depan



Gambar IV. 18 Dimensi Alat Bantu Kerja *Packaging* Teh Ergonomis Tampak Samping

4.2.1.8.2 Spesifikasi Material Alat Bantu Kerja Usulan

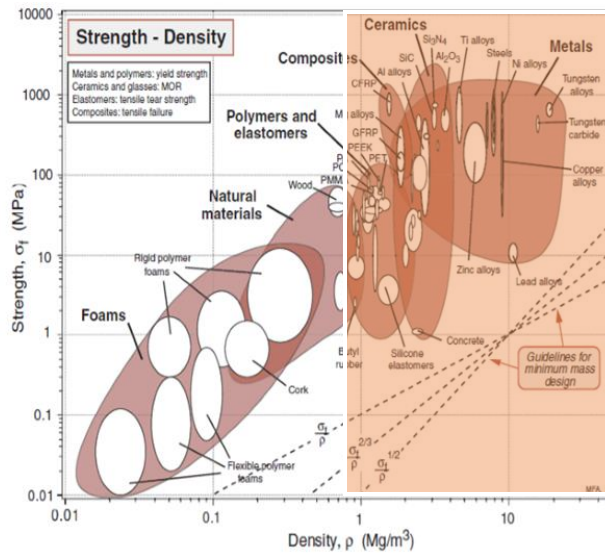
Dalam perancangan usulan alat bantu kerja *packaging* terdapat *need statement* yang berhubungan dengan matriks kebutuhan mengenai material yang digunakan saat membuat alat tersebut. Untuk mengetahui pemilihan material dalam perancangan sebuah produk menggunakan pendekatan *material property charts* yang dapat dilihat pada Gambar IV.12.



Gambar IV. 19 Diagram Ashby (*Strength - Density*)

(Sumber: Ashby, 2005)

Untuk pemilihan material yang cocok terhadap alat bantu kerja memiliki beberapa parameter yang harus dipenuhi yaitu produk harus kuat (*Maximal Strength*) agar alat bantu kerja dapat menahan beban *paper sack* yang akan ditopang oleh alat tersebut dengan berat 60 kg dan alat bantu kerja tahan lama dengan kepadatan material yang besar (*Maximal Density*) sehingga dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama. Pemilihan material dapat dilihat pada Gambar IV.13.



Gambar IV. 20 Pemilihan Material Alat Bantu Kerja Usulan

(Sumber: Ashby, 2005)

Berdasarkan Gambar IV.13 didapatkan material *Nickel Alloy* dan *Tungston Alloy* yang memenuhi parameter kuat dan tingkat kerapatan material yang besar. Langkah selanjutnya yaitu mencari informasi tambahan mengenai material yang terpilih berupa ketersediaan di pasar dan harga (Sumber: www.Alibaba.com), lalu membandingkan antara kedua material yang akan digunakan untuk alat bantu kerja usulan *packaging* teh. Informasi tambahan mengenai material terpilih dapat dilihat pada Tabel IV.12.

Tabel IV. 22 Informasi Tambahan Material yang Terpilih

| Kategori | Material 1 | Material 2 |
|-----------------------|---|--|
| | <i>Nickel Alloy</i> | <i>Tungston Alloy</i> |
| Harga (US \$) | 20 – 50 / kg | 100 / kg |
| Sifat Material | Resistensi tinggi, titik leleh 1435-1445 °C | Memiliki sifat kekerasan tinggi, arc tinggi ketahanan korosi, dan tinggi resistensi pengelasan fusi. |
| Ketersediaan di Pasar | Cukup sulit untuk didapatkan, pemesanan luar negeri | Cukup sulit untuk didapatkan, pemesanan luar negeri |

Berdasarkan tabel diatas yang berisi mengenai informasi tambahan terhadap material yang menjadi pilihan untuk merancang alat bantu kerja *packaging* teh usulan didapatkan bahwa material yang terpilih adalah *Nickel Alloy* untuk membuat alat yang ergonomis. Pemilihan dilakukan berdasarkan harga material yang lebih

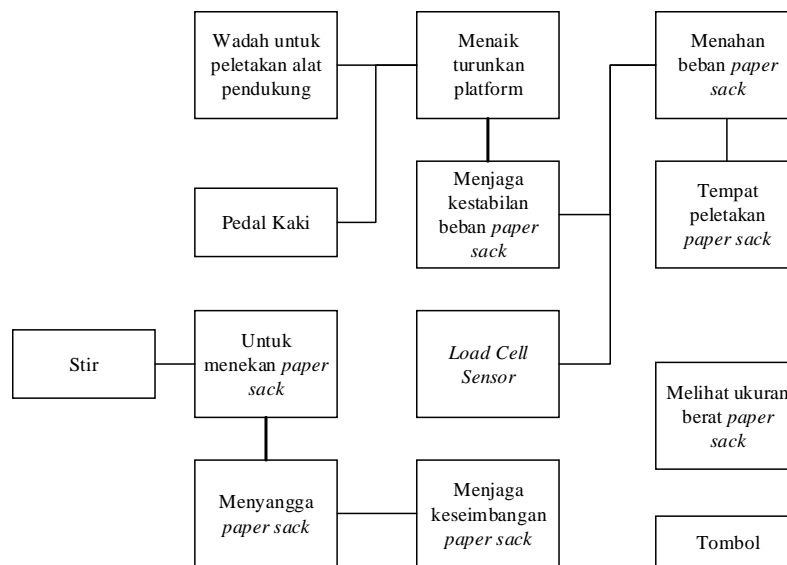
murah dibandingkan dengan *Tungston Alloy* yaitu sebesar US\$ 20 – 50 / kg. Material *Nickel Alloy* juga memiliki sifat resistansi yang tinggi dan titik leleh material 1435-1445 °C. Namun kedua material tersebut cukup sulit ditemukan di Pasar Indonesia sehingga memerlukan *import* dari luar negeri untuk mendapatkan material ini.

4.2.1.9 Product Architecture

Pada tahap ini dilakukan untuk mengetahui elemen fisik dan elemen fungsional dari suatu produk yang akan dirancang sehingga dapat mengetahui komponen apa saja yang terdapat dalam produk dan fungsi dasar dari komponen itu sendiri.

4.2.1.9.1 Membuat Skema Produk

Langkah pertama yang harus dilakukan dalam penentuan *product architecture* yaitu pembuatan skema produk yang dapat dilihat pada Gambar IV.14.



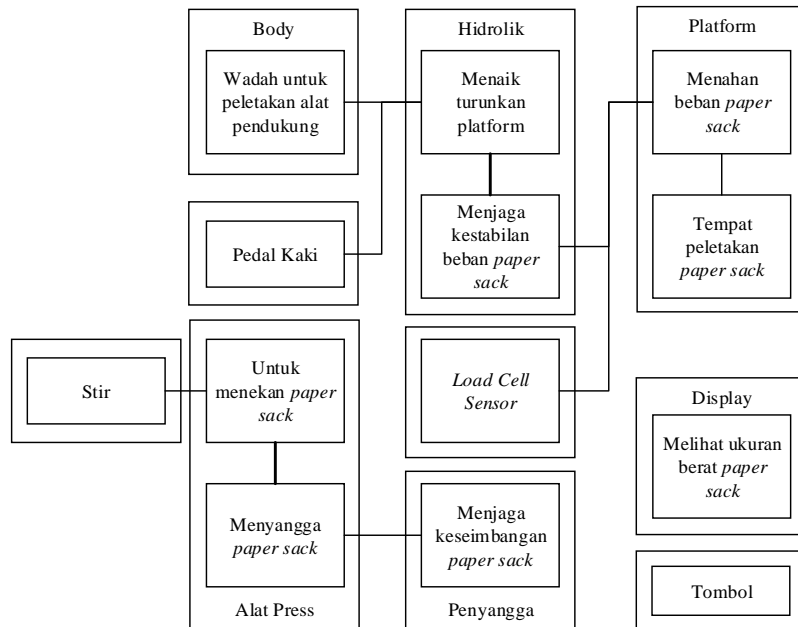
Keterangan :

- Aliran Tenaga / Energi
- Aliran Material

Gambar IV. 21 Skema Produk

4.2.1.9.2 Pengelompokan Elemen – Elemen Pada Skema

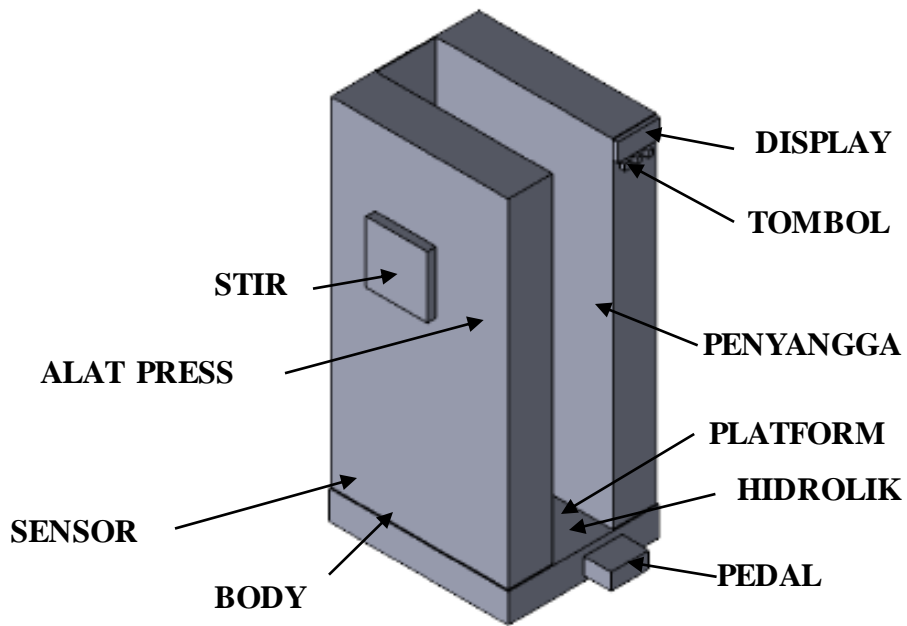
Dalam pengelompokan elemen-elemen pada skema untuk mengetahui *chunk* yang terdapat pada alat bantu kerja *packaging* teh yang telah dirancang. Pengelompokan skema menjadi sebuah *chunk* dapat dilihat pada Gambar IV.15.



Gambar IV. 22 Pengelompokan Skema Produk

4.2.1.9.3 Membuat *Rough Geometric*

Membuat *rough geometric* merupakan pembuatan gambaran susunan geometris kasar dari suatu produk yang dirancang sehingga lebih mudah untuk mengetahui hubungan yang terjadi antar *chunk*. Dapat dilihat pada Gambar IV.16



Gambar IV. 23 *Rough Geometric* Alat Bantu Kerja *Packaging* Teh Ergonomis

Langkah yang terakhir yaitu mengidentifikasi interaksi fundamental pada Tabel IV.13 dan interaksi insidental antar *chunk* pada Tabel IV.14 untuk mengetahui kekurangan yang ada saat *chunk* produk melakukan interaksi.

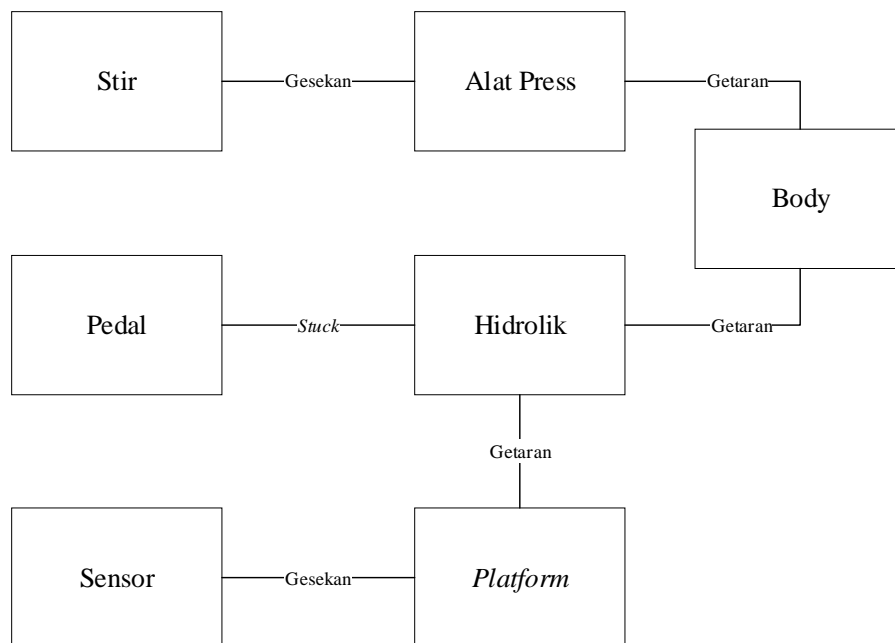
Tabel IV. 23 Interaksi Fundamental antar *chunk* alat bantu kerja ergonomis

| No. | Interaksi Fundamental |
|-----|---|
| 1. | Stir dan Alat Press untuk menjalankan platform alat press ke penekanan paper sack |
| 2. | Hidrolik dan Platform untuk menurunkan paper sack dari tempat packaging |
| 3. | Pedal dan Hidrolik untuk mengatur ketinggian pengangkatan paper sack |
| 4. | Platform dan Sensor untuk mengetahui berat paper sack yang diisi |
| 5. | Sensor dan Display untuk menampilkan nilai berat paper sack |
| 6. | Alat Press dan Penyangga untuk menekan paper sack yang diisi |
| 7. | Body dan Platform untuk menahan beban paper sack yang terisi |

Tabel IV. 24 Interaksi Insidental antar *chunk* alat bantu kerja ergonomis

| No. | Interaksi Insidental |
|-----|--|
| 1. | Gesekan yang ditimbulkan saat mekanisme mendorong alat <i>press</i> menggunakan <i>stir</i> |
| 2. | <i>Stuck</i> yang terjadi saat mengatur ketinggian pengangkatan <i>paper sack</i> antara pedal dan hidrolik |
| 3. | Getaran yang ditimbulkan antara <i>platform</i> dan hidrolik pada saat mengangkat beban <i>paper sack</i> |
| 4. | Gesekan yang ditimbulkan untuk menjalankan fungsi sensor dan <i>platform</i> |
| 5. | Getaran yang ditimbulkan pada saat melakukan proses <i>packaging</i> antara alat <i>press</i> , hidrolik, dan Body |

Setelah mengetahui interaksi insidental antar *chunk* pada alat bantu kerja *packaging* teh ergonomis di Tabel IV.14 dilanjutkan dengan membuat diagram yang menggambarkan interaksi insidental alat bantu kerja tersebut. Berikut diagram interaksi insidental dapat dilihat pada Gambar IV.17.



Gambar IV. 24 Diagram Interaksi Insidental antar *chunk* alat bantu kerja *packaging* ergonomis

BAB V ANALISIS

Pada bab ini akan dilakukan analisis hasil terhadap data yang telah dikelola pada bab sebelumnya. Analisis yang dilakukan adalah analisis pengolahan data kondisi alat *packaging* teh di lokasi tersebut tanpa adanya alat bantu yang digunakan untuk meringankan pekerjaan operator saat melakukan kegiatan *packaging* teh. Untuk mengetahui konsep yang menggunakan alat bantu ini lebih baik, dilakukan analisis terhadap data yang telah dikerjakan berdasarkan alat yang diusulkan.

5.1 Analisis Evaluasi Antropometri

Pada analisis evaluasi antropometri untuk pengembangan produk usulan yang ergonomis diharuskan untuk mengetahui dimensi – dimensi pada bagian produk yang berhubungan langsung dengan pekerja. Dimensi yang dibentuk dari produk usulan tersebut didapatkan dari data antropometri orang Indonesia sehingga dapat menghasilkan produk yang ergonomis sesuai dengan kebutuhan pengguna produk tersebut. Berikut merupakan dimensi dari produk usulan yang telah dirancang dapat dilihat pada Tabel V.1

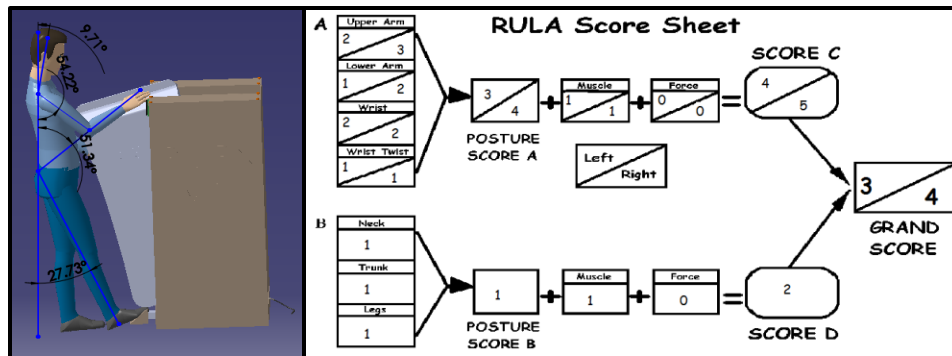
Tabel V. 1 Analisis Evaluasi Antropometri

| No. | Nama Dimensi | Ukuran Dimensi (cm) | Keterangan |
|-----|----------------------------------|---------------------|---|
| 1 | Tinggi Alat Bantu | 126 | Tinggi alat bantu didapatkan dari pendekatan dimensi antropometri tinggi bahu dengan persentil 5 th , pemilihan dimensi antropometri tinggi bahu agar sejajar dengan tinggi <i>paper sack</i> . Persentil 5 th dipilih agar pekerja yang kecil dapat menyesuaikan dengan ketinggiannya. |
| 2 | Tinggi Pusat Stir dari Permukaan | 93.32 | Tinggi pusat stir dari permukaan didapatkan dari pendekatan dimensi antropometri tinggi pinggul dengan persentil 50 th . |

Tabel V. 2 Analisis Evaluasi Antropometri (Lanjutan)

| No. | Nama Dimensi | Ukuran Dimensi (cm) | Keterangan |
|-----|----------------------|---------------------|--|
| | | | Persentil tersebut digunakan agar nyaman dioperasikan oleh pengguna alat bantu tersebut dengan ketinggian rata-rata. |
| 3 | Tinggi Display | 125 | Tinggi <i>display</i> didapatkan dari pendekatan dimensi antropometri tinggi mata dengan persentil 5 th , pemilihan dimensi antropometri tinggi mata dengan persentil 5 th agar pekerja yang kecil dapat menyesuaikan dengan ketinggiannya untuk melihat tampilan <i>display</i> . |
| 4 | Lebar Pedal Hidrolik | 16.69 | Lebar pedal hidrolik didapatkan dari pendekatan dimensi antropometri lebar kaki dengan persentil 95 th , pemilihan dimensi antropometri lebar kaki dengan persentil 95 th agar semua operator dapat dengan nyaman menginjak pedal yang ukuran yang maksimal. |

5.2 Analisis RULA Menggunakan Alat Bantu Kerja *Packaging* Teh Usulan
 Pada Analisis *Rapid Upper Limit Analysis* (RULA) dilakukan untuk mengetahui postur kerja operator saat menggunakan alat bantu kerja usulan. Analisis dilakukan pada rancangan produk usulan ini untuk membandingkan aktivitas operator saat menggunakan alat kerja yang telah ada pada perusahaan tersebut. Postur tubuh pekerja dengan perhitungan RULA dapat dilihat pada Gambar V.1



Gambar V. 1 Postur RULA Pekerja Pada Alat Bantu Kerja Usulan



Adapun rekapitulasi hasil dari perhitungan RULA terhadap postur pekerja saat menggunakan alat bantu kerja usulan yang ergonomis berdasarkan Gambar V.1 dapat dilihat pada Tabel V.3 dibawah ini.

Tabel V. 3 Perhitungan RULA Aktivitas Pengoperasian *Paper Sack* Menggunakan Alat Bantu Kerja Usulan

| Postur Tubuh Aktivitas Pengoperasian <i>Paper Sack</i> Menggunakan Alat Bantu Kerja Usulan Ergonomis | | | | | | | | | | |
|--|----|--------------|----|--------------------|----|-----------|-------|------|------------|----|
| Posture A | | | | | | Posture B | | | Skor Akhir | |
| Lengan Atas | | Lengan Bawah | | Pergelangan tangan | | Leher | Badan | Kaki | | |
| Ka | Ki | Ka | Ki | Ka | Ki | | | | Ka | Ki |
| 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 |

Berdasarkan dari perhitungan RULA Tabel V.3 dengan menggunakan alat bantu kerja *packaging* usulan yang ergonomis dilakukan perbandingan terhadap nilai RULA dengan alat kerja *packaging* yang sudah ada di perusahaan tersebut. Adapun hasil analisis perbandingan nilai RULA dapat dilihat pada Tabel V.4.

Tabel V. 4 Analisis Perbandingan RULA Alat Kerja *Existing* dan Alat Bantu Kerja Usulan

| | Alat Kerja <i>Existing</i> | Alat Bantu Kerja Ergonomis |
|----------------------|---|---|
| Postur Tubuh Pekerja |  |  |
| Skor | 7 | 4 |
| Analisis | Aktivitas berisiko untuk dilakukan, sehingga diperlukan investigasi dan dilakukan perubahan secara langsung | Aktivitas mungkin berisiko untuk dilakukan, sehingga perlu diinvestigasi lebih lanjut dan perubahan mungkin dapat dilakukan |

Berdasarkan Tabel V.4 merupakan perbandingan antara alat kerja eksisting dan alat bantu kerja usulan yang telah dirancang memiliki perbedaan yang signifikan dapat dilihat jelas saat kondisi eksisting untuk memindahkan *paper sack* dilakukan dengan mengangkat, sedangkan alat bantu kerja tidak dibebankan untuk mengangkat melainkan hanya menginjak pedal untuk menurunkan *paper sack* tanpa mengangkat, sehingga dapat mempengaruhi penurunan nilai RULA yang dapat mencegah terjadinya *Musculoskeletal Disorders*.

5.3 Analisis Berat Pengangkatan yang Direkomendasikan

Pada analisis berat pengangkatan yang direkomendasikan dilakukan untuk mengetahui batas pengangkatan beban yang bias dilakukan oleh pekerja. Analisis ini menggunakan analisis *Recommended Weight Limit* (RWL) untuk menentukan batas berat yang bisa diangkat sehingga dari hasil ini jika didapatkan nilai RWL makin besar akan lebih baik, hal ini dikarenakan pekerja akan bisa mengangkat beban yang paling berat sesuai dengan nilai RWL yang dihasilkan, dan semakin mudah untuk mendapatkan nilai *Lifting Index* (LI) yang baik.

Tabel V. 5 *Recommended Weight Limit* Pengepakan Paper Sack

| Object Weight | | Hand Location (cm) | | | | Vertical Distance (cm) | Asymmetric Angle | | Frequency Rate | Duration | Object Coupling |
|---------------|---------|--------------------|----|-------------|---|------------------------|------------------|-------------|----------------|----------|-----------------|
| | | Origin | | Destination | | | Origin | Destination | Lifts/min | (Hours) | |
| L (avg) | L (Max) | H | V | H | V | D | A | A | F | | C |
| 60 | 60 | 30 | 79 | - | - | 1 | 0 | - | 0,2 | <1 | Fair |

Berikut merupakan Perhitungan batas berat yang direkomendasikan (RWL) dalam pekerjaan mengepak *paper sack* dengan alat bantu kerja yang digunakan:

$$\begin{aligned}
 \text{a. RWL} &= LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \\
 &= 23 \times \frac{25}{30} \times ((1 - 0,0032(79 - 75)) \times (0,82 + \frac{4.5}{1})) \times (1 - (0.0032 \times 0)) \times 1 \times 1 \\
 &= 23 \times 0.83 \times 3.98 \times 5.32 \times 1 \times 1 \times 1 \\
 &= 404.2 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Lifting Index} &= \frac{\text{Object Weight}}{\text{RWL}} \\
 &= \frac{60}{404.2} = 0.14
 \end{aligned}$$

Penelitian sebelumnya pada Bab IV menjelaskan bahwa hasil dari nilai LI untuk pengerjaan *paper sack* eksisting di lokasi *packaging* sangat berisiko untuk dilakukan aktivitas tersebut karena menghasilkan nilai *Lifting Index* yang lebih dari nilai 3 yang berarti berisiko, dan rekomendasi beban yang harus diangkat oleh pekerja dengan jarak eksisting yang telah ditentukan sebesar 12.31 kg. Sehingga dengan adanya alat bantu yang dirancang oleh peneliti dapat mengurangi risiko kerja pada aktivitas pengerjaan *paper sack* karena alat bantu kerja yang diusulkan tidak sepenuhnya menggunakan tenaga manusia untuk mengoperasikan atau memindahkan *paper sack* ke lokasi kerja selanjutnya, karena pekerja hanya menginjak pedal yang berguna untuk menurunkan *paper sack* dari alat bantu kerja selanjutnya pekerja hanya menarik *paper sack* dengan beban yang kecil.

Pada kondisi usulan alat bantu kerja *packaging* menghasilkan batas nilai beban yang direkomendasikan untuk diangkat sebesar 404.2 kg sedangkan nilai *Lifting Index* sebesar 0.14 yang mengindikasikan bahwa pekerjaan tersebut aman untuk dilakukan. Sehingga alat bantu yang diusulkan aman untuk melakukan proses pengepakan *paper sack*.

5.4 Analisis Sistem Kerja Alat Bantu Kerja *Packaging* Teh Usulan

Pada analisis sistem kerja alat bantu kerja *packaging* teh usulan untuk mengetahui mekanisme yang ada pada alat bantu kerja yang telah dirancang oleh peneliti. Dalam perancangan alat bantu kerja usulan ini dilakukan berdasarkan kebutuhan dari pekerja yang dapat mengurangi risiko *musculoskeletal disorders*, selanjutnya dilakukan pengumpulan kebutuhan pekerja untuk merancang alat yang ergonomis bagi yang menggunakan alat tersebut. Sehingga perancangan alat bantu kerja usulan menghasilkan alat bantu kerja yang merangkap semua pekerjaan yang ada pada proses *packaging*.

Pada lokasi *packaging* dirancang alat bantu kerja yang dapat mengurangi tenaga pekerja saat mengangkat *paper sack* pada kondisi eksisting, alat tersebut melaksanakan beberapa pekerjaan yang tidak perlu berpindah lokasi kerja antara lain, proses pengisian bubuk teh ke *paper sack*, proses penimbangan *paper sack* sesuai dengan spesifikasi berat yang telah ditentukan, setelah itu dilakukan proses

pengepresan pada *paper sack* untuk merapikan *packaging*, dan proses terakhir yaitu *finishing* dengan merekat *paper sack* menggunakan lakban perekat.

Pada proses pengisian bubuk teh kedalam *paper sack*, pekerja meletakkan *paper sack* yang kosong diatas *platform*, lalu mengaktifkan proses pengisian bubuk teh kedalam *paper sack* dengan menekan tombol sesuai dengan spesifikasi berat yang dibutuhkan. Ketika tombol ditekan sesuai permintaan, maka sensor berat akan aktif untuk mengukur berat *paper sack*, dan katup penyimpanan bubuk teh akan terbuka untuk mengeluarkan isinya. Jika *display* telah menunjukkan berat sesuai dengan kebutuhan, maka sensor akan memerintahkan untuk menutup katup penyimpanan teh, sehingga dengan otomatis pengisian bubuk teh kedalam *paper sack* akan terhenti.

Setelah pengisian terhenti, selanjutnya dilakukan pengepresan terhadap *paper sack* untuk meratakan isinya menggunakan tenaga manusia dengan cara memutar stir yang terletak disamping kiri alat bantu kerja, *paper sack* akan ditekan hingga terlihat rapih pada *packaging*. Setelah dilakukan penekanan terhadap *paper sack*, terakhir melakukan proses *finishing* yaitu merekatkan penutup *paper sack* menggunakan lakban perekat. Setelah semua pekerjaan selesai, untuk menurunkan *paper sack* dari alat bantu kerja dilakukan dengan menginjak pedal yang terletak didepan alat bantu kerja, ketika pedal tersebut diinjak, maka sistem hidrolik akan bekerja dengan mengangkat *platform* alat tersebut. Sehingga *paper sack* akan turun dari alat bantu kerja tanpa mengangkat menggunakan tenaga manusia.

5.5 Analisis Product Architecture

5.5.1 Analisis Skema Produk

Dalam analisis skema produk pada alat bantu kerja *packaging* teh terdapat dua elemen yang telah digambarkan pada Gambar IV.14 yaitu elemen fisik dan elemen fungsional, yang termasuk kedalam elemen fisik antara lain stir, pedal kaki, *load cell sensor*, dan tombol. Sedangkan yang termasuk dalam elemen fungsional antara lain, wadah untuk peletakan alat pendukung, untuk menekan *paper sack*, menyangga *paper sack*, menaik-turunkan *platform*, menjaga kestabilan beban *paper sack*, menjaga keseimbangan *paper sack*, menahan beban *paper sack*, tempat peletakan *paper sack*, dan melihat ukuran beban *paper sack*.

Untuk aliran yang terjadi pada skema produk alat bantu kerja *packaging* adalah aliran tenaga dan aliran material, yang termasuk kedalam aliran tenaga antara lain, menaik-turunkan *platform* dan menjaga kestabilan beban *paper sack*, serta untuk menekan *paper sack* dan menyangga *paper sack*. Sedangkan yang termasuk kedalam aliran material antara lain, wadah untuk peletakan alat pendukung dan menaik-turunkan *platform*, pedal kaki dan menaik-turunkan *platform*, stir dan untuk menekan *paper sack*, menyangga *paper sack* dan menjaga keseimbangan *paper sack*, menjaga kestabilan beban *paper sack* dan menahan beban *paper sack*, *load cell sensor* dan menahan beban *paper sack*, serta menahan beban *paper sack* dan tempat peletakan *paper sack*.

5.5.2 Analisis Pengelompokan Elemen Skema Produk

Dalam analisis pengelompokan elemen skema produk pada alat bantu kerja *packaging* teh yang telah digambarkan pada Gambar IV.15 terdapat sepuluh pengelompokan *chunk* antara lain *chunk* stir, alat *press*, pedal kaki, *body*, hidrolik, *load cell sensor*, penyangga, *platform*, *display*, dan Tombol. Seluruh *chunk* pada alat bantu kerja *packaging* teh dihubungkan dengan garis aliran material, kecuali *chunk display* dan tombol, karena kedua *chunk* tersebut tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan *chunk* yang lainnya.

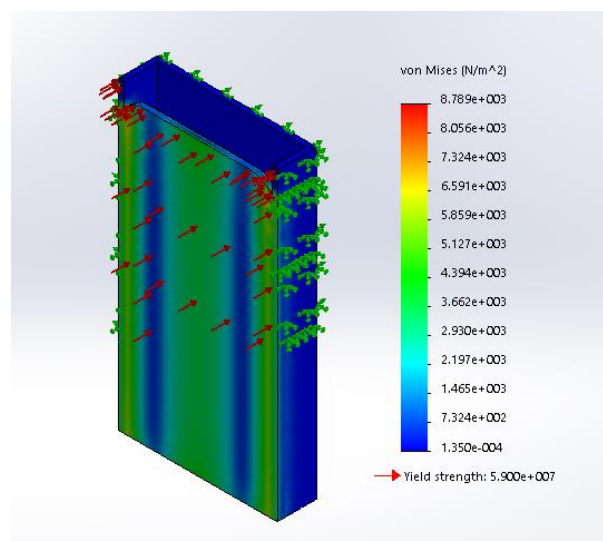
5.5.3 Analisis Interaksi Fundamental dan Insidental

Dalam analisis interaksi fundamental terhadap alat bantu kerja *packaging* teh yaitu interaksi yang mendasar pada alat bantu kerja tersebut antara lain stir dan alat *press* untuk menjalankan *platform* alat *press* ke penekanan *paper sack*, hidrolik dan *platform* untuk menurunkan *paper sack* dari tempat *packaging*, pedal dan hidrolik untuk mengatur ketinggian pengangkatan *paper sack*, *platform* dan sensor untuk mengetahui berat *paper sack* yang diisi, sensor dan *display* untuk menampilkan nilai berat *paper sack*, alat *press* dan penyangga untuk menekan *paper sack* yang diisi, serta *body* dan *platform* untuk menahan beban *paper sack* yang terisi. Sedangkan interaksi insidental yaitu interaksi yang disebabkan oleh aktivitas yang tidak terduga antara lain, gesekan yang ditimbulkan saat mekanisme mendorong alat *press* menggunakan stir, *stuck* yang terjadi saat mengatur ketinggian pengangkatan *paper sack* antara pedal dan hidrolik, getaran yang ditimbulkan antara *platform* dan hidrolik pada saat mengangkat beban *paper sack*, gesekan yang

ditimbulkan untuk menjalankan fungsi sensor dan *platform*, serta getaran yang ditimbulkan pada saat melakukan proses *packaging* antara alat *press*, hidrolik, dan *body*.

5.6 Analisis Material Part Penyangga Paper Sack

Pada analisis *part penyangga paper sack* dilakukan dengan memberikan tekanan ke penyangga sebesar 50 N/m² menggunakan stir yang diputar sehingga dapat menekan *paper sack* ke penyangga yang dapat dilihat pada Gambar V.2.

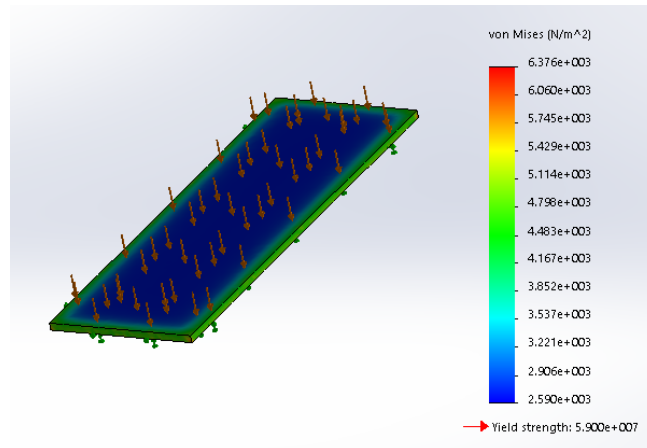


Gambar V. 2 Uji Tekan Part Penyangga Paper Sack Usulan

Berdasarkan hasil pengujian dari *part penyangga paper sack* usulan didapatkan *yield strength* untuk material *Nickel* (Ni) sebesar 5.900e+0007, dengan pemberian tekanan didapatkan nilai maksimum untuk pengujian tekanan pada *part penyangga paper sack* sebesar 8.789e+003. dan nilai minimum untuk pengujian tekanan terhadap *part penyangga paper sack* sebesar 1.350e-004. Berdasarkan hasil nilai yang telah didapatkan dari *part penyangga paper sack* dapat dikatakan aman ketika diberi tekanan sebesar 50 N/m² dikarenakan nilai maksimum dan nilai minimum masih dibawah nilai *yield strength*.

5.7 Analisis Platform Alat Bantu Kerja Packaging Teh Usulan

Pada analisis *part platform* dilakukan dengan memberikan tekanan diatas *platform* seberat 60 kg sesuai dengan spesifikasi berat maksimal *paper sack* yang ada pada perusahaan tersebut. Dapat dilihat pada Gambar V.3.

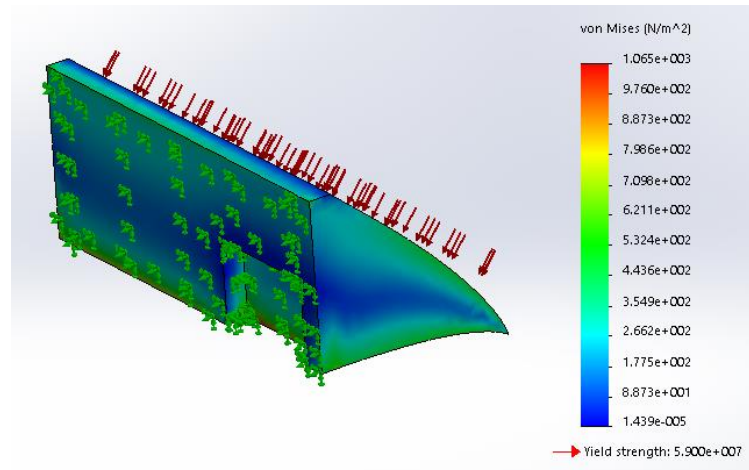


Gambar V. 3 Uji Beban *Part Platform*

Berdasarkan hasil pengujian dari *part platform* alat bantu kerja *packaging* usulan didapatkan *yield strength* untuk material *Nickel* (Ni) sebesar $5.900e+0007$, dengan pemberian beban didapatkan nilai maksimum untuk pengujian beban pada *part platform* alat bantu kerja *packaging* usulan sebesar $6.376+003$, dan nilai minimum untuk pengujian beban terhadap *part platform* alat bantu kerja *packaging* usulan sebesar $2.590e+003$. Berdasarkan hasil nilai yang telah didapatkan dari *part platform* alat bantu kerja *packaging* usulan dapat dikatakan aman ketika diberi beban sebesar 60 kg dikarenakan nilai maksimum dan nilai minimum masih dibawah nilai *yield strength*.

5.8 Analisis Pedal Alat Bantu Kerja *Packaging* Teh Usulan

Pada analisis *part* penyangga *paper sack* dilakukan dengan memberikan tekanan ke pedal hidrolik sebesar 100 N/m^2 menggunakan tenaga manusia dengan kaki sehingga dapat mengangkat beban *paper sack* yang dapat dilihat pada Gambar V.4.



Gambar V. 4 Uji Tekan *Part* Pedal Hidrolik

Berdasarkan hasil pengujian dari *part* pedal hidrolik didapatkan *yield strength* untuk material *Nickel* (Ni) sebesar $5.900e+0007$, dengan pemberian tekanan didapatkan nilai maksimum untuk pengujian tekanan pada *part* pedal hidrolik sebesar $1.065e+003$, dan nilai minimum untuk pengujian tekanan terhadap *part* pedal hidrolik sebesar $1.439e-005$. Berdasarkan hasil nilai yang telah didapatkan dari *part* pedal hidrolik dapat dikatakan aman ketika diberi tekanan sebesar 100 N/m^2 dikarenakan nilai maksimum dan nilai minimum masih dibawah nilai *yield strength*.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis diperoleh beberapa kesimpulan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini yang bertujuan untuk menghasilkan konsep produk ergonomis dengan mengurangi risiko *Musculoskeletal Disorders* adalah sebagai berikut:

1. Alat bantu kerja usulan *packaging* teh dapat memenuhi parameter pengujian untuk evaluasi ergonomi dalam mencapai dampak EASNE (Efektif, Aman, Sehat, Nyaman, dan Efisien) sehingga dapat menambah produktivitas dari perusahaan tersebut.
2. Hasil yang didapatkan dari perbaikan postur kerja menggunakan analisis RULA menghasilkan nilai empat, sedangkan nilai yang diperoleh dari pekerjaan eksisting sebesar tujuh. Sehingga dengan adanya alat bantu kerja tersebut dapat mengurangi dampak terjadinya *Musculoskeletal Disorder*.
3. Alat bantu kerja usulan *packaging* teh dapat mengurangi waktu proses dari pekerjaan *packaging* karena seluruh aktifitas akan dikerjakan pada satu lokasi tanpa adanya pemindahan aktifitas kerja yang dapat menambah waktu proses kerja dan menyebabkan risiko MSDs saat operator mengangkat beban yang tidak seharusnya dilakukan secara berulang – ulang.
4. Dalam pemilihan material untuk perancangan alat bantu kerja *packaging* teh dipilih material *Nickel Alloy* karena material tersebut ergonomis untuk digunakan dalam jangka waktu yang lama sehingga dapat didefinisikan bahwa material yang dibutuhkan adalah material yang kuat dan tahan lama.

5.2 Saran

Adapun saran yang disampaikan peneliti untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Peneliti selanjutnya membuat *prototype* alat bantu kerja *packaging* teh untuk diimplementasikan
2. Peneliti selanjutnya memberikan bentuk *aesthetic* pada produk yang akan dirancang selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, Reza, Arie Desrianty, Fifi Herni. 2014, 'Usulan Rancangan Tas Sepeda Trial Menggunakan Metode *Ergonomic Function Deployment (EFD)*'. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, Vol.02, No.02
- Ashby, M. F. (2005). *Material Selection in Mechanical Design*. Oxford: Butterworth-Heinemann
- Guna, Adhi Muhammad, Mira Rahayu, Meldi Rendra. (2017). 'Rancangan Alat Bantu Untuk Mesin Pemotong Teh di PT. Perkebunan Nusantara VIII Untuk Mengurangi Resiko *Musculoskeletal Disorders* Menggunakan Pendekatan *Ergonomic Function Deployment (EFD)*'. *Jurnal Universitas Telkom*.
- Iridiastadi, Hardianto & Yassierli 2014, *Ergonomi Suatu Pengantar*, PT Remaja Rosdakarya, Bandung.
- McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: a survey method for the investigation of world-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91–99. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-S](https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-S)
- Meyharti, Herni, F., & Desrianty, A. (2013). 'Usulan Rancangan Baby Tafel Portable dengan Menggunakan Metode *Ergonomic Function Deployment (EFD)*'. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 1(3), 109–119
- Sutalaksana, Ifikar, Anggawisastra, R, & Tjakraatmaja, J 2006, *Teknik Perancangan Sistem Kerja Edisi Kedua*, ITB, Bandung.
- Thedy Yogasara 2004, 'The Use Of Computer Aided Design (CATIA V5 R8) For Ergonomic Analysis', *Industrial Engineering Paper*.
- Ulrich, Karl T & Steven D. Eppinger, *Perancangan dan Pengembangan Produk (Translate)*, Salemba Teknika, Jakarta.
- Ulrich, Karl T & Steven D. Eppinger 2012, *Product Design and Development Fifth Edition*, McGraw-Hill Companies. New York.
- Yuli Kusdiah 2013, 'Aplikasi Metode Quality Function Deployment (QFD) Dalam Redesain Kursi Gambar', *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 8, no.15

LAMPIRAN A

[*Nordic Body Map* Kuisiner]

NORDIC BODY MAP

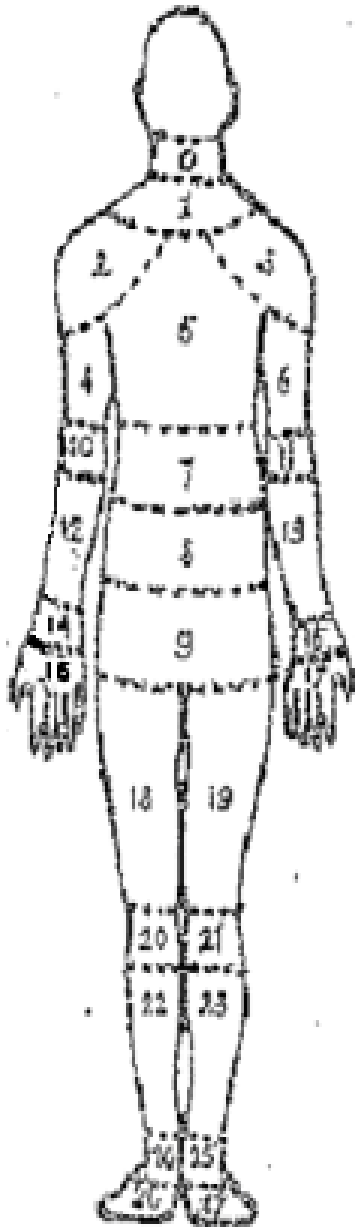
I. Identitas Pribadi

(Tuliskan identitas saudara dan coret yang tidak perlu)

1. Nama :
2. Umur/Tgl Lahir :/...../.....
3. Pendidikan Terakhir :
4. Status : Kawin/Belum Kawin
5. Pengalaman Kerja :Tahun.....Bulan.

II. Kuesioner Body Map

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



| No | Jenis Keluhan | Tingkat Keluhan | | | |
|----|-------------------------------------|-----------------|----|-----|----|
| | | I | II | III | IV |
| 0 | Sakit/kaku di leher bagian atas | | | | |
| 1 | Sakit/kaku di leher bagian bawah | | | | |
| 2 | Sakit di bahu kiri | | | | |
| 3 | Sakit di bahu kanan | | | | |
| 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 | | | | |
| 11 | Sakit pada siku kanan | | | | |
| 12 | Sakit pada lengan bawah kiri | | | | |
| 13 | Sakit pada lengan bawah kanan | | | | |
| 14 | Sakit pada pergelangan tangan kiri | | | | |
| 15 | Sakit pada pergelangan tangan kanan | | | | |
| 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: I: Tidak Sakit, II: Agak Sakit, III: Sakit, IV: Sakit Sekali

LAMPIRAN B

[**Rekapitulasi Kuisisioner *Nordic Body Map***]

| No | Jenis Keluhan | Responden | | | | | | | | | |
|----|-------------------------------------|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 | Sakit/kaku di leher bagian atas | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| 1 | Sakit/kaku di leher bagian bawah | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 2 | Sakit di bahu kiri | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 |
| 3 | Sakit di bahu kanan | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 |
| 4 | Sakit pada lengan atas kiri | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 5 | Sakit di punggung | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 6 | Sakit pada lengan atas kanan | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| 7 | Sakit pada pinggang | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| 8 | Sakit pada bokong | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 9 | Sakit pada pantat | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 10 | Sakit pada siku kiri | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 11 | Sakit pada siku kanan | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 12 | Sakit pada lengan bawah kiri | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| 13 | Sakit pada lengan bawah kanan | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| 14 | Sakit pada pergelangan tangan kiri | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| 15 | Sakit pada pergelangan tangan kanan | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 16 | Sakit pada tangan kiri | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| 17 | Sakit pada tangan kanan | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 18 | Sakit pada paha kiri | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 19 | Sakit pada paha kanan | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| 20 | Sakit pada lutut kiri | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 21 | Sakit pada lutut kanan | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 22 | Sakit pada betis kiri | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 23 | Sakit pada betis kanan | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| 24 | Sakit pada pergelangan kaki kiri | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 25 | Sakit pada pergelangan kaki kanan | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 26 | Sakit pada kaki kiri | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 27 | Sakit pada kaki kanan | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

LAMPIRAN C

[Kuisisioner Tingkat Kepuasan dan Kepentingan]

Kepada

Yth. Saudara Responden

Di Tempat

Terima kasih saya ucapkan atas kesediaan saudara untuk mengisi kuisisioner “Analisis Tingkat Kepentingan dan Kepuasan Para Pekerja Area *Packaging* Terhadap Alat Bantu Kerja *Packaging* Teh Usulan” ini. Saya memahami bahwa waktu yang anda luangkan sangat terbatas untuk mengisi kuisisioner ini, namun saya meminta waktu luang anda agar saudara dapat membantu dan mengisi dengan lengkap kuisisioner berikut.

Kuisisioner ini disusun dalam rangka untuk mengetahui tingkat kepentingan dan kepuasan para pekerja stasiun *packaging* teh terhadap alat bantu kerja usulan *packaging* teh. Kuisisioner ini hanya digunakan untuk keperluan penelitian Tugas Akhir, sehingga seluruh jawaban dijamin kerahasiannya. Atas kesediaan dan kerjasama Saudara, saya ucapkan terimakasih.

Bandung, 6 Maret 2018

Hormat Saya,

Muhammad Ikhsan Kurniawan

PETUNJUK UMUM PENGISIAN

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

A. Profil Responden

Nama :

Usia :

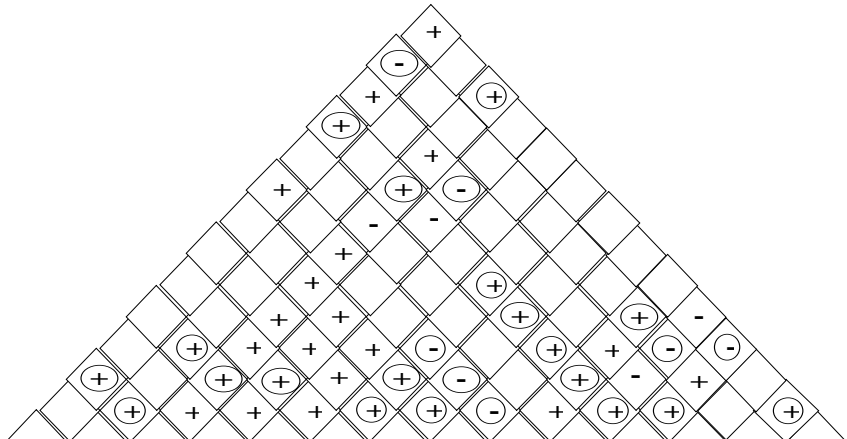
LAMPIRAN D

[Data Antropometri Indonesia]

| Dimensi | Keterangan | 5th | 50th | 95th |
|----------------|--|------------|-------------|-------------|
| D1 | Tinggi tubuh | 116.68 | 152.06 | 187.45 |
| D2 | Tinggi mata | 107.42 | 141.74 | 176.07 |
| D3 | Tinggi bahu | 95.97 | 126.37 | 156.77 |
| D4 | Tinggi siku | 72.77 | 95.3 | 117.83 |
| D5 | Tinggi pinggul | 54.49 | 86.93 | 119.37 |
| D6 | Tinggi tulang ruas | 48.28 | 66.19 | 84.1 |
| D7 | Tinggi ujung jari | 40.18 | 60.36 | 80.54 |
| D8 | Tinggi dalam posisi duduk | 60.95 | 77.73 | 94.52 |
| D9 | Tinggi mata dalam posisi duduk | 50.96 | 67.53 | 84.1 |
| D10 | Tinggi bahu dalam posisi duduk | 37.5 | 54.64 | 71.78 |
| D11 | Tinggi siku dalam posisi duduk | 10.86 | 24.66 | 38.46 |
| D12 | Tebal paha | 3.59 | 14.63 | 25.67 |
| D13 | Panjang lutut | 37.58 | 49.52 | 61.45 |
| D14 | Panjang popliteal | 30.1 | 39.51 | 48.92 |
| D15 | Tinggi lutut | 35.93 | 47.93 | 59.93 |
| D16 | Tinggi popliteal | 30.88 | 40.02 | 49.16 |
| D17 | Lebar sisi bahu | 26.14 | 38.62 | 51.11 |
| D18 | Lebar bahu bagian atas | 15.13 | 31.2 | 47.27 |
| D19 | Lebar pinggul | 21.56 | 32.16 | 42.76 |
| D20 | Tebal dada | 12.76 | 19.05 | 25.33 |
| D21 | Tebal perut | 10.91 | 20.5 | 30.1 |
| D22 | Panjang lengan atas | 22.04 | 31.83 | 41.61 |
| D23 | Panjang lengan bawah | 26.41 | 40.44 | 54.46 |
| D24 | Panjang rentang tangan ke depan | 48.14 | 65.73 | 83.33 |
| D25 | Panjang bahu-genggaman tangan ke depan | 43.67 | 56.39 | 69.11 |
| D26 | Panjang kepala | 10.61 | 17.86 | 25.11 |
| D27 | Lebar kepala | 12.45 | 16.06 | 19.68 |
| D28 | Panjang tangan | 11.53 | 17.02 | 22.51 |
| D29 | Lebar tangan | 3.64 | 9.48 | 15.32 |
| D30 | Panjang kaki | 14.4 | 22.65 | 30.9 |
| D31 | Lebar kaki | 6.24 | 9.12 | 12.01 |
| D32 | Panjang rentangan tangan ke samping | 110.6 | 152.23 | 193.86 |
| D33 | Panjang rentangan siku | 56.68 | 79.65 | 102.63 |
| D34 | Tinggi genggaman tangan ke atas dalam posisi berdiri | 137.48 | 185.26 | 233.05 |
| D35 | Tinggi genggaman ke atas dalam posisi duduk | 79.69 | 112.85 | 146.01 |
| D36 | Panjang genggaman tangan ke depan | 45.13 | 64.15 | 83.17 |

LAMPIRAN E

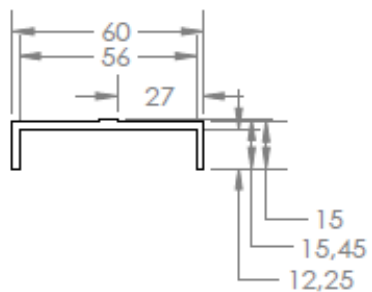
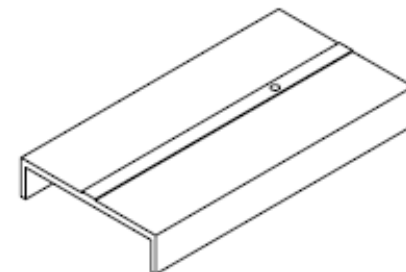
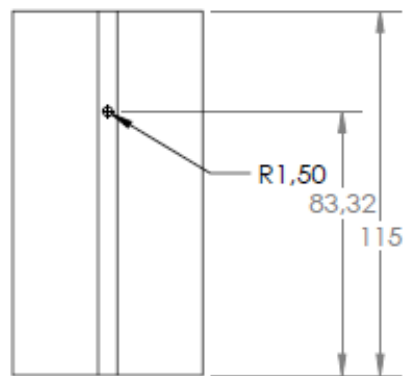
[House of Ergonomic]



| Matriks Kebutuhan | | Atribut Produk | | | | | | | | | | | | | | Customer satisfaction performance | | | | | | |
|-------------------|---|-----------------------------------|---|------------------|-------------------------------------|--|-------------------|-----------------|------------------|--|--|--|-----------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------|-------------------|-------------|------------|-----------------------|------|
| | | Jumlah paper sack yang dihasilkan | Material alat bantu kerja sesuai dengan standar Kofis | Berat paper sack | Luas wadah penahan beban paper sack | Material alat bantu kerja memiliki nilai Yield Strength maksimum | Panjang Penyangga | Tebal Penyangga | Tinggi Penyangga | Nilai yang dihasilkan Rapid Upper Limb Assessment (RULA) | Langkah penggunaan alat bantu kerja saat digunakan | Desain alat bantu kerja menyesuaikan ukuran operator | Sistem Hidrolik | Frekuensi Perpindahan lokasi kerja | Jumlah operator yang dibutuhkan | Importance to customers | Goal | Improvement ratio | Sales point | Raw weight | Normalized raw weight | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | | | | | | | |
| 1 | Alat bantu kerja menghasilkan produk yang maksimal | ⊙ | | | | | | | | | | | | △ | | 3.60 | 3.20 | 3.40 | 0.94 | 1.50 | 4.53 | 0.12 |
| 2 | Alat bantu kerja aman saat digunakan | | ⊙ | | ⊙ | | | | | △ | | | | | | 3.20 | 2.40 | 2.80 | 0.88 | 1.50 | 3.15 | 0.08 |
| 3 | Alat bantu kerja dapat menahan beban Paper Sack | | | ⊙ | ⊙ | ⊙ | △ | △ | △ | | | | | | | 3.20 | 2.00 | 2.60 | 0.81 | 1.20 | 1.95 | 0.05 |
| 4 | Alat bantu kerja memiliki penyangga | | | | | | ⊙ | ⊙ | ⊙ | | | | | | | 3.60 | 3.40 | 3.50 | 0.97 | 1.50 | 4.96 | 0.13 |
| 5 | Alat bantu kerja aman bagi postur tubuh pekerja | | | | | | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | | | ⊙ | | | 3.40 | 3.40 | 3.40 | 1.00 | 1.50 | 5.10 | 0.14 |
| 6 | Alat bantu kerja mudah untuk digunakan | ⊙ | | | | | | | | | ⊙ | | △ | | | 3.00 | 3.40 | 3.20 | 1.07 | 1.20 | 4.35 | 0.12 |
| 7 | Alat bantu kerja sesuai dengan antropometri pekerja | | | | | | | △ | | ⊙ | | | ⊙ | | | 3.40 | 3.20 | 3.30 | 0.97 | 1.50 | 4.66 | 0.12 |
| 8 | Alat bantu kerja dapat dinaik turunkan | | | ⊙ | | | | | | | | | ⊙ | | | 2.40 | 2.00 | 2.20 | 0.92 | 1.00 | 1.83 | 0.05 |
| 9 | Alat bantu kerja dapat meminimalisir tenaga kerja | | | | | | | | | | △ | | | ⊙ | | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 1.00 | 1.50 | 5.40 | 0.14 |
| 10 | Alat bantu kerja meminimalisir tenaga yang dibutuhkan | | | △ | | | | | | | ⊙ | | ⊙ | ⊙ | ⊙ | 1.80 | 1.60 | 1.70 | 0.94 | 1.00 | 1.51 | 0.04 |
| Kontribusi | | 100,157 | 106,991 | 258,89 | 172,832 | 208,496 | 109,202 | 109,202 | 117,24 | 102,084 | 158,719 | 94,3683 | 145,359 | 145,015 | 223,03 | | | | | | | |
| Ranking | | 13 | 11 | 1 | 3 | 2 | 6 | 6 | 5 | 5 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | | | | | | | |

LAMPIRAN F

[**Gambar Teknik Alat Bantu Kerja *Packaging* Teh Usulan**]



SKALA : 1:20
SATUAN : cm
TANGGAL : 28-3-18

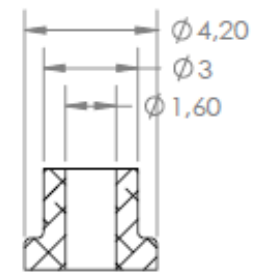
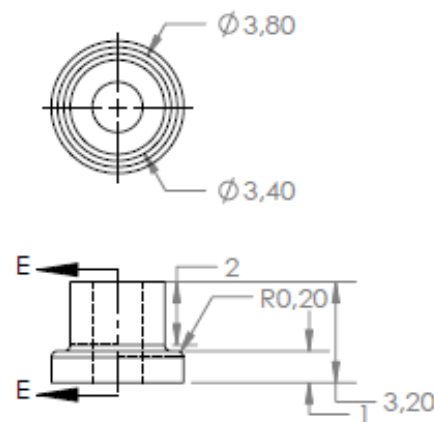
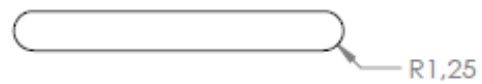
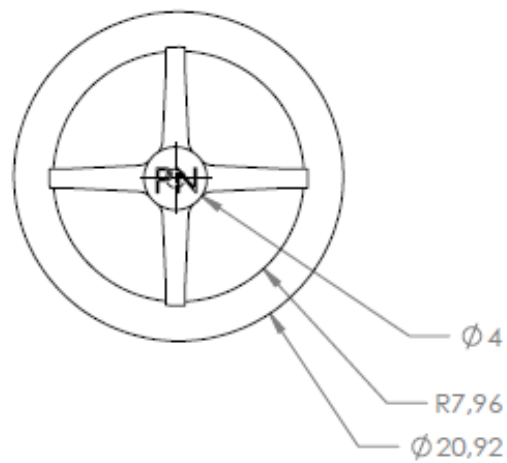
DIGAMBAR : MUH. IKHSAM
DIPERIKSA : MRY & SIM
NIM : 1201144053

Peringatan :

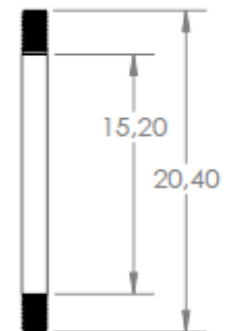
UNIV. TELKOM

KERANGKA PRESS

A4



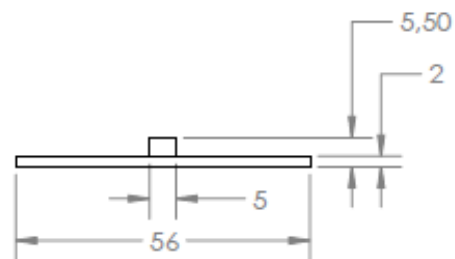
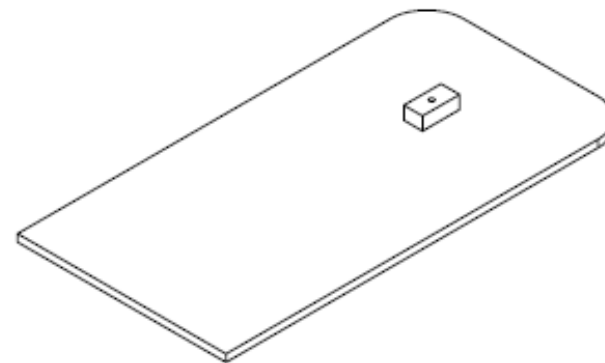
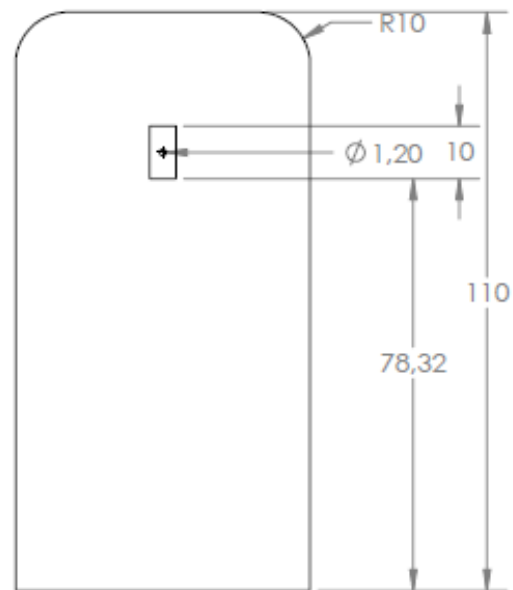
SECTION E-E
SCALE 1 : 2



SKALA : 1:4
 SATUAN : cm
 TANGGAL : 20-5-2018

DIGAMBAR : MUH. IKHSAN
 DIPERIKSA : MRY & SIM
 NIM : 1201144053

Peringatan :



SKALA : 1:12
 SATUAN : cm
 TANGGAL : 28-3-18

DIGAMBAR : MUH. IKHSAN
 DIPERIKSA : MRY & SIM
 NIM : 1201144053

Peringatan :

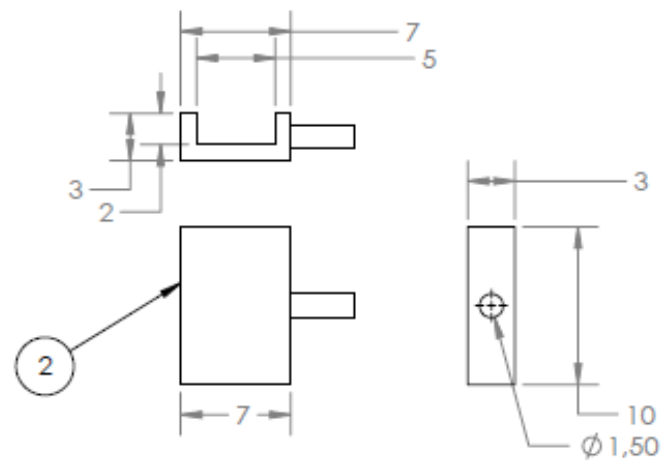
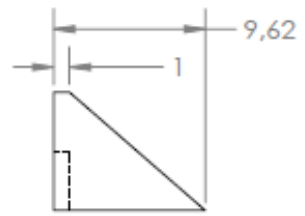
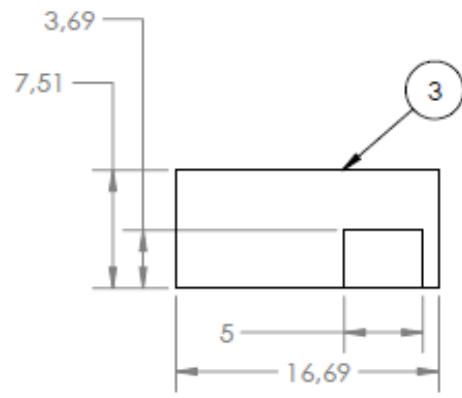
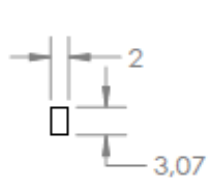
UNIV. TELKOM

PLATFORM PRESS

A4



SECTION J-J
SCALE 1 : 7



| ITEM NO. | PART NUMBER | QTY. |
|----------|---------------------|------|
| 1 | Coupling | 1 |
| 2 | Pengangkat Hidrolik | 1 |
| 3 | Pedal Hidrolik | 1 |

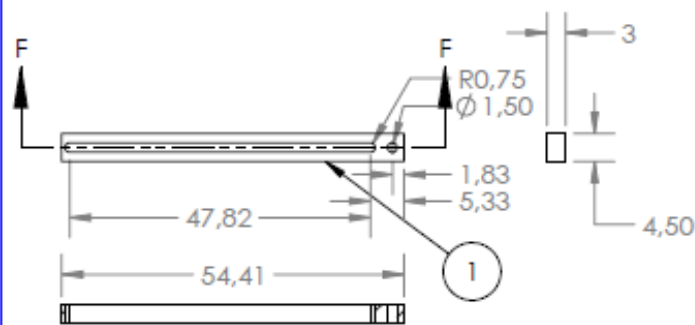


SKALA : 1:4
SATUAN : cm
TANGGAL : 20-5-2018

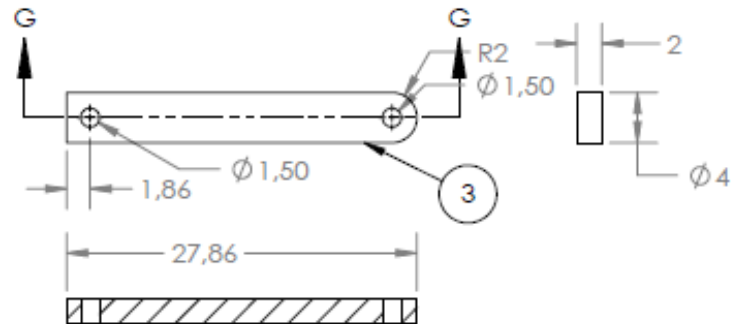
DIGAMBAR : MUH. IKHSAN
DIPERIKSA : MRY & SIM
NIM : 1201144053

Peringatan :

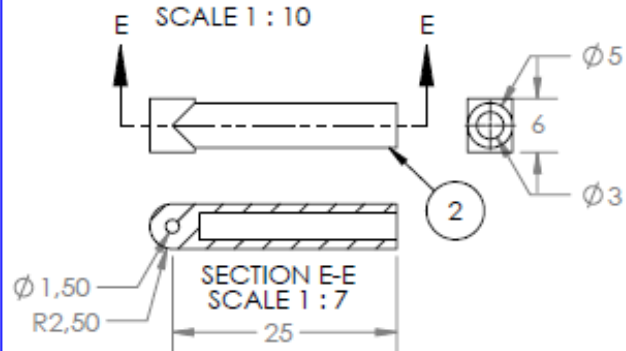
| | | |
|--------------|---------------|-----------|
| UNIV. TELKOM | PART HIDROLIK | A4 |
|--------------|---------------|-----------|



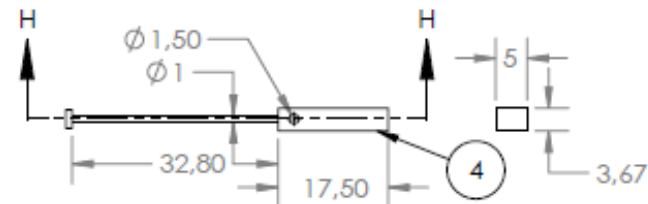
SECTION F-F
SCALE 1 : 10



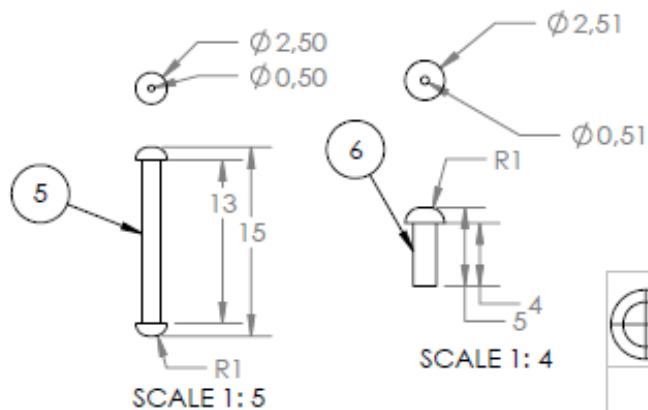
SECTION G-G
SCALE 1 : 5



SECTION E-E
SCALE 1 : 7



SECTION H-H
SCALE 1 : 10

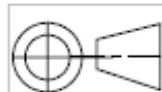


SCALE 1 : 5

SCALE 1 : 4

| ITEM NO. | PART NUMBER | QTY. |
|----------|-------------------|------|
| 1 | Base | 1 |
| 2 | Cylinder | 1 |
| 3 | Coupling Setengah | 1 |
| 4 | Piston Hidrolik | 1 |
| 5 | Bolt Panjang | 2 |
| 6 | Bolt Pendek | 1 |

Peringatan :



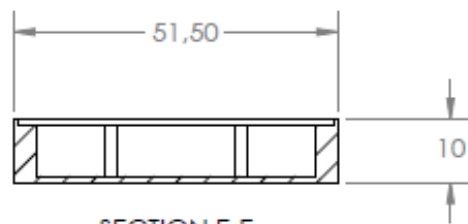
SKALA :-
SATUAN : cm
TANGGAL : 20-5-2018

DIGAMBAR : MUH. IKHSAN
DIPERIKSA : MRY & SIM
NIM : 1201144053

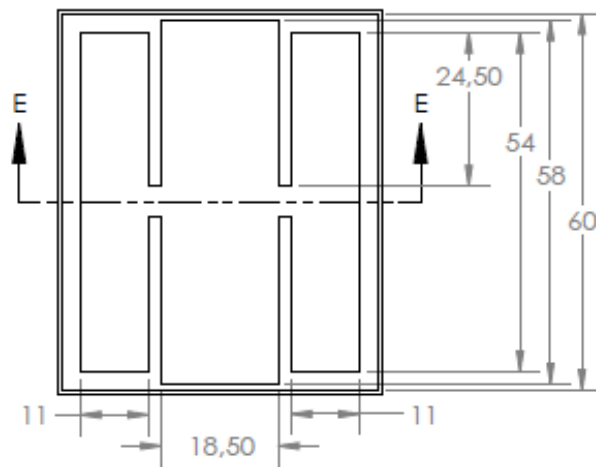
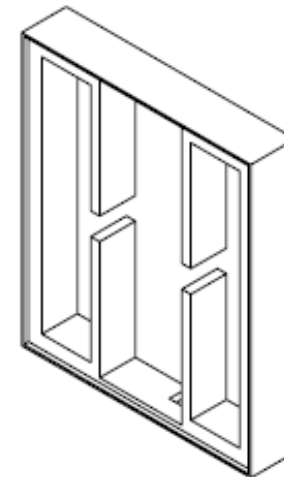
UNIV. TELKOM

PART HIDROLIK

A4



SECTION E-E
SCALE 1 : 10



SKALA : 1:10
SATUAN : cm
TANGGAL : 20-5-2018

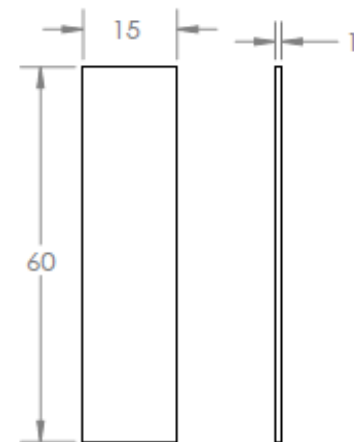
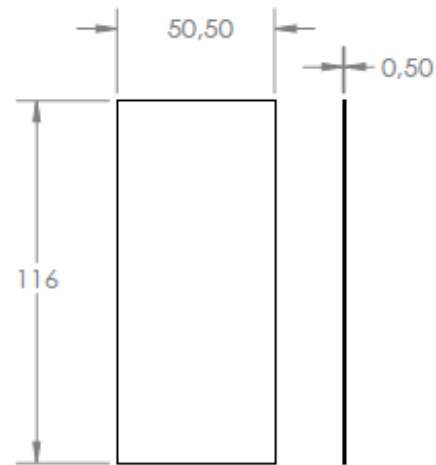
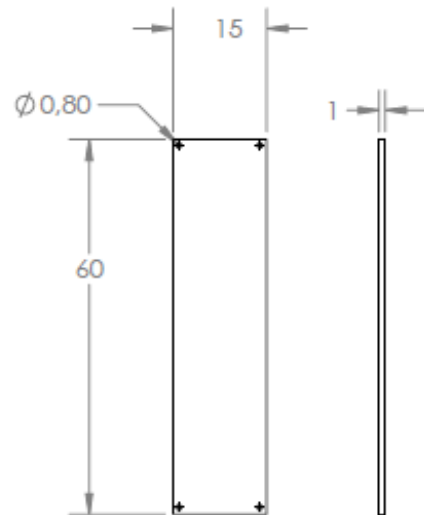
DIGAMBAR : MUH. IKHSAN
DIPERIKSA : MRY & SIM
NIM : 1201144053

Peringatan :

UNIV. TELKOM

BODY

A4



SKALA : 1:10
 SATUAN : cm
 TANGGAL : 20-5-2018

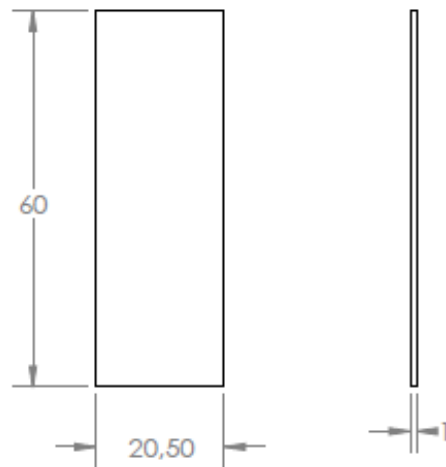
DIGAMBAR : MUH. IKHSAN
 DIPERIKSA : MRY & SIM
 NIM : 1201144053

Peringatan :

UNIV. TELKOM

PENUTUP BODY

A4



SKALA : 1:10
 SATUAN : cm
 TANGGAL : 20-5-2018

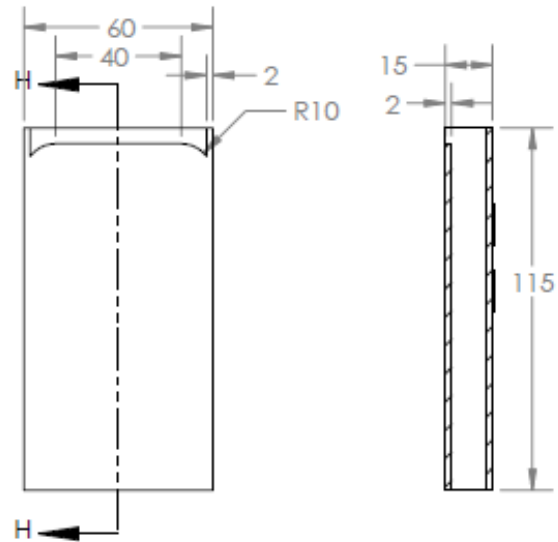
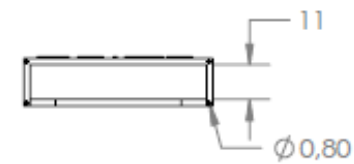
DIGAMBAR : MUH. IKHSAN
 DIPERIKSA : MRY & SIM
 NIM : 1201144053

Peringatan :

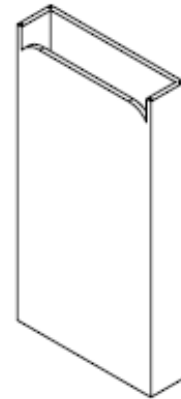
UNIV. TELKOM

PLATFORM

A4



SECTION H-H
SCALE 1 : 20



SKALA : 1:10
SATUAN : cm
TANGGAL : 20-5-2018

DIGAMBAR : MUH. IKHSAN
DIPERIKSA : MRY & SIM
NIM : 1201144053

Peringatan :

UNIV. TELKOM

PENYANGGA

A4