

**REDISAIN ALAT PENCACAH DAN PENGAYAKAN DENGAN
PENDEKATAN ERGONOMI DAN BIOMEKANIKA PADA CV.**

MISSION TANI

SKRIPSI

OLEH :

YEMINAN LAFAU

NPM: 17.815.0035



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2022

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 29/12/22

Access From (repository.uma.ac.id)29/12/22

**REDISAIN ALAT PENCACAH DAN PENGAYAKAN DENGAN
PENDEKATAN ERGONOMI DAN BIOMEKANIKA PADA
CV. MISSION TANI**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana di Fakultas Teknik

Program Studi Teknik Industri

Universitas Medan Area

OLEH :

YEMINAN LAFAU

NPM: 17-150-035

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2022

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 29/12/22

Access From (repository.uma.ac.id)29/12/22

HALAMAN PENGESAHAN BUKU SKRIPSI

Judul Skripsi : *Redisain* Alat Pencacah Dan Pengayakan Dengan Pendekatan Ergonomi Dan Biomekanika Pada CV. Mission Tani.

Nama : Yeminan Lafau

NPM : 178-150-035

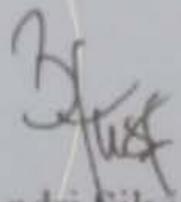
Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Industri

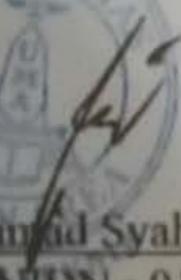
Disetujui Oleh :
Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Ir. Marali Banjarnahor, M.Si
NIDN : 0114026101

Pembimbing II

Nukhe Andri Silviana, ST, MT
NIDN : 0127038802

Diketahui Oleh :

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom
NIDN : 0105058804

Kepala Program Studi

Nukhe Andri Silviana, ST, MT
NIDN : 0127038802

Tanggal Lulus : 28 September 2022

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 5 Oktober 2022

Hormat saya,



Yeminan Lafau
178150035

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR / SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yeminan Lafau
NPM : 178150035
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Industri
Jenis Karya : Tugas Akhir / Skripsi

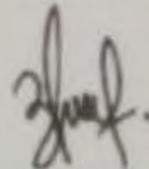
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*non-exclusive Royalti-free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:
"Redisain Alat pencacah dan Ayakan dengan Pendekatan Ergonomi dan Biomekanika Pada CV. Mission Tani."

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas Royalti, noneklusif ini, Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama saya tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis /pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal : 05 Oktober 2022

Yang menyatakan



(Yeminan Lafau)

ABSTRAK

Yeminan Lafau. 178150035. “Redisain Alat pencacah dan Ayakan dengan Pendekatan Ergonomi dan Biomekanika Pada CV. Mission Tani”. Dibimbing oleh Ir.Marali Banjarnahor,M.Si, dan Nukhe Andri Silviana, ST,MT.

CV. Mission Tani merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang menghasilkan pupuk organik dan dilakukan dengan beberapa proses semi manual. Dalam proses kerja tersebut diantaranya pengoperasian mesin pencacah dan ayakan manual ditemukan kendala seperti; ayakan tidak mampu memenuhi kapasitas yang diinginkan dan adanya keluhan dari para pekerja terkait mudahnya mengalami kelelahan pada otot tangan, kaki, dan punggung.

Pengolahan data *manual material handling* (MMH) dilakukan dengan menghitung nilai *recommended weight limit* (RWL) dan nilai 9,3 kg *lifting index* (LI) dari posisi awal operator (*origin*) dengan nilai 4,73 dan posisi akhir operator (*destination*) dengan nilai 3, menghitung *Maximum Permissible Limit* (MPL) 825,9528 N dan *Action Limit* (AL) 275,318 N untuk mengetahui gaya kompresi L5/S1 yang diterima oleh pekerja dan menghitung antropometri untuk menentukan dimensi alat yang diusulkan.

Pekerjaan pemindahan pupuk kompos dari timbangan ke pengayakan dilakukan oleh 1 orang pekerja dengan cara memegang, mengangkat, membawa dan meletakkan secara manual tanpa bantuan alat material *handling* dan frekuensi pengayakan rata-rata sebanyak 112 kali per jam atau total sebesar 854 kali dalam 7 jam kerja. kemudian didapatkan data keluhan pekerja sebelum melakukan aktifitas kerja yaitu adanya keluhan pada bagian punggung yang terasa sakit dan setelah melakukan aktifitas kerja keluhan punggung dan pergelangan otot yang sakit menjadi sangat sakit dan ditambah adanya keluhan bagian pinggang sehingga dapat menimbulkan *musculoskeletal disorder* dan perlu dilakukan tindakan perbaikan terhadap pekerjaan tersebut.

Perbaikan yang diusulkan yaitu menggunakan pengayakan sebagai alat *material handling*, sehingga kegiatan manual *material handling* dapat diminimalisir. Bila diterapkan pengayakan manual menggunakan mesin maka pekerja hanya bertugas memasukkan ke mesin pengayakan dan aktifitas ini hanya mengakibatkan resiko kerja yang rendah.

Kata Kunci : Ergonomi, *manual material handling* (MMH), Biomekanika, MSDS, *Redisain*.

ABSTRAK

Yeminan Lafau. 178150035. "The Redesign of Chopping and Sieve Tool Using Ergonomic and Biomechanical Approach at CV. Mission Tani". Supervised by Ir. Marali Banjarnahor, M.Si., and Nukhe Andri Silviana, S.T, M.T.

CV. Mission Tani is a company in manufacturing that produces organic fertilizer and carried out several semi-manual processes. In the work process, including the operation of the chopping machine and manual sieve, problems were found, such as the sieve is not able to meet the expected capacity, and there are complaints from workers related to easy fatigue in the muscles of the hands, feet, and back.

The Manual material handling (MMH) data processing was by calculating the recommended weight limit (RWL) value and the 9.3 kg lifting index (LI) value from the operator's initial position (origin) with a value of 4.73 and the operator's final position (destination) with a value 3, then calculating the Maximum Permissible Limit (MPL) of 825.9528 N and Action Limit (AL) of 275.318 N to determine the L5/S1 compression force received by workers and calculating anthropometry to determine the dimensions of the proposed tool.

The work of transferring compost from the scale to the sieve was carried out by 1 (one) worker by holding, lifting, carrying, and placing it manually without material handling equipment aid, meanwhile the average sifting frequency was 112 times per hour or a total of 854 times in 7 working hours. Furthermore, data obtained from worker complaints before carrying out work activities, namely complaints on the back that felt painful and after carrying out work activities, the back and wrists complaints of the sore muscles become very painful and added complaints from the waist so that it led to cause musculoskeletal disorders then corrective action was needed to the job.

The proposed improvement was using a sieve as a material handling tool so that manual material handling activities could be minimized. By applying manual sieving using a machine, the worker was tasked with putting it into the sieving machine only, and this activity only resulted in low work risk.

Keywords: Ergonomics, Manual Material Handling (MMH), Biomechanics, MSDS, Redesign.

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Yeminan Lafau, dilahirkan di Desa Sisarahili Bawolato, Kecamatan Bawolato, Kabupaten Nias, Provinsi Sumatera Utara, tanggal 27 Maret 1998 dan Ayah bernama Tanehesi Lafau dan Ibu Lusiana Laia, penulis merupakan anak ke dua dari enam bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar pada tahun 2011 di SD Negeri 060885 Padang Bulan, Kecamatan Medan Baru, Kota Medan Prov. Sumatra Utara dan menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2014 di SMP SWASTA DHARMA PANCASILA Kecamatan Medan Selayang, Kota Medan Prov. Sumatra Utara, dan juga penulis menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di SMA SWASTA PARULIAN 1 MEDAN pada tahun 2017, Kecamatan Medan Kota, Kota Medan Provinsi Sumatera Utara. Pada Tahun 2017 penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas Medan Area, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri dan Selesai Pada Tahun 2022.

Berkat petunjuk dan pertolongan Tuhan Yang Maha Esa, usaha yang disertai do'a juga dari orang tua dan wali dalam menjalani aktivitas akademik di Perguruan Tinggi Universitas Medan Area Puji Syukur kepada Tuhan yang Maha Esa Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan skripsi yang berjudul *Redisain* Alat pencacah dan Ayakan dengan Pendekatan Ergonomi Pada CV. Mission Tani", dan pada tanggal 28 September 2022 penulis dinyatakan lulus dan berhak menyanggah gelar Sarjana Teknik melalui Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas Berkat Rahmat, Kasih dan Karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan lancar di Perusahaan Pabrik CV. Mission Tani. Laporan yang berjudul “*Redisain* Alat Pencacah dan Pengayakan dengan pendekatan Ergonomi dan Biomekanika” dan ini adalah satu syarat untuk menyelesaikan program strata – 1 (S1) Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area. Pada saat penyelesaian laporan skripsi ini, penulis telah banyak memperoleh bantuan dan bimbingan baik moral, materi dan spiritual dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

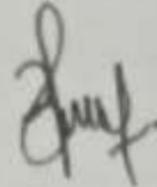
1. Teristimewa kepada kedua Orang Tua, Wali dan Para Pemimpin Rohani Penulis yang selalu mendoakan, memberikan motivasi, menuntun, membentuk karakter penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak DR. Ir. Rahmad Syah, S.Kom., M.Kom., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Ibu Susilawati, S.Kom., M.Kom., selaku Wakil Dekan Bidang Pendidikan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
5. Bapak Yudi Daeng Poliwangi, ST., MT., selaku Wakil Dekan Bidang Pengembangan SDM dan Administrasi Keuangan Fakultas Teknik.

6. Bapak Indra Hermawan, ST.MT., selaku Wakil Dekan Bidang Inovasi, Kemahasiswaan, dan Alumni Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
7. Bapak Ir. Marali Banjarnahor M.Si. selaku Dosen Pembimbing I Saya yang telah membantu, membimbing, dan memberikan masukan yang baik dan membangun untuk kelancaran skripsi saya.
8. Ibu Nukhe Andri Silviana, ST, MT selaku Ka. Prodi Teknik Industri dan Dosen Pembimbing II Saya yang telah membantu, membimbing, dan memberikan masukan yang baik dan membangun untuk kelancaran skripsi saya.
9. Bapak Junixon P.Siregar & Ibu Nuriani Rosdiana Siahaan.S.Tp,M.si. selaku Direktur Perusahaan CV.Mission Tani.
10. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Industri yang telah memberi materi, bimbingan dan akhlak yang baik serta membantu penulis selama perkuliahan yang menjadi bekal penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Seluruh *Staff* dan Civitas Akademi Fakultas Teknik Industri Universitas Medan Area yang telah membantu dalam hal penyelesaian administrasi untuk melaksanakan tugas sarjana ini dengan baik.
12. Terimakasih juga kepada Teman-teman angkatan 17, Kaka Senior Teknik Industri dan karyawan/karyawati CV. Mission Tani juga kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satupersatu. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada semua pihak yang telah membantu dan penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini masih banyak hal-hal yang kurang sempurna. Akhirnya harapan penulis kiranya laporan skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi penulis dan pembaca.

Medan, 5 Oktober 2022

Hormat saya,



Yeminan Lafau
178150035



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS	Error! Bookmark not defined.
AKADEMIS	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Batasan Dan Asumsi	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	6
1.6. Sistematika Penulisan.....	7
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1. Pengertian Perancangan	8
2.2. Defenisi Ergonomi	8
2.3. Maksud Dan Tujuan Ergonomi	9
2.4. Postur Kerja	10
2.5. Definisi Biomekanika.....	12
2.6. Penerapan Biomekanika Kerja	13
2.7. Metode Pengangkatan Beban	14
2.8. Keterkaitan Biomekanika dan Ergonomi	15
2.9. Macam-macam Persamaan Pembebanan	16
2.9.1. <i>Recommended Weight Limit (RWL)</i>	16
2.9.2. <i>Lifting Index (LI)</i>	20

2.9.3.	<i>Action Limit (AL)</i>	21
2.9.4.	<i>Maximum Permissible Limit (MPL)</i>	21
2.10.	Antropometri.....	24
2.10.1.	Dimensi Antropometri.....	26
2.10.2.	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pengukuran Antropometri...	27
2.10.3.	Prinsip-prinsip Penggunaan Data Antropometri	29
2.10.4.	Pengujian Data Antropometri.....	31
2.11.	Nordic Body Map (NBM).....	34
2.12.	<i>Standard Nordic Questionnaire</i>	37
2.13.	<i>Skala Sikap</i>	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		39
3.1.	Lokasi Dan Jadwal Penelitian	39
3.2.	Sumber Data dan Instrumen Penelitian	39
3.2.1.	Sumber Data.....	39
3.2.2.	Instrumen Penelitian.....	39
3.3.	Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data	40
3.3.1.	Jenis Data	40
3.4.	Teknik Pengumpulan Data	40
3.5.	Teknik Pengolahan Data	40
3.6.	Metode Penelitian.....	41
3.7.	Variable Penelitian	41
3.8.	Kerangka Berpikir	42
3.9.	Metodologi Penelitian	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		45
4.1.	Pengumpulan Data	45
4.2.	Data Benda Kerja	45
4.2.1.	Deskripsi dan Aktivitas Kerja	46
4.2.2.	Kuisoner <i>Nordic Body Map</i>	47
4.2.3.	Data <i>Recommended Weight Limit (RWL)</i>	49
4.2.4.	Data <i>Maximum Permissible Limit (MPL)</i>	49
4.2.5.	Data Antropometri Pekerja	51
4.3.	Pengolahan Data Aktual	52
4.3.1.	Penentuan Nilai RWL	52
4.4.	Penentuan Nilai Li.....	55

4.4.1. Penentuan Nilai MPL.....	55
4.4.2. Pengolahan Data Antropometri.....	62
4.5. Desain dan Simulasi Pekerja Menggunakan Alat Yang Dirancang dengan Software <i>solidwork</i>	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	78
5.1. Kesimpulan.....	78
5.2. Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA	80
DAFTAR LAMPIRAN	82



DAFTAR TABEL

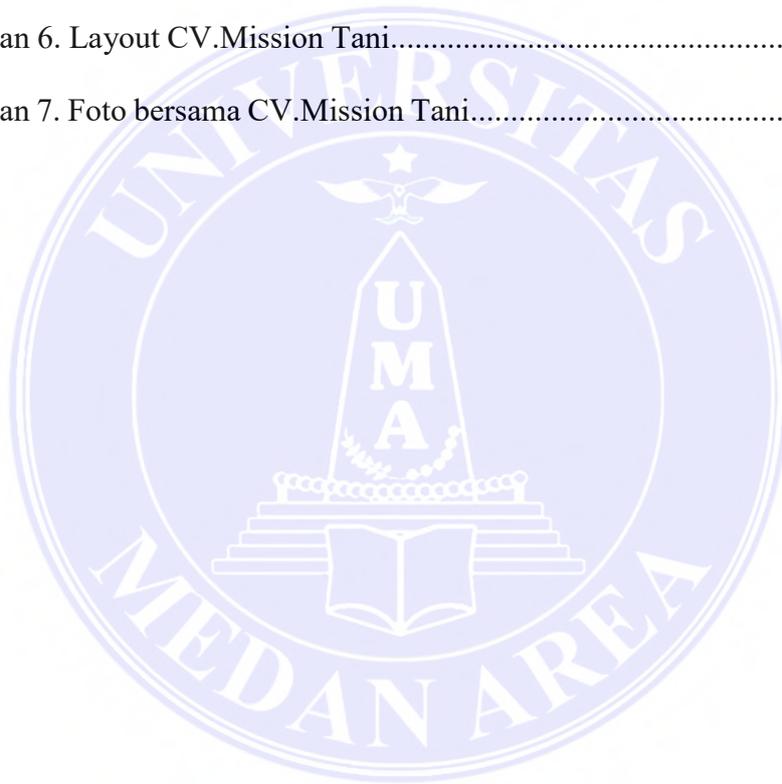
	Halaman
Tabel 2.1. Faktor Pengali Frekuensi	19
Tabel 2.2. Faktor Pengali Pegangan	20
Tabel 4.1. Kuisisioner Nordic Body Map	48
Tabel 4.2. Pengumpulan Data RWL.....	49
Tabel 4.3. Pengumpulan Data MPL	50
Tabel 4.4. Data Pengukuran Antropometri.....	51
Tabel 4.5. Hasil Rekapitulasi Standar Deviasi Dimensi Tubuh	63
Tabel 4.6. Uji keragaman Tinggi Siku Berdiri (TSB)	64
Tabel 4.7. Hasil Uji Kecukupan Data Dimensi Tubuh.....	69
Tabel 4.8. Uji Normal dengan <i>Kolmogorov-Smirnov Test TSB</i>	71
Tabel 4.9. Uji Normal <i>Kolmogorov Smirnov</i> untuk seluruh dimensi.....	72
Tabel 4.10. Pengukuran Dimensi Tubuh.....	74
Tabel 4.11. Rekapitulasi Data Dimensi Antropometri	75

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Perhitungan Segmen Telapak Tangan	22
Gambar 2.2. Perhitungan Segmen Lengan Bawah.....	22
Gambar 2.3. Perhitungan Segmen Lengan Atas.....	22
Gambar 2.4. Perhitungan Segmen Punggung.....	22
Gambar 2.5. Perhitungan Segmen Paha	23
Gambar 2.6. Perhitungan Segmen Betis.....	23
Gambar 2.7. Perhitungan Segmen Kaki	24
Gambar 2.8. Antropometri Tubuh.....	26
Gambar 2.9. Nordic Body Map (NBM)	36
Gambar 3.1. Kerangka Berpikir Penelitian	42
Gambar 3.2. Diagram Alir Metodologi Penelitian	44
Gambar 4.1. Pengayak kompos manual	45
Gambar 4.2. Rekapitulasi SNQ setelah melakukan pekerjaan	48
Gambar 4.3. Diagram gaya dan momen telapak tangan.....	56
Gambar 4.4. Diagram gaya dan momen lengan bawah.....	56
Gambar 4.5. Diagram gaya dan momen lengan atas.....	57
Gambar 4.6. Diagram gaya dan momen punggung.....	58
Gambar 4.7. Free body diagram paha pengangkatan bahan baku.....	59
Gambar 4.8. Free body diagram betis pengangkatan bahan baku.....	60
Gambar 4.9. Free body diagram kaki pengangkatan bahan baku	61
Gambar 4.10. Peta Kontrol Dimensi Tinggi Siku Berdiri (TSB).....	66
Gambar 4.11. Peta Kontrol Dimensi Lebar Bahu (LB).....	66
Gambar 4.12. Revisi Peta Kontrol Dimensi diameter lengan genggam (DLG 67	
Gambar 4.13. Peta Kontrol Dimensi lebar jari (LJ)	67
Gambar 4.14. Revisi Peta Kontrol Dimensi jangkauan tangan ke depan (JKTD).....	68
Gambar 4.15. Revisi Peta Kontrol Dimensi jarak siku ke ujung Jari (JSJU)...	68
Gambar 4.16. Simulasi pekerja menggunakan mesin pencacah dan ayakan kompos	77

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. FPC. CV. Missio Tani	83
Lampiran 2. Keterangan Gambar Mesin Pencacah Kompos	84
Lampiran 3. Ukuran Gambar Mesin Pencacah Kompos	85
Lampiran 4. Ukuran Gambar Konveyor	86
Lampiran 5. Ukuran Gambar Pengayakan Kompos.....	87
Lampiran 6. Layout CV.Mission Tani.....	88
Lampiran 7. Foto bersama CV.Mission Tani.....	89



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peningkatan perekonomian di Indonesia saat ini secara tidak langsung telah mendorong pertumbuhan bisnis di berbagai bidang, semua Industri maupun perusahaan berlomba–lomba meningkatkan mutu produksinya yang bersifat barang dan maupun jasa. Untuk mendapatkan pangsa pasar yang lebih banyak, perlu manusia melakukan dalam mengembangkan usahanya untuk hasil yang lebih produktif dan memiliki keuntungan yang besar. Tenaga kerja merupakan faktor yang paling penting dalam menjalankan sebuah perusahaan sehingga dapat menghasilkan sebuah produk yang memiliki nilai jual. Teknologi dapat membantu manusia dalam meningkatkan produktivitas kerja untuk mempermudah mereka untuk melakukan segala sesuatunya.

Tenaga kerja merupakan faktor yang paling penting dalam menjalankan sebuah perusahaan sehingga dapat menghasilkan sebuah keuntungan bagi perusahaan. Untuk itu setiap perusahaan dituntut untuk memperhatikan kondisi fisik dan mental setiap pekerjanya sehingga para pekerja mampu bekerja dengan nyaman dan dapat meningkatkan produktivitas produk yang dihasilkan dari perusahaan tersebut. Selain itu faktor penting lain dalam sebuah perusahaan yang perlu diperhatikan adalah peralatan dan fasilitas kerja yang disediakan perusahaan untuk mendukung kelancaran para pekerja. Peralatan dan fasilitas kerja erat kaitannya dengan kelancaran proses produksi, karena berhubungan langsung dengan manusia dan mesin yang bekerja di perusahaan. Rancangan peralatan dan

fasilitas kerja yang tidak sesuai dengan kenyamanan dan keamanan para pekerja pada bagian otot lengan dan kaki akan menyebabkan gangguan pada operator tersebut sehingga produktivitas tidak optimal dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan dan para operasional tersebut. Operasional di bagian produksi pupuk kompos bioromosdo merupakan operasional yang memiliki peranan penting, karena pada bagian inilah produk utama pada pupuk kompos Bioromosdo. Terlebih dahulu sebelum masuk ke gudang bahan jadi perlu diperhatikan seluruh bahan baku seperti kompos blotong, kohe, dolomit dan campuran lainnya yang akan dioper di bagian gudang bahan baku. Pupuk kompos dan sangat perlu diperhatikan tingkat kualitas pada saat proses produksi dan bahan baku siap masuk ke tahap selanjutnya sampai ke pengemasan bahan baku jadi, kemudian dioper ke dalam gudang bahan baku jadi sebelum masuk pada *customer*. Ini adalah salah satu pendukung utama dan memperlancar setiap pekerjaan karyawan di bagian produksi adalah tersedianya peralatan kerja yang ergonomis sesuai dengan kenyamanan dalam menggunakan alat saat berada di lantai produksi sehingga ter ekualisasi pada operasional dan mampu meningkatkan tingkat produktivitas pada perusahaan tersebut.

CV. Mission Tani merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang menghasilkan pupuk organik dan dilakukan dengan beberapa proses semi manual. Produk utama dari dari CV. Mission Tani adalah Bioromosdo, Romosdo dan pupuk cair, CV.Mission Tani beralamat di jalan Bersama Desa Baru, Pancur Batu Kabupaten Deli Serdang. Jumlah karyawan sebanyak 15 orang karyawan dan TPA pengomposan 40 orang. CV Mission Tani mempunyai jam kerja dari jam 08.30-18.00 WIB, jika ada pekerjaan harus memenuhi permintaan maka harus ada jam tambahan lembur untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

Cara kerja mesin pencacah dan ayakan sebagai berikut :

1. Bahan baku kohe, blotong, dolomit dan bahan lainnya akan dihantarkan di tempat ditumpukan pada bagian mesin cacahan dengan menggunakan beko sebanyak 15 beko kompos blotong, 10 beko kohe, 50kg dolomit dan tambahan campuran lainnya.
2. Setiap kompos dan campuran lain akan di bawa beko ke pencacahan, bahan baku akan diaduk rata terlebih dahulu dengan menggunakan sekop, kemudian akan dimasukkan dengan menggunakan sekop ke Pencacahan.
3. Bahan baku yang sudah dicacah kemudian akan di ayak secara manual dengan menggunakan sekop
4. Kompos akan di ayak sampai benar-benar bahan baku teraduk rata.
5. Kemudian kompos akan melakukan pengecekan kembali setelah melakukan pengayakan, kemudian pupuk kompos akan di paking ke dalam goni yang berukuran 50 kg dan timbang kemudian goni akan di jahit dengan mesin penjahit goni.
6. Selesai pengecekan dan packing pupuk kompos siap dimasukkan ke dalam penyimpanan /gudang bahan baku yang sudah jadi.

Dari proses kerja di atas diketahui pada pengoperasian mesin pencacah dan ayakan masih menemukan kendala ketika operasional sedang berlangsung. Hasil ayakan tidak mampu memenuhi kapasitas yang diinginkan dikarenakan masih menggunakan alat yang manual. Bahan baku yang mereka angkat sebanyak 27 kg dan dilakukan secara *repetitif* pada pengayakan bahan baku. Alat ini masih menunjukkan keluhan dari para pekerja yang kurang nyaman pada saat melakukan pekerjaannya. Operator lebih cepat mengalami kelelahan bekerja karena alat yang

manual dilakukan secara *repetitif*, dan operator merasakan beberapa keluhan yaitu pergelangan otot tangan, kaki, punggung dan sering mudah lelah. Posisi tangan dan kaki yang terlalu lama berdiri dan mengayak secara *continue* akan membuat operator mengalami kram dan mudah lelah. Oleh sebab itu perusahaan dituntut untuk memperhatikan kondisi fisik dan mental setiap pekerjanya sehingga para pekerja mampu bekerja dengan nyaman dan dapat meningkatkan kondisi tingkat produktivitas yang optimum pada perusahaan tersebut.

Dengan adanya hal tersebut maka perlu melakukan *redisain* ulang pada beberapa bagian mesin pencacah dan ayakan manual, seperti memasang konveyor dan penambahan mesin pengayak kompos sehingga sesuai hasil yang diinginkan. Konveyor desain dapat menyatukan mesin pencacah dan mesin ayakan kompos yang ergonomis bagi operator sehingga rutinitas kerja tidak menyebabkan kelelahan yang berarti. Dari latar belakang yang dijelaskan di atas dapat dijadikan pertimbangan untuk membuat tugas akhir dengan judul “**Redisain Mesin Pencacah dan Ayakan Manual Pada Pendekatan Ergonomi**”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka dapat dirumuskan suatu permasalahan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana redesain ulang mesin pencacah dan ayakan agar mudah dioperasikan dan hasil mesin yang digunakan menjadi presisi?
2. Bagaimana redesain ulang mesin pencacah dan pengayakan dengan pendekatan ergonomi dan antropometri agar pekerja di bagian produksi tidak mudah lelah?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, penelitian ini bertujuan untuk :

1. Redesain ulang mesin pencacah dan pengayakan kompos agar mudah dioperasikan dan hasil mesin pencacah dan ayakan kompos menjadi presisi dan ergonomis
2. Redesain ulang mesin pencacah dan ayakan dengan menambahkan alat pembantu dengan pendekatan Ergonomi dan Antropometri agar operator nyaman dan tidak mudah lelah dan dapat memenuhi kapasitas yang meningkat.

1.4. Batasan Dan Asumsi

Dalam penelitian ini, penulis akan membatasi masalah yang akan diteliti agar peneliti lebih fokus dan dapat menjawab permasalahan lebih akurat sesuai dengan judul yang ada dalam latar belakang tersebut. Adapun batasan masalah penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada bagian area produksi CV.Mission Tani.
2. Penelitian ini hanya diajukan pada suatu mesin yaitu mesin pencacah dan pengayakan kompos.
3. Penelitian ini hanya melakukan Redesain ulang mesin pencacah dan pengayakan dengan menambah alat bantu pada Mesin pencacah dan pengayak yang manual yang lebih ergonomis.
4. Biaya perancangan tidak diperhitungkan dan hanya melakukan perancangan. Asumsi dalam penelitian ini adalah :

5. Penelitian hanya berfokus pada mesin pencacah dan ayakan yang dilakukan pada saat jam kerja berlangsung dan tanpa mengganggu proses produksi.\

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis dapat menyelesaikan program perkuliahan Sarjana Teknik Industri Universitas Medan Area.
2. Menambah pengetahuan tentang perancangan alat pada sebuah perusahaan/ pabrik.
3. Sebagai pertimbangan bagi perusahaan dalam memperbaiki sistem kerja sehingga mampu memberikan jaminan rasa nyaman dan tidak terjadinya kelelahan yang berlebihan bagi karyawan yang bekerja di perusahaan tersebut, sehingga karyawan mampu meningkatkan kapasitas produktivitas perusahaan.
4. Sebagai pengaplikasian ilmu ergonomi dan biomekanika yang diperoleh selama perkuliahan dalam dunia industri sehingga menghasilkan suatu sistem kerja yang baik.
5. Hasil penelitian diharapkan menjadi salah satu solusi dalam menciptakan sistem kerja yang aman dan sehat di dunia industri.

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan karya ilmiah tugas akhir ini terbagi dalam beberapa BAB yang dapat dilihat sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN

BAB ini berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisi referensi yang terbaru dan relevan. BAB ini juga memuat teori yang berkaitan dengan penelitian *Redisain* alat pada pendekatan Ergonomi dan Biomekanika.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

BAB ini memuat tempat penelitian, spesifikasi peralatan, bahan yang digunakan serta prosedur penelitian yang dilakukan.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB ini berisi hasil dan pembahasan data penelitian.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

BAB ini berisi tentang kesimpulan yang didapat setelah melakukan analisis dan saran yang dapat membangun bagi pembaca dan peneliti berikutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Perancangan

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, nilai memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada (Rusdi & Muhammad Arsad 2012:5) menurut (Al-Bahra ladjamudin 2013) Perancangan adalah kegiatan yang memiliki tujuan untuk mendesain sistem yang baru untuk dapat menyelesaikan masalah – masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang terbaik. Dalam bidang teknik, hal ini masih menyangkut suatu proses dimana prinsip–prinsip ilmiah dan alat–alat teknik seperti matematika komputer dan bahasa dipakai, dalam menghasilkan suatu rancangan yang kalau dilaksanakan akan memenuhi kebutuhan manusia. (Zainun, 1999)

2.2. Definisi Ergonomi

Ditilik dari asal katanya, *ergonomic* berasal dari bahasa Yunani ‘ergos’ dan ‘nomos’. ‘Ergos’ berarti kerja, sedangkan ‘nomos’ adalah aturan. Dengan demikian, istilah yang satu ini berbicara tentang aturan kerja. adapun ergonomi adalah interaksi manusia dengan sistem, profesi, prinsip, data, dan metode dalam rangka merancang sistem tersebut agar sesuai dengan kebutuhan, keterbatasan, serta keterampilan manusia. Dengan kata lain, ergonomi merupakan ilmu yang membicarakan desain untuk manusia. Secara sederhana, istilah ini dapat diartikan

sebagai sebuah upaya menyesuaikan lingkungan kerja dengan kebutuhan pengguna atau manusianya. Tujuan penyesuaian tersebut untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi rasa tidak nyaman saat bekerja.

2.3. Maksud Dan Tujuan Ergonomi

Disiplin ergonomi merupakan suatu pengetahuan yang utuh tentang permasalahan-permasalahan interaksi manusia dengan teknologi dan produk-produknya, sehingga dimungkinkan adanya suatu rancangan sistem manusia- mesin yang optimal. Dengan demikian disiplin ergonomi melihat permasalahan interaksi tersebut sebagai suatu sistem dengan pemecahan masalah melalui pendekatan sistem. Tujuan ergonomi adalah untuk meningkatkan produktivitas tenaga kerja pada suatu perusahaan atau organisasi. Hal ini dapat tercapai apa bila terjadi kesesuaian antara pekerja dengan pekerjaan. Banyak yang menyimpulkan bahwa pekerja harus dimotivasi dan kebutuhannya harus terpenuhi. Dengan demikian akan menurunkan jumlah tenaga kerja yang tidak masuk kerja. Namun pendekatan ergonomi mencoba mencapai kebaikan antara pekerja dan pimpinan perusahaan.

Hal itu dapat dicapai dengan memperhatikan 4 tujuan antara lain:

1. Memaksimalkan efisiensi tenaga kerja.
2. Memperhatikan kesehatan dan keselamatan kerja.
3. Mengajukan agar bekerja aman, nyaman dan bersemangat.
4. Memaksimalkan performance kerja yang meyakinkan.

Konsekuensi situasi kerja yang tidak ergonomis adalah kondisi tubuh menjadi kurang optimal, tidak efisien, kualitas rendah dan seseorang bisa mengalami gangguan kesehatan seperti nyeri (*low back point*), gangguan otot

rangka dan lain-lain. Maksud dan tujuan utama dari pendekatan disiplin ergonomi diarahkan pada upaya memperbaiki performansi kerja manusia seperti menambah kecepatan kerja, ketepatan, keselamatan kerja di samping untuk mengurangi energi kerja yang berlebihan serta mengurangi datangnya kelelahan yang terlalu cepat. Di samping itu, disiplin ergonomi diharapkan pula mampu memperbaiki pemberdayaan sumber daya manusia serta meminimalkan kerusakan peralatan yang disebabkan kesalahan manusia (*human error*).

2.4. Postur Kerja

Pertimbangan-pertimbangan ergonomi yang berkaitan dengan postur kerja dapat membantu mendapatkan postur kerja yang nyaman bagi pekerja. Baik postur kerja berdiri, duduk, angkat maupun angkut. Beberapa jenis pekerjaan akan memerlukan postur kerja tertentu yang terkadang tidak menyenangkan. Kondisi kerja seperti ini memaksa pekerja selalu berada pada postur kerja yang tidak alami dan berlangsung dalam jangka waktu yang cukup lama. Hal ini akan mengakibatkan pekerja lebih cepat lelah, adanya keluhan di bagian tubuh cacat produk bahkan cacat tubuh. Untuk menghindari postur kerja yang demikian, pertimbangan-pertimbangan ergonomis antara lain menyarankan hal-hal sebagai berikut:

- a. Mengurangi keharusan pekerja untuk bekerja dengan postur kerja membungkuk dengan frekuensi kegiatan yang sering atau dalam jangka waktu yang lama. Untuk mengatasi hal ini maka stasiun kerja harus dirancang terutama sekali dengan memperhatikan fasilitas kerja seperti meja, kursi dan lain-lain yang sesuai dengan data antropometri pekerja dapat menjaga postur

kerjanya tetap tegak dan norma. Ketentuan ini terutama sekali ditekankan bilamana pekerjaan harus dilaksanakan dengan postur berdiri.

- b. Pekerja tidak seharusnya menggunakan jarak jangkauan maksimum.
- c. Pengaturan postur kerja dalam hal ini bisa memberikan postur kerja yang nyaman. Untuk hal-hal tertentu pekerja harus mampu dan cukup leluasa mengatur tubuhnya agar memperoleh postur kerja yang lebih leluasa dalam bergerak.
- d. Pekerja tidak seharusnya duduk atau berdiri pada saat bekerja untuk waktu yang lama, dengan kepala, leher, dada atau kaki berada dalam postur tubuh miring.

Operator tidak seharusnya dipaksa bekerja dalam frekuensi atau periode waktu yang lama dengan tangan atau lengan berada dalam posisi diatas level siku normal. Postur duduk memerlukan lebih sedikit energi daripada berdiri, karena hal ini dapat mengurangi banyaknya beban otot statis kaki. Seseorang operator yang bekerja dalam postur duduk memerlukan sedikit istirahat dan secara potensial lebih produktif. Sedangkan postur berdiri merupakan sikap siaga baik fisik maupun mental, sehingga aktivitas kerja yang dilakukan lebih cepat, kuat dan teliti. Berdiri lebih melelahkan daripada duduk dan energi yang lebih banyak 10 - 15 % dibandingkan duduk cepat, kuat dan teliti. Berdiri lebih melelahkan daripada duduk dan energi yang lebih banyak 10-15% dibandingkan duduk.

Beberapa masalah berkenaan dengan postur kerja yang sering terjadi sebagai berikut:

1. Hindari kepala dan leher yang mendongak.
2. Hindari tungkai yang menarik.

3. Hindari tungkai kaki pada posisi terangkat.
4. Hindari postur memutar atau asimetris.
5. Sediakan sandaran bangku yang cukup di setiap bangku.

Kerja seseorang dihasilkan dari tugas pekerjaan, rancangan tempat dikeluarkan kerja dan karakteristik individu seperti ukuran dan bentuk tubuh. Pertimbangan untuk semua komponen dibutuhkan analisis dan perancangan tempat kerja

2.5. Definisi Biomekanika

Biomekanika adalah disiplin ilmu yang mengintegrasikan faktor-faktor yang mempengaruhi gerakan manusia, yang diambil dari pengetahuan dasar seperti fisika, matematika, kimia, fisiologi, anatomi dan konsep rekayasa untuk menganalisa gaya yang terjadi pada tubuh, maka ilmu biomekanika mencoba memberikan gambaran ataupun solusi guna meminimumkan gaya dan momen yang dibebankan pada pekerja supaya tidak terjadi kecelakaan kerja. Jika seseorang melakukan pekerjaan maka sangat banyak faktor-faktor yang terlibat dan mempengaruhi pekerjaan tersebut. Secara garis besar faktor-faktor yang mempengaruhi manusia tersebut adalah faktor individual dan faktor situasional. Biomekanika merupakan ilmu yang membahas aspek-aspek mekanika gerakan-gerakan tubuh manusia. Biomekanika adalah kombinasi antara keilmuan mekanika, antropometri dan dasar ilmu kedokteran (biologi dan fisiologi). Dalam dunia kerja yang menjadi perhatian adalah kekuatan kerja otot yang tergantung pada posisi anggota tubuh yang bekerja, arah gerakan kerja dan perbedaan kekuatan antar bagian tubuh. Selain itu juga kecepatan dan ketelitian serta daya tahan jaringan

tubuh terhadap beban (Mas'idah, 2009).

Pendekatan biomekanika menitik beratkan pada struktur tulang dan posisi pengangkatan, dimana struktur tulang terutama pada tulang belakang akan mengalami tekanan yang berlebih ketika melakukan pengangkatan meskipun frekuensinya jarang. Pendekatan biomekanika memandang tubuh manusia sebagai suatu sistem, yang terdiri dari elemen-elemen yang saling berkait dan terhubung satu sama lain melalui sendi-sendi dan jaringan otot yang ada. Pendekatan biomekanika berguna untuk mengukur kekuatan dan ketahanan fisik manusia untuk melakukan suatu pekerjaan tertentu, dimana hal ini bertujuan untuk mendapatkan suatu cara kerja yang lebih baik sehingga kemungkinan terjadinya cedera dapat diminimasi (Hadiguna, 2006).

2.6. Penerapan Biomekanika Kerja

NIOSH (*National For Occupational Safety and Health*) adalah suatu lembaga yang menangani masalah kesehatan dan keselamatan kerja di Amerika, telah melakukan analisis terhadap faktor-faktor yang berpengaruh terhadap biomekanika yaitu (Muslimah, 2006):

1. Berat dari benda yang dipindahkan, hal ini ditentukan oleh pembebanan langsung.
2. Posisi pembebanan dengan mengacu pada tubuh, dipengaruhi oleh:
 - a. Jarak horisontal beban yang dipindahkan dari titik berat tubuh.
 - b. Jarak vertikal beban yang dipindahkan dari lantai.

2.7. Metode Pengangkatan Beban

Metode pendekatan ini dengan mempertimbangkan rata-rata beban metabolisme dari aktifitas angkat yang berulang (*repetitive lifting*), sebagaimana dapat juga ditentukan dari jumlah konsumsi oksigen. Hal ini haruslah benar-benar diperhatikan terutama dalam rangka untuk menentukan batasan angkat. Kelelahan kerja yang terjadi akibat dari aktifitas yang berulang-ulang (*repetitive lifting*) akan meningkatkan resiko rasa nyeri pada tulang belakang (*back injuries*), *repetitive lifting* dapat menyebabkan *Cumulative Trauma Injuries* atau *Repetitive Strain Injuries* (Mas'idah dkk, 2009).

Ada beberapa bukti bahwa semakin banyak jumlah material yang diangkat dan dipindahkan dalam sehari oleh seseorang, maka akan lebih cepat mengurangi ketebalan dari intervertebral disc atau elemen yang berada diantara segmen tulang belakang. Fenomena ini menggambarkan bahwa pengukuran yang akurat terhadap tinggi tenaga kerja dapat digunakan sebagai alat untuk mengevaluasi beban kerja (Mas'idah dkk, 2009).

Ada beberapa cara mengangkat beban yang benar, yaitu (Mas'idah dkk,2009):

1. Memegang dan mengangkat beban.
 - a. Dengan posisi tubuh setegak mungkin.
 - b. Dengan posisi punggung lurus.
 - c. Dengan posisi lutut cenderung kuat.
2. Taruhlah tubuh anda sedekat mungkin pada beban
3. Memegang beban dengan cara yang aman sehingga anda dapat melakukan pemindahan dengan sekuat mungkin.
4. Perlu didesain alat bantu agar mengurangi aktifitas membungkuk untuk mengambil dan memindahkan barang.

2.8. Keterkaitan Biomekanika dan Ergonomi

Keilmuan biomekanika kerja berkontribusi dalam perancangan dan evaluasi sistem kerja. Sistem kerja yang dimaksud meliputi metode kerja (terutama yang menuntut aktivitas fisik berat seperti penanganan *material*/benda secara manual), perancangan alat kerja, perancangan stasiun kerja (baik duduk atau berdiri), serta seleksi dan training pekerja. Berbagai perangkat lunak komputer terkait biomekanika sudah tersebar untuk mensimulasikan dan memprediksi kemampuan fisik manusia dalam bekerja. Semua aplikasi biomekanika kerja ini memiliki tujuan utama, yaitu memperbaiki performansi manusia dalam bekerja. Semua aplikasi biomekanika kerja ini memiliki tujuan utama, yaitu memperbaiki performansi manusia dalam bekerja serta mengurangi resiko cedera pada sistem otot rangka. Hingga kini, keilmuan biomekanika kerap menjadi salah satu ujung tombak aplikasi ergonomi di industri, terutama di Indonesia. Hal ini akan didukung oleh beberapa fakta berikut:

1. Efisiensi dan produktivitas tenaga kerja masih merupakan isu utama di industri. Pengetahuan tentang kemampuan biomekanika pekerja.
2. dapat digunakan sebagai masukan penting untuk mendapatkan perancangan sistem kerja yang optimal, terutama dalam hal kesesuaian antara kemampuan fisik dan tuntutan kerja.
3. Pekerja di industri masih didominasi oleh kerja fisik otot yang berat dan aktivitas kerja yang berulang-ulang. Bahkan sering pula dengan durasi waktu yang lama. Tiga hal ini merupakan faktor risiko utama ergonomi yang berpotensi menimbulkan gangguan pada sistem otot rangka, ongkos dan biaya yang ditimbulkan akibat gangguan pada sistem otot rangka sangat mahal.

2.9. Macam-macam Persamaan Pembebanan

2.9.1. *Recommended Weight Limit (RWL)*

Sebuah lembaga riset yang menangani aspek kesehatan dan keselamatan kerja di Amerika Serikat, NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*), pada tahun 1991 mengeluarkan sebuah panduan mengenai batasan maksimum beban yang boleh diangkat oleh pekerja untuk berbagai kondisi pengangkatan. Penetapan batas beban kerja tersebut didasari oleh hasil-hasil penelitian yang menggabungkan pendekatan biomekanika, fisiologi dan psikofisik. Batas pengangkatan tersebut dikenal dengan RWL (*Recommended weight Limit*). Terdapat enam faktor yang menentukan besaran RWL, yakni empat faktor yang mempengaruhi sikap saat pengangkatan, satu faktor berkaitan dengan frekuensi pengangkatan, dan satu faktor lagi berkaitan dengan kondisi pegangan benda yang diangkat. Enam faktor tersebut disebut sebagai faktor pengali yang menentukan RWL, dengan rumus persamaan sebagai berikut :

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

Keterangan :

- RWL : Batas beban yang direkomendasikan
- LC : Konstanta pembebanan (*load constant*) = 23 kg
- HM : Faktor pengali horizontal (*horizontal multiplier*)
- VM : Faktor pengali vertikal (*vertical multiplier*)
- DM : Faktor pengali perpindahan (*distance multiplier*)
- AM : Faktor pengali asimetrik (*asymmetric multiplier*)
- FM : Faktor pengali frekuensi (*frequency multiplier*)
- CM : Faktor pengali pegangan (*coupling multiplier*)

Perlu dicatat bahwa tiap-tiap faktor pengali mempunyai nilai maksimum

1. Artinya jika semua pengali nilainya 1 maka RWL akan sama dengan LC, yakni 23 kg. Inilah yang disebut sebagai kondisi optimal pengangkatan. Semakin kecil besaran faktor pengali, maka batas beban yang diangkat juga semakin kecil untuk sikap tubuh, frekuensi pengangkatan dan kondisi beban yang diberikan. Penilaian aman atau tidak aman suatu pengangkatan dilakukan dengan membandingkan batas pengangkatan dengan bobot beban aktual dengan rumusan. RWL ini telah digunakan secara luas diindustri sebagai acuan dalam evaluasi aktivitas pengangkatan secara manual sebesar 23 kg. Untuk mendapatkan batas beban pengangkatan, cukup dihitung dengan enam faktor pengali yang telah ditetapkan.

1. Faktor Pengali Horizontal (HM)

Besaran HM ditentukan dengan rumus : $HM = 25/H$, dengan H adalah jarak horizontal yang didefinisikan sebagai jarak antara titik tengah kedua mata kaki bagian dalam sampai dengan titik yang diproyeksikan dari titik pusat beban saat pengangkatan. Jika $H < 25$ maka H diasumsikan dengan 25 cm dan $HM = 1$. Jika $H = 50$, maka $HM = 0,5$. Artinya batas beban yang diangkat saat $HM = 50$ cm adalah setengah dari batas beban saat $H = 25$ cm.

2. Faktor Pengali Vertikal (VM)

Besaran VM ditentukan dengan rumus : $VM = 1 - (0,003|V-75|)$, dengan V didefinisikan sebagai jarak dari lantai terhadap posisi kedua tangan saat pengangkatan, yang biasanya diasumsikan sebagai titik tengah benda yang dibawa. Terjadinya perubahan VN terhadap V bersifat linear, walaupun relatif tidak setajam perubahan HM terhadap HV ditentukan oleh sikap tubuh pada saat pengangkatan, dengan kondisi aktual adalah saat beban setinggi pinggang

$$(V=75 \text{ cm sehingga } VM = 1).$$

3. Faktor Pengali Jarak (DM)

Besaran DM ditentukan dengan rumus : $DM = 0,82 + 4,5/D$, dengan D di defenisikan sebagai jarak perbedaan atau perpindahan ketinggian secara vertikal antara posisi awal dan akhir pengangkatan. Nilai D diasumsikan antara 25 sampai dengan 175 cm. Jika nilai D kurang dari 25 cm maka D dianggap 25 cm. Besaran D juga ditentukan oleh sikap tubuh pada saat pengangkatan (kondisi awal dan akhir), dengan kondisi ideal adalah jarak perpindahan vertikal kurang dari 25 cm.

4. Faktor Pengali Asimetri (AM)

Besaran AM ditentukan dengan rumus : $AM = 1 - 0,0032A$, dimana A adalah sudut asimetrik yang merupakan sudut yang dibentuk antara bidang pertengahan sagital dan garis asimetrik. Bidang sagital adalah bidang yang membagi tubuh menjadi dua bagian, kanan dan kiri, saat posisi tubuh netral (tidak ada perputaran pada bahu dan kaki). Garis asimetrik adalah garis horizontal yang menghubungkan titik tengah garis yang menghubungkan kedua mata kaki bagian dalam dan proyeksi titik tengah beban pada lantai pada tiap saat posisi pengangkatan. Kondisi optimal, dimana $AM = 1$, diperoleh saat posisi tubuh berada dalam keadaan netral (tidak berputar).

5. Faktor Pengali Frekuensi (FM)

Berbeda dengan faktor-faktor pengali yang telah dibahas terdahulu, FM tidak dihitung secara rumus matematis, namun dapat ditentukan berdasarkan tabel acuan. Dalam hal ini FM ditentukan oleh frekuensi rata-rata pengangkatan per menit dan posisi beban pada saat diangkat dari lantai ($C =$ jarak vertikal). Untuk pengangkatan dengan frekuensi per menit = 0,2. Berikut adalah tabel faktor pengali frekuensi.

Tabel 2.1. Faktor Pengali Frekuensi

Frekuensi	Work Duration					
	≤ 1 jam		1 – 2 jam		2 – 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	0.85
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

Sumber : Ergonomi Suatu Pengantar

6. Faktor Pengali Pegangan

Sama halnya dengan FM, faktor pengali pegangan (CM) ditentukan dari tabel. CM ditentukan oleh kondisi pegangan (*handle*) beban yang diangkat juga nilai V. Kondisi yang baik juga dikondisikan oleh adanya *handle* yang nyaman dipegang oleh tangan. Berikut adalah tabel faktor pengali pegangan.

Tabel 2.2. Faktor Pengali Pegangan

<i>Coupling Type</i>	<i>V < 75 cm</i>	<i>V ≥ 75 cm</i>
<i>Good</i>	1.00	1.00
<i>Fair</i>	0.95	1.00
<i>Poor</i>	0.90	0.90

Sumber : Ergonomi Suatu Pengantar

Beberapa penelitian telah dilakukan di ITB untuk merevisi penggunaan rumusan RWL sehingga cocok untuk pekerja Indonesia. Besaran konstanta pengali menjadi 20 Kg. Widiyanti (1998) juga mengusulkan faktor pengali vertikal (VM) menjadi $1-(0,003|V-69|)$.

2.9.2. *Lifting Index (LI)*

Pada umumnya, dalam setiap pengangkatan terdapat dua posisi tubuh yakni posisi awal pengangkatan dan akhir pengangkatan. Oleh karena itu, RWL harus dihitung untuk kedua kondisi tersebut yang dinamakan RWL_{awal} dan RWL_{akhir} . Dalam perhitungan keduanya, besaran faktor pengali DM akan sama. Besaran faktor FM dan CM pada dua posisi tersebut bisa jadi berbeda atau sama, tergantung nilai V.

NIOSH mengusulkan penilaian aman atau tidaknya suatu aktifitas suatu pengangkatan didasarkan atas *Lifting Indeks (LI)*. LI dirumuskan sebagai perbandingan antara batas beban yang direkomendasikan untuk diangkat terhadap beban yang seharusnya diangkat. Batas beban yang direkomendasikan diangkat dipilih dari nilai terkecil diantara RWL_{awal} dan RWL_{akhir} . Oleh karena itu, rumusan LI adalah:

$$LI = \text{Bobot beban actual/min (WL}_{\text{awal}}, \text{RWL}_{\text{akhir}})$$

Rekomendasi yang diberikan adalah sebagai berikut :

- a. Jika $LI \leq 1$, maka pekerjaan tersebut aman
- b. Jika $1 < LI \leq 3$, maka pekerjaan tersebut mungkin berisiko
- c. Jika $LI > 3$, maka pekerjaan tersebut berisiko

2.9.3. Action Limit (AL)

Batasan gaya angkat normal (the action limit) diberikan oleh NIOSH dan berdasarkan gaya tekanan sebesar 3.500 N pada L5/S1. Kemampuan AL yang dapat diangkat oleh operator dalam mengangkat beban tersebut adalah :

$$AL = 40 (15/H) \times (1 - 0,004 | \sqrt{v-75} |) \times (0,7 + 7,5/D) \times (1 - F/F_{\text{max}})$$

Keterangan:

AL : Action Limit (Kg)

H : Jarak antara pusat beban ke lumbar spin (cm)

V : Jarak antara pusat beban ke lantai (cm)

D : Jarak perpindahan beban dari lokasi lama ke lokasi baru (cm)

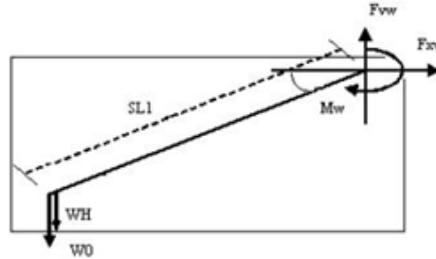
F : Frekuensi pengangkatan (Lift/menit)

2.9.4. Maximum Permissible Limit (MPL)

Batasan gaya angkat maksimum yang diijinkan (*the maximum permissible limit*), yang direkomendasikan NIOSH (1981) adalah berdasarkan gaya tekan sebesar 6500N pada L5/S1. Dibawah ini merupakan perhitungan tiap segmen yang mempengaruhi tulang belakang, dengan rumusan berat badan (W), sebagai berikut:

Berikut perhitungan gaya dan momen pada segmen tubuh

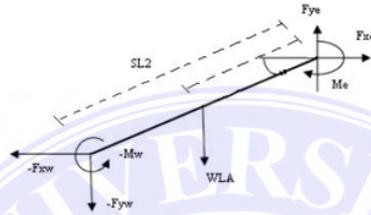
1. Telapak tangan



$$\begin{aligned} \sum F_x &= F_{xw} = 0 \\ \sum F_y &= F_{yw} - W_0 - W_H = 0 \\ \sum M &= M_w - (W_0 + W_H) \cdot SL_1 \cdot \cos \theta_1 = 0 \\ W_H &= m_H \times g \\ F_{yw} &= \frac{W_0}{2} + W_H \\ M_w &= \left(\frac{W_0}{2} + W_H \right) \times SL_1 \times \cos \theta_1 \end{aligned}$$

Gambar 2.1. Perhitungan Segmen Telapak Tangan

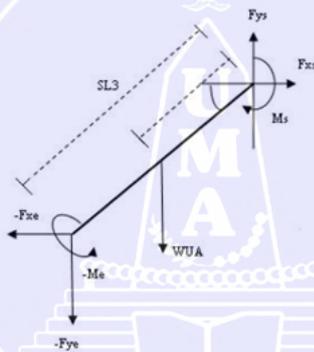
2. Lengan bawah



$$\begin{aligned} \sum F_x &= -F_{xw} + F_{xe} = 0 \\ \sum F_y &= -F_{yw} - W_{LA} + F_{ye} = 0 \\ \sum M_e &= M_e - M_w - (W_{LA} \cdot \lambda_2 \cdot SL_2 \cdot \cos \theta_2) - (F_{yw} \cdot SL_2 \cdot \cos \theta_2) \\ &\quad - (F_{xw} \cdot SL_2 \cdot \sin \theta_2) = 0 \\ W_{LA} &= m_{LA} \times g \\ F_{xe} &= F_{yw} + W_{LA} \\ M_e &= M_w + (W_{LA} \times \lambda_2 \times SL_2 \times \cos \theta_2) + (F_{yw} \times SL_2 \times \cos \theta_2) \end{aligned}$$

Gambar 2.2. Perhitungan Segmen Lengan Bawah

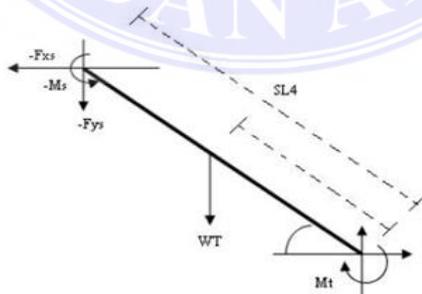
3. Lengan atas



$$\begin{aligned} \sum F_x &= -F_{xe} + F_{xs} = 0 \\ \sum F_y &= -F_{ye} - W_{UA} + F_{ys} = 0 \\ \sum M_s &= M_s - M_e - (W_{UA} \cdot \lambda_3 \cdot SL_3 \cdot \cos \theta_3) - (F_{ye} \cdot SL_3 \cdot \cos \theta_3) \\ &\quad - (F_{xe} \cdot SL_3 \cdot \sin \theta_3) = 0 \\ W_{UA} &= m_{UA} \times g \\ F_{ys} &= F_{ye} + W_{UA} \\ M_s &= M_e + (W_{UA} \times \lambda_3 \times SL_3 \times \cos \theta_3) + (F_{ye} \times SL_3 \times \cos \theta_3) \end{aligned}$$

Gambar 2.3. Perhitungan Segmen Lengan Atas

4. Punggung



$$\begin{aligned} \sum F_x &= -F_{xs} + F_{xt} = 0 \\ \sum F_y &= -F_{ys} - W_T + F_{yt} = 0 \\ \sum M_t &= M_t - M_s - (W_T \cdot \lambda_4 \cdot SL_4 \cdot \cos \theta_4) - (F_{ys} \cdot SL_4 \cdot \cos \theta_4) \\ &\quad - (F_{xs} \cdot SL_4 \cdot \sin \theta_4) = 0 \\ W_T &= m_T \times g \\ F_{yt} &= F_{ys} + W_T \\ M_t &= 2M_s + (W_T \times \lambda_4 \times SL_4 \times \cos \theta_4) + (2F_{ys} \times SL_4 \times \cos \theta_4) \end{aligned}$$

Gambar 2.4. Perhitungan Segmen Punggung

a. Perhitungan Tekanan Perut (PA) dengan persamaan:

$$PA = \frac{10^{-4} |43 - 0,36(\theta_H + \theta_T)| |M_{L5/S1}|^{1,8}}{75}$$

b. Perhitungan Gaya Perut (FA) dengan persamaan:

$$FA = PA \times AA$$

c. Perhitungan gaya otot pada spinal erector dengan persamaan:

$$F_M \times E = M_{L5/S1} - FA \times D$$

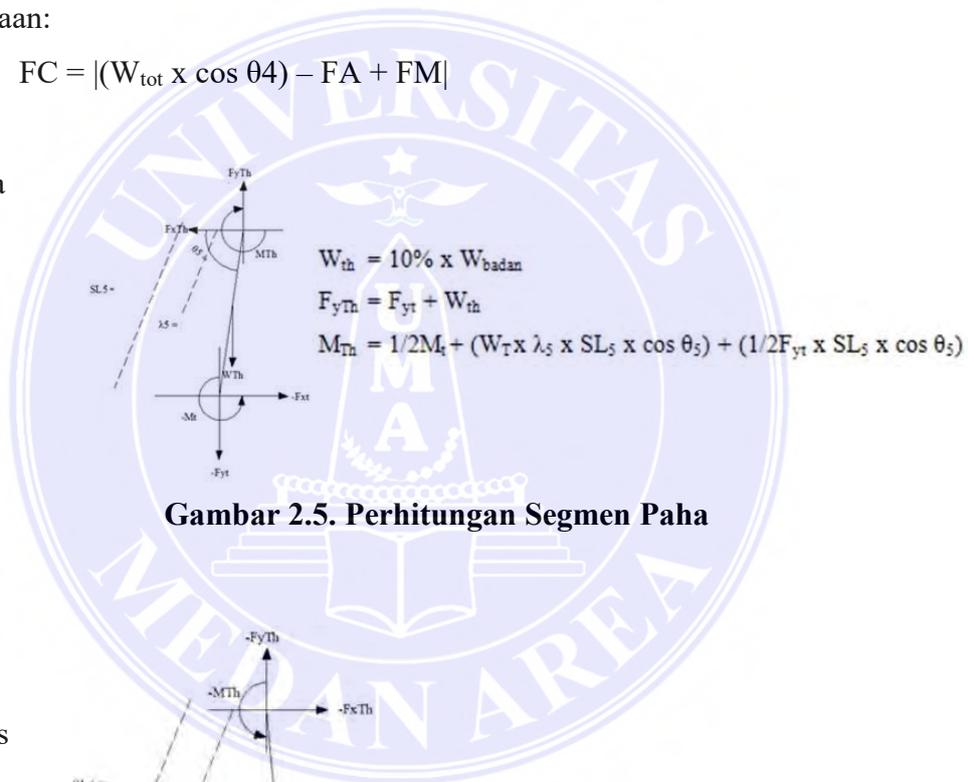
d. Perhitungan berat tubuh keseluruhan dengan persamaan:

$$W_{total} = W_o + 2W_H + 2W_{LA} + 2W_{UA} + W_T$$

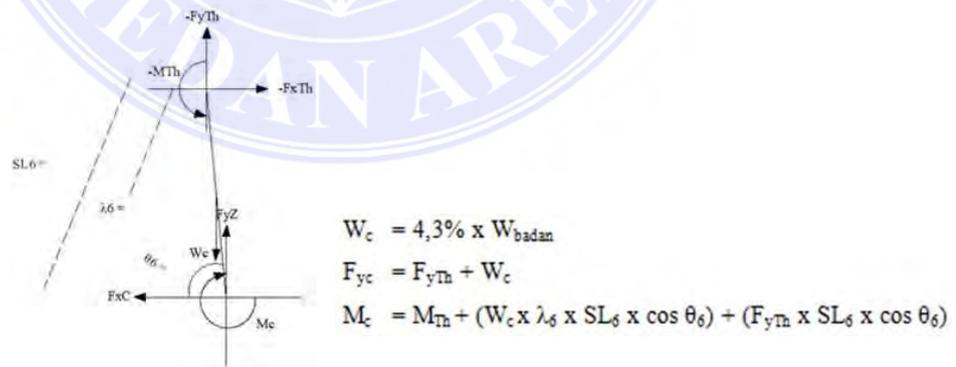
e. Perhitungan nilai Gaya Kompresi pada Segmen L5/S1 dengan persamaan:

$$FC = |(W_{tot} \times \cos \theta_4) - FA + FM|$$

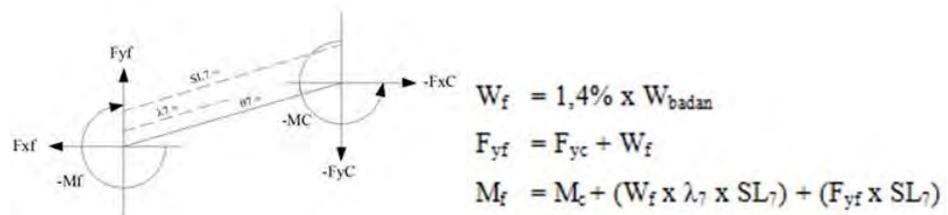
5. Paha



6. Betis



7. Kaki



Gambar 2.7. Perhitungan Segmen Kaki

- a. Perhitungan gaya keseluruhan tubuh:

$$W_{\text{total}} = 2W_{\text{th}} + 2W_c + 2W_f$$

- b. Perhitungan gaya kompresi pada bagian kaki (F_{cf}) dengan persamaan:

$$F_{cf} = F_{C\ L5/S1} + W_{\text{tot}} \times \cos \Theta$$

2.10. Antropometri

Istilah *Anthropometri* berasal dari “*anthro*” yang berarti manusia dan “*metri*” yang berarti ukuran. Secara definitif antropometri dapat dinyatakan sebagai suatu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Manusia pada dasarnya akan memiliki bentuk, ukuran (tinggi, lebar dan sebagainya) berat dan lain-lain yang berbeda satu dengan yang lainnya. Antropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan–pertimbangan ergonomis dalam memerlukan interaksi manusia. Tempat kerja yang baik dalam artian sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan manusia dapat diperoleh apabila ukuran-ukuran dari tempat kerja tersebut sesuai dengan tubuh manusia dan yang berhubungan dengan dimensi tubuh manusia dipelajari dalam antropometri manusia, ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain. Setiap manusia memiliki dimensi tubuh yang berbeda, berikut beberapa faktor yang mempengaruhi umur,se tiap manusia memiliki

dimensi tubuh yang berbeda, berikut beberapa faktor yang mempengaruhi umur: Jenis kelamin, suku bangsa, posisi tubuh, cacat tubuh, dan kehamilan.

Dalam hubungan dengan faktor posisi tubuh, ada dua cara dalam pengukuran dimensi struktur tubuh (Structural Body Dimensions), yaitu sebagai berikut:

1. *Static Anthropometry*

Pengukuran dilakukan pada posisi tubuh yang dalam keadaan Standard dan tidak Bergerak Tetap tegak sempurna). Dimensi tubuh yang diukur dalam posisi Tegak atau tetap adalah berat, tinggi tubuh dalam posisi berdiri maupun duduk, panjang lengan ukuran kepala dan sebagainya. Ukuran ini diambil dengan ukuran persentil tertentu seperti 5 th dan 95 th percentile.

2. *Dynamic Anthropometri*

Cara pengukuran dilakukan saat tubuh bergerak atau saat melakukan kegiatan kerja. Berikut ini adalah ukuran tubuh yang dapat diterapkan dalam menerapkan ergonomi, yaitu:

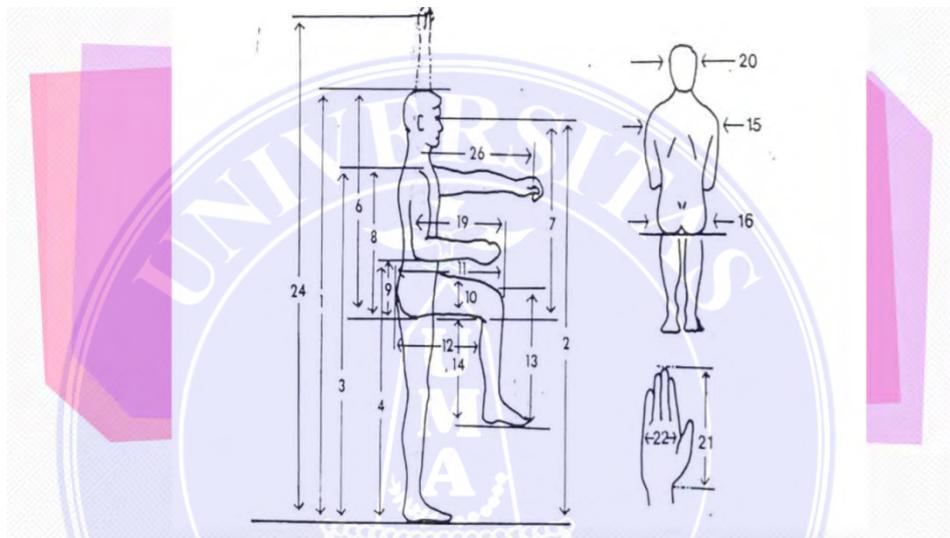
1. Tinggi Siku
2. Tinggi Pinggul Pada Keadaan Berdiri
3. Tinggi Badan Berdiri
4. Tinggi Bahu
5. Panjang Lengan/ Jangkauan Tangan ke Depan
6. Jangkauan Tangan Ke atas
7. Tinggi Mata
8. Tinggi Mulut Bicara
9. Pada Posisi Duduk
10. Tinggi Duduk
11. Panjang Lengan Atas
12. Panjang Lengan Bawah dan Tangan

13. Jarak Lekuk Lutut-Garis

2.10.1. Dimensi Antropometri

Antropometri adalah ilmu yang mempelajari pengukuran tubuh manusia dengan tujuan dapat merumuskan perbedaan dari setiap individu atau pekerja.

Berikut adalah



Gambar 2.8. *Anthropometri* Tubuh Manusia yang di Ukur Dimensinya

Keterangan:

- 1 = Dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai s/d ujung kepala)
- 2 = Tinggi mata dalam posisi tegak
- 3 = Tinggi bahu dalam posisi tegak
- 4 = Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus)
- 5 = Tinggi kepalan tangan yang terjujur lepas dalam posisi tegak (dalam gambar tidak ditunjukkan)
- 6 = Tinggi tubuh dalam posisi duduk (diukur dari alas tempat duduk/pantat sampai dengan kepala)
- 7 = Tinggi mata dalam posisi duduk
- 8 = Tinggi bahu dalam posisi duduk

- 9 = Tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus)
10 = Tebal atau lebar paha
11 = Ujung paha yang diukur dari pantat s/d ujung lutut
12 = Panjang paha yang diukur dari pantat s/d bagian belakang dari lutut /betis
13 = Tinggi lutut yang bisa diukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk
14 = Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan paha
15 = Lebar dari bahu (bisa diukur dalam posisi berdiri ataupun duduk)
16 = Lebar pinggul/pantat
17 = Lebar dari dada dalam keadaan membusung (tidak tampak ditunjukkan dalam gambar)
18 = Lebar perut
19 = Panjang siku yang diukur dari siku sampai dengan ujung jari
20 = Lebar kepala
21 = Panjang tangan diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari
22 = Lebar telapak tangan
23 = Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar-lebar kesamping kiri-kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar)
24 = Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai sampai tangan yang terjangkau lurus keatas (vertikal)
25 = Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak, diukur seperti halnya
26 = tetapi dalam posisi duduk (tidak ditunjukkan dalam gambar)
27 = Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan.

2.10.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pengukuran Antropometri

Manusia pada umumnya akan berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuh. Ada beberapa faktor yang akan mempengaruhi ukuran tubuh manusia, sehingga sudah semestinya seorang perancang produk harus memperhatikan faktor-faktor tersebut yang antara lain adalah :

1. Dimensi Tubuh Manusia

Secara umum Dimensi Tubuh Manusia akan tumbuh dan bertambah besar seiring bertambahnya umur yaitu sejak awal kelahirannya sampai dengan umur dengan sekitar 20 tahunan. Dari suatu penelitian yang dilakukan oleh (A.F. Roche dan G.H. Davila,2017) di USA diperoleh kesimpulan bahwa laki-laki akan bertumbuh dan berkembang naik sampai usia 21 tahun, sedangkan wanita 17 tahun. Meskipun ada sekitar 10% yang masih terus bertambah tinggi sampai usia 23 tahun (laki-laki) dan 21 tahun (wanita). Setelah itu, tidak akan terjadi lagi pertumbuhan bahkan justru akan cenderung berubah menjadi penurunan atau pun penyusutan yang dimulai sekitar umur 40 tahunan.

2. Jenis Kelamin (sex)

Pada umumnya pria memiliki dimensi tubuh yang lebih besar kecuali dada dan pinggul. Pria dianggap lebih panjang dimensi segmen badannya dari pada wanita. Oleh karenanya data antropometri untuk kedua jenis kelamin tersebut selalu disajikan secara terpisah.

3. Suku bangsa (Etnis)

Variasi akan terjadi karena pengaruh etnis. Meningkatnya jumlah migrasi dari satu negara ke negara lain akan mempengaruhi antropometri secara nasional.

4. Jenis Pekerjaan

Menyebabkan perbedaan ukuran tubuh manusia. Misalnya buruh dermaga atau pelabuhan harus mempunyai postur tubuh yang relatif lebih besar dibandingkan dengan karyawan perkantoran dan umumnya. Apalagi jika dibandingkan dengan jenis pekerjaan militer.

5. Posisi Tubuh

Sikap (postur) ataupun posisi tubuh akan berpengaruh terhadap

ukuran tubuh. Oleh sebab itu, posisi tubuh standar harus ditetapkan oleh survey pengukuran. Dalam kaitan dengan posisi tubuh dikenal dua cara pengukuran yaitu pengukuran dimensi struktur tubuh dan dimensi fungsional tubuh.

6. Cacat Tubuh

Cacat tubuh dapat mempengaruhi perubahan dimensi antropometri. Data antropometri ini diperlukan untuk perancangan produk untuk orang-orang cacat, misalnya kursi roda, kaki/tangan palsu dan lain-lain.

7. Tebal/tipisnya Pakaian yang Dikenakan

Karena terjadi perbedaan musim, pada musim dingin orang memakai pakaian yang lebih tebal dan ukuran yang relatif lebih besar.

8. Faktor Kehamilan Pada Wanita (Pregnancy)

Kondisi semacam ini jelas mempengaruhi bentuk dan ukuran tubuh (khusus perempuan) hal tersebut jelas memerlukan perhatian khusus terhadap produk-produk yang dirancang bagi segmentasi seperti ini.

2.10.3. Prinsip-prinsip Penggunaan Data Antropometri

Data antropometri yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh manusia dalam persentil tertentu akan sangat besar manfaatnya dalam mengoperasikannya, maka prinsip-prinsip apa yang harus diambil dalam aplikasi data antropometri tersebut harus ditetapkan terlebih dahulu seperti diuraikan berikut ini :

1. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran yang ekstrim.

Disini rancangan produk dibuat agar memenuhi 2 sasaran produk, yaitu:

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

Agar bisa memenuhi sasaran pokok tersebut maka ukuran yang diaplikasikan diterapkan dengan cara :

- a. Untuk dimensi minimum yang harus ditetapkan dari suatu rancangan produk umumnya didasarkan pada nilai persentil yang terbesar seperti 90- th, 95-th atau 99-th percentile. Contoh konkrit pada kasus ini bisa dilihat pada penetapan ukuran minimal dari lebar dan tinggi pintu darurat.
- b. Untuk dimensi maksimum yang harus ditetapkan diambil berdasarkan nilai persentil yang paling rendah yaitu 1-th, 5-th, 10-th persentil dari distribusi data antropometri yang ada. Hal ini diterapkan dalam penetapan jarak jangkauan dari suatu mekanisme kontrol yang harus dioperasikan oleh seorang pekerja. Penetapan jarak jangkauan dari suatu mekanisme kontrol yang harus dioperasikan oleh seorang pekerja.

2. Prinsip perancangan produk

Yang bisa dioperasikan di antara rentang ukuran-ukuran tertentu. Disini rancangan bisa diubah-ubah ukurannya sehingga cukup fleksibel dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh. Contoh yang paling umum dijumpai adalah perancangan kursi mobil yang letaknya dapat digeser

maju/mundur dari sudut sandarannya pun dapat berubah-ubah sesuai dengan yang diinginkan. Dalam kaitannya untuk mendapatkan rancangan yang fleksibel, semacam ini maka data antropometri yang umum diaplikasikan adalah dalam rentang nilai 5-th sampai 95-th percentile.

3. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata.

Dalam hal ini rancangan produk didasarkan terhadap rata-rata ukuran manusia. Masalah pokok yang dihadapi dalam hal ini juga sedikit sekali mereka yang berbeda dalam ukuran rata-rata. Di sini produk dirancang dan dibuat untuk mereka yang berukuran sekitar rata-rata, sedangkan bagi mereka yang memiliki ukuran ekstrim akan dibuatkan rancangan sendiri.

2.10.4. Pengujian Data Antropometri

Data antropometri perlu melakukan uji keseragaman, kecukupan dan normalitas agar dapat digunakan dalam perancangan. Adapun rumus-rumus yang digunakan untuk mencari keseragaman data yaitu :

1. Rata-rata

Rata-rata, atau lengkapnya rata-rata hitung, untuk data yang terdapat dalam sebuah sampel yang dihitung dengan jalan membagi jumlah nilai data dengan banyaknya data rumus nya adalah sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n}, \text{ Dimana :}$$

\bar{X} = Nilai rata-rata pengamatan

$\sum xi$ = Jumlah pengamatan ke-i

N = Jumlah pengamatan

2. Standar Deviasi

Standar deviasi adalah standar penyimpangan data dari nilai rata-ratanya. Standar deviasi berguna dalam menghilangkan pengaruh positif dan negatif. Selisih data dengan harga rata-rata tidak dengan harga mutlak. Standar deviasi untuk populasi biasanya diberi simbol σ . Perumusannya adalah sebagai berikut:

Dimana:

X_i = pengamatan ke- i

σ_x = Standar deviasi

\bar{X} = Nilai rata-rata pengamatan

n = Jumlah pengamatan

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

3. Nilai Maksimum dan Minimum

Bila terdapat sebuah kumpulan data yang terdiri dari X_1, X_2, \dots, X_n , maka besarnya nilai maksimum dapat diperoleh dari data tersebut adalah nilai yang menunjukkan nilai terbesar. Sebaliknya nilai terkecil ditunjukkan oleh nilai yang paling kecil. Misalnya diketahui data dengan nilai 4, 2, 7, 1 dan 9. Maka dari data tersebut nilai maksimumnya adalah 9 dan nilai minimumnya adalah 1.

4. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data digunakan untuk pengendalian proses bagian data yang ditolak atau tidak seragam karena tidak memenuhi spesifikasi (Purnomo, 2004). Apabila dalam suatu pengukuran terdapat satu jenis atau lebih data tidak seragam maka data tersebut akan langsung ditolak dan dilakukan revisi data tidak seragam dengan cara membuang data yang *out of control* tersebut dan melakukan perhitungan kembali. Idealnya pengukuran harus dilakukan dalam jumlah banyak,

bahkan sampai jumlah yang tak terhingga agar data hasil pengukuran layak untuk digunakan. Untuk melakukan penghitungan atas berapa banyak data yang diperlukan untuk pengukuran. Uji kecukupan data ini dapat dilakukan dengan rumus:

$$N' = \left[\frac{z/s \sqrt{N x \sum x_i^3 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]$$

Keterangan :

N = Jumlah pengamatan aktual yang dilakukan

N' = Jumlah pengamatan teoritis yang diperlukan

Xi = waktu penyelesaian

Bila nilai N (data aktual) lebih besar daripada N' (data teoritis) maka pengumpulan data dinilai cukup dan sudah dapat mewakili populasi. Untuk menguji keseragaman data digunakan peta 31 kontrol dengan persamaan berikut :

$$BKA = \bar{X} + 2\sigma, \text{ dan } BKB = \bar{X} - 2\sigma$$

Jika : $X_{min} > BKB$ dan $X_{max} < BKA$ maka data seragam

$X_{min} < BKB$ dan $X_{max} > BKA$ maka data tidak seragam

Harga indeks untuk beberapa tingkat kepercayaan yang umumnya digunakan adalah:

- a. Untuk tingkat kepercayaan 68%, maka nilai k=1
- b. Untuk tingkat kepercayaan 95%, maka nilai k=2
- c. Untuk tingkat kepercayaan 99%, maka nilai k=3

5. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data diperlukan untuk memastikan bahwa yang telah dikumpulkan dan disajikan dalam laporan penimbangan tersebut adalah secara objektif (Purnomo, 2004) . Idealnya pengukuran harus dilakukan dalam jumlah

banyak, bahkan sampai jumlah yang tak terhingga agar data hasil pengukuran layak untuk digunakan. Untuk melakukan penghitungan atas berapa banyak data yang diperlukan untuk pengukuran. Uji kecukupan data ini dapat dilakukan dengan rumus:

$$N' = \left[\frac{z/s \sqrt{N x \sum x_i^3 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]$$

Keterangan :

N = Jumlah pengamatan aktual yang dilakukan

N' = Jumlah pengamatan teoritis yang diperlukan

Xi = waktu penyelesaian

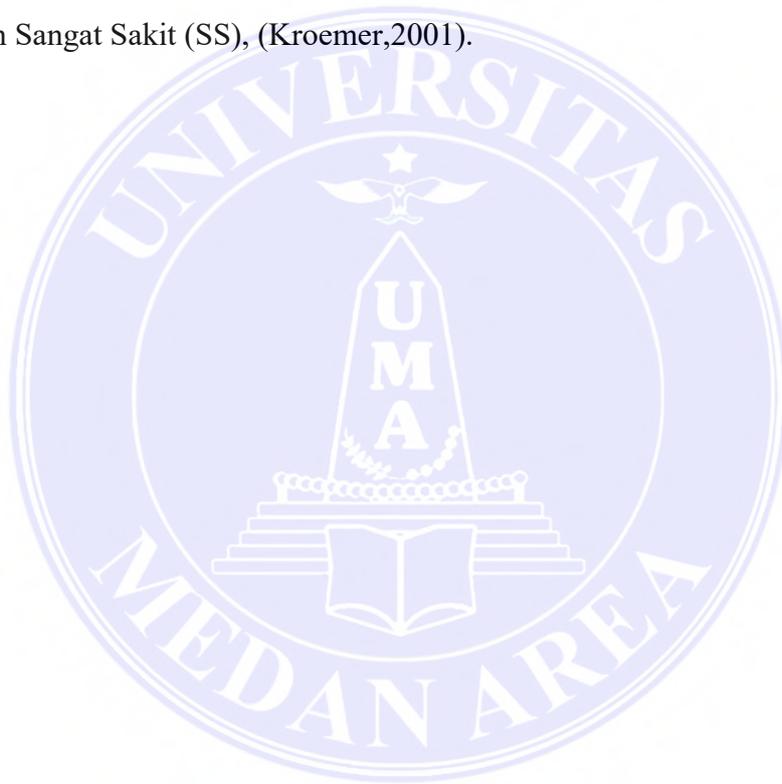
Bila nilai N (data aktual) lebih besar daripada N' (data teoritis) maka pengumpulan data dinilai cukup dan sudah dapat mewakili populasi.

2.11. Nordic Body Map (NBM)

Salah satu alat ukur ergonomi sederhana yang dapat digunakan untuk mengenali sumber penyebab keluhan muskuloskeletal adalah *Nordic Body Map* (NBM). Sebuah sistem *muskuloskeletal* (sistem gerak) adalah sistem organ yang memberikan hewan (dan manusia) kemampuan untuk bergerak menggunakan sistem otot dan rangka. Sistem *muskuloskeletal* menyediakan bentuk, dukungan, stabilitas, dan gerakan tubuh. *Nordic Body Map* ini dipakai untuk mengetahui keluhan – keluhan yang dirasakan oleh para pekerja. *Nordic Body Map* adalah Sebuah sistem *muskuloskeletal* (sistem gerak) adalah sistem organ yang memberikan hewan (dan manusia) kemampuan untuk bergerak menggunakan sistem otot dan rangka.

Kuisisioner *nordic* merupakan kuisisioner yang paling sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan atau kesakitan pada tubuh. Kuisisioner ini sudah

cukup terstandarisasi dan tersusun rapi. Kuisisioner ini dikembangkan oleh Kourinka (1987) dan sudah dimodifikasi oleh proyek yang didanai oleh *Nordic Council of Ministers*. Tujuannya adalah untuk mengembangkan dan menguji standar kuisisioner yang nantinya digunakan untuk membandingkan keluhan *muskuloskeletal* di punggung bawah, leher, dan keluhan umum untuk digunakan dalam *study epidemiologi* (Crawford,2014) untuk mengetahui bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari Tidak Sakit (TS), Agak Sakit (AS), Sakit (S), dan Sangat Sakit (SS), (Kroemer,2001).



Kuesioner Nordic Body Map

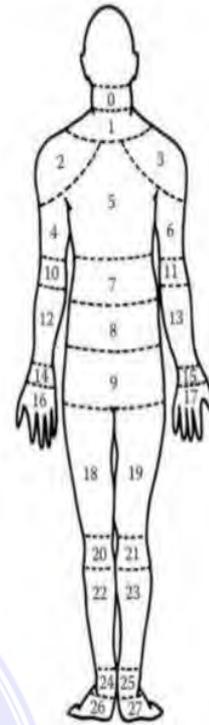
Nama : _____, Umur : _____ Tahun

Lama Bekerja : _____ Tahun

Anda diminta untuk menilai apa yang anda rasakan pada bagian tubuh yang ditunjukkan pada tabel dan gambar di bawah ini. Pilihlah tingkat kesakitan yang anda rasakan dengan memberikan tanda \surd pada kolom pilihan anda.

No.	Jenis Keluhan	Tingkat Keluhan				Peta Bagian Tubuh
		Tidak Sakit	Agak Sakit	Sakit	Sangat Sakit	
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 kanan
- 27 Sakit pada kaki kiri
- 28 Sakit pada kaki kanan



Gambar 2.9. Nordic Body Map (NBM)

2.12. *Standard Nordic Questionnaire*

Standard Nordic Questionnaire (SNQ) merupakan alat yang dapat mengetahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari Tidak Sakit (TS), agak sakit (AS), Sakit (S) dan Sangat Sakit (SS). Dengan melihat dan menganalisis peta tubuh maka dapat diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja. SNQ merupakan suatu instrumen untuk menilai segmen-segmen tubuh yang dirasakan operator (menurut persepsi operator), apakah sangat sakit, sakit, agak sakit, dan tidak sakit. Pekerjaan ini dilakukan secara manual dengan sikap kerja yang tidak alamiah serta dilakukan dalam waktu yang lama, yaitu selama 8 jam kerja.

2.13. Skala Sikap

Skala sikap merupakan salah satu bentuk dari tipe skala pengukuran yang digunakan untuk mengukur sikap. Bentuk – bentuk skala sikap yang perlu diketahui dalam penelitian adalah (Singarimbun dan effendi, 1989).

1. *Skala Likert*

Skala Likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat dan persepsi seseorang atau sekelompok tentang kejadian atau gejala sosial.

2. *Skala Guttman*

Skala Guttman merupakan skala kumulatif dimana terdapat beberapa pertanyaan yang diurutkan secara hierarkis untuk melihat sikap tertentu seseorang.

3. *Skala Diferensial Semantik*

Skala diferensial semantik berisikan serangkaian karakteristik bipolar (dua kutub), seperti panas-dingin, populer-tidak populer, baik-tidak baik, dan sebagainya.

4. *Rating Scale*

Rating scale yaitu berupa data mentah yang didapat berupa angka kemudian ditafsirkan dalam pengertian kualitatif.

5. *Skala Thurstone*

Skala Thurstone meminta responden untuk memilih pertanyaan yang ia setuju dari beberapa pertanyaan yang menyajikan pandangan yang berbeda-beda. Pada umumnya setiap item mempunyai asosiasi nilai antara 1 sampai dengan 10, tetapi nilai-nilainya tidak diketahui oleh responden.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Dan Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilakukan di CV. Mission Tani. Perusahaan ini merupakan usaha perusahaan yang bergerak di bidang industri. Dengan produk olahan adalah pupuk kompos.

3.2. Sumber Data dan Instrumen Penelitian

3.2.1. Sumber Data

Sumber data yang diperoleh dari pabrik CV.Mission Tani dan secara khusus pada bagian proses pengayakan dan pencacahan pupuk bioromosdo.

3.2.2. Instrumen Penelitian

Alat atau fasilitas yang digunakan oleh penelitian ini digunakan untuk mengumpulkan data. Instrumen digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Meteran : Digunakan untuk pengukuran dimensi tubuh manusia dan mengukur bagian tubuh operator
2. Lembar kuesioner NBM : Digunakan untuk mengetahui bagian otot operator yang mengalami keluhan pada saat sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan
3. Timbangan : Digunakan untuk menimbang berat badan pekerja.

3.3. Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data

3.3.1. Jenis Data

Adapun data yang digunakan dalam penelitian skripsi adalah sebagai berikut :

1. Data Nordic Body Map diperoleh dengan memberikan lembar kuesioner kepada karyawan.
2. Data Standard Nordic Questionnaire merupakan suatu instrumen untuk menilai segmen-segmen tubuh yang dirasakan operator.
3. Data antropometri diperoleh dari pengukuran dimensi tubuh pekerja terkait dan untuk dimensi yang diperlukan.

3.4. Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan wawancara secara terbuka.
2. Melakukan kuesioner NBM (Nordic Body Map).
3. Melakukan pengukuran antropometri pada dimensi tubuh operator.

3.5. Teknik Pengolahan Data

Dari pengumpulan data yang telah diperoleh selanjutnya dilakukan pengolahan data. Langkah-langkah yang digunakan dalam pengolahan data secara keseluruhan adalah sebagai berikut :

1. Pengolahan data aktual
 - a. Perhitungan NBM (*Nordic Body Map*)

Untuk melihat jenis keluhan di bagian mana apa saja yang paling banyak dialami oleh pekerja.

b. Perhitungan Data Antropometri

Untuk menentukan dimensi tubuh pekerja.

c. Perancangan Alat

Perancangan alat yang digunakan sesuai data antropometri yang telah dilakukan pada operasional berlangsung di bagian produksi.

3.6. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode ergonomi dan Antropometri, dimana pengumpulan data berupa data NBM (*Nordic Body Map*), dan antropometri.

3.7. Variable Penelitian

Avariabel is anything than can take on difefering or varying values (Sekaran,U.2003). Variabel adalah suatu yang memiliki nilai yang berbeda-beda atau bervariasi. Nilai dari variabel dapat bersifat kuantitatif dan kualitatif. Temperatur, tekanan , volume penjualan dan dari variabel Secara umum pengertian variabel adalah merupakan objek yang berbentuk apa saja yang ditentukan oleh peneliti dengan tujuan untuk memperoleh informasi supaya dapat ditarik sebuah kesimpulan. Variabel yang diamati di CV. Mission Tani adalah:

1. Variabel independen

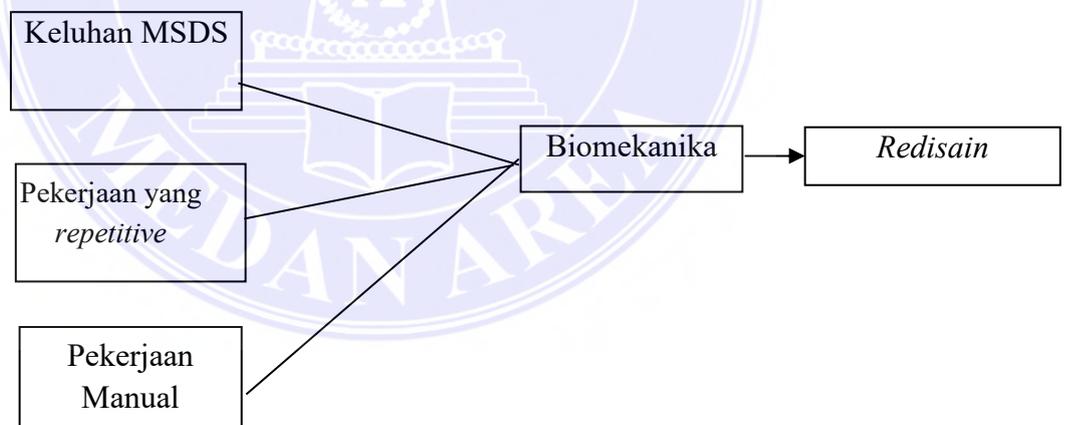
Variabel independen sering juga disebut variabel kriteria (*criterion variabel*) adalah variabel atau nilai value nya dipengaruhi atau ditentukan

oleh nilai variabel lain, variabel dependen merupakan variabel utama karena fokus investigasi pada umumnya ditekankan pada perubahan yang terjadi pada variabel ini. Dimana pada penelitian ini yang menjadi variabel independennya adalah keluhan MSDS, Pekerjaan yang *repetitive*, pekerjaan Manual.

2. Variabel dependen.

Variabel dependen, menurut Sugiyono dan Zulfikar (2016) variabel dependen adalah variabel yang dipengaruhi atau dikenal juga sebagai variabel yang menjadi akibat karena adanya variabel dependen adalah Biomekanika dan *Redisain*.

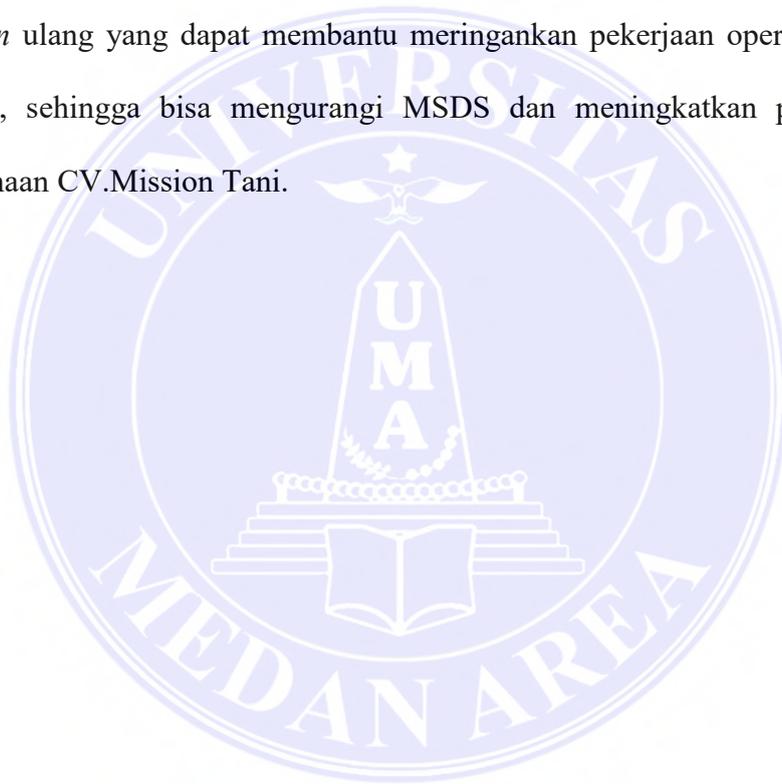
3.8. Kerangka Berpikir



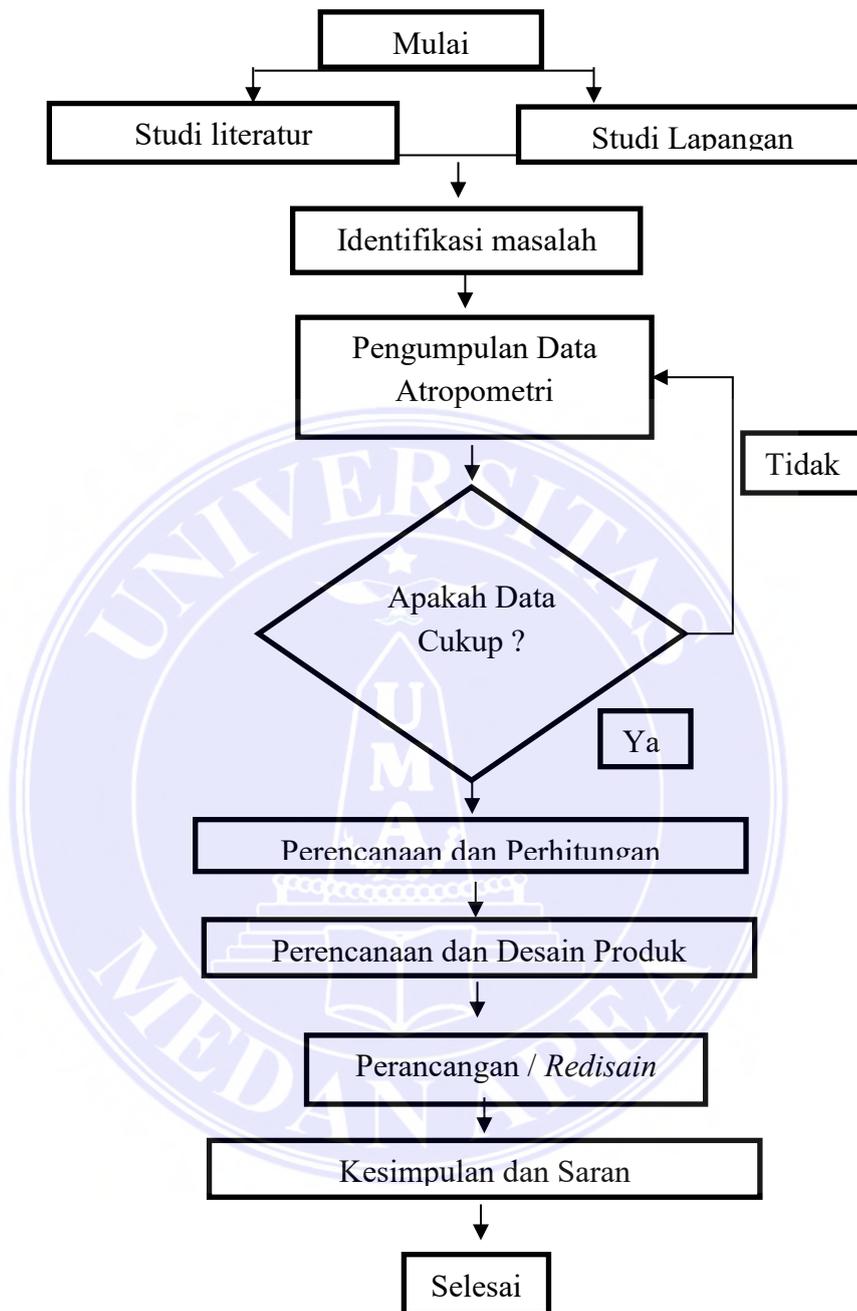
Gambar 3.1. Kerangka Berpikir Penelitian

Kerangka berpikir di atas menjelaskan bahwa adanya cedera MSDS, pekerjaan yang repetitif dan pekerjaan manual pada operator yang bekerja di bagian produksi. CV. Mission Tani. Perlu juga perlu menganalisa gerak kerja postur tubuh yang dilakukan pada saat operasional berlangsung sehingga kita mampu

mengetahui keluhan yang ada operasional tersebut, pekerjaan yang repetitif yang dilakukan operasional adalah pekerjaan yang melakukan pengangkatan sebesar 27 kg, pendorongan dan pengayakan yang dilakukan secara repetitif sehingga menyebabkan cedera pada MSDS bagian otot, lengan, kaki dan pergelangan tangan tersebut. Keluhan itu berasal dari postur antropometri tubuh operator saat bekerja yang diakibatkan fasilitas dan pekerjaan yang dilakukan masih manual. Dengan menggunakan metode Biomekanika dan antropometri maka diperoleh sebuah *redisain* ulang yang dapat membantu meringankan pekerjaan operator pada saat bekerja, sehingga bisa mengurangi MSDS dan meningkatkan produksi pada perusahaan CV.Mission Tani.



3.9. Metodologi Penelitian



Gambar 3.2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pengolahan data manual material handling (MMH) dilakukan dengan menghitung nilai recommended weight limit (RWL) dengan nilai 9,3 kg dan nilai lifting index (LI) dengan 4,73 dari posisi awal operator (origin) dan posisi akhir operator (destination) dengan nilai 3, menghitung Maximum Permissible Limit (MPL) dengan nilai 825,9528 N dan Action Limit (AL) dengan nilai 275,318 N untuk mengetahui gaya kompresi L5/S1 yang diterima oleh pekerja dan menghitung antropometri untuk menentukan dimensi alat yang diusulkan.

Pekerjaan pemindahan pupuk kompos dari timbangan ke pengayakan dilakukan oleh 1 orang pekerja dengan cara memegang, mengangkat, membawa dan meletakkan secara manual tanpa bantuan alat material handling dan frekuensi pengayakan rata-rata sebanyak 112 kali atau total sebesar 854 kali dalam 7 jam kerja, kemudian didapatkan data keluhan pekerja sebelum melakukan aktifitas kerja yaitu adanya keluhan pada bagian pergelangan, tangan, punggung dan kaki yang terasa sakit dan setelah melakukan aktifitas kerja keluhan punggung dan pergelangan otot dan kaki yang sakit menjadi sangat sakit dan ditambah adanya keluhan bagian pinggang sehingga dapat menimbulkan muskuloskeletal disorder dan perlu dilakukan tindakan perbaikan terhadap pekerjaan tersebut.

Perbaikan yang diusulkan yaitu menggunakan pengayakan sebagai alat material handling, sehingga kegiatan manual material handling dapat diminimalisir. Bila diterapkan pengayakan manual menggunakan mesin maka pekerja hanya bertugas memasukkan kompos dalam mesin pencacah dan kompos

akan dihantarkan ke *conveyor* kemudian kompos akan diayakan degan mesin. mengayak dan ini hanya resiko kerja yang rendah.

5.2.Saran

Usulan perbaikan untuk aktivitas pengayakan adalah menggunakan alat *material handling* berupa mesin pengayakan. Mesin pengayakan dan alat bantu konveyor akan bergerak menghantarkan kompos secara otomatis dan langsung kepada pengayakan/menyaring kompos dan kompos akan turun langsung kedalam goni dengan ukuran 50 kg tanpa harus mengalami membungkukkan lagi. Pekerja di bagian packing hanya bertugas menjahit atasan goni agar tertutup rapat dan rapi tanpa perlu melakukan pemindahan. Kemudian kompos akan siap dimasukkan kedalam gudang penyimpanan bahan baku yang sudah jadi. Aktifitas pengayakan kompos dan disimulasikan dengan software solid word dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.20..

Penurunan nilai Lifting Index menandakan bahwa alat bantu tersebut dapat mengurangi resiko cedera tulang belakang (musculoskeletal disorder), nilai LI setelah perbaikan masih dalam batas toleransi. Bagi perusahaan apabila hendak menerapkan usulan perbaikan untuk *material handling* berupa konveyor dan pengayakan, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai bahan conveyor, dan pengayakan energi yang diperlukan, biaya pengadaan maupun operasionalnya dengan tujuan untuk mendapatkan hasil perbaikan kegiatan *material handling* yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifki, Muhammad. 2018. Analisis Manual Material Handling Operator Stasiun Presesing dengan Metode Biomekanika pada PT. XYZ. Jurnal.
- E.Nurmianto.1996. Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya. Surabaya. PT. Guna Widya.
- Sutalaksana, Iftikar, dkk.1979. Teknik Cara Kerja, ITB, Bandung.
- Water, Thomas. 1994. Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation. Sinulingga, Sukaria. 2011. Metode Penelitian. Medan.
- Wignjosoebroto, Sritomo, 2008. Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu, Guna Widya, Surabaya.
- Nurmianto, Eko, 2005, Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya, Edisi Kedua, Guna Widya, Surabaya.
- Evadarianto, N dan Dwiyantri, E. (2017). Postur Kerja dengan Keluhan Musculoskeletal Disorders pada Pekerja Manual Handling Bagian Rolling Mill. The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health, 6(1), 97-106.
- Evita dan Sarvia, E. (2017). Perbaikan Postur Kerja pada Operator Stasiun Two for One Bawah Menggunakan Metode REBA. Jurnal Sains, Teknologi dan Industri, 14(2), 199–208.

Mayasari, D dan Aaftarina, F. (2016). Ergonomi sebagai Upaya Pencegahan Musculoskeletal Disorders pada Pekerja. JK Unila, 1(2), 371-373.

Mutiah, A, Setyaningsih, Y, dan Jayanti, S. (2013). Analisis Tingkat Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) dengan The Briefm Survey dan Karakteristik Individu Terhadap Keluhan Msds Pembuat Wajan Di Desa Cepogo Boyolali. Jurnal Kesehatan Masyarakat, 2(2), 245-260.

Polat, O, dan Kalayci, CB. (2016). Ergonomic Risk Assessment Of Workers In Garment Industry. Textile Science and GEconomy VIII 8th International Scientific-Professional Conference May 16-19st. pp. 124–129.HF

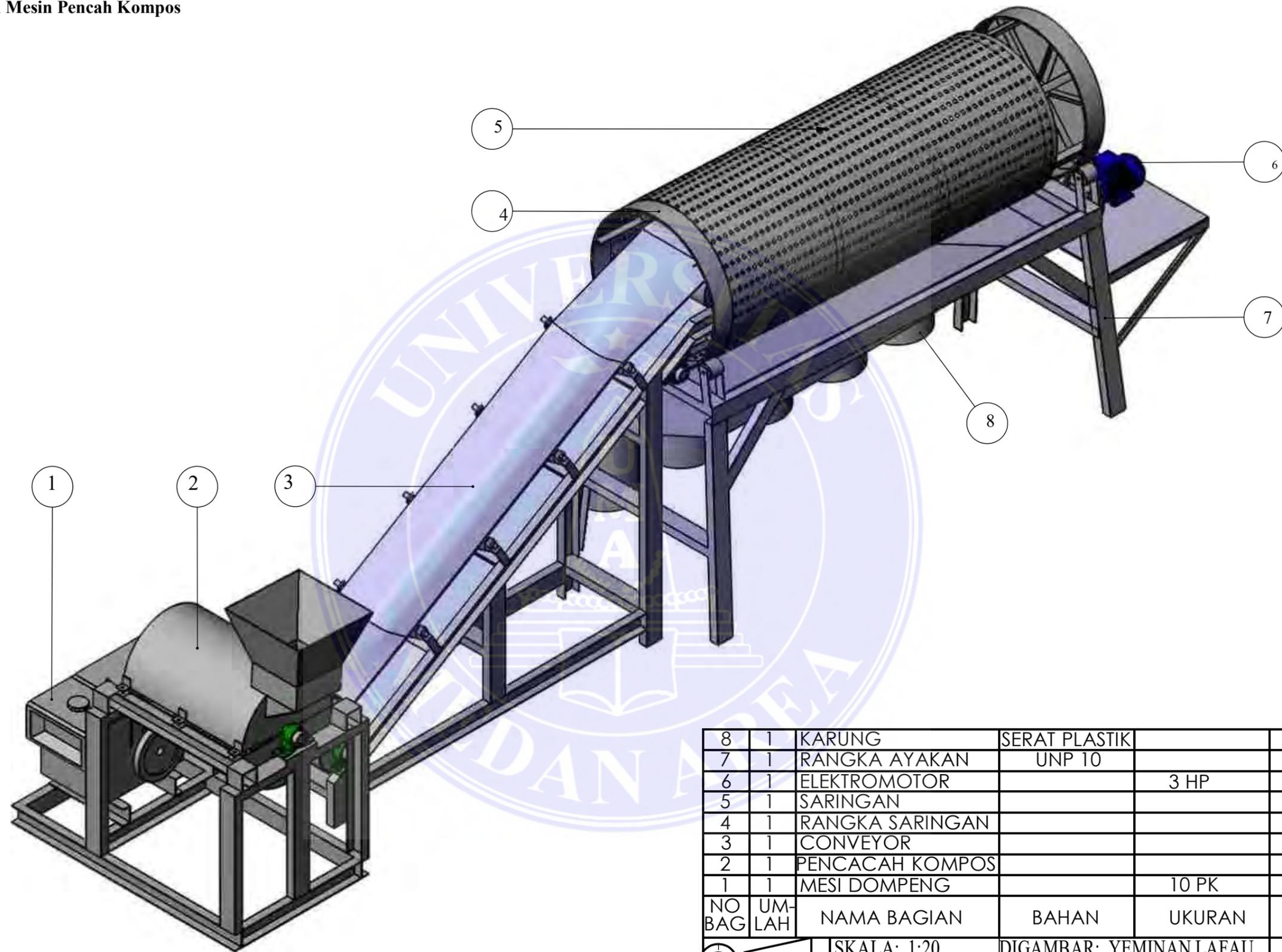
Purnomo Hari, Jari Dian. 2015.Rancang Bangun Mesin Pengupas Penghancur dan Pengayak Sabutkelapa.. Spektrum Industri, Vol. 13, No. 1, 1 – 114.



DAFTAR LAMPIRAN

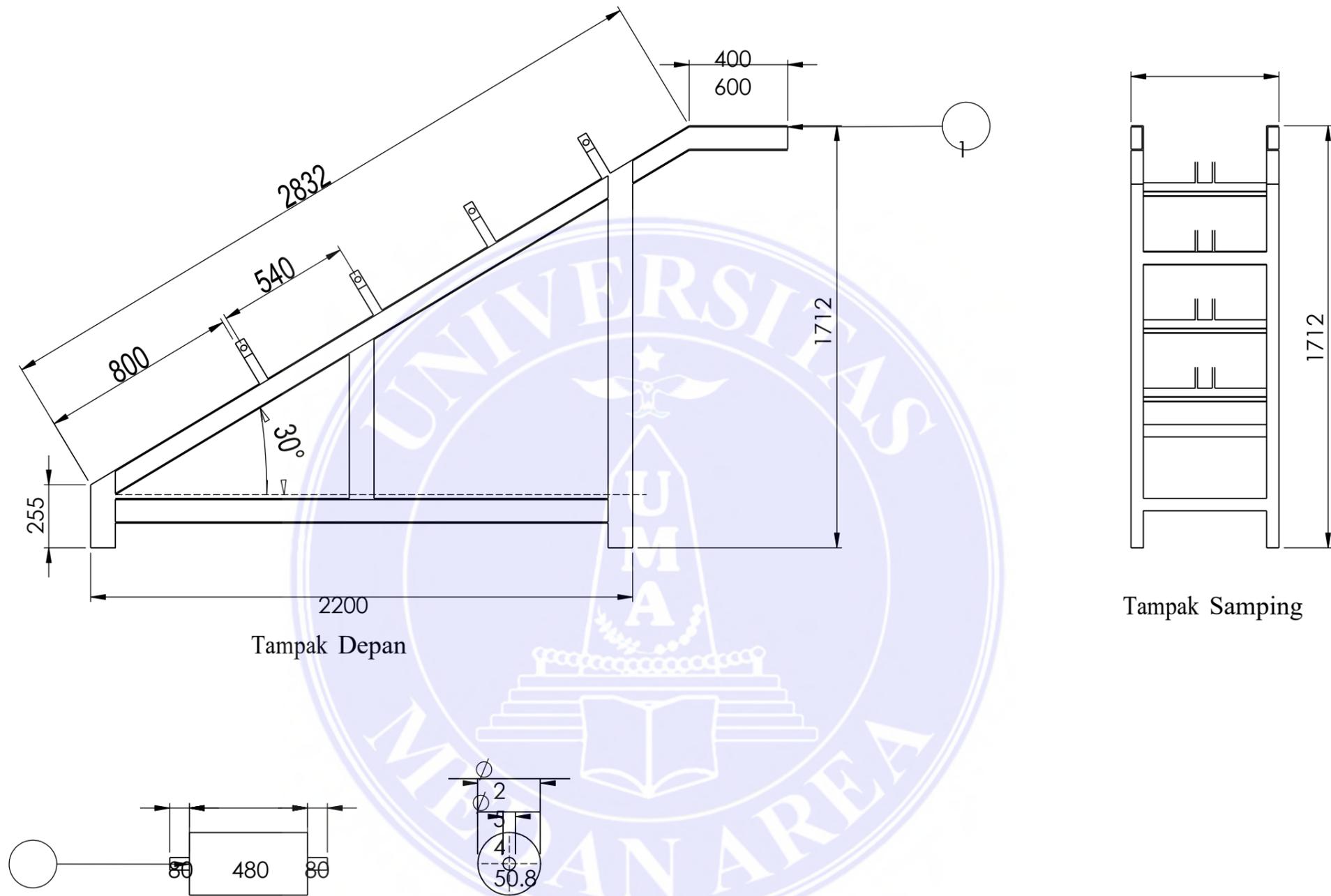


Lampiran 2 Keterangan Mesin Pencah Kompos



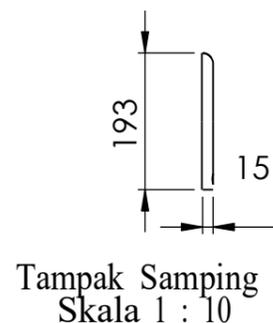
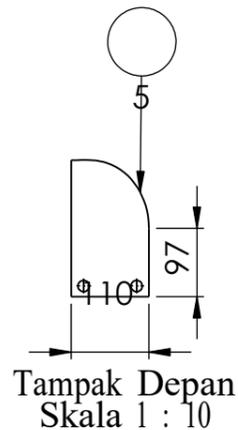
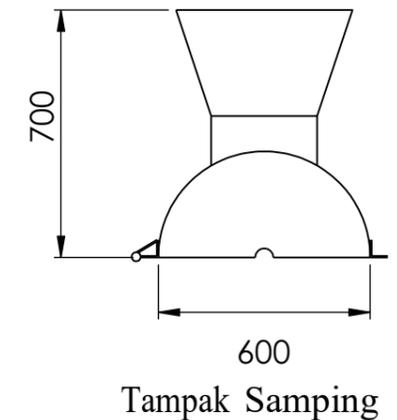
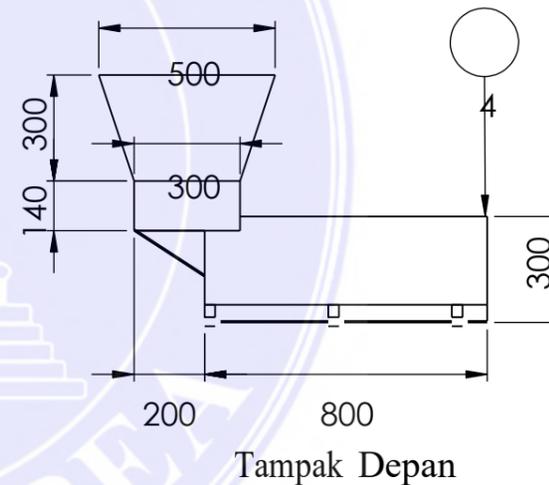
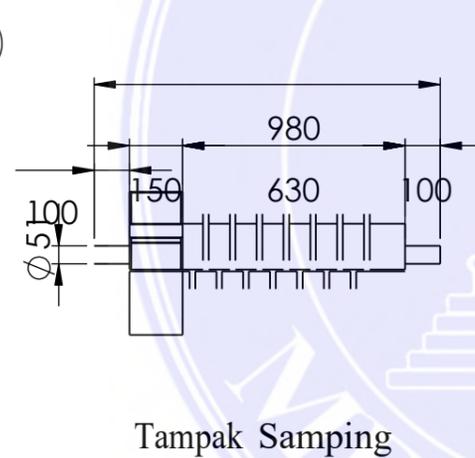
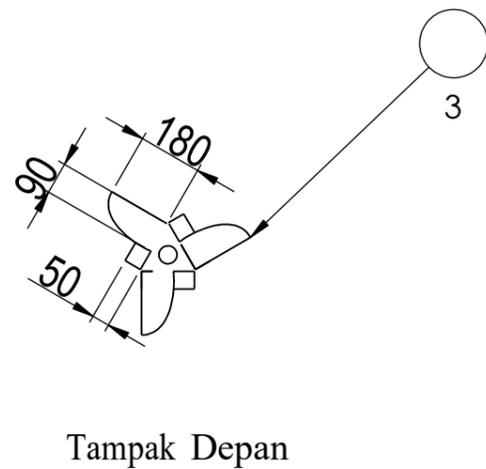
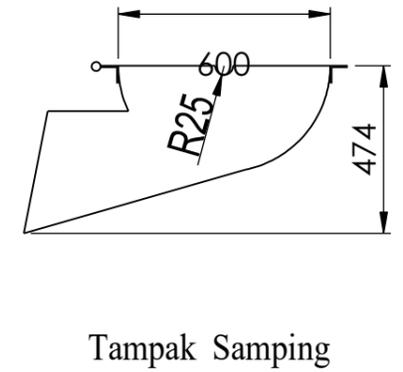
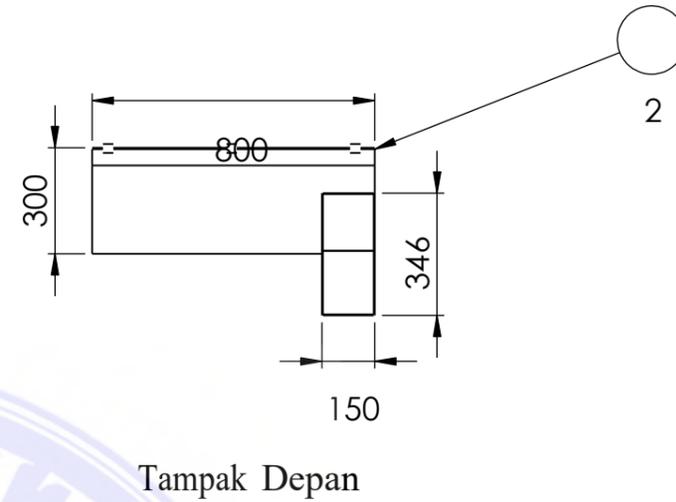
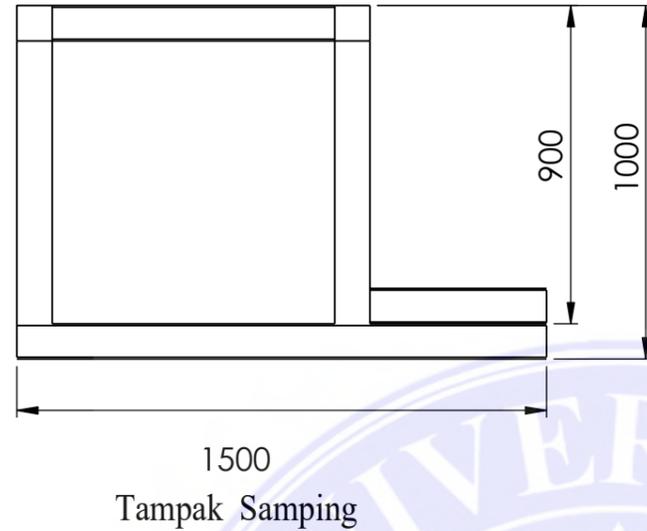
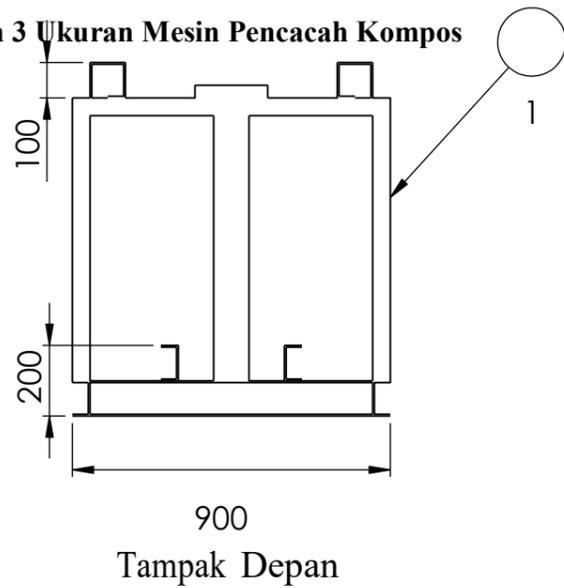
8	1	KARUNG	SERAT PLASTIK		TA-FT-TID15058
7	1	RANGKA AYAKAN	UNP 10		TA-FT-TID15058
6	1	ELEKTROMOTOR		3 HP	TA-FT-TID15058
5	1	SARINGAN			TA-FT-TID15058
4	1	RANGKA SARINGAN			TA-FT-TID15058
3	1	CONVEYOR			TA-FT-TID15058
2	1	PENCACAH KOMPOS			TA-FT-TID15058
1	1	MESI DOMPENG		10 PK	TA-FT-TID15058
NO BAG	UM-LAH	NAMA BAGIAN	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
			SKALA: 1:20		DIGAMBAR: YEMINAN LAFAU NPM : 178150035 DILIHAT: Ir. BANJAR NAHOR M.Si
			UKURAN: mm		
			TANGGAL: 02/8/22		
LABORATORIUM UNIVERSITAS MEDAN AREA			MESIN PENCACAH KOMPOS		NO. 01 A4

Lampiran 4 Ukuran Konveyor



2	1	ROLLER CONVEYOR	BESI PIPA		TA-FT-TID15058
1	1	RANGKA	UNP 10		TA-FT-TID15058
NO BAG	JUM-LAH	NAMA BAGIAN	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	SKALA: 1:20		DIGAMBAR: YEMINAN LAFAU		PERINGATAN
	UKURAN: mm		NPM : 178150035		
	TANGGAL: 02/8/22		DILIHAT: Ir. BANJAR NAHOR.M.Si		
LABORATORIUM UNIVERSITAS MEDAN AREA			CONVEYOR		NO. 01 A4

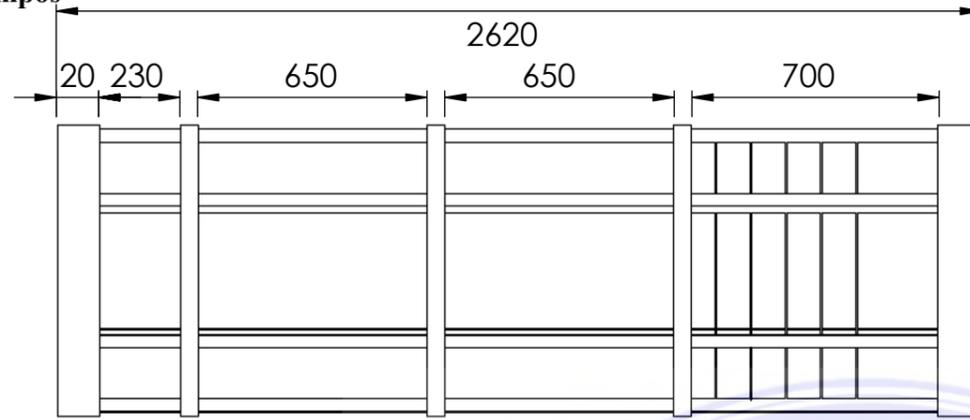
Lampiran 3 Ukuran Mesin Pencacah Kompos



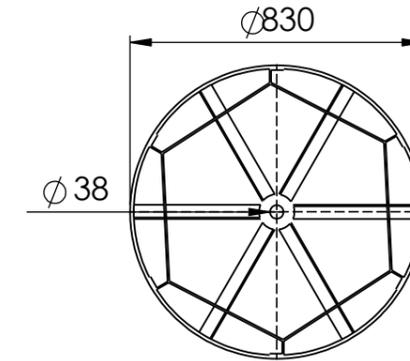
5	1	MATA PISAU	BESI BAJA		TA-FT-TID15058
4	1	CORONG ATAS	BESI PLAT 4		TA-FT-TID15058
3	1	POROS MATA PISAU			TA-FT-TID15058
2	1	TUTUP BAWAH	BESI PLAT 4		TA-FT-TID15058
1	1	RANGKA	UNP 10		TA-FT-TID15058
NO BAG	JUM-LAH	NAMA BAGIAN	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	SKALA: 1:20		DIGAMBAR: YEMINAN LAFAU		PERINGATAN
	UKURAN: mm		NPM : 178150035		
	TANGGAL: 02/8/22		DILIHAT: Ir. BANJAR NAHOR .M.Si		
LABORATORIUM UNIVERSITAS MEDAN AREA			MESIN PENCACAH KOMPOS		NO. 01 A4 Document Accepted 29/12/22



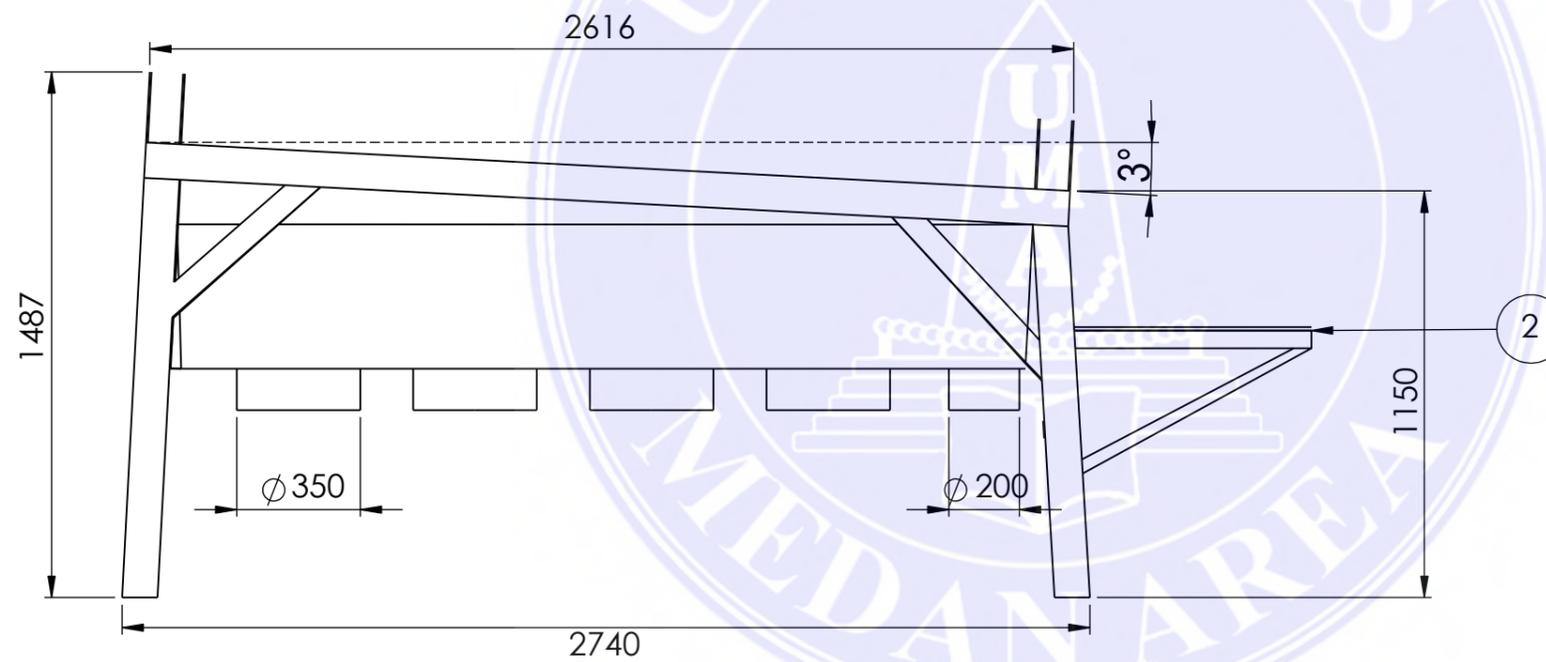
Lampiran 5 Ukuran Pengayakan Kompos



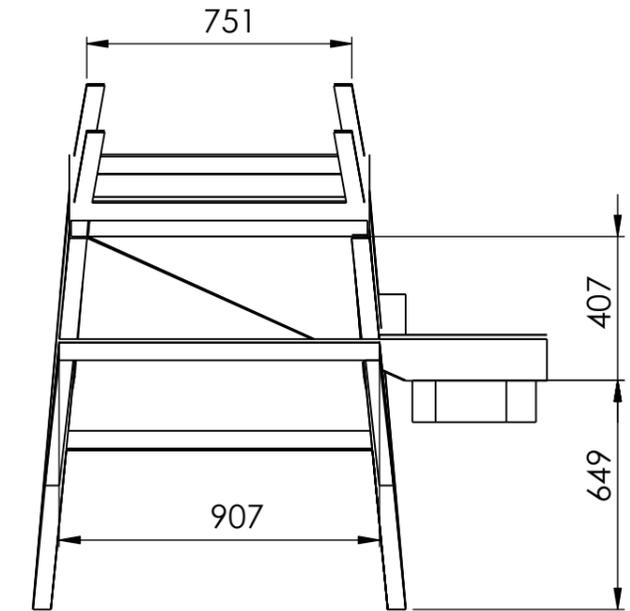
Tampak Depan



Tampak Samping



Tampak Depan



Tampak Samping

2	1	RANGKA SARINGAN	UNP 10		TA-FI-TID15058
1	1	DUDUKAN SARINGAN	BESI SIKU		TA-FI-TID15058
NO BAG	JUM-LAH	NAMA BAGIAN	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
		SKALA: 1:20	DIGAMBAR: YEMINAN LAFAU		PERINGATAN
		UKURAN: mm	NPM : 178150035		
		TANGGAL:02/8/22	DILIHAT: Ir. BANJAR NAHORM.Si		
LABORATORIUM UNIVERSITAS MEDAN AREA			PENGAYAKAN KOMPOS		Document Accepted 29/12/22 NO. 01 A4

Lampiran 7. Foto Bersama CV. Mission Tani



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area