

**ANALISIS ERGONOMIKA PENGOPERASIAN BAGIAN PENCACAH
PADA MESIN PENCACAH PAKAN TERNAK MULTIGUNA TIPE
*ROTARY***

(SKRIPSI)

Oleh

AYU ANGGIANA



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

**ANALISIS ERGONOMKA PENGOPERASIAN BAGIAN PENCACAH
PADA MESIN PENCACAH PAKAN TRNAK MULTIGUNA TIPE
*ROTARY***

Oleh

AYU ANGGIANA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar

SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Pertanian

Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2023

ABSTRACT**ANALYSIS ERGONOMIC OF OPERATING THE CHOPPING SECTION
ON THE ROTARY TYPE MULTIFUNCTIONAL CHOPPER MACHINE****By****AYU ANGGIANA**

Rotary type multipurpose animal feed chopping machine is a tool that functions to chop and crush materials to be used as animal feed. This machine is useful to help the performance of breeders in producing animal feed which will help the digestive process of livestock and maximize the percentage of absorption of nutrients, however, if this machine is not accompanied by proper planning and operating methods, it will pose a considerable risk. The risks in question include the risk of accidents due to the operation of agricultural tools and machines that are not in accordance with work procedures, health risks due to the use of excessive materials or production inputs, environmental conditions that are not suitable for production sites, and others. In this study, the method used Quantitative methods used are supported by literature studies on the design of the creation of dimensions of a rotary-type multipurpose animal feed counter that is ergonomic in accordance with the size of the human body. Variables that are measured and data collected are data on Standing Fingertip Height, Standing Vertical Reach, Standing Horizontal Reach, recommendation load limit data, namely data that can be lifted by the operator using the RWL (Recommended Weight) equation. Limit), work fatigue level data can be measured based on the operator's work pulse taken from data from 6 operators with the provisions of gender differences, physical work environment data in the form of measurements of lighting levels, tool noise levels, and temperature required in the working room of the animal feed chopping machine multipurpose type. The result of measuring the percentile values of anthropometric dimensions are classified as ergonomic, with a hopper height of 100 cm between JVB and TUJB. The average result of the level of work fatigue is $\leq 30\%$. RWL average yield of 3.50kg. the average noise result is 98.99 dBA. the results of the intensity of sunlight, the outdoor temperature during the day and evening exceeds the threshold value (NAV). In the operation of a rotary type multipurpose animal feed chopper, it can be done in the morning or in a place that has a roof covering (if this is not possible), wearing clothes cover and head protection such as a work helmet so as not to be exposed directly to the sun. If the operation is carried out continuously (without pause), it is recommended that machine users use ear protection to avoid direct exposure to engine noise.

Keywords: Anthropometry, work fatigue, RWL, physical environment, noise level

ABSTRAK

ANALISIS ERGONOMIKA PENGOPERASIAN BAGIAN PENCACAH PADA MESIN PENCACAH PAKAN TERNAK MULTIGUNA TIPE *ROTARY*

Oleh

AYU ANGGIANA

Mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe rotary merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mencacah dan menghancurkan bahan yang akan dijadikan makanan ternak. Mesin ini bermanfaat untuk membantu kinerja peternak dalam menghasilkan pakan ternak yang akan membantu proses pencernaan ternak dan presentase penyerapan nutrisinya lebih maksimal, akan tetapi mesin ini jika tidak disertai dengan perencanaan dan cara pengoperasian yang tepat akan menimbulkan resiko yang cukup besar. Resiko yang dimaksud misalnya resiko kecelakaan akibat pengoperasian alat dan mesin pertanian yang tidak sesuai dengan prosedur kerja, resiko kesehatan karena penggunaan material atau input produksi yang berlebih, kondisi lingkungan yang tidak layak untuk tempat produksi, dan lain-lain. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode kuantitatif yang didukung dengan studi literature tentang perancangan penciptaan ukuran dimensi alat pencacah pakan ternak multiguna tipe rotary yang ergonomis sesuai dengan ukuran tubuh manusia. Variabel yang diukur dan diambil data berupa data-data Tinggi Ujung Jari Berdiri (TJUB), Jangkauan Vertikal Berdiri (JVB), Jangkauan Horizontal Berdiri (JHB), data batas beban rekomendasi yaitu data yang dapat diangkat oleh operator dilakukan menggunakan persamaan RWL (Recommended Weight Limit), data tingkat kelelahan kerja dapat diukur berdasarkan denyut nadi kerja operator yang diambil dari data 6 operator dengan ketentuan perbedaan jenis kelamin, data lingkungan fisik kerja berupa pengukuran tingkat pencahayaan, tingkat kebisingan alat, dan suhu yang dibutuhkan dalam ruangan kerja mesin pencacah pakan ternak tipe multiguna. Hasil pengukuran nilai persentil dimensi antropometri tergolong ergonomis, dengan tinggi hopper 100 cm berada diantara JVB dan TJUB. Hasil rata-rata tingkat kelelahan kerja sebesar $\leq 30\%$. hasil rata-rata RWL 3.50 kg. hasil rata-rata kebisingan 98,99 dBA. hasil intensitas cahaya matahari, suhu luar ruangan di siang dan sore hari melebihi nilai ambang batas (NAB). Pengoperasian mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe rotary dapat dilakukan pada pagi hari atau di tempat yang memiliki penutup atap (jika tidak memungkinkan), mengenakan pakaian tertutup dan

pelindung kepala seperti helm kerja agar tidak terpapar langsung oleh matahari. Jika dilakukan pengoperasian secara terus-menerus (tanpa jeda), sebaiknya pengguna mesin menggunakan pelindung telinga agar terhindar dari paparan kebisingan mesin secara langsung.

Kata kunci : Antropometri, kelelahan kerja, RWL, lingkungan fisik, tingkat kebisingan

Judul Skripsi : **ANALISIS ERGONOMIKA
PENGOPERASIAN BAGIAN PENCACAH
PADA MESIN PENCACAH PAKAN
TERNAK MULTIGUNA TIPE *ROTARY***

Nama Mahasiswa : *Ayu Anggiana*

No. Pokok Mahasiswa : 1914071028

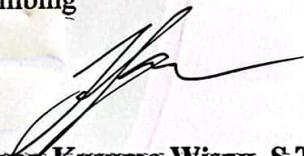
Jurusan : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian

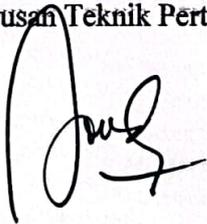
MENYETUJUI

1. **Komisi Pembimbing**


Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si.
NIP. 197007031998022001


Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc.
NIP. 199002262019031012

2. **Ketua Jurusan Teknik Pertanian**


Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.
NIP. 196210101989021002

MENGESAHKAN

Tim penguji

Ketua

: **Dr. Siti suharyatun, S.T.P., M.Si.**



Sekretaris

: **Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc.**



Penguji

Bukan pembimbing : **Dr. Warji, S.T.P., M.Si., IPM**



Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP 196110201986031002

Tanggal lulus ujian skripsi : **31 Juli 2023**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Ayu Anggiana NPM 1914071028**

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh komisi pembimbing, **Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si.** dan **Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 2023

Yang membuat pernyataan



Ayu Anggiana

NPM.1914071028

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Wirabangun pada tanggal 09 Maret 2001, sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Alm. Darman dan Ibu Yuli. Pendidikan penulis diawali dari Taman Kanak-Kanak (TK) Nurul Hasanah Jambi pada 2007, Sekolah Dasar Negeri (SDN) 3 Wirabangun pada tahun 2013, Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 2 Simpang Pematang pada tahun 2016, serta Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 1 Simpang Pematang pada tahun 2019. Penulis diterima di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas pertanian, Unverstas Lampung pada tahun 2019 melalui jalur (SBMPTN).

Pada bulan Januari hingga Februari 2022, penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) periode 1 Tahun 2022 di Desa Labuhan Makmur, Kecamatan Way Serdang, Kabupaten Mesuji. Pada bulan Juli-Agustus tahun 2022, penulis telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. PEMUKASAKTI MANISINDAH (PSMI) Kecamatan Pakuan Ratu, Kabupaten Way Kanan, dengan judul “Mempelajari Budidaya Tanaman Tebu di PT. PEMUKASAKTI MANISINDAH (PSMI) Way Kanan”. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam Organisasi/Lembaga kemahasiswaan internal kampus yaitu Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP). Penulis pernah menjabat sebagai Bendahara Bidang Pengabdian Masyarakat (Pengmas) PERMATEP pada periode 2021 dan menjabat sebagai Sekertaris Bidang Pengabdian Masyarakat (Pengmas) PERMATEP pada periode 2022.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'aalamin...

Puji syukur saya ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat mempersembahkan hasil karya ini sebagai bentuk rasa syukur atas perjuangan dalam penyusunan karya yang dipersembahkan kepada :

Orang tua (Darman Alm. dan Yuli)

Teimakasih telah memberikan motivasi, dukungan, serta doa-doanya sehingga saya dapat berjuang sampai hari ini.

SANWACANA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kenikmatan, kesempatan, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Ergonomika Pengoperasian Bagian Pencacah Pada Mesin Pencacah Pakan Ternak Multiguna Tipe *Rotary*” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T) di Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis mengucapkan terima kasih yang setulusnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan semangat;
3. Ibu Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan motivasi, dukungan, masukan, saran, dan bimbingan dari awal hingga terselesaikannya skripsi ini;
4. Bapak Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan saran dalam penyusunan skripsi ini;
5. Bapak Dr. Ir. Warji, S.T.P., M.Si., IPM selaku Dosen Pembahas yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran dan masukkan untuk perbaikan dalam penyusunan skripsi ini;
6. Seluruh Dosen dan karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

7. Kedua orang tua tercintaku Bapak Alm. Darman dan ibu Yuli yang selalu mendengarkan keluh kesah, memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi dan dukungan finansial selama perkuliahan, serta do'a yang selalu diberikan kepada penulis ini;
8. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Okta, Widia, Satria, Tika, dan Nurul selaku teman yang telah meluangkan tenaganya untuk membantu proses penelitian dan memberikan motivasi serta masukan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini;
9. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Rama Duta Yuda Aditama yang tiada hentinya memberikan dukungan, motivasi, dan senantiasa mendengarkan keluh kesah penulis.
10. Penulis mengucapkan terimakasih kepada keluarga Teknik Pertanian 2019 yang telah memberikan motivasi, dukungan dan melewati susah maupun senang selama perkuliahan;
11. Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis untuk melaksanakan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini jauh dari kata sempurna. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi orang yang membacanya.

Bandar Lampung, Juli 2023

Penulis,

Ayu Anggiana

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Hipotesis	4
1.6 Batasan Masalah	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Ergonomi	5
2.2 Antropometri	5
2.3 Biomekanika	7
2.4 Kelelahan Kerja	11
2.5 Faktor Penyebab Kelelahan Kerja	12
2.6 Pengukuran Tingkat Kelelahan berdasarkan % CVL	12
2.7 Beban Kerja Fisik	13
2.8 Lingkungan Fisik Kerja	13
2.9 Alat pencacah Pakan Ternak	15
III. METODE PENELITIAN	18
3.1 Waktu Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.2.1 Alat	18
3.2.2 Bahan	19

3.3 Metodologi Penelitian.....	19
3.4 Prosedur Penelitian	23
3.5 Parameter Penelitian	24
3.6 Analisis Data.....	26
VI. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Antropometri.....	32
4.2 Batas Beban Kerja Rekomendasi.....	39
4.3 Kelelahan Kerja Operator.....	40
4.4 Lingkungan Fisik Kerja.....	42
V. KESIMPULAN.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Faktor pengali kopling	28
Tabel 2. Faktor pengali frekuensi	28
Tabel 3. Klasifikasi CVL	30
Tabel 4. Standar tingkat pencahayaan ruang kerja.....	31
Tabel 5. Nilai ambang batas (NAB) kebisingan	31
Tabel 6 Hasil nilai persentil	36
Tabel 7 berat bahan batang singkong dan rumput gajah.....	38
Tabel 8 Distribusi hasil pengukuran kebisingan	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 kerangka mesin mencacah pakan ternak multiguna tipe rotary	17
Gambar 2. Dimensi tinggi ujung jari berdiri.....	20
Gambar 3. Jangkauan vertikal berdiri	21
Gambar 4. Dimensi jangkauan horizontal berdiri	22
Gambar 5. Prosedur pelaksanaan penelitian	23
Gambar 6. Prosedur pengolahan data	24
Gambar 7 Grafik keseragaman tinggi jari ujung berdiri (TJUB).....	32
Gambar 8 Grafik keseragaman jangkauan vertikal berdiri (JVB).....	33
Gambar 9 Grafik keseragaman jangkauan horizontal berdiri (JHB)	34
Gambar 10 Grafik uji kecukupan data	35
Gambar 11 Grafik Persentil	36
Gambar 12 kerangka <i>hopper</i> pencacah.....	36
Gambar 13 Bagian samping <i>hopper</i> pencacah.....	37
Gambar 14 Grafik beban kerja.....	38
Gambar 15 Grafik CVL	40
Gambar 16 Grafik Pencahayaan	41
Gambar 17 Grafik suhu.....	43

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di zaman sekarang banyak petani yang sudah menggunakan alat dan mesin dalam budidaya pertanian. Selain untuk memudahkan pekerjaan petani, alat dan mesin pertanian juga dapat mengefisiensi waktu. Akan tetapi mesin pertanian jika tidak disertai dengan perencanaan dan cara pengoperasian yang tepat akan menimbulkan resiko yang cukup besar. Resiko yang dimaksud misalnya resiko kecelakaan akibat pengoperasian alat dan mesin pertanian yang tidak sesuai dengan prosedur kerja, resiko kesehatan karena penggunaan material atau input produksi yang berlebih, kondisi lingkungan yang tidak layak untuk tempat produksi, dan lain-lain. Sehingga perlu adanya penerapan prinsip-prinsip ergonomi pada pengoperasian alat dan mesin pertanian.

Penerapan prinsip-prinsip ergonomi ditempat kerja masih kurang tersentuh atau mendapat perhatian secara penuh. Pemberian pemahaman secara komprehensif dapat meningkatkan pengetahuan dan sikap dalam penerapan posisi yang ergonomis (Prapti Dkk, 2017). Prinsip-prinsip ergonomi juga berkenaan dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan, dan kenyamanan manusia di tempat kerja, rumah, dan rekreasi. Istilah ergonomi sendiri berasal dari bahas latin yaitu Ergon yang berarti kerja, dan nomos yang berarti hukum alam. Sehingga ergonomi dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerja, yang dapat ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen, dan perancangan.

Fokus ergonomi melibatkan tiga komponen utama yaitu manusia, mesin, dan lingkungan yang saling berinteraksi satu dengan yang lainnya. Interaksi tersebut akan menghasilkan suatu sistem kerja yang tidak bisa dipisahkan antara yang satu dengan yang lainnya yang dikenal dengan istilah *worksistem*. Dari salah satu komponen tersebut mesin merupakan komponen yang sering digunakan dalam bidang pertanian, khususnya bidang peternakan contohnya mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary*.

Mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary* merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mencacah dan menghancurkan bahan yang akan dijadikan makanan ternak. Mesin ini bermanfaat untuk membantu kinerja peternak dalam menghasilkan pakan ternak yang akan membantu proses pencernaan ternak dan presentase penyerapan nutrisinya lebih maksimal. Bahan pakan yang masih utuh dimasukkan kedalam *hopper* pencacah, kemudian akan dicacah dalam ruang pencacah. Sehingga bahan yang dicacah akan keluar berupa potongan-potongan hasil cacahan (Andasuryani, 2009). Dari hasil cacahan mesin pencacah pakan ternak tipe multiguna yang berupa potongan kecil-kecil, selanjutnya akan di masukkan kedalam *hopper* penghancur untuk memperoleh hasil yang lebih halus dari hasil cacah. Mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary* juga sudah banyak digunakan oleh masyarakat, adapun beberapa penelitian terkait mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary* yang telah dilakukan yaitu penelitian uji kinerja mesin pencacah tipe multiguna untuk pencacah tongkol jagung oleh Apriliandi, dkk. (2022), uji kinerja mesin pencacah dan penepung pada hasil pertanian oleh Pijar, dkk. (2021) dan penelitian rancang bangun mesin pencacah rumput untuk pakan ternak oleh Hanafie, dkk. (2016), penelitian-penelitian yang telah dilakukan tersebut lebih diarahkan ke analisis kinerja mesin sedangkan penelitian yang berkaitan dengan ergonomika mesin belum dilakukan. Sehingga diperlukan adanya penelitian guna menganalisis keergonomisan mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary* khususnya pada pengoperasian input pencacah.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah dimensi mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary* untuk bagian pencacah sesuai dengan dimensi tubuh operator?
2. Bagaimana beban kerja pengoperasian bagian pencacah pada mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary*?
3. Bagaimana tingkat kelelahan kerja operator untuk mengoperasikan bagian pencacah pada mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary*?
4. Bagaimana lingkungan kerja yang sesuai untuk penggunaan bagian pencacah pada mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis keergonomisan bagian pencacah pada mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary* ditinjau dari segi antropometri.
2. Menganalisis beban kerja pengoperasian bagian pencacah pada mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary*.
3. Menganalisis tingkat kelelahan kerja penggunaan bagian pencacah pada mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary* berdasarkan denyut nadi operator.
4. Menganalisis lingkungan kerja fisik dalam penggunaan bagian pencacah, pada mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai aspek-aspek ergonomika mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary*.

1.5 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary* sudah ergonomis ditinjau dari segi antropometri, biomekanika berat beban, kelelahan kerja dan perancangan lingkungan kerja.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Objek yang diambil adalah dimensi mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary* khusus bagian pencacah, yang dilakukan di luar Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian Jurusan Teknik Pertanian.
2. Kajian ergonomi ditinjau dari segi antropometri, biomekanika beban berat, dan lingkungan kerja.
3. Data antropometri yang digunakan adalah data antropometri statis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ergonomi

Secara etimologi, ergonomi berasal dari bahasa Yunani yaitu *ergon* yang berarti kerja dan *nomo* yang berarti peraturan atau hukum. Sehingga ergonomi dapat didefinisikan sebagai peraturan tentang bagaimana melakukan kerja sesuai dengan prinsip-prinsip ergonomi. Pengertian ergonomi sebagai salah satu cabang keilmuan yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia dalam merancang suatu sistem kerja yang baik untuk mencapai tujuan melalui pekerjaan yang efektif, efisien, aman, dan nyaman (Ginting, 2010).

Sehingga dalam dunia kerja ergonomi memiliki peran yang besar dan semua bidang pekerjaan sangat memerlukan adanya ergonomi. Ergonomi yang diterapkan dalam dunia kerja membuat pekerja merasa nyaman dalam melakukan pekerjaan. Dengan adanya rasa nyaman tersebut maka akan bermanfaat pada produktivitas kerja yang diharapkan dan mampu meningkatkan produktivitas pekerja (Suhardi, 2008).

2.2 Antropometri

Antropometri adalah sebuah studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia dan bidang antropometri meliputi berbagai ukuran tubuh manusia seperti berat badan, posisi ketika berdiri, ketika merentangkan tangan, lingkar tubuh, panjang tungkai, dan sebagainya (Wignjosoebroto, 2008). Antropometri berasal dari “*anthro*” yang memiliki arti manusia dan “*metri*” yang memiliki arti ukuran, dan antropometri adalah sebuah studi tentang pengukuran tubuh dimensi

manusia dari tulang, otot, dan jaringan adipose atau lemak (Survey, 2016)

Ukuran Antropometri meliputi berat badan menggambarkan tentang massa tubuh. Dalam keadaan normal, BB berkembang mengikuti perkembangan umur (balita). Sedangkan saat dalam keadaan tidak normal, BB berkembang lebih cepat atau lambat. Berdasarkan sifat tersebut, maka indikator BB hanya dapat menggambarkan status gizi saat ini. Prosedur penimbangan BB yaitu (1) dilakukan sebaiknya pada pagi hari setelah buang air atau keadaan perut kosong supaya hasil akurat, (2) meletakkan timbangan ditempat yang datar, (3) sebelum dilakukan penimbangan sebaiknya timbangan dikalibrasi terlebih dahulu, (4) klien diminta melepas alas kaki, aksesoris yang digunakan dan menggunakan pakaian seminimal mungkin, (5) klien naik ke timbangan dengan posisi menghadap kedepan, pandangan lurus, tangan disamping kanan kiri dan posisi rileks serta tidak banyak gerakan, (6) catat hasil pengukuran (Aritonang, 2013).

Tinggi badan (TB) merupakan gambaran pertumbuhan. Dalam keadaan normal, TB tumbuh bersama dengan penambahan umur. Pengaruh kekurangan gizi terhadap TB akan tampak pada kekurangan yang sangat lama. Berdasarkan hal tersebut indeks TB/U dapat menggambarkan keadaan masa lalu (Aritonang, 2013).

Prosedur pengukuran TB yaitu (1) memasang mikrotoa pada dinding yang rata dan tegak lurus pada lantai, (2) mikrotoa digeser keatas hingga melebihi tinggi anak yang diukur, (3) klien berdiri tegak harus rapat ke dinding, (4) posisi kepala, bahu belakang, pantat dan tumit rapat ke dinding, pandangan lurus ke depan, (5) membaca angka pada mikrotoa dengan pandangan mata sejajar dengan angka yang ditunjuk pada garis mikrotoa (Aritonang, 2013).

Tujuan perancangan produk yaitu merancang produk yang sesuai dengan proporsi populasi pengguna yang diinginkan, praktisi ergonomi bertujuan memiliki tujuan yang saling terkait untuk memahami apakah dimensi beberapa objek, seperti kursi atau *workstation*, cukup untuk mengakomodasi persentase atau rentang persentase

populasi yang menggunakan benda tersebut. Seringkali satu-satunya data antropometri yang tersedia adalah tabel nilai persentil untuk beberapa variabel antropometri yang diminati, misalnya nilai persentil ke 90, 50 dan 10. Nilai persentil tunggal ini tidak menyediakan data yang memadai untuk memungkinkan penggunaan teknik multivariat untuk memperkirakan akomodasi, misalnya pengukuran pada variabel minat untuk setiap individu dalam sampel. Seringkali dimensi minat, seperti ruang *clearance* di bawah meja, atau tinggi di atas lantai siku individu yang duduk, mungkin tidak diukur secara langsung dalam kumpulan data antropometrik, namun dapat diperkirakan dengan menggabungkan dua atau lebih nilai persentil dari dimensi yang telah diukur (Albin, 2017).

2.3 Biomekanika

Biomekanika adalah suatu ilmu pengetahuan yang merupakan kombinasi dari ilmu fisika (khususnya mekanika) dan teknik, dengan berdasar pada biologi dan juga pengetahuan lingkungan kerja. Biomekanika umum adalah bagian dari biomekanika yang berbicara mengenai hukum-hukum dasar yang mempengaruhi tubuh organik manusia baik dalam posisi diam maupun bergerak. *Biostatik* adalah bagian dari biomekanika umum yang hanya menganalisa bagian tubuh dalam keadaan diam maupun bergerak pada garis lurus dengan kecepatan seragam (*uniform*). *Biodinamik* adalah bagian dari biodinamika umum yang berkaitan dengan gerakan-gerakan tubuh tanpa mempertimbangkan gaya yang terjadi (kinematik) dan gaya yang disebabkan gaya yang bekerja dalam tubuh (kinetik). Analisis biomekanika ada 2 (dua) yaitu secara statis berupa analisis besarnya gaya dan momen yang terjadi pada bagian-bagian tubuh tertentu, saat tubuh dalam kondisi tanpa gerakan. Sedangkan analisis biomekanika secara dinamis adalah analisis besarnya gaya dan momen yang terjadi pada bagian-bagian tubuh tertentu saat tubuh dalam kondisi bergerak (Sukania Dkk, 2013). Dengan demikian gerak tubuh merupakan sebuah sistem biologis yang dapat diakui sebagai hasil interaksi sistem biologis dengan lingkungan sekelilingnya. Interaksi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya (Siska and Multy, 2012).

Bentuk gerakan yang akan dikerjakan kerangka dan organisasi gerakan.

Biomekanika juga mengkaji hubungan pekerja dengan perlengkapan kerja dengan lingkungan kerja dan sebagainya. Biomekanika didefinisikan sebagai bidang ilmu aplikasi mekanika pada sistem biologi. Biomekanika merupakan kombinasi antara disiplin ilmu mekanika terapan dan ilmu-ilmu biologi dan fisiologi. Biomekanika menyangkut tubuh manusia dan hampir semua tubuh makhluk hidup. Selain itu untuk meningkatkan suatu sistem kerja melalui minimasi kemungkinan terjadinya cedera pada saat melakukan kerja. Biomekanika menggunakan hukum-hukum mengenai konsep fisik dan teknik menggambarkan gerakan yang dialami oleh bagian-bagian tubuh yang beragam dan aksi gaya pada bagian-bagian tubuh tersebut selama melakukan aktifitas harian. Dilihat dari definisi tersebut, biomekanika adalah aktifitas *multidisipliner* (Siska and Multy, 2012).

Faktor-faktor yang mempengaruhi biomekanika yaitu (Siska and Multy, 2012):

1. Keacakan *random*.

Walaupun telah terdapat dalam satu kelompok populasi yang sudah jelas sama jenis kelamin, suku atau bangsa, kelompok usia dan pekerjaannya, namun sudah masih akan perbedaan yang cukup signifikan antara berbagai macam masyarakat.

2. Jenis kelamin.

Ada perbedaan signifikan antara dimensi tubuh pria dan wanita. Untuk kebanyakan dimensi pria dan wanita ada perbedaan signifikan di antara mean dan nilai perbedaan ini tidak dapat diabaikan. Pria dianggap lebih panjang dimensi segmen badanya daripada wanita sehingga data antropometri untuk kedua jenis kelamin tersebut selalu disajikan secara terpisah.

3. Suku bangsa.

Variasi di antara beberapa kelompok suku bangsa telah menjadi hal yang tidak kalah pentingnya karena meningkatnya jumlah angka migrasi dari satu Negara ke negara lain.

4. Usia.

Usia tak kalah penting dalam ilmu biomekanika karena meningkatnya

umur seseorang dapat berkurangnya kapasitas pengangkatan beban yang dilakukan. Usia digolongkan dalam beberapa kelompok antara lain:

- a. Balita,
- b. Anak-anak,
- c. Remaja,
- d. Dewasa dan lanjut usia.

Hal ini jelas berpengaruh terutama jika desain diaplikasikan untuk antropometri anak-anak. Antropometrinya cenderung terus meningkat sampai batas usia dewasa. Namun setelah menginjak usia dewasa, tinggi badan manusia mempunyai kecenderungan menurun yang disebabkan oleh berkurangnya elastisitas tulang belakang (*intervertebral discs*) dan berkurangnya dinamika gerakan tangan dan kaki.

5. Jenis pekerjaan.

Beberapa jenis pekerjaan tertentu menuntut adanya persyaratan dalam seleksi karyawannya, misalnya: buruh dermaga harus mempunyai postur tubuh yang relatif lebih besar dibandingkan dengan karyawan perkantoran pada umumnya. Apalagi jika dibandingkan dengan jenis pekerjaan militer.

6. Pakaian.

Hal ini juga merupakan sumber keragaman karena disebabkan oleh bervariasinya iklim atau musim yang berbeda dari satu tempat ke tempat yang lainnya terutama untuk daerah dengan empat musim. Misalnya pada waktu musim dingin manusia akan memakai pakaian yang relatif lebih tebal dan ukuran yang *relative* lebih besar. Ataupun untuk para pekerja di pertambangan, pengeboran lepas pantai, pengecoran logam. Bahkan para penerbang dan astronot pun harus mempunyai pakaian khusus.

7. Faktor kehamilan pada wanita.

Faktor ini sudah jelas mempunyai pengaruh perbedaan yang berarti kalau dibandingkan dengan wanita yang tidak hamil, terutama yang berkaitan dengan analisis perancangan produk dan analisis perancangan kerja.

8. Cacat tubuh secara fisik.

Suatu perkembangan yang menggembirakan pada dekade terakhir yaitu dengan diberikannya skala prioritas pada rancang bangun fasilitas akomodasi untuk para penderita cacat tubuh secara fisik sehingga mereka dapat ikut serta merasakan “kesamaan” dalam penggunaan jasa dari hasil ilmu ergonomi di

dalam pelayanan untuk masyarakat. Masalah yang sering timbul misalnya: keterbatasan jarak jangkauan, dibutuhkan ruang kaki (*knee space*) untuk desain meja kerja, lorong atau jalur khusus untuk kursi roda, ruang khusus di dalam *lavatory*, jalur khusus untuk keluar masuk perkantoran, kampus, hotel, restoran, supermarket dan lain-lain.

Pendekatan biomekanika menitikberatkan pada struktur tulang dan posisi pengangkatan, dimana struktur tulang terutama tulang belakang akan mengalami tekanan yang berlebihan ketika melakukan pengangkatan meskipun frekuensi jarang. Pendekatan biomekanika memandang tubuh manusia sebagai suatu *system* yang terdiri dari elemen-elemen yang saling berkait dan terhubung satu sama lain, melalui sendi-sendi dan jaringan otot yang ada (Siska and Multy, 2012).

Warji (2020) menyebutkan bahwa, usaha fisik dalam biomekanika banyak mengakibatkan kecelakaan kerja atau *low back pain*, yang menjadi berita besar di Negara-negara industri belakangan ini. Sebuah lembaga yang menangani masalah kesehatan dan keselamatan kerja di Amerika, NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*) sedang mengerjakan analisis pada kekuatan seseorang dalam mengangkat atau memindahkan beban atau massa, dan mencetuskan batas maksimum massa yang boleh diangkat oleh operator atau pekerja yakni *Action Limit (AL)* dan *Maximal Permissible Limit (MPL)* di tahun 1981. Selanjutnya *lifting equation* tersebut direvisi untuk mendapatkan evaluasi dan persediaan pedoman untuk kurun waktu yang lebih luas dari *manual lifting*. Revisi tersebut telah menghasilkan istilah yang disebut *Recommended Weight Limit (RWL)*, yaitu batas beban yang bias diangkat atau dipindahkan seseorang tanpa menimbulkan efek cedera meskipun orang tersebut melakukan secara berulang-ulang dalam durasi kerja tertentu (contoh 8 jam sehari) dan dalam jangkawaktu yang cukup lama.

2.4 Kelelahan Kerja

Kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat. Istilah kelelahan biasanya menunjukkan kondisi yang berbeda-beda dari setiap individu, tetapi semuanya bermuara kepada kehilangan efisiensi dan penurunan kapasitas kerja serta ketahanan tubuh (Setiowati, 2010).

Pada dasarnya kelelahan menggambarkan tiga fenomena yaitu perasaan lelah, perubahan fisiologis tubuh dan pengurangan kemampuan melakukan kerja. Kelelahan merupakan suatu pertanda yang bersifat sebagai pengaman yang memberitahukan tubuh bahwa kerja yang dilakukan telah melewati batas maksimal kemampuannya. Kelelahan pada dasarnya merupakan suatu keadaan yang mudah dipulihkan dengan beristirahat. Tetapi jika dilakukan terus menerus berakibatkan buruk dan dapat mengakibatkan penyakit akibat kerja (Wibowo, 2011).

Untuk mengurangi tingkat kelelahan maka harus sikap kerja statis harus dihindari dan diupayakan sikap kerja yang lebih dinamis. Hal ini dapat dilakukan dengan merubah sikap kerja yang statis menjadi sikap kerja yang lebih bervariasi atau dinamis, sehingga sirkulasi darah (Setiowati, 2010) dan oksigen dapat berjalan normal keseluruh anggota tubuh. Sedangkan untuk menilai tingkat kelelahan seseorang dapat dilakukan pengukuran kelelahan secara tidak langsung baik secara objektif maupun subjektif (Setiowati, 2010).

Untuk menghindari rasa lelah diperlukan adanya keseimbangan antara masukan sumber datangnya kelelahan tersebut (faktor-faktor penyebab kelelahan) dengan jumlah keluaran yang diperoleh lewat proses pemulihan (*recovery*). Proses pemulihan dapat dilakukan dengan cara antara lain memberikan waktu istirahat yang cukup baik yang terjadwal atau terstruktur atau tidak dan seimbang dengan tinggi rendahnya tingkat ketegangan kerja. Keselamatan dan kesehatan kerja (*Occupational Safety and Health*) adalah bagian dari kesehatan masyarakat yang berhubungan dengan semua pekerjaan

yang berkaitan dengan faktor potensial yang mempengaruhi kesehatan pekerja. Kesehatan lingkungan yang bersifat sementara atau berkelanjutan efeknya mungkin dapat dirasakan dalam kurun waktu yang lama, hal ini didasarkan kepada bahaya pekerjaan (akibat pekerjaan). Efek yang terjadi pada kesehatan manusia dapat secara langsung maupun tidak langsung. Kesehatan masyarakat kerja penting untuk diperhatikan, karena selain dapat meningkatkan gangguan tingkat produktifitas, kesehatan masyarakat kerja juga dapat muncul akibat pekerjaannya (Abdillah, 2013).

2.5 Faktor Penyebab Kelelahan Kerja

Beberapa penyebab yang cukup mempengaruhi kelelahan kerja, antara lain :

- a. Pekerjaan yang berlebihan Kekurangan sumber daya manusia yang kompeten mengakibatkan menumpuknya pekerjaan yang seharusnya dikerjakan dengan jumlah karyawan yang lebih banyak;
- b. Kekurangan waktu Batas waktu yang diberikan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan terkadang tidak masuk akal. Pada saat karyawan hendak mendiskusikan masalah tersebut dengan atasannya, atasan bukannya memberikan solusi pemecahan namun seringkali memberikan tugas-tugas baru yang harus dikerjakan;
- c. Konflik peranan Konflik peranan biasanya terjadi antar karyawan dengan jenjang posisi yang berbeda, yang seringkali disebabkan oleh otoritas yang dimiliki oleh peranan atau jabatan tersebut;
- d. Ambigu peranan Tidak jelasnya deskripsi tugas yang harus dikerjakan seringkali membuat para karyawan mengerjakan sesuatu pekerjaan yang seharusnya tidak dikerjakan oleh karyawan tersebut kalau ditilik dari sisi keahlian maupun posisi pekerjaannya (Eraliesia, 2008).

2.6 Pengukuran Tingkat Kelelahan berdasarkan % CVL

Denyut nadi merupakan salah satu variabel fisiologis tubuh yang menggambarkan tubuh dalam keadaan statis atau dinamis. Oleh karena itu denyut nadi dipakai sebagai salah satu indikator untuk mengetahui berat maupun ringan beban kerja

seseorang. Adapun untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum dan dinyatakan dalam beban *cardiovascular load* (CVL). Beberapa denyut nadi yang biasanya diukur yaitu sebagai berikut:

- a) Denyut nadi istirahat, yaitu rerata denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai.
- b) Denyut nadi kerja, yaitu rerata denyut nadi selama bekerja.
- c) Denyut nadi kerja, yaitu selisih antara denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja.

Dari beberapa pengukuran denyut nadi diatas, untuk menentukan CVL dapat diketahui bahwa denyut nadi maksimum adalah 220/menit (-umur) untuk laki-laki dan 200/menit untuk wanita. Beban kerja dengan menggunakan metode (CVL) dihitung dari data yang didapat pada saat penelitian. Langkah yang pertama yaitu menentukan terlebih dahulu beberapa denyut nadi maksimum. Kemudian dari hasil (CVL) tersebut dapat dibandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan (Purwaningsih, Dkk. 2017).

2.7 Beban Kerja Fisik

Beban kerja adalah catatan hasil pekerjaan atau volume dari hasil kerja yang dapat menunjukkan volume yang dihasilkan oleh sejumlah pekerja dalam suatu bagian tertentu. Sehingga pekerja tersebut harus menyelesaikan jumlah pekerjaan dalam waktu tertentu atau beban kerja dapat dilihat pada sudut pandang obyektif dan subyektif. Beban kerja subyektif adalah pernyataan ukuran yang dipakai pekerja tentang perasaan kelebihan beban kerja, ukuran dari tekanan pekerjaan, dan kepuasan kerja. Sedangkan secara obyektif adalah jumlah aktifitas yang dilakukan atau keseluruhan waktu yang dipakai (Irwandy,2007).

2.8 Lingkungan Fisik Kerja

(Susanti, 2015) menyebutkan bahwa lingkungan kerja yang nyaman sangat dibutuhkan oleh pekerja agar dapat bekerja secara optimal. Oleh karena itu lingkungan kerja harus ditangani atau didesain sedemikian rupa sehingga menjadi kondusif terhadap pekerja dalam melakukan aktivitasnya. Berikut ini faktor-faktor

berikut ini yang akan dibahas secara seksama di lingkungan agar dapat dijadikan evaluasi dalam melihat respon pekerja terhadap paparan lingkungan kerja.

a. Pencahayaan

Pencahayaan sangat mempengaruhi kemampuan manusia untuk melihat objek secara jelas, cepat, dan tanpa menimbulkan kesalahan. Pencahayaan yang kurang mengakibatkan mata pekerja menjadi cepat lelah karena mata akan berusaha untuk melihat dengan cara membuka mata lebar-lebar. Lelahnya mata ini akan mengakibatkan kelelahan mental dan lebih jauh lagi bisa menimbulkanrusaknya mata.

Kemampuan mata untuk melihat objek dengan jelas ditentukan oleh ukuran objek, derajat kontras dengan sekelilingnya, luminensi (*brightness*), dan lamanya waktu untuk melihat objek tersebut. Silau (*glare*) merupakan masalah yang umum pada stasiun kerja komputer dan membuat operator merasatidak nyaman, di samping itu bisa menyebabkan efek negatif pada produktivitas. Cahaya yang menyilaukan ini terjadi jika cahaya yang berlebihan mencapai mata. Silau dapat dibagi menjadi 2 kategori, yaitu:

- Cahaya menyilaukan yang tidak menyenangkan (*discomfort glare*). Cahaya ini mengganggu tetapi tidak terlalu mengganggu kegiatan visual. Cahaya ini juga dapat meningkatkan kelelahan dan menyebabkan sakit kepala.
- Silau yang mengganggu (*disability glare*)
Cahaya ini secara berkala mengganggu penglihatan dengan adanya penghamburan cahaya dalam lensa mata. Orang lanjut usia kurang dapat menerima cahaya ini, contohnya : mengendarai mobil menghadap matahari jika matahari ada pada horizon atau harus melihat ke sumber cahaya tersebut.

Sumber-sumber *glare* antara lain:

- Lampu-lampu tanpa pelindung yang dipasang terlalu rendah.
- Jendela-jendela besar pada permukaan tepat pada mata.
- Lampu atau cahaya dengan terang yang berlebihan.
- Pantulan dari permukaan terang.

b. Suhu

- $\pm 49^{\circ}\text{C}$: Temperatur yang dapat ditahan sekitar 1 jam, tetapi jauh diatas kemampuan fisik mental.
- $\pm 30^{\circ}\text{C}$: Aktivitas mental dan daya tanggap mulai menurun dan cenderung untuk melakukan kesalahan dalam pekerjaan, timbul kelelahan fisik.
- $\pm 24^{\circ}\text{C}$: kondisi optimum.
- $\pm 49^{\circ}\text{C}$: kekakuan fisik yang ekstrem mulai muncul

Dari hasil penyelidikan didapatkan bahwa produktivitas manusia akan mencapai tingkat yang paling tinggi pada temperature sekitar 24-27 derajat Celcius.

c. Kebisingan alat

Menurut (Rachmawati, 2015) ada dua macam untuk mengukur kebisingan yang pertama menggunakan instrumen pembacaan langsung atau biasa disebut dengan *sound level meter* yang bereaksi terhadap suara mendekati kepekaan manusia, alat ini dipakai untuk mengukur tingkat kebisingan pada saat tertentu dan biasanya digunakan untuk mengidentifikasi tempat-tempat yang tingkat kebisingannya lebih tinggi dari aturan batas maksimum yaitu 85dBA, alat ini terdiri dari *microphone*, alat penunjuk elektronil, *amplifier*, dan skala pengukuran A, B, C. Kedua yaitu menggunakan *dosimeter personal* alat yang dipakai untuk mengukur tingkat kebisingan yang dialami pekerja selama kerja *shift* selama 8, 10,12 jam atau berapapun lamanya, *dosimeter* dengan cara dipasangkan pada sabuk pinggang dan *microphone* kecil dipasang dekat telinga.

2.9 Alat pencacah Pakan Ternak

Pencacah berasal dari kata pencacah yang artinya hancur, halus, dan cerai berai, yang mengarah pada sesuatu alat yang menghaluskan sesuatu. Suatu bahan ketika dihalus tidak selamanya menjadi tidak berguna, ada beberapa yang justru menjadi sangat bermanfaat setelah mengalami proses penghalusan apabila dibandingkan dengan sebelum dihaluskan, seperti contohnya rumput yang akan

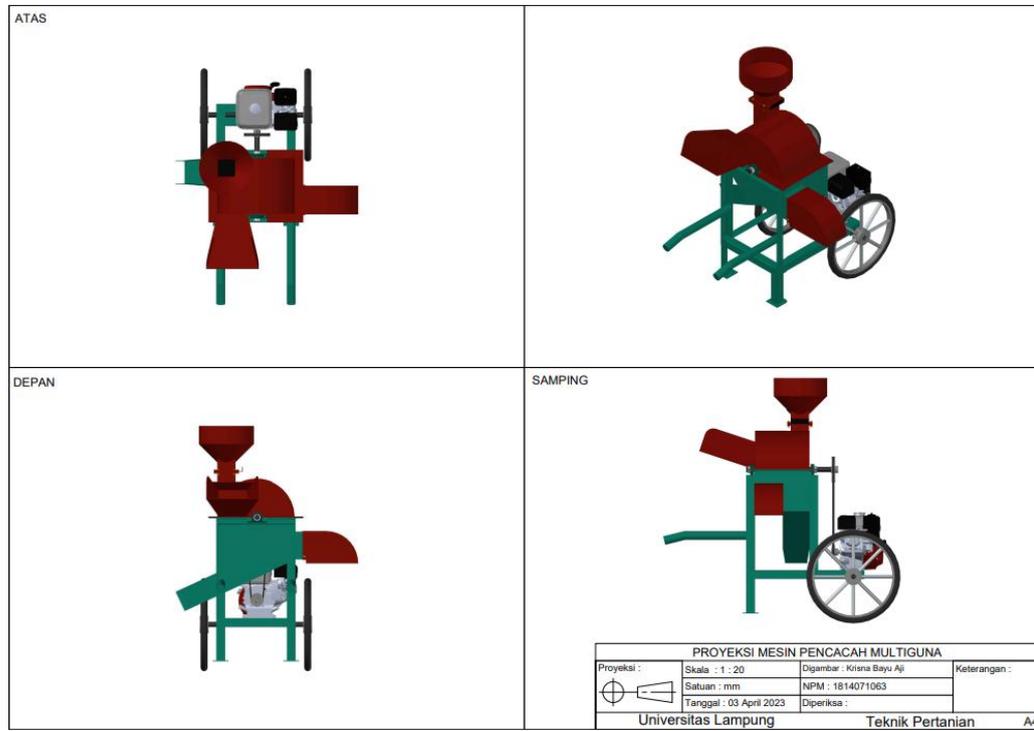
diproses dalam pencacahan lalu diolah menjadi pakan ternak (Widdakso Dkk, 2019).

Mesin pencacah saat ini lazim digunakan oleh masyarakat adalah mesin pencacah pakan hijauan tipe vertikal. Mesin pencacah dijalankan oleh motor diesel atau motor bensin sebagai sumber tenaga penggerakannya. Salah satu mesin pencacah (*chopper*) antara lain yaitu pencacah multiguna tipe *rotary*. Tenaga penggerakannya menggunakan motor diesel 8 pk. Sistem kerjanya yaitu dengan memotong bahan dengan pisau yang berputar vertikal dengan arah gerak bahan (Budiman Dkk, 2009).

Mesin pencacah tipe vertikal memiliki tiga kelas yaitu kelas kecil dengan kapasitas 300-800 kg/jam, kelas menengah yaitu kapasitas 800-1500 kg/jam, dan kelas besar yaitu memiliki kapasitas diatas 1500 kg/jam (Nasional, 2013). Mesin pencacah merupakan mesin yang berfungsi sebagai pencacah hijauan yang digunakan untuk pembuatan pupuk yang masih berukuran besar untuk dikecilkan ukurannya. Secara umum mesin pencacah rumput terdiri dari motor yang berfungsi sebagai penggerak, sistem transmisi, casing, poros rangka, dan pisau pencacah. Hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan mesin pencacah adalah bagaimana membuat mesin dengan kerangka yang kuat, pisaunya tajam sampai beberapa kali pemotongan, ergonomis, harganya terjangkau dan mudah didapat. Mesin atau alat pencacah pakan ternak harus berfungsi secara maksimal sesuai fungsi dan kebutuhannya merupakan hal yang paling utama (Arfiyanto, 2012).

Metode penggunaan mesin pencacah adalah dengan memasukkan bahan secara manual ke dalam *hopper*, dan bahan akan langsung menghubungi pemotong yang terhubung ke poros yang berputar, sehingga memotong bahan sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan. Efisiensi dan kecepatan pemotongan mata pisau dipengaruhi oleh sifat fisik dan mekanik material dan parameter mata pisau pemotong. Sifat mekanik dan fisik setiap material bergantung pada jenis material, kondisi baru dan lama dari tanaman atau material, dan kadar air material. Ketahanan pemotongan yang terjadi pada tanaman muda jauh lebih rendah

dibandingkan pada tanaman tua. Berikut ini adalah gambar t mesin pencacah pakan ternak tipe multiguna yang digunakan pada penelitian.



Gambar 1 kerangka mesin mencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary*

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2022 – Januari 2023 di Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary*
2. *Heart rate monitor*, digunakan untuk mengukur denyut nadi operator
3. *Lux* meter, digunakan untuk mengukur tingkat pencahayaan ruang
4. *Sound level* meter, digunakan untuk mengukur kebisingan alat
5. *Thermometer* ruang, digunakan untuk mengukur suhu ruang
6. *Stopwatch*, digunakan untuk menghitung waktu yang digunakan saat penelitian dilakukan
7. Ember, digunakan untuk menampung hasil bahan cacah
8. Alat tulis, digunakan untuk mencatat hasil pengukuran
9. Laptop, digunakan untuk mengolah data

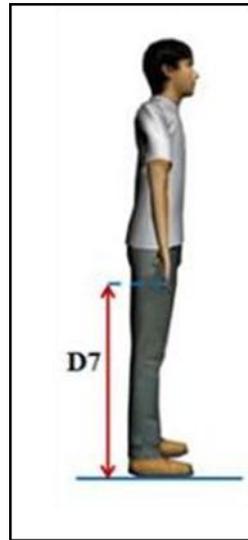
3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu, rumput gajah, batang singkong, data operator pengukuran antropometri sebanyak 20 orang yang merupakan mahasiswa Teknik Pertanian Universitas Lampung, dan data operator pengukuran batas beban rekomendasi serta pengukuran kelelahan operator menggunakan denyut nadi sebanyak 6 orang yang merupakan mahasiswa Teknik Pertanian Universitas Lampung.

3.3 Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode kuantitatif yang didukung dengan studi literature tentang perancangan penciptaan ukuran dimensi alat pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary* yang ergonomis sesuai dengan ukuran tubuh manusia. Variabel yang diukur dan diambil data berupa data-data sebagai berikut:

1. Data antropometri (statis), dimana dalam pengujian data antropometri akan dihasilkan data berupa nilai persentil dimensi tubuh, kemudian data yang diolah kembali berupa uji data seperti uji kecukupan dan uji keseragaman data yang dilaksanakan dengan pengaplikasian program *Ms. Excel*. Pengukuran dan pengambilan data antropometri dilakukan melalui pengukuran dimensi tubuh seseorang dengan kapasitas masa sebanyak 20 orang. Beberapa pengukuran antropometri dimensi tubuh statis yang akan diukur yaitu sebagai berikut:
 - a. Tinggi Ujung Jari Berdiri (TUJB)
Dimensi ini digunakan untuk mengetahui ketinggian terendah pada jangkauan tangan operator saat berinteraksi dengan dimensi mesin dalam keadaan berdiri supaya mudah dijangkau. Hal ini berguna saat pengguna mengambil hasil cacah bahan limbah biomasa dan memasukkan limbah biomassa ke dalam wadah berupa karung pada bagian bawah. Penentuan dimensi tinggi ujung jari berdiri yang ergonomis didasarkan pada persentil 5 dan 95.

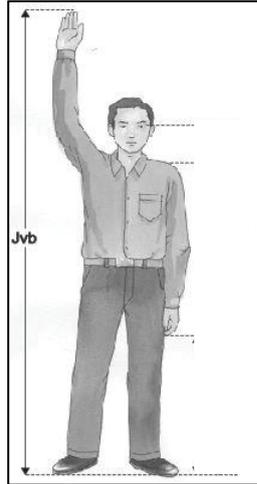


Gambar 2. Dimensi tinggi ujung jari berdiri.

Pada gambar 3 merupakan gambar pengukuran dimensi tinggi ujung jari berdiri yang digunakan untuk mengetahui ketinggian terendah pada jangkauan tangan operator saat berinteraksi dengan dimensi mesin.

b. Jangkauan Vertikal Berdiri (JVB)

Dimensi ini digunakan untuk menentukan jangkauan terpendek operator dalam posisi berdiri. Pengukuran JVB dilakukan untuk pengukuran pusat genggam tangan. Hal ini berguna saat operator menekan tombol dalam posisi berdiri serta mengeluarkan dan memasukkan bahan limbah biomassa pada mesin pencacah pakan ternak tipe multiguna. Penentuan dimensi jangkauan vertikal berdiri yang ergonomis didasarkan pada persentil 5 dan 95.



Gambar 3. Jangkauan vertikal berdiri

Gambar 4 merupakan gambar jangkauan vertikal berdiri yang digunakan untuk menentukan jangkauan terpendek operator saat posisi berdiri.

c. Jangkauan Horizontal Berdiri (JHB)

Dimensi ini digunakan untuk mendapatkan nilai rata-rata jangkauan tertinggi pada posisi berdiri tanpa harus berjinjit atau menggunakan alat bantu. Hal ini berkaitan saat operator memasukkan dan mengeluarkan bahan limbah biomassa pada mesin pencacah pakan ternak multiguna. Penentuan dimensi jangkauan horizontal berdiri yang ergonomis didasarkan pada persentil 5 dan 95.



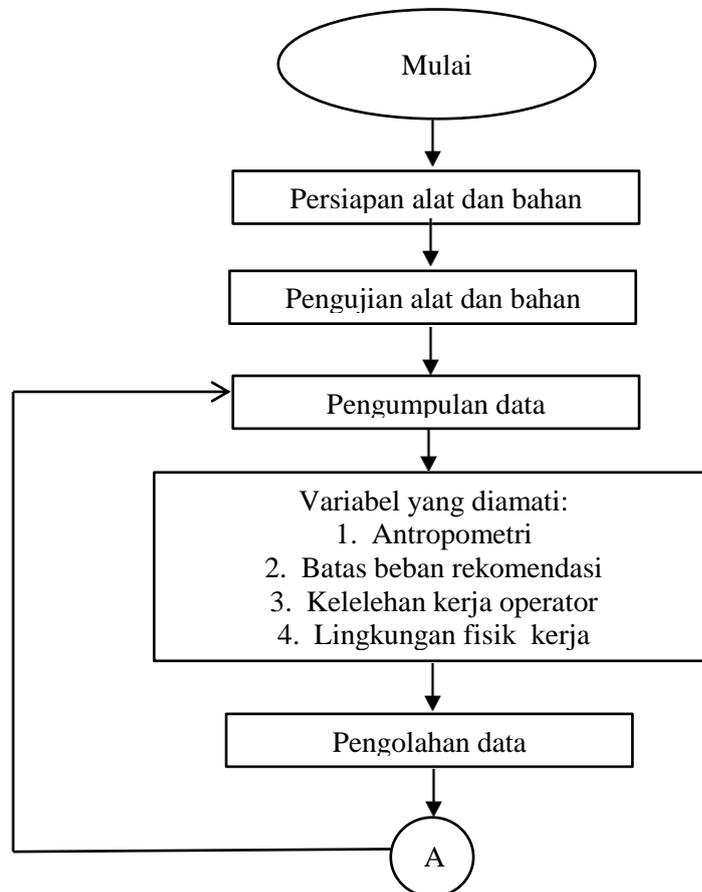
Gambar 4. Dimensi jangkauan horizontal berdiri

Gambar 4 merupakan gambar jangkauan horizontal berdiri yang digunakan untuk mendapatkan nilai rata-rata jangkauan tertinggi pada posisi berdiri tanpa harus berjinjit atau menggunakan alat bantu.

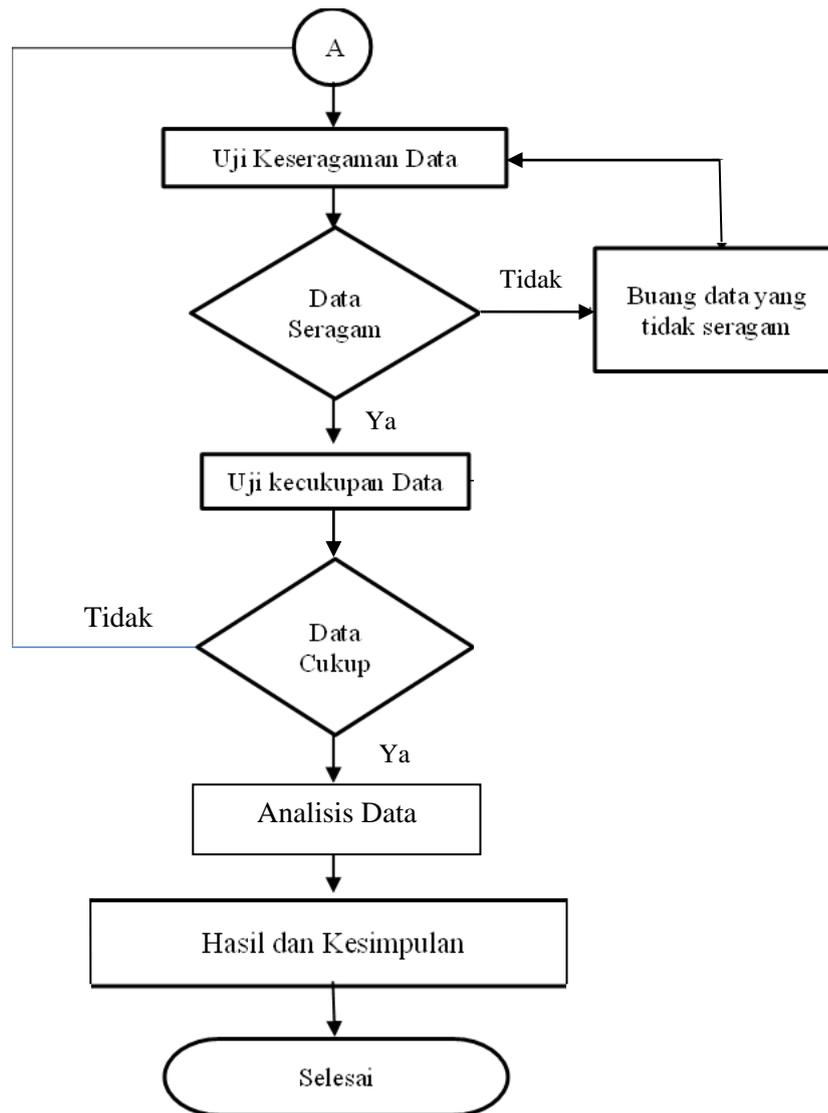
2. Data batas beban rekomendasi yaitu data yang dapat diangkat oleh operator dilakukan menggunakan persamaan RWL (*Recommended Weight Limit*).
3. Data tingkat kelelahan kerja dapat diukur berdasarkan denyut nadi kerja operator yang diambil dari data 6 operator dengan ketentuan perbedaan jenis kelamin.
4. Data lingkungan fisik kerja berupa pengukuran tingkat pencahayaan, tingkat kebisingan alat, dan suhu yang dibutuhkan dalam ruangan kerja mesin pencacah pakan ternak tipe multiguna.

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini dipaparkan menggunakan diagram alir pada gambar 5 sebagai berikut:



Gambar 5. Prosedur pelaksanaan penelitian



Gambar 6. Prosedur pengolahan data

3.5 Parameter Penelitian

Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran Antropometri

Data pengukuran diperoleh menggunakan pengukuran antropometri yang diambil dari 20 operator mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary* dengan menggunakan dimensi pengukuran antropometri statis. Pengukuran antropometri berguna untuk mendapatkan nilai persentil untuk menentukan rerata operator dengan ukuran tertentu. Dalam menentukan nilai persentil hal pertama yang harus dilakukan yaitu mengolah data berdasarkan uji

keseragaman dan kecukupan data dimensi yang diukur operator. Pada uji keseragaman data terdapat ketentuan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) yang digunakan sebagai pengujian keseragaman data untuk memisahkan data yang memiliki nilai berbeda karena dapat mempengaruhi kestabilan data, Setelah BKA dan BKB diperoleh, maka data dimasukkan ke dalam Ms. *Excel*. Kemudian menentukan uji kecukupan data dan data yang dinyatakan cukup dapat digunakan untuk penelitian. Langkah terakhir yaitu menentukan nilai persentil 5 dan persentil 95 untuk mengetahui suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang-orang yang memiliki ukuran di bawah atau pada nilai tersebut.

2. Menentukan nilai batas beban yang direkomendasikan

Diperoleh dengan menentukan nilai RWL (*Recommended Weight Limit*) berdasarkan data operator. Pada pengukuran ini hanya dibutuhkan 6 operator dengan perbedaan jenis kelamin sebagai perbandingan dalam pengukuran tersebut. Pengukuran RWL dibutuhkan untuk memperoleh nilai batas maksimum beban kerja yang dibutuhkan operator dalam pengoperasian mesin pencacah pakan ternak tipe multiguna.

3. Tingkat kelelahan kerja operator

Diperoleh dengan menentukan persentase CVL berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja dibandingkan dengan denyut nadi maksimum. Untuk pengukuran denyut nadi operator menggunakan alat *heart rate monitor*.

4. Lingkungan fisik kerja

Tahapan yang dilakukan dalam pengolahan data ini yaitu menjelaskan permasalahan yang terjadi di ruangan tempat mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary* yang berada di Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian mengenai kondisi lingkungan fisik kerja. Dengan melakukan observasi dan pengamatan langsung di lapangan, maka akan didapatkan data-data yang dibutuhkan dalam tahap selanjutnya yaitu pengolahan data. Berikut adalah beberapa data yang akan diambil:

- a. pengukuran tingkat pencahayaan, diukur menggunakan alat *lux* meter.
- b. Pengukuran tingkat kebisingan alat, diukur menggunakan alat *sound level* meter.
- c. Pengukuran suhu pada ruangan, diukur menggunakan *thermometer*.

Setelah data terkumpul akan didapatkan nilai rata-rata, sehingga mendapatkan nilai yang stabil untuk penentuan lingkungan fisik standar sesuai dengan Nilai Ambang Batas (NAB) yang ditetapkan oleh pemerintah. Selanjutnya adalah data yang telah diperoleh akan dianalisis untuk diajukan sebagai solusi dan tahapan terakhir adalah penarikan kesimpulan serta saran.

3.6 Analisis Data

Analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengukuran antropometri

Setelah data didapatkan kemudian dilakukan uji keseragaman data yang dihitung menggunakan rumus dibawah:

$$\Sigma X = \left[\frac{\Sigma(\bar{X} - X_i^2)}{N} - 1 \right] \dots\dots\dots(1)$$

untuk menentukan batas kontrol atas (BKA) dapat dihitung menggunakan rumus dibawah:

$$BKA = \bar{X} + 3\sigma \dots\dots\dots(2)$$

Untuk menentukan batas control bawah (BKB) dapat dihitung menggunakan rumus dibawah:

$$BKB = \bar{X} - 3\sigma \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

N = Jumlah pengamatan dimensi tubuh operator

X = Data dimensi tubuh operator

BKA = Batas kontrol atas

BKB = Batas kontrol bawah

Untuk menentukan uji kecukupan data dapat dihitung menggunakan rumus dibawah:

$$N' = \left[\frac{k}{s\sqrt{N}} \frac{\sum X^2}{\Sigma X} \right]^2 \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

N' = jumlah pengamatan yang dibutuhkan

k = tingkat kepercayaan

bila tingkat kepercayaan 99%, maka $k = 2,58 \approx 3$

bila tingkat kepercayaan 95%, maka $k = 1,96 \approx 2$

bila tingkat kepercayaan 68%, maka $k \approx 1$

s = derajat ketelitian (bila menggunakan $k = 95\%$, maka s bernilai 100% dan $95\% = 5\%$)

N = jumlah pengamatan dimensi tubuh operator

X = data dimensi tubuh operator (jangkauan tangan dan kaki-pinggul) pertama sampai ke N

Apabila $N' < N$, maka data dinyatakan cukup dan dapat digunakan dalam penelitian.

Untuk menentukan nilai persentil 5 dan 95 dapat dihitung menggunakan rumus dibawah:

$$P_5 = \bar{X} - 1,645\sigma \dots\dots\dots(5)$$

$$P_{95} = \bar{X} + 1,645\sigma \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

P_5 = Persentil ke-5 (5%)

P_{95} = Persentil ke-95 (95%)

σ = Standar deviasi dari data dimensi tubuh

X = data dimensi tubuh operator

2. Menentukan nilai batas beban yang direkomendasikan

Setelah didapatkan data 2 operator, kemudian dilakukan pengukuran RWL yang dapat dihitung menggunakan rumus dibawah:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

RWL : Batas beban yang direkomendasikan

LC : Konstanta pembebanan = 23 kg

HM : Faktor pengali horizontal = 25/H

VM : Faktor pengali vertical = $1 - 0.003|V - 75|^*$

DM : Faktor pengali perpindahan = $0.82 + 4.5/D$

AM : Faktor pengali asimetrik = $1 - 0.0032 A^{**}$

FM : Faktor pengali frekuensi

CM : Faktor pengali kopling (*handle*)

Horizontal Location (H) : Jarak telapak tangan dari titik tengah antara 2 tumit, diproyeksikan pada lantai.

Vertical Location (V) : Jarak antara kedua tangan dengan lantai.

Vertical Travel Distance (D) : Jarak perbedaan ketinggian vertikal antara *destination* dan *origin* dari pengangkatan.

Lifting Frequency (F) : Angka rata-rata pengangkatan menit selama periode 15 menit. Besarnya FM dan CM dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Faktor pengali kopling

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

(Sumber : Water, Thomas, Dkk., 1994)

Tabel 2. Faktor pengali frekuensi

<i>Frek.</i> <i>Lift / Min</i>	<i>Work Duration</i>					
	≤ 1 jam		1-2 jam		2-8 jam	
	V<75	V \geq 75	V<75	V \geq 75	V<75	V \geq 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

(Sumber: Water, 1994)

Terdapat perbedaan dalam menentukan VM dan AM bagi pekerja Indonesia.

*Untuk VM

$$VM = 1 - 0.0132 (V - 69)$$

Untuk pengangkatan dengan ketinggian awal di atas 69 cm

$$VM = 1 - 9.0145 (69 - V)$$

Untuk pengangkatan dengan ketinggian awal di bawah 69 cm

** Untuk AM

$$AM = 1 - (0.005 A) \quad \text{untuk } 0^\circ \leq A \leq 30^\circ$$

$$AM = 1 - (0.0031 A) \quad \text{untuk } 30^\circ < A \leq 60^\circ$$

$$AM = 1 - (0.0025 A) \quad \text{untuk } A > 60^\circ$$

Dimana :

A : sudut asimetrik

3. Tingkat kelelahan kerja operator

Setelah dilakukan pengukuran denyut nadi, kemudian dihitung persentase

CVL menggunakan rumus dibawah:

$$\% CVL = \frac{100 \times \text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat}}{\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat}} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

Laki-laki = Denyut Nadi Maksimum = 220 – Umur

Perempuan = Denyut Nadi Maksimum = 200 – Umur

Dari hasil perhitungan % CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi yang tersaji pada Tabel 3:

Tabel 3. Klasifikasi CVL

% CVL	Penanganan
$X \leq 30 \%$	Tidak terjadi kelelahan
$30 < X \leq 60 \%$	Perlu perbaikan
$60 < X \leq 80 \%$	Kerja dalam waktu singkat
$80 < X \leq 100 \%$	Diperlukan tindakan segera
$X > 100 \%$	Tidak diperbolehkan beraktivitas

Sumber: (Tarwaka, Solichul, 2004)

4. Lingkungan fisik kerja

Setelah dilakukan pengukuran tingkat pencahayaan, suhu ruang, dan tingkat

kebisingan, dibawah ini merupakan beberapa data dan tabel pelengkap sebagai acuan pengukuran data yang di peroleh.

Tabel 4. Standar tingkat pencahayaan ruang kerja

Jenis Pekerjaan	Contoh	Tingkat Pencahayaan (lux)
Umum	Ruang simpang atau gudang	80-170
Ketelitian biasa	pengepakan, perakitan, bubut, miling, pengecetan, bor	200-300
kerja teliti	Membaca, menulis, perakitan alat presisi	500-700
kerja sangat teliti	Menggambar teknik, tes alat elektronik, inspeksi	1000-2000

Tabel 5. Nilai ambang batas (NAB) kebisingan

Waktu Paparan Per Hari		Intensitas Kebisingan Dalam dBA
8	Jam	85
4		88
2		91
1		94
30	Menit	97
15		100
7.5		103
3.75		106
1.88		109
0.94		112
	Detik	
28.12		115
14.06		118
7.03		121
3.52		124
1.76		127
0.88		130
0.44		133
0.22		136
0.11		139

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pengukuran nilai persentil pada tiga dimensi antropometri sudah ergonomis dilihat dari bagian hopper pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary* memiliki ukuran sebesar 100 cm yang berada dibawah persentil 5 jangkauan vertical berdiri (JVB) sebesar 183.95 cm dan diatas persentil 95 tinggi ujung jari berdiri (TUJB) sebesar 66.1 cm, serta nilai jangkauan horizontal berdiri (JHB) pada persentil 5 sebesar 66 cm sebaiknya tidak melebihi ukuran tersebut, agar operator tidak terlalu dekat saat memasukkan bahan kedalam hopper pencacah pada mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary*.
2. Beban kerja rekomendasi sudah tergolong ergonomis, karena nilai rata-rata *recommended weight limit* (RWL) sebesar (3,50 kg) lebih besar dari berat beban yang diangkat yaitu 2 kg rumput gajah dan 2 kg batang singkong.
3. Nilai rata-rata tingkat kelelahan kerja untuk 6 operator mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary* menghasilkan nilai sebesar $\leq 30\%$, maka tidak diperlukan penanganan (tidak terjadi kelelahan) dalam bekerja dan sudah tergolong ergonomis.
4. Lingkungan fisik kerja di tempat terbuka, intensitas cahaya matahari dan suhu di luar ruangan berada didalam nilai ambang batas (NAB) yang telah ditetapkan, dan hasil pengukuran tingkat kebisingan diperoleh rata-rata sebesar 98,99 dBA dengan batas waktu kerja maksimal sebesar 25 menit,

apabila dioperasikan lebih dari 25 menit secara terus-menerus sebaiknya menggunakan alat pelindung telinga agar operator tidak terpapar kebisingan secara langsung.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan terdapat beberapa hal yang disarankan sebagai berikut:

1. Diharapkan pada pengoperasian mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary* dapat dilakukan pada pagi hari atau di tempat yang memiliki penutup atap (jika tidak memungkinkan) pengguna mesin dapat mengenakan pakaian tertutup dan pelindung kepala seperti helm kerja agar tidak terpapar langsung oleh matahari.
2. Untuk pengoperasian mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary*, jika akan dilakukan pengoperasian secara terus-menerus (tanpa jeda), sebaiknya pengguna mesin menggunakan pelindung telinga agar terhindar dari paparan kebisingan mesin secara langsung

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, F. 2013. *Analisis Postur Kerja dengan Metode Rapid Upper Limb Assesment (RULA) pada Pekerja Kuli Angkut Buah di Agen Ridho Illahi Pasar Johar Kota Semarang*. Vol 2 No 1.
- Albin, T. J. 2017. *Design with Limited Anthropometric Data : A Method of Interpreting Sums of Percentiles in Anthropometric Design*. 62 (2):19–27.
- Arfiyanto, M. (2012). *Perancangan Mesin Pencacah Rumput Pakan Ternak (Vol. 66)*. Universitas Yogyakarta.
- Apriliandi, R., Suharyatun, S., Oktafri., dan Haryanto, A., (2022). *Uji Kinerja Mesin Pencacah Tipe Multiguna untuk Pencacah Tongkol Jagung*. Jurnal Agricultural Biosystem Engineering.
- Apriliya, S. 2015. *Pengaruh Motivasi, Komunikasi dan Lingkungan Kerja terhadap Kinerja Karyawan DISPERINDANG Kediri*.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2013. *Mesin Pencacah Hijauan Pakan Ternak-Syarat Mutu dan Metode Uji-Bagian 1:Type Vertikal*. SNI 7785.1:2013.Jakarta:BSN.
- Budiman, D.A., M. Hidayat, dan Handakan. 2009. *Evaluasi Kinerja Mesin Pencacah Jerami (chopper) Studi Kasus di KTT Andhini Mukti, Srandakan. Bantul*. Jurnal Engineering Pertanian. Vol. VII, No. 1:11 – 22.

- Christensen, A., dan J. L. Shenk. 1991. "Communication, Conflict, and Psychological Distance in Nondistressed, Clinic, and Divorcing Couples." 59 (3):458–63.
- Eraliesia F. 2008. *Hubungan Faktor Individu dengan Kelelahan Kerja pada Tenaga Kerja Bongkar Muat di Pelabuhan Tapaktuan Kecamatan Tapaktuan Kabupaten Aceh Selatan (skripsi)*. Medan: FKM Universitas Sumatera Utara.
- Gie, T.L.,. 2000. *Administrasi Perkantoran Modern. Liberty*. Yogyakarta.
- Ginting, R. 2010. *Perancangan Produk*. Yogyakarta. Graha Ilmu
- Grandjean, E. 1998. *Fitting the Tasks to the Man*. London, Taylor and Francis: A Textbook of Occupational Erginomics.
- Hanafie, Fadhli, dan Syahrudin. 2016. *Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumput untuk Pakan Ternak*. ILTEK. Vol. 11 No. 1.
- Irwandy. 2007. *Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Beban Kerja Perawat di Unit Rawat Inap RSJ Dadi Makasar Tahun 2005*. Magister Administrasi Rumah Sakit. Progam Pascasarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat Makasar. Universitas Hasanuddin, A. S. 2008. Psikologi Industri dan Organisasi. Jakarta ; UI-Press.
- Januar. 2014. *Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Kelelahan Kerja pada Pekerja Koveksi Bagian Penjahitan di CV. Aneka Garment Gunungpati Semarang*. Jurnal Kesehatan Masyarakat Vol 2, No. 2, Februari 2014.
- Pijar, M., Suharyatun, S., Telaumbanua, M., dan Haryanto, A. (2022). *Uji Kinerja Mesin Pencacah Tipe GX 160 untuk Pencacah Tongkol Jagung dan Ampas Tebu*. Jurnal Agricultural Biosystem Engineering.
- Purwaningsih, D., Rosyida, E., dan Bae, I. 2017. *Analisis Beban Kerja Fisik dan Mental PT. Energi Agro Nusantara dengan Metode Cardiovascular Load*

(CVL) dan NASA-TLX. Seminar Nasional Teknik Industri 2017.

Rachmawati, I.A. 2015. *Hubungan Antara Intensitas Kebisingan dengan Keluhan Non Auditory pada Operator SPBU di DKI Jakarta Tahun 2009*.

Setiowati, D. 2010. *Analisis Kelelahan Kerja dengan metode REBA (Rappid Entire Body Assessment) pada Terminal Cargo Polonia Medan*. Medan: Repository USU.

Siska., Merry., and Teza, M. 2012. *Analisa Posisi Kerja pada Proses Pencetakan batu Bata Menggunakan Metode NIOSH*. Riau: UIN Suska.

Sukania, I.W., Widodo, L. dan Natalia, D. 2013. *Identifikasi Keluhan Biomekanik dan Kebutuhan Operator Proses Packing di PT X*. Jurnal Energi dan Manufaktur. VI (1). 1-94.

Prapti, N. K. G., Nurhesti, P. O. Y., dan Tirtayasa, K (2017). *Kajian Ergonmi pada Tindakan Ergonomi Keperawatan di Ird Rs Universitas Udayana, Bandung, Bali*. Jurnal Keperawatan Respati Yogyakarta, 5 (3). Hlm 414-419.

Tarwaka, H. A., Bakri, S., and Sudiajeng, L., 2004. *Ergonomic untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA PRESS

Tayyari, F., and Smith J. L. 2004. *Occupational Ergonomiss : Principles and Applications*. New York: Chapman and Hall.

Warji. 2020. *Panduan Praktikum : Mata Kuliah Ergonomika*. Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Wibowo, Y. 2011. *Analisis Penentuan Waktu Istirahat Pendek Berdasarkan Beban Kerja dan Asupan Energi pada Bagian Balling*. Medan: Press. Bridgestone Sumatera Rubber Estate.

Widdakso, I., Fadelan, F., & Winangun, K. (2019). *Perancangan alat pencacah rumput gajah dengan pisau lengkung kapasitas 110 kg/jam*. *Komputek*, 3(1), 22–32.