

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

**( SKRIPSI )**

Oleh

**OKTAWATI RAHMAN**



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

**2023**

## ABSTRACT

### ERGONOMIC ANALYSIS OF THE CRUSHING PART OF THE ROTARY TYPE MULTI-PURPOSE ANIMAL FEED MACHINE

By

OKTAWATI RAHMAN

The use of tools or machines in agriculture can save time and labor compared to traditional agricultural systems. One of the tools available in the agricultural sector is a multi-purpose animal feed chopping machine. The rotary type multi-purpose animal feed chopper machine is a tool that functions to chop and crush ingredients that will be used as animal feed. This machine is useful for helping farmers' performance in producing animal feed which will help the livestock's digestion process and maximize the percentage of nutrient absorption, however, if this machine is not accompanied by proper planning and operating methods, it will pose risks. The risks in question include the risk of work accidents due to the use 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 so on. In this research, the method used is a quantitative method which is supported by a literature study regarding the design of creating dimensions of an ergonomic rotary type multipurpose animal feed chopper according to human body size. The variables measured and data taken are data on Standing Finger Tip Height (TJUB), Standing Vertical Reach (JVB), Standing Horizontal Reach (JHB), recommended 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 gender differences, physical work environment data in the form of measuring equipment noise levels, and the temperature required in the working room of multipurpose type animal feed chopping machines and measuring body posture using the REBA method. The results of the anthropometric measurements are classified as ergonomic because the input height of 140 cm is at P95 TUJB of 68.8 cm, and P5 JVB of 183.5 cm and the operator's reach for inserting materials is between the P5 JHB value of 67.1 cm and P95 of 81 cm . The average level of work fatigue is  $\leq 30\%$ . average yield RWL 5.79kg. The average noise result is 98.91 dBA. The results of outdoor temperature values in the afternoon and evening exceed the threshold value (NAB). The results of measuring the operator's body posture obtained a final score of 4, which is at a moderate level and improvement in body posture is needed.

**Keywords: Rotary Type Multipurpose Animal Feed Shredding Machine, anthropometry, work fatigue, RWL, physical environment, REBA**

## ABSTRAK

### ANALISIS ERGONOMIKA BAGIAN PENGHANCUR PADA MESIN PENCACAH PAKAN TERNAK MULTIGUNA TIPE ROTARY

Oleh

OKTAWATI RAHMAN

Penggunaan alat atau mesin dibidang pertanian dapat mengefisiesinkan waktu ataupun tenaga kerja dibandingkan dengan sistem pertanian tradisional. Salah satu alat yang ada dibidang pertanian, adalah alat mesin pencacah pakan ternak multiguna. 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 persentase penyerapan nutrisinya lebih maksimal, akan tetapi mesin ini jika tidak disertai dengan perencanaan dan cara pengoperasian yang tepat akan menimbulkan resiko. Adapun resiko yang dimaksud seperti resiko kecelakaan kerja akibat penggunaan 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 kebisingan alat, dan suhu yang dibutuhkan dalam ruangan kerja mesin pencacah pakan ternak tipe multiguna dan pengukuran postur tubuh dengan menggunakan metode REBA. Hasil pengukuran antropometri tergolong ergonomis karena tinggi input 140 cm berada pada P95 TJUB sebesar 68,8 cm, dan P5 JVB sebesar 183,5 cm dan jarak jangkauan operator memasukan bahan yaitu berada diantara nilai JHB P5 sebesar 67,1 cm dan P95 sebesar 81 cm . Hasil rata-rata tingkat kelelahan kerja sebesar  $\leq 30\%$ . hasil rata-rata RWL 5,79kg. Hasil rata-rata kebisingan 98,91 dBA. Hasil nilai suhu luar ruangan di siang dan sore hari melebihi nilai ambang batas (NAB). Hasil dari pengukuran postur tubuh operator mendapatkan skor akhir 4 yang dimana berada di level sedang dan diperlukan perbaikan pada postur tubuh.

**Kata kunci : Mesin Pencacah Pakan Ternak Multiguna Tipe *Rotary*, antropometri, kelelahan kerja, RWL, lingkungan fisik, REBA**

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

Oleh

**OKTAWATI RAHMAN**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
**SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

**2023**

Judul Skripsi : **ANALISIS ERGONOMIKA BAGIAN  
PENGHANCUR PADA MESIN PECACAH  
PAKAN TERNAK MULTIGUNA TIPE  
ROTARY**

Nama Mahasiswa : **Oktawati Rahman**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1914071032**

Jurusan : **Teknik Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**



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

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

**2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian**

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

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

Ketua

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



Sekretaris

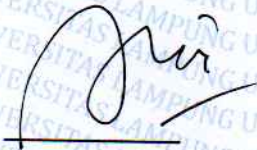
: **Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.**



Penguji

Bukan Pembimbing

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

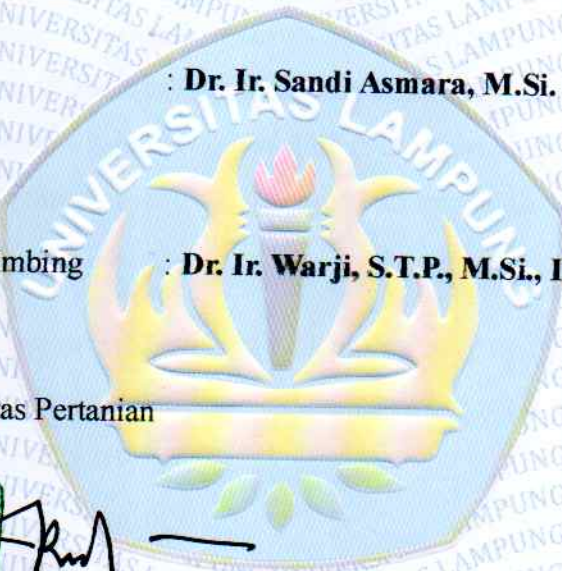


2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP. 196110201986031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **5 Oktober 2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Oktawati Rahman NPM 1914071032**

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 **Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.** 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, November 2023  
Yang membuat pernyataan



Oktawati Rahman  
NPM. 1914071032

## RIWAYAT HIDUP



Oktawati Rahman dilahirkan di Padang Cermin pada tanggal 12 Oktober 2000. Penulis lahir dari pasangan Habib Burohman dan Eti Lisnawati dan merupakan anak pertama dari 2 bersaudara yakni Dea Annisa Rahman. Tahun 2007 penulis menempuh Pendidikan pertama di sekolah dasar di SDN 15 Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran dan lulus pada tahun 2013. Setelah tamat SD penulis melanjutkan pendidikan ke SMPN 14 Pesawaran tahun 2016. Kemudian ditahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan ke SMKN Padang Cermin lulus pada tahun 2019. Tahun 2019 penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Universitas Lampung, Fakultas Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian melalui Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Bulan Januari sampai Maret 2022 penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Kejadian, Kecamatan Tegineneng, Kabupaten Pesawaran. Pada bulan Juni sampai Agustus 2022 penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) selama 30 hari di Balai Pelatihan Pertanian Lampung , Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung.



## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

### **Alhamdulillahirobbil'aalamiin...**

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 kupersembahkan kepada :

**Orang tua (Habib dan Eti)**

Serta

**Adikku Dea**

Terimakasih telah memberikan motivasi, dukungan, serta doa-doanya yang dituju kepadaku sehingga aku dapat berjuang sampai titik ini.

## SANWACANA

Puji syukur atas keberkahan dan nikmat yang diberikan oleh Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat, karunia, serta nikmat iman, nikmat sehat dan nikmat sempat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dalam penyusunan skripsi yang berjudul “**Analisis Ergonomika Bagian Penghancur pada Mesin Pecacah Pakan Ternak Multiguna Tipe Rotary**”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Universitas Lampung.

Penulis mengucapkan terima kasih yang setulusnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si, selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan semangat;
4. Ibu Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si. selaku Dosen Pembimbing kesatu yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan motivasi, dukungan, masukan, saran, dan bimbingan dari awal hingga terselesaikannya skripsi ini;
5. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si. selaku Dosen Pembimbing kedua sekaligus sebagai pembimbing akademik yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan saran dalam penyusunan skripsi ini;
6. Bapak Dr. Ir. Warji, S.T.P., M.Si., IPM. selaku Dosen Pembahas yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran dan masukan untuk perbaikan dalam penyusunan skripsi ini;

7. Seluruh Dosen dan karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
8. Kedua orang tua tercintaku Bapak Habib dan Ibu Eti yang selalu memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi dan dukungan finansial selama perkuliahan, serta do'a yang selalu diberikan kepada penulis ini;
9. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ayu, Eliska, Jannah, Atik, Nurul dan Widia selaku teman yang selalu mendengarkan keluh kesah penulis dan memberikan dukungan serta nasehat kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini;
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 Mark Lee, Na Jaemin, NCT dan EXO yang secara tidak langsung memberikan motivasi, dukungan, dan menjadi penyemangat penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
12. 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 kesempurnaan maka dari itu kritik dan saran yang sifatnya membangun, penulis senantiasa terima. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi para pembacanya.

Bandar Lampung, November 2023  
Penulis

Oktawati Rahman

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>7</b>
1.1. Latar Belakang.....	7
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Hipotesis .....	4
1.6. Batasan Masalah.....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1. Mesin Pencacah Multiguna .....	5
2.2. Ergonomi .....	7
2.2.1. Tujuan ergonomi.....	8
2.2.2. Manfaat ergonomi.....	8
2.2.3. Resiko karena kesalahan ergonomi.....	9
2.3. Antropometri .....	9
2.4. Biomekanika.....	11
2.5. Kelelahan Kerja.....	12
2.6. Penilaian beban Kerja.....	13
2.7. Lingkungan Fisik Kerja.....	15
2.8. REBA ( <i>Rapid Entire Body Assessment</i> ).....	18
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>27</b>
3.1. Waktu dan Tempat .....	27
3.2. Alat dan Bahan .....	27
3.2.1. Alat.....	27
3.2.2. Bahan .....	28
3.3. Metode Penelitian.....	28
3.4. Prosedur Penelitian.....	30
3.5. Parameter Penelitian.....	32
3.6. Analisis Data .....	34
3.6.1. Pengukuran data antropometri .....	34
3.6.2. Menentukan beban yang direkomendasikan (RWL) .....	35
3.6.3. Tingkat kelelahan kerja operator .....	39

3.6.4. Lingkungan fisik kerja.....	39
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>41</b>
4.1. Antropometri .....	41
4.2. RWL ( <i>Recomemended Weight Limit</i> ).....	46
4.3. Kelelahan Kerja.....	47
4.4. Lingkungan Fisik Kerja.....	48
4.5. REBA (Rapid Entire Body Assessment).....	50
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>54</b>
5.1. Kesimpulan.....	54
5.2. Saran .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Skor bagian batang tubuh (Trunk) .....	20
Tabel 2. Skor Bagian Leher (Neck) .....	20
Tabel 3. Skor Bagian Kaki (Legs).....	21
Tabel 4. Nilai beban .....	21
Tabel 5. Skor A .....	22
Tabel 6. Skor Bagian Lengan Atas (Upper Arm) .....	23
Tabel 7. Skor lengan bawah (Lower arm).....	23
Tabel 8. Skor Bagian Pergelangan Tangan (Wrist) .....	24
Tabel 9. Skor gengaman (coupling).....	24
Tabel 10. Skor B .....	25
Tabel 11. Skor C .....	25
Tabel 12. Skor aktivitas.....	26
Tabel 13. Level Akhir dari Skor REBA.....	26
Tabel 14. Variable Penelitian .....	33
Tabel 15. Faktor Pengali frekuensi .....	37
Tabel 16. Faktor pengali kopling .....	37
Tabel 17. Klasifikasi CVL .....	39
Tabel 18. Nilai Ambang Batas Kebisingan di Tempat Kerja.....	40
Tabel 19. Suhu .....	40
Tabel 20. Persentil.....	45
Tabel 21. Berat bahan .....	46
Tabel 22. Data RWL .....	46
Tabel 23. Distribusi hasil pengukuran kebisingan .....	50
Tabel 24. Penilaian REBA postur tubuh 2 .....	52
Tabel 25. Data Antropometri .....	60
Tabel 26. Data RWL .....	60
Tabel 27. Data kelelahan kerja.....	61
Tabel 28. Data kebisingan.....	61
Tabel 29. Data suhu.....	62

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Mesin pencacah multiguna bagian penghancur .....	7
Gambar 2. Postur Tubuh Bagian Batang Tubuh (Trunk).....	19
Gambar 3. Postur Tubuh Bagian Leher (Neck) .....	20
Gambar 4. Postur Tubuh Bagian Kaki (Legs).....	21
Gambar 5. Postur Tubuh Bagian Lengan Atas (Upper Arm).....	22
Gambar 6. Postur tubuh bagian lengan bawah (Lower arm) .....	23
Gambar 7. Postur Tubuh Bagian Pergelangan Tangan (Wrist).....	24
Gambar 8. Tinggi Ujung Jari Berdiri .....	28
Gambar 9. Jangkauan Vertikal Berdiri.....	29
Gambar 10. Jangkauan Horizontal Berdiri.....	30
Gambar 11. Diagram alir penelitian.....	31
Gambar 12. Representasi dari sudut asimetrik.....	38
Gambar 13. Grafik Tinggi Ujung Jari Bediri .....	41
Gambar 14. Grafik jangkauan vertikal berdiri.....	42
Gambar 15. Grafik jangkauan horizontal berdiri. ....	43
Gambar 16. Grafik persentil.....	44
Gambar 17. Mesin pencacah .....	45
Gambar 18. Grafik recommended weight limit.....	47
Gambar 19. Grafik CVL (100%) .....	48
Gambar 20. Grafik suhu.....	49
Gambar 21. Titik acuan pengambilan sudut postur tubuh .....	51
Gambar 22. Postur tubuh operator .....	52
Gambar 23. Proses pengukuran jangkauan horizontal berdiri .....	63
Gambar 24. Proses pengukuran tinggi ujung jari berdiri .....	63
Gambar 25. Proses saat akan memasukan bahan ke hopper penghancur .....	63
Gambar 26. Detail penimbangan bahan .....	64
Gambar 27. Hasil cacahan ampas tebu .....	64
Gambar 28. Hasil cacahan bonggol jagung.....	64
Gambar 29. Pengukuran suhu .....	65

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Penggunaan alat atau mesin dibidang pertanian dapat mengefisiensikan waktu ataupun tenaga kerja dibandingkan dengan sistem pertanian tradisional yang menggunakan banyak tenaga kerja dan menghabiskan waktu yang lama untuk menyelesaikan pekerjaan pertanian. Kemajuan dan perkembangan mekanisasi usaha tani dimulai dari tahap ke tahap. Dimulai dari pertanian yang masih menggunakan tenaga mekanik kasar sampai berkembang menjadi peralatan pertanian yang ukuran dan efisiensinya lebih meningkat sehingga petani dapat meningkatkan hasil pertanian dengan tenaga kerja dan biaya yang lebih rendah (Nurmala,dkk. 2012).

Salah satu alat yang ada dibidang pertanian khususnya peternakan adalah alat mesin pencacah pakan ternak multiguna. Pada umumnya masih banyak peternak yang menggunakan cara tradisional dalam mencacah. Tentunya membutuhkan waktu dan tenaga yang banyak dalam melakukan proses pencacahan. Mesin pencacah merupakan alat yang digunakan untuk membantu peternak dalam memenuhi kebutuhan pakan ternak. Mesin ini mampu memotong kecil-kecil dengan waktu yang cepat dan kapasitas yang banyak. Bahan yang akan dicacah dimasukkan melalui sebuah saluran masuk, dicacah dalam sebuah *box* pencacahan, dan keluar berupa potongan yang berukuran kecil. Dengan menggunakan mesin pecacah pakan ternak ini dapat meningkatkan produktivitas ternak, karena mesin ini dapat membuat ukuran dari pakan ternak menjadi kecil hal ini akan mempermudah ternak dalam mengkonsumsi pakan dan memudahkan dalam proses pencernaan ternak (Direktoral Jendral Peternakan, 2008).



Mesin pecacah multiguna memiliki dua bagian yang terpisah yaitu pencacah untuk bahan berbentuk panjang, sedangkan bagian penghancur digunakan untuk bahan-bahan yang berbentuk pendek. Pada bagian penghancur pada mesin pencacah multiguna juga menghasilkan ukuran bahan yang lebih kecil dibandingkan penggunaan pada bagian pencacah, dan bahan-bahan yang biasa digunakan peternak untuk bagian penghancur seperti bonggol jagung, sekam padi, biji jagung dan jerami. Penggunaan mesin pencacah multiguna dimaksudkan untuk mempermudah ternak dalam memakan pakannya.

Pembuatan berbagai jenis alat dan mesin serta teknologi lainnya di dunia pertanian telah memberi kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan produktifitas. Walaupun demikian, perubahan atau modernisasi teknologi apabila tidak disertai dengan perencanaan dan pendekatan yang tepat justru dapat menimbulkan resiko baru, seperti misalnya resiko kecelakaan akibat penggunaan alat dan mesin pertanian, resiko kesehatan karena penggunaan material ataupun input produksi berlebihan. Kondisi lingkungan yang tidak layak untuk tempat produksi, dan lain-lain. Sehingga perlu adanya penerapan ergonomi pada penggunaan alat dan mesin pertanian. Penerapan ergonomi dapat mengurangi tingkat kecelakaan saat bekerja dan meningkatkan produktifitas dan efisiensi dalam suatu proses produksi. Ergonomi sendiri merupakan ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas kerja secara keseluruhan menjadi lebih baik (Tarwaka, 2004). Adapun beberapa penelitian terkait mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary* yang telah dilakukan yaitu uji kinerja mesin pencacah dan penepung pada hasil pertanian oleh muhammad pijar (2022), unjuk kerja mesin pencacah seresah biomassa tipe multiguna berdasarkan tingkat kecepatan putaran oleh nopa andika putra (2019) dan uji kinerja teknis mesin pencacah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) tipe *rotary* oleh alfian rivalga (2021).

Penelitian-penelitian tersebut lebih diarahkan ke bagian 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* pada bagian penghancur.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Apakah bagian bagian *input* penghancur pada mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary* sesuai dengan dimensi tubuh operator?
2. Bagaimana beban kerja operator untuk mengoperasikan bagian penghancur mesin pencacah multiguna pakan ternak tipe *rotary*?
3. Bagaimana tingkat kelelahan kerja operator untuk mengoperasikan bagian penghancur mesin pencacah pakan ternak tipe *rotary*?
4. Bagaimana lingkungan kerja pengoperasian bagian penghancur mesin pecacah pakan ternak tipe *rotary*?
5. Apakah postur tubuh operator sudah ergonomis saat mengoperasikan bagian penghancur pada mesin pencacah pakan ternak tipe *rotary*?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Menganalisis keergonomisan input penghancur mesin pencacah pakan ternak tipe *rotary* ditinjau dari segi antropometri
2. Menganalisis beban kerja operator dalam penggunaan bagian penghancur mesin pencacah multiguna pakan ternak tipe *rotary*
3. Menganalisis tingkat kelelahan kerja penggunaan bagian penghancur mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary* berdasarkan denyut nadi operator
4. Menganalisis lingkungan kerja pada penggunaan bagian penghancur mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary* dengan mengukur tingkat kebisingan mesin pencacah saat dioperasikan.
5. Menganalisis postur tubuh operator apakah sudah ergonomis dengan menggunakan metode *Rapid Entire Body Assessment*.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai aspek-aspek ergonomika pada bagian penghancur mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe *rotary*.

#### **1.5. Hipotesis**

Hipotesis pada penelitian ini adalah pengoperasian bagian penghancur mesin pecacah pakan ternak multiguna tipe rotary sudah ergonomis dapat ditinjau dari segi antropometri, berat beban, kelelahan kerja, lingkungan kerja fisik dan *Rapid Entire Body Assessment*.

#### **1.6. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Objek yang dianalisis adalah demensi penghancur pada mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe rotary yang dilakukan diluar ruangan.
2. Kajian ergonomi ditinjau dari segi antropometri, biomekanika beban berat, kelelahan kerja dan lingkungan fisik.
3. Data antropometri yang digunakan adalah data antropometri statis.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Mesin Pencacah Multiguna**

Pencacahan merupakan salah satu cara untuk memperkecil ukuran suatu bahan. Proses pencacahan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara manual dan mekanis. Pencacahan dengan mekanis memiliki keunggulan dibandingkan dengan cara manual karena menghasilkan kapasitas kerja yang lebih tinggi (Sugandi dkk., 2016). Mesin pencacah merupakan mesin yang digunakan untuk memperkecil ukuran suatu bahan menjadi ukuran tertentu sehingga memudahkan dalam pemberian pakan ternak.

Mesin pencacah digunakan untuk membantu kinerja manusia supaya lebih ringan dalam pekerjaannya dan meminimalisir biaya dengan cara mencacah atau memotong bahan tanaman menjadi ukuran yang lebih kecil sehingga apabila dijadikan pakan ternak atau kompos ukuran yang diberikan seragam (Andasuryani dkk., 2009).

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 tipe pencacah multiguna. Tenaga penggerakannya menggunakan motor diesel 8 pk. Sistem kerjanya ialah dengan memotong bahan dengan pisau yang berputar vertikal dengan arah gerak bahan (Budiman, 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. 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 penghancur 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. Mesin pencacah pakan ternak multiguna pada bagian penghancur yang akan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Keterangan:

- |                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. Hopper penepung/ penghancur | 4. Hopper pencacah             |
| 2. Motor bensin                | 5. Kerangka mesin              |
| 3. Roda                        | 6. Output penepung/ penghancur |

Gambar 1. Mesin pencacah multiguna bagian penghancur

## 2.2. Ergonomi

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

Ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyerasikan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktifitas maupun dalam beraktifitas maupun dalam beristirahat atas dasar kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik lagi (Tarwaka, 2004).

### **2.2.1. Tujuan ergonomi**

Tujuan ergonomi adalah untuk kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan juga penyakit akibat kerja, meningkatkan performansi kerja manusia dan meningkatkan keselamatan, kesehatan, kenyamanan dan kepuasan kerja. (Sutalaksana, 2006).

### **2.2.2. Manfaat ergonomi**

Manfaat Ergonomi Menurut Pheasant (2003) ada beberapa manfaat ergonomi antara lain :

1. Peningkatan hasil produksi, yang berarti menguntungkan secara ekonomi. Hal ini antara lain disebabkan oleh:
  - a. Efisiensi waktu kerja yang meningkat.
  - b. Meningkatnya kualitas kerja
  - c. Kecepatan pergantian pegawai (labour turnover) yang relatif rendah.
2. Menurunnya probabilitas terjadinya kecelakaan yang berarti:
  - a. Dapat mengurangi biaya pengobatan yang tinggi. Biaya untuk pengobatan lebih besar daripada biaya untuk pencegahan.
  - b. Dapat mengurangi penyediaan kapasitas untuk keadaan gawat darurat.
3. Dengan menggunakan antropometri dapat direncanakan atau didesain:
  - a. Pakaian kerja
  - b. *Workspace*
  - c. Lingkungan kerja
  - d. Peralatan atau mesin
  - e. *Consumer product*

### 2.2.3. Resiko karena kesalahan ergonomi

Sering dijumpai pada sebuah industri terjadi kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja tersebut disebabkan oleh faktor dari pekerja sendiri atau dari pihak manajemen perusahaan. Kecelakaan yang disebabkan karena pekerja tidak hati-hati atau mereka tidak mengindahkan peraturan kerja yang telah dibuat oleh perusahaan. Sedangkan faktor penyebab yang ditimbulkan dari pihak manajemen, biasanya tidak adanya alat-alat keselamatan kerja atau bahkan cara kerja yang dibuat oleh pihak manajemen masih belum mempertimbangkan segi ergonominya, Bambang,S (2008).

### 2.3. Antropometri

Antropometri adalah bidang yang mengkaji dimensi fisik tubuh manusia yang bermanfaat untuk merancang suatu produk, peralatan, dan tempat kerja (Iridiastadi, 2014). Menurut Nurmiyanto (2004) antropometri berasal dari ”*anthro*” yang berarti manusia dan ”*metri*” yang berarti ukuran. Secara definisi antropometri adalah suatu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia khususnya dimensi tubuh dan aplikasi yang menyangkut geometri fisik, masa, dan kekuatan tubuh manusia.

Beberapa para pakar juga menyebut anthropometri berhubungan dengan dimensi tubuh pada manusia (Wignjosoebroto, 2000). Kebanyakan data anthropometri biasanya digunakan untuk merancang suatu lingkungan kerja, alat kerja, maupun beberapa fasilitas yang digunakan pada saat kerja. Adanya data anthropometri ini bertujuan untuk menciptakan lingkungan kerja yang efektif, efisien, serta nyaman agar menghasilkan suatu keadaan yang ergonomis.

Menurut Iridiastadi (2014) dalam bukunya bahwa ada beberapa faktor yang memengaruhi antropometri, berikut adalah faktor-faktor yang mempengaruhi antropometri:

#### a. Usia

Tinggi tubuh manusia terus bertambah mulai dari lahir hingga usia sekitar 20-25 tahun. Usia saat berhentinya pertumbuhan pada perempuan lebih dini



daripada laki-laki. Berbeda dengan tinggi tubuh, dimensi tubuh yang lain, seperti berat badan dan lingkar perut mungkin tetap bertambah hingga usia 60 tahun. Pada tahap usia lanjut, dapat terjadi perubahan bentuk tulang seperti bungkuk pada tulang punggung, terutama pada perempuan.

b. Jenis Kelamin

Jenis kelamin menunjukkan adanya perbedaan antropometri antara laki-laki dan perempuan. Di usia dewasa, laki-laki pada umumnya lebih tinggi daripada perempuan, dengan perbedaan sekitar 10%. Namun perbedaan ini tidak terlihat saat usia pertumbuhan. Tingkat pertumbuhan maksimum perempuan terjadi pada usia sekitar 10-12 tahun. Pada usia ini perempuan jauh lebih tinggi dan berat dibandingkan dengan laki-laki seusianya. Pada laki-laki tingkat pertumbuhan maksimum terjadi pada usia 13-15 tahun. Selain lebih tinggi dan lebih berat, pada umumnya tubuh laki-laki juga lebih besar dibandingkan perempuan. Namun pada beberapa dimensi, perbedaan ini tidak berarti seperti paha dan pinggul. Selain dalam hal ukuran, perbedaan juga terlihat pada proporsi bagian-bagian tubuh dan postur tubuh.

c. Ras dan Etnis

Ukuran dan proporsi tubuh manusia sangat beragam antar ras dan etnis yang berbeda. Ukuran tubuh orang di Eropa rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran tubuh orang yang berada di Asia. Orang Asia biasanya mempunyai postur yang berbeda dengan Amerika dan Eropa, dengan proporsi kaki lebih pendek dan punggung lebih panjang.

d. Pekerjaan dan Aktivitas

Perbedaan dalam ukuran dan dimensi fisik dapat dengan mudah kita temukan pada kumpulan orang yang mempunyai aktivitas kerja berbeda. Petani di desa yang terbiasa melakukan kerja fisik berat memiliki antropometri yang berbeda dengan orang yang tinggal di kota dengan jenis pekerjaan kantoran yang duduk di belakang komputer selama berjam-jam. Orang yang berolahraga secara rutin juga mempunyai postur tubuh yang berbeda dibandingkan dengan orang yang jarang berolahraga.

e. Kondisi Sosio-ekonomi

Faktor kondisi sosio-ekonomi berdampak pada pemberian nutrisi dan gizi yang berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan badan. Berbagai penelitian menunjukkan terjadinya peningkatan pada tinggi tubuh rata-rata manusia antar generasi. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh meningkatnya kemakmuran dan asupan gizi yang lebih baik dibandingkan generasi sebelumnya.

## 2.4. Biomekanika

Hardianto Iridiastadi (2014) mendefinisikan biomekanika adalah ilmu yang menggunakan hukum-hukum fisika dan mekanika teknik untuk mendeskripsikan gerakan pada bagian tubuh (kinematik) dan memahami efek gaya dan momen yang terjadi pada tubuh (kinetik). Biomekanika juga merupakan keilmuan yang mengombinasikan hukum-hukum fisika dan konsep-konsep teknik dengan pengetahuan dari keilmuan biologi dan perilaku manusia (Chaffin dkk., 2006).

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 jangka waktu yang cukup lama.

## 2.5. Kelelahan Kerja

### 1. Pengertian kelelahan kerja

Kelelahan adalah Kata kelelahan (*fatigue*) menunjukkan keadaan yang berbeda-beda, tetapi semuanya berakibat kepada pengurangan kapasitas kerja dan ketahanan tubuh (Suma'mur, 1996). Kelelahan merupakan suatu perasaan yang bersifat subjektif. Istilah kelelahan mengarah pada kondisi melemahnya tenaga untuk melakukan suatu kegiatan (Budiono, dkk., 2003). Kelelahan akibat kerja seringkali diartikan sebagai proses menurunnya efisiensi, performansi kerja dan berkurangnya kekuatan atau ketahanan fisik tubuh untuk terus melanjutkan kegiatan yang harus dilakukan (Wignjosuebrotto, 2003).

Menurut Nurmianto (2005), kelelahan kerja akan menurunkan kinerja dan menambah tingkat kesalahan kerja. Meningkatnya kesalahan kerja akan memberikan peluang terjadinya kecelakaan kerja dalam industri. Pembebanan otot secara statis (static muscular loading) jika dipertahankan dalam waktu yang cukup lama akan mengakibatkan RSI (*Repetition Strain Injuries*), yaitu nyeri otot, tulang, tendon, dan lain-lain yang diakibatkan oleh jenis pekerjaan yang bersifat berulang (*repetitive*).

### 2. Penyebab kelelahan kerja

Berdasar penyebab kelelahan, penyebab kelelahan dibedakan atas kelelahan fisiologis dan psikologis, yaitu kelelahan yang disebabkan oleh faktor lingkungan (fisik) ditempat kerja, antara lain: kebisingan, suhu dan kelelahan psikologis yang disebabkan oleh faktor psikologis (konflik- konflik mental), monoton pekerjaan, bekerja karena terpaksa, pekerjaan yang bertumpuk tumpuk (Grandjean, 1988). Sedangkan kelelahan psikologis disebabkan oleh faktor psikososial di tempat maupun dirumah atau masyarakat sekeliling (Nurmianto, 2004)

### 3. Dampak kelelahan kerja

Kelelahan akibat kerja dapat mengakibatkan penurunan kewaspadaan konsentrasi, dan ketelitian yang dapat berakibat pada kecelakaan kerja (Suma'mur, 1999).

Kelelahan yang terus menerus kemudian akan menjadi kelelahan kronis yaitu timbulnya perasaan lesu, tidak adanya inisiatif, otot rangka sakit, depresi, sulit tidur.

### 4. Jenis kelelahan kerja

Berdasarkan pendapat Suma'mur (2009) kelelahan dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

- a. Berdasarkan proses dalam otot
  - 1) Kelelahan otot merupakan tremor pada otot atau perasaan nyeri yang terdapat pada otot.
  - 2) Kelelahan umum ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja.
- b. Berdasarkan waktu terjadinya kelelahan
  - 1) Kelelahan akut, terutama disebabkan oleh kerja satu organ atau seluruh organ tubuh secara berlebihan
  - 2) Kelelahan kronis, terjadi bila kelelahan berlangsung setiap hari dan berkepanjangan.
- c. Berdasarkan penyebabnya
  - 1) Disebabkan oleh faktor fisik dan psikologi di tempat kerja
  - 2) Disebabkan oleh faktor fisiologis yaitu akumulasi dari substansi toksin (asam laktat) dalam darah dan faktor psikologis yaitu konflik yang menyebabkan stress yang berkepanjangan.
  - 3) Disebabkan oleh kelelahan fisik yaitu kelelahan karena kerja fisik, kerja patologis ditandai dengan menurunnya kerja, rasa letih dan ada hubungan dengan psikososial.

## **2.6. Penilaian beban Kerja**

Menurut Purbasari dan Purnomo (2019) beban kerja merupakan suatu usaha yang dikeluarkan guna memenuhi keseluruhan permintaan tugas yang diberikan untuk pekerja, ukuran dari keterbatasan kemampuan kapasitas tubuh manusia yang dibutuhkan untuk melakukan kerja tertentu. Perspektif ergonomi

menyatakan, beban kerja yang diperoleh manusia harus sesuai atau seimbang pada kemampuan atau kapasitas fisik yang dimiliki manusia, kemampuan kognitif serta keterbatasan tubuh manusia dalam memperoleh beban tersebut. Oleh karenanya, Kemampuan kerja tubuh manusia berbeda antara satu individu pekerja dengan pekerja lainnya, karena sangat tergantung pada tingkat keterampilan, kesegaran jasmani, keadaan gizi, jenis kelamin, usia, dan ukuran tubuh manusia.

Beban kerja merupakan salah satu aspek yang harus diperhatikan oleh setiap perusahaan, karena beban kerja dapat meningkatkan produktivitas kerja karyawan (Pradhana & Suliantoro, 2018). Dengan bertambah kompleksnya aktivitas otot, maka beberapa hal yang patut dijadikan pokok bahasan dan analisa terhadap manifestasi kerja berat tersebut antara lain adalah:

1. Denyut jantung (*heart rate*)
2. Tekanan darah (*blood pressure*)
3. Cardiac output
4. Komposisi kimia darah (kandungan asam laktat)
5. Temperatur tubuh (*body temperature*)
6. Kecepatan berkeringat (*sweating rate*)
7. Konsumsi oksigen

Menurut (Tarwaka, dkk. 2004) bahwa penilaian beban kerja fisik dapat dilakukan dengan dua metode secara objektif, yaitu metode penilaian langsung dan metode tidak langsung. Metode pengukuran langsung yaitu dengan mengukur energi yang dikeluarkan (*energy expenditure*) melalui asupan oksigen selama bekerja. Semakin berat beban kerja akan semakin banyak energi yang diperlukan atau dikonsumsi. Meskipun metode dengan menggunakan asupan oksigen lebih akurat, namun hanya dapat mengukur untuk waktu kerja yang singkat dan diperlukan peralatan yang cukup mahal. Sedangkan metode pengukuran tidak langsung adalah dengan menghitung denyut nadi selama kerja.

Lebih lanjut (Tarwaka, dkk. 2004) menjelaskan bahwa salah satu pendekatan untuk mengetahui berat ringannya beban kerja adalah dengan menghitung nadi kerja, konsumsi oksigen, kapasitas ventilasi paru dan suhu inti tubuh. Pada batas

tertentu ventilasi paru, denyut jantung dan suhu tubuh mempunyai hubungan yang linier dengan konsumsi oksigen atau pekerjaan yang dilakukan. Kemudian dikemukakan oleh Tarwaka dkk. (2004) bahwa denyut jantung adalah suatu alat estimasi laju metabolisme yang baik, kecuali dalam keadaan emosi dan vasodilatasi

Berat ringannya beban kerja yang diterima oleh seorang tenaga kerja dapat digunakan untuk menentukan berapa lama seorang tenaga kerja dapat melakukan aktivitas pekerjaannya sesuai dengan kemampuan atau kapasitas kerja yang bersangkutan. Dimana semakin berat beban kerja, maka akan semakin pendek waktu kerja seseorang untuk bekerja tanpa kelelahan dan gangguan fisiologis yang berarti atau sebaliknya (Tarwaka dkk., 2004).

## **2.7. Lingkungan Fisik Kerja**

Konsekuensi lingkungan kerja yang tidak ergonomis menurut Briansah A.O, (2018) adalah keadaan dimana tubuh manusia tidak dapat mencapai kondisi terbaik, efisien rendah, kualitas rendah dan seseorang akan mengalami gangguan kesehatan seperti nyeri otot (low back pain), gangguan otot rangka dan lain-lain. Oleh karena itu, ergonomi sangat penting karena pendekatan ergonomi yaitu mencapai harmoni yang baik antara manusia dengan mesin atau lingkungan

Lingkungan kerja fisik adalah semua keberadaan yang berbentuk fisik, yang terdapat disekitar tempat kerja karyawan, yang dapat mempengaruhi karyawan tersebut secara langsung maupun tidak langsung. Lingkungan kerja fisik ada yang langsung berhubungan langsung dengan karyawan, namun ada juga yang berhubungan dengan perantara atau lingkungan umum, yang dapat juga disebut lingkungan kerja yang mempengaruhi kondisi manusia, seperti temperatur, kelembaban, dan sirkulasi udara.

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. Faktor-faktor fisik yang ada di lingkungan industri berikut ini akan dibahas secara seksama agar dapat dijadikan evaluasi dalam melihat respon pekerja terhadap paparan lingkungan kerja.

#### a. Iklim dalam ruangan

Temperatur udara, kelembaban, dan panas yang teradiasi saling berhubungan satu sama lain sehingga cukup sulit untuk mengendalikankondisi ketiga variabel tersebut (Tiffin, 1958). Kondisi optimum bagaimanapun bervariasi dan dipengaruhi oleh jenis pekerjaan. Ada empat variabel lingkungan yang berhubungan secara khusus dengan kenyamanan dan performansi sehari-hari yaitu temperatur udara (kering dan basah), kelembaban nisbi, panas radiasi, dan kecepatan aliran udara (Suma"mur, 2009).

Untuk negara dengan empat musim, rekomendasi untuk zona kenyamanan termal pada musim dingin adalah dengan temperature ideal berkisar antara 19-23°C dengan kecepatan udara antara 0,15- 0,4 m/det serta kelembaban antara 40-60% sepanjang tahun. Sedangkan untuk Negara dengan dua musim seperti Indonesia, rekomendasi tersebut perlu mendapat koreksi. Sedangkan kaitannya dengan suhu panas lingkungan kerja, Grandjean (1993) memberikan batas toleransi suhutinggi sebesar 35-40°C; kecepatan udara 0,2 m/det; kelembaban udara antara 40-50%; perbedaan suhu permukaan < 4oC. Aliran udara adalah hal terpenting dalam lingkungan yang hangat atau cukup panas karena membantu tubuh menukar panas dengan udara, dengan mempercepat proses konveksidan evaporasi panas. Tingkat temperatur yang nyaman bagi manusia bervariasi. Hal tersebut dipengaruhi oleh musim, umur, jenis kelamin, dan lokasi geografis (Tiffin, 1958). Temperatur tubuh normal adalah berkisar antara 37°C.

Wignjosoebroto (1995) mengatakan bahwa tubuh manusia akan selalu berusaha mempertahankan keadaan normal dengan suatu sistem tubuh yang sempurna sehingga dapat menyesuaikan diri dengan perubahan-perubahan yang terjadi di luar tubuh tersebut. Tetapi kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan temperature luar adalah jika perubahan temperature luar tubuh tersebut tidak melebihi 20% untuk kondisi panas dan 35% untuk kondisi dingin. Suhu udara

dalam tempat kerja memiliki keadaan normal, produktivitas pekerja akan mencapai titik maksimal dalam bekerja. Karena tiap anggota tubuh akan berusaha untuk mempertahankan suhu dalam keadaan normal, dengan sistem tubuh yang sempurna sehingga akan bias melakukan penyesuaian dalam perubahan suhu yang terjadi diluar tubuh.

Dari hasil penyelidikan didapatkan bahwa produktivitas manusia akan mencapai tingkat yang paling tinggi pada temperature sekitar 24-27 derajat Celcius. Berdasarkan keputusan menteri kesehatan No.1405/menkes/SK/XI/2002 tentang “Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri” menyebutkan bahwa nilai ambang batas (NAB) atau suhu ruangan antara 18-28 derajat Celcius. Kelembaban berhubungan erat dengan suhu, bila kelembaban meningkat maka 27 daerah comfort zone akan menurun, misalnya pada 80 % kelembaban, maka suhu yang ideal adalah antara 18,5 – 24°C. Kelembaban yang ideal adalah 50 %. Kondisi temperatur ideal yang disebut “zona nyaman” untuk pekerjaan dominan mental (seperti pekerjaan kantor) di daerah tropik adalah 26°C – 27°C (Sastrowinoto, 1985).

Kelembaban yang nyaman untuk ruangan yang panas seperti didaerah tropis adalah berkisar 40 % hingga 50 % (Grandjean, 1993). Dengan demikian jelaslah bahwa iklim ruangan yang tidak dikendalikan dengan baik akan berpengaruh terhadap tingkat kenyamanan pekerja dan gangguan kesehatan, sehingga dapat meningkatkan beban kerja, mempercepat munculnya kelelahan dan keluhan subjektif serta menurunkan produktivitas kerja.

#### b. Bising

Bising biasanya dianggap sebagai bunyi atau suara yang tidak diinginkan, yang mengganggu, dan menjengkelkan. Akibat tingkat bising yang tinggi :

##### 1) Timbulnya perubahan psikologis.

Penelitian menunjukan pada orang- orang yang mendengar bising 95-110 desibel, terjadi penciutan dari pembuluh darah, perubahan detak jantung, dilatasi dari pupil-pupil mata.



2) Adanya dampak psikologis.

Bising dapat mengganggu kesejahteraan emosional. Mereka yang bekerja dalam lingkungan yang ekstrem bising lebih agresif, penuh curiga, dan cepat jengkel dibandingkan dengan mereka bekerja dalam lingkungan yang sepi.

Menurut Sedarmayanti (2009), salah satu populasi yang sangat menyibukkan para pakar adalah kebisingan, yaitu bunyi yang tidak dikehendaki, karena terutama dalam jangka panjang bunyi tersebut dapat mengganggu kesenangan bekerja, merusak pemandangan dan menimbulkan kesalahan berkomunikasi, bahkan menurut penelitian, kebisingan yang serius dapat menyebabkan kematian. Karena pekerjaan membutuhkan konsentrasi, maka suara bising hendaknya hindarkan agar pelaksanaan pekerjaan dapat dilakukan dengan efisien sehingga produktifitas kerja meningkat.

### **2.8. REBA (*Rapid Entire Body Assessment*)**

REBA adalah suatu metode yang metode yang dikembangkan secara cepat dan mudah dalam meneliti postur tubuh secara keseluruhan, dengan memberikan level atau nilai resiko kerja pada muskuloskeletal. Nilai atau level ini menunjukkan postur tubuh dan tingkatan risiko cedera musculoskeletal yang dihadapi karyawan dalam melakukan pekerjaannya. Diperkenalkan oleh Hignett, S., dan McAtamney, L. REBA digunakan untuk aktivitas pada tubuh secara keseluruhan (statis atau dinamis) dan dapat digunakan dengan observasi secara langsung atau dengan video (Hignet & McAtamney, 2000).

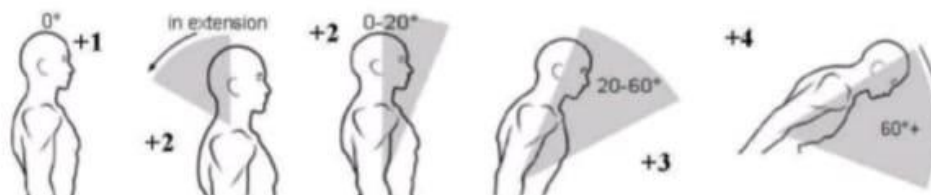
Pengembangan REBA terjadi dalam empat tahap. Tahap pertama adalah pengambilan data postur pekerja dengan menggunakan bantuan video atau foto, tahap kedua adalah penentuan sudut–sudut dari bagian tubuh pekerja, tahap ketiga adalah penentuan berat benda yang diangkat, penentuan coupling, dan penentuan aktivitas pekerja. Dan yang terakhir, tahap keempat adalah perhitungan nilai REBA untuk postur yang bersangkutan. Dengan didapatnya nilai REBA tersebut dapat diketahui level risiko dan kebutuhan akan tindakan yang perlu dilakukan untuk perbaikan kerja

Analisis REBA dibagi menjadi dua grup yang berbeda, yaitu grup A yang terdiri dari leher, punggung dan kaki, dan grup B yang terdiri dari lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan. Masing-masing grup memiliki skala penilaian postur tubuh yang berbeda dan ditambah catatan yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam desain perbaikan. Selain penilaian pada postur tubuh, dalam analisis REBA juga terdapat pertimbangan lain yang harus diperhatikan dalam perhitungan, REBA seperti dibawah ini.

- Sudut bagian tubuh berbeda (badan, leher, kaki, lengan, lengan bawah, pergelangan tangan) terhadap posisi tertentu.
- Beban (*force*) yang sedang dikerjakan pekerja dinyatakan dalam kilogram.
- Jenis pegangan yang dikerjakan secara manual atau dengan menggunakan bagian tubuh lainnya.
- Karakteristik aktivitas otot yang digunakan oleh pekerja (pengerahan otot statis, dinamis, dan pengerahan otot secara mendadak atau tiba-tiba).

## 1. Penilaian Postur Tubuh REBA Grup A

### a. Batang Tubuh (*Trunk*)



Gambar 2. Postur Tubuh Bagian Batang Tubuh (*Trunk*)  
(Sumber : S. Hignett, L. McAtammey)

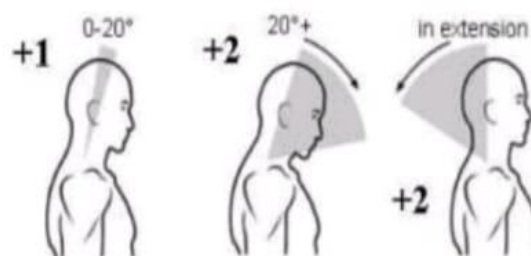
Skor penilaian bagian batang tubuh (*trunk*) dapat dilihat pada Tabel 1. Skor Bagian Batang Tubuh (*Trunk*).

Tabel 1. Skor bagian batang tubuh (*Trunk*)

Pergerakan	Skor	Skor perubahan
Posisi normal (tegak lurus)	1	
Flexion: 0 – 20° Extension 0 – 20°	2	+ 1 jika leher berputar/bengkok/bungkuk
Flexion: 20 – 60° Extension > 20°	3	
Flexion: > 60°	4	

(Sumber : S. Hignett, L. McAtamney)

b. Leher (*Neck*)



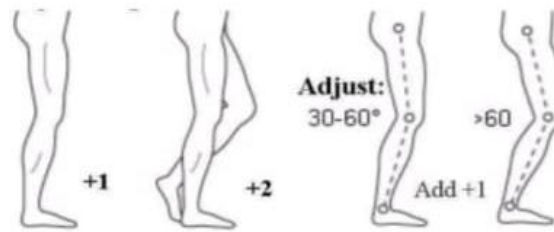
Gambar 3. Postur Tubuh Bagian Leher (*Neck*)  
(Sumber : S. Hignett, L. McAtamney)

Skor penilaian untuk leher (*Neck*) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Skor Bagian Leher (*Neck*)

Pergerakan	Skor	Skor perubahan
Flexion: 0 – 20°	1	+1 jika leher
Flexion: > 20°	2	berputar/bengkok
Extension > 20°		

(Sumber : S. Hignett, L. McAtamney)

c. Kaki (*Legs*)

Gambar 4. Postur Tubuh Bagian Kaki (*Legs*)  
(Sumber : S. Hignett, L. McAtamney)

Skor penilaian untuk kaki (*legs*) dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Skor Bagian Kaki (*Legs*)

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
Posisi normal/seimbang	1	+ 1 jika kaki membentuk sudut 30 - 60°
Tidak seimbang	2	+2 jika kaki membentuk sudut >60°

(Sumber : S. Hignett, L. McAtamney)

Skor penambahan nilai beban akan ditambahkan untuk mendapatkan nilai akhir skor A dan nilai beban dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai beban

Penambahan beban	Skor
< 5 kg	0
5 – 10 kg	1
>10 kg	2

(Sumber : S. Hignett, L. McAtamney)

Tabel skor A merupakan penggabungan nilai dari group A untuk skor postur tubuh, leher dan kaki. Sehingga didapatkan skor tabel A. Kemudian skor tabel A dilakukan penjumlahan terhadap besarnya beban atau gaya yang dilakukan operator dalam melaksanakan aktivitas dan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Skor A

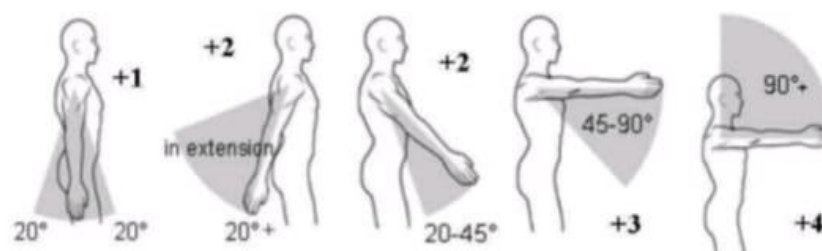
		Leher											
Kaki		1				2				3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Badan	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

(Sumber : S. Hignett, L. McAtamney)

## 2. Penilaian Postur Tubuh REBA Grup B

Postur tubuh grup B terdiri atas lengan atas (*upper arm*), lengan bawah (*lower arm*) dan pergelangan tangan (*wrist*).

### a. Lengan Atas (*Upper Arm*)



Gambar 5. Postur Tubuh Bagian Lengan Atas (*Upper Arm*)  
(Sumber : S. Hignett, L. McAtamney)

Skor penilaian untuk postur tubuh bagian lengan atas (*Upper arm*) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Skor Bagian Lengan Atas (*Upper Arm*)

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
Flexion: 0 – 20° Extension: 0 – 20°	1	
Flexion: 20 – 45° Extension: > 20°	2	+1 jika bahu naik +1 jika lengan berputar -1 Jika lengan tersangga/bersandar
Flexion 46-90°	3	
Flexion: > 90°	4	

(Sumber : S. Hignett, L. McAtammey)

b. Lengan Bawah (*Lower Arm*)



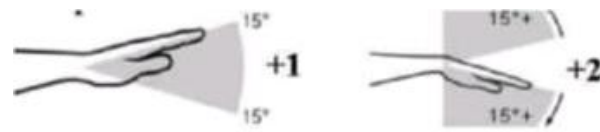
Gambar 6. Postur tubuh bagian lengan bawah (*Lower arm*)  
(Sumber : S. Hignett, L. McAtammey)

Skor penilaian untuk postur tubuh bagian lengan bawah (*lower arm*) dapat dilihat pada Tabel 7

Tabel 7. Skor lengan bawah (*Lower arm*)

Pergerakan	Skor
Flexion: 60 – 100°	1
Flexion: < 60° Extension: > 100°	2

(Sumber : S. Hignett, L. McAtammey)

c. Pergelangan Tangan (*Wrist*)

Gambar 7. Postur Tubuh Bagian Pergelangan Tangan (*Wrist*)  
(Sumber : S. Hignett, L. McAtammey)

Skor penilaian untuk postur tubuh pergelangan tangan (*wrist*) dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Skor Bagian Pergelangan Tangan (*Wrist*)

Pergerakan	Skor	Skor perubahan
0-15° (ke atas maupun ke bawah)	1	+1 jika tangan memutar ke kanan/kiri atau
>15° (ke atas maupun ke bawah)	2	menekuk ke kanan/kiri

(Sumber : S. Hignett, L. McAtammey)

Skor penilaian gengaman akan ditambahkan untuk mendapatkan nilai akhir dari skor B yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Skor gengaman (*coupling*)

Coupling	Skor	Keterangan
Baik	0	Kekuatan pegangan baik
Sedang	1	Pegangan bagus tetapi tidak ideal atau kopleng cocok dengan bagian tubuh
Kurang baik	2	Pegangan tangan tidak sesuai walaupun mungkin
Tidak dapat diterima	3	Kaku, pegangan tidak nyaman, tidak ada pegangan atau kopleng tidak sesuai dengan bagian tubuh.

(Sumber : S. Hignett, L. McAtammey)

Tabel skor B merupakan penggabungan nilai dari group B untuk skor postur lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan. Sehingga didapatkan skor tabel B.

Kemudian skor tabel B dilakukan penjumlahan terhadap perangkai atau coupling dari setiap masing-masing bagian tangan dan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Skor B

Lengan bawah						Pergelangan tangan
1	2	3	1	2	3	
1	2	2	1	2	3	1
1	2	3	2	3	4	2
3	4	5	4	5	5	3
4	5	5	5	6	7	4
6	7	8	7	8	8	5
7	8	8	8	9	9	6

(Sumber : S. Hignett, L. McAtammey)

Tabel skor C merupakan gabungan dari nilai skor A dan skor B dan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Skor C

Nilai skor A												Nilai Skor B
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7	1
1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	2
2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	3
3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	4
4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	5
6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	6
7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11	7
8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11	8
9	9	9	10	10	11	11	11	11	12	12	12	9
10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12	10
11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

(Sumber : S. Hignett, L. McAtammey)

Skor penilaian aktivitas akan ditambahkan dengan tabel C untuk mendapatkan nilai skor REBA dan skor aktivitas dapat dilihat pada Tabel 12.



Tabel 12. Skor aktivitas

Aktivitas	Skor	Keterangan
Postur statis	+1	1 atau lebih bagian tubuh statis/diam. Contoh: memegang lebih dari menit
Pengulangan	+1	Tindakan berulang-ulang. Contoh: mengulangi >4 kali permenit (tidak termasuk berjalan)
Ketidastabilan	+1	Tindakan menyebabkan jarak yang besar dan cepat pada postur (tidak stabil)

(Sumber : S. Hignett, L. McAtamney)

Tabel skor reba merupakan nilai akhir yang didapat tabel skor C ditambahkan dengan nilai aktivitas yang dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Level Akhir dari Skor REBA

Skor REBA	Level resiko	Level tindakan	Tindakan
1	Dapat diabaikan	0	Tidak Perlu
2-3	Kecil	1	Mungkin diperlukan
4-7	Sedang	2	Perlu
8-10	Tinggi	3	Disegerakan
11-15	Sangat tinggi	4	Sekarang Juga

(Sumber : S. Hignett, L. McAtamney)

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2023 di Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

#### **3.2. Alat dan Bahan**

##### **3.2.1. Alat**

Adapun alat yang digunakan pada penelitian antara lain seperti:

1. Mesin pencacah multiguna bagian penghancur
2. Alat tulis digunakan untuk mencatat data yang didapat pada saat penelitian.
3. Meteran digunakan untuk mengukur tubuh operator
4. Stopwatch digunakan untuk menghitung waktu pada saat penelitian berlangsung
5. Smartphone digunakan untuk mengambil gambar pada saat penelitian berlangsung
6. Heart rate monitor digunakan untuk mengukur denyut jantung.
7. Thermometer digunakan untuk mengukur suhu
8. Sound level meter digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan

### 3.2.2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu bonggol jagung dan juga ampas tebu.

### 3.3. Metode Penelitian

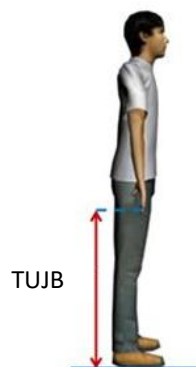
Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode kuantitatif yang didukung dengan studi literatur tentang bagian alat pencacah pakan ternak tipe rotary yang ergonomis atau sesuai dengan ukuran tubuh manusia. Variabel yang diukur dan diambil data berupa antropometri (statis), batas beban rekomendasi, kelelahan kerja, dan lingkungan fisik kerja.

1. Data antropometri yang dihasilkan dari pengukuran dan pengambilan data antropometri yang terdiri dari 10 laki-laki (L) dan 10 orang perempuan (P).

Adapun bagian tubuh yang akan diukur adalah.

#### a. Tinggi Ujung Jari Berdiri (TUJB)

Dimensi ini diukur dari lantai sampai ujung jari secara vertikal dalam posisi berdiri. Titik pengukuran ujung jari yaitu pada dactylion (ujung jari bagian tengah) (Purnomo 2013). Dimensi ini digunakan untuk mengetahui ketinggian terendah pada jangkauan tangan operator saat berinteraksi dengan dimensi mesin dalam keadaan berdiri supaya mudah dijangkau. Hal ini berkaitan dengan batas bawah posisi yang terjangkau operator. Tinggi ujung jari berdiri merupakan dimensi yang diukur dari lantai sampai ujung jari secara vertikal dalam posisi berdiri dan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Tinggi Ujung Jari Berdiri  
Sumber: Antropometri Indonesia

b. Jangkauan Vertikal Berdiri (JVB)

Dimensi ini diukur dari lantai sampai ujung jari secara vertikal dalam posisi berdiri (Purnomo, 2013). Dimensi ini digunakan untuk menentukan jangkauan tertinggi operator dalam posisi berdiri. Pengukuran JVB dilakukan untuk pengukuran pusat genggam tangan. Hal ini berkaitan dengan batas atas tinggi hopper bagian penghancur. Jangkauan vertikal berdiri merupakan dimensi yang diukur dari lantai sampai ujung jari secara vertikal dalam posisi berdiri dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Jangkauan Vertikal Berdiri  
Sumber: (Purnomo, 2013)

c. Jangkauan Horizontal Berdiri (JHB)

Dimensi ini digunakan untuk mendapatkan nilai jangkauan pada saat memasukan bahan ke mesin. Hal ini berkaitan saat operator memasukan dan mengeluarkan bahan limbah biomassa pada mesin pencacah pakan ternak multiguna. Jangkauan horizontal berdiri dapat dilihat pada Gambar 4.



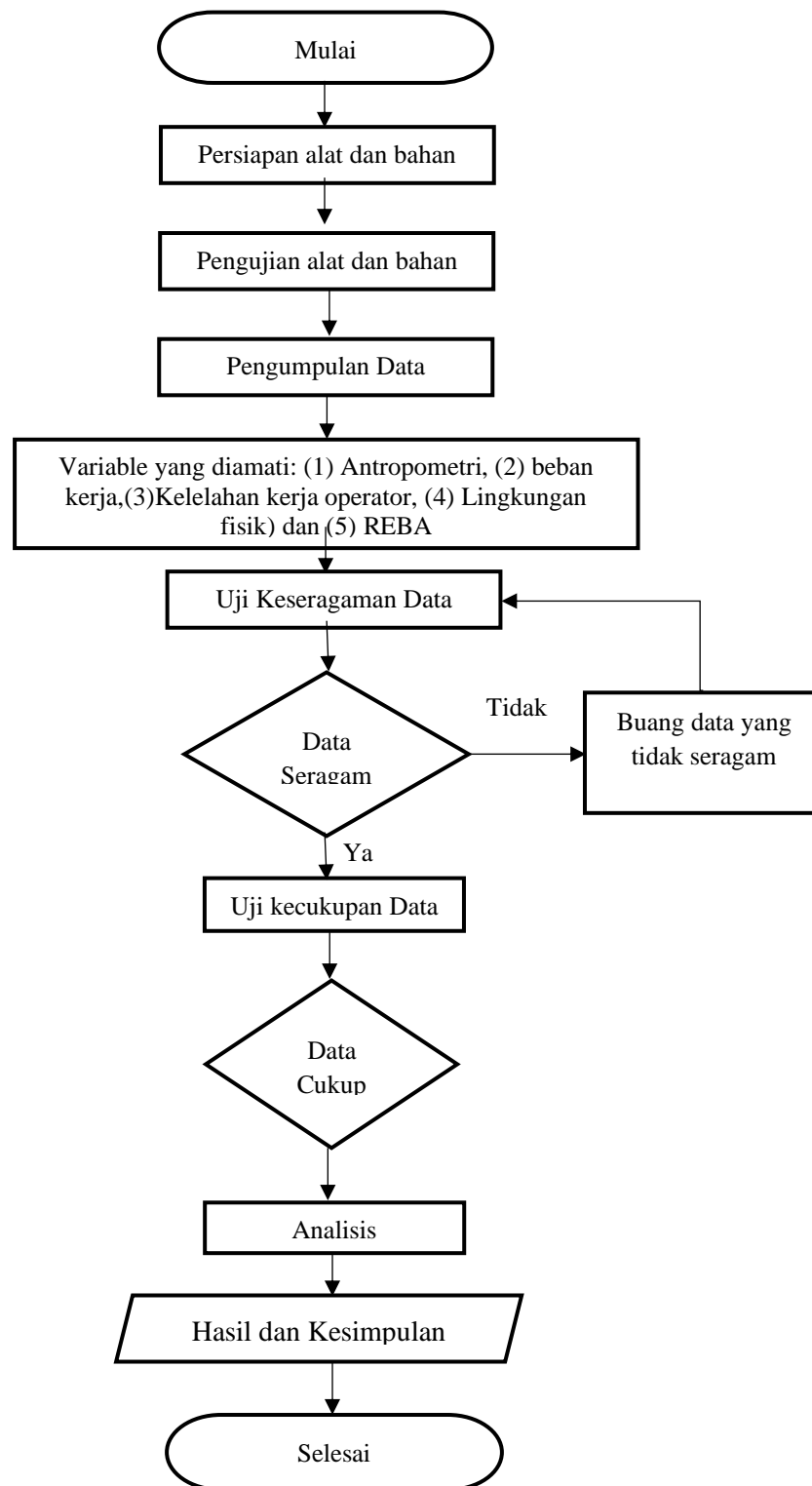
Gambar 10. Jangkauan Horizontal Berdiri  
Sumber: Antropometri Indonesia

Data–data antropometri yang diperoleh di uji keseragaman data dan uji kecukupan data. Selanjutnya data dinyatakan dalam persentil 5 dan 95.

2. Data pengukuran batas beban yang dapat diangkat oleh operator dengan persamaan *RWL (Recommended Weight Limit)*
3. Data tingkat kelelahan operator berdasarkan denyut nadi kerja dengan diukur dan diambil data 6 operator dengan ketentuan perbedaan jenis kelamin
4. Data pengamatan lingkungan fisik kerja berupa kebisingan alat, suhu dan intensitas cahaya yang dibutuhkan dalam ruangan kerja pada mesin pencacah multiguna input penghancur.
5. Data pengamatan video atau foto operator yang akan digunakan dalam metode REBA

### 3.4. Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini yang pertama dilakukan yaitu persiapan alat dan bahan, lalu dilakukan pengujian alat dan bahan. Dilakukan pengumpulan data dengan sebanyak 5 variable yang akan diamati seperti antropometri, beban kerja, kelelahan kerja, lingkungan fisik dan REBA. Setelah itu akan dilakukan uji keseragaman data, bila ada data tidak seragam data akan dibuang. Setelah data seragam akan dilakukan uji kecukupan data, bila data tidak cukup buang data yang tidak terkendali dan lakukan pengambilan ulang variable yang diamati. Setelah data cukup akan dilakukan analisis dan akan mendapatkan hasil dan kesimpulan pada penelitian ini, Prosedur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Diagram alir penelitian

### 3.5. Parameter Penelitian

Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Pengukuran Antropometri

Diperoleh menggunakan pengukuran antropometri bagi 20 operator terhadap mesin pencacah pakan ternak multiguna dengan menggunakan dimensi pengukuran antropometri statis. Pengukuran antropometri berguna untuk mendapatkan nilai persentil yang dapat menentukan rerata operator dengan ukuran tertentu. Dalam menentukan nilai persentil hal pertama yang harus dilakukan adalah mengolah data berdasarkan uji keseragaman dan kecukupan data dimensi yang diukur pada operator.

#### 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 yaitu jenis kelamin sebagai perbandingan dalam pengukuran tersebut. Pengukuran RWL dibutuhkan untuk memperoleh nilai batas maksimum beban kerja yang direkomendasikan pada operator dalam penggunaan bagian penghancur pada mesin pencacah pakan ternak tipe rotary.

#### 3. Tingkat kelelahan kerja operator

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

#### 4. Lingkungan kerja fisik

Tahapan yang dilakukan dalam pengolahan data pada penelitian ini adalah menjelaskan permasalahan yang terjadi di ruangan tempat letaknya mesin pencacah berada yaitu Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian mengenai kondisi lingkungan fisik kerja aktual. Dengan melakukan observasi dan pengamatan langsung di lapangan, maka akan didapatkan data-data yang dibutuhkan dalam tahap selanjutnya yaitu pengolahan data.

Dalam penelitian ini dilakukan pengumpulan data yaitu melakukan pengukuran suhu dengan menggunakan thermometer dan pengukuran tingkat kebisingan dengan menggunakan alat *sound level* meter pada tempat mesin pencacah multiguna input penghancur. Setelah itu data yang terkumpul akan didapatkan

nilai rata-rata, sehingga mendapatkan nilai yang stabil serta 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 alternatif solusi. Tahapan terakhir adalah penarikan kesimpulan dan saran.

#### 5. Postur dan posisi tubuh untuk menentukan skor REBA

Metode REBA adalah metode yang digunakan untuk mengukur dan menganalisis postur tubuh operator yang didapat dari video maupun foto dengan menggunakan kamera smartphone. Setelah didapatkan hasil rekaman ataupun foto postur tubuh dari operator. Setelah itu menentukan sudut dari masing – masing segmen tubuh dengan menggunakan bantuan dari software coreldraw, yang meliputi badan, leher, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan dan kaki. Pada metode REBA segmen – segmen tubuh tersebut dibagi menjadi dua kelompok, yaitu grup A dan B. Grup A meliputi badan, leher dan kaki. Sementara grup B meliputi lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan. Variable data penelitian dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Variable Penelitian

No	Variable diamati	Keterangan
1	Antropometri	Menggunakan pengukuran antropometri sebanyak 20 operator dengan menggunakan dimensi pengukuran antropometri statis
2	Beban kerja	Menggunakan 6 operator dengan perbedaan yaitu jenis kelamin sebagai perbandingan dalam pengukuran dengan menggunakan RWL
3	Tingkat Kelelahan	Menentukan persentase CVL dengan menggunakan data pengukuran jantung pada saat sebelum operator menggunakan mesin dan sesudah menggunakan mesin
4	Lingkungan fisik:	Menggunakan 3 kali pengambilan data dengan waktu yang berbeda untuk pengukuran suhu. Mengukur tingkat kebisingan dimulai saat operator mulai memasukan bahan ke mesin.
5.	Postur dan posisi tubuh	Menentukan nilai skor reba dengan menggunakan bantuan pada kamera smartphone pada postur tubuh operator.



### 3.6. Analisis Data

#### 3.6.1. Pengukuran data antropometri

a. Uji keseragaman data dihitung menggunakan rumus dibawah ini.

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

dimana :

$\sigma$  = Standar deviasi dari data dimensi tubuh

N = Jumlah pengamatan dimensi tubuh operator

X = Data dimensi tubuh 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 yang berbeda karena dapat mempengaruhi kestabilan data. Batas kontrol atas (BKA) dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini.

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

dimana :

$\sigma$  = Standar deviasi dari data dimensi tubuh

X = Data dimensi tubuh operator

BKA= Batas kontrol atas

Sedangkan untuk menentukan batas kontrol bawah (BKB) dihitung menggunakan rumus dibawah ini.

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

dimana :

$\sigma$  = Standar deviasi dari data dimensi tubuh

X = Data dimensi tubuh operator

BKB = batas kontrol bawah

b. Uji kecukupan data

Adapun uji kecukupan data dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini.

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

dimana:

$N'$  = 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  $N'$

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

### c. Persentil

Persentil merupakan suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang-orang yang memiliki ukuran di bawah atau pada nilai tersebut. Persentil dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_i = \text{data ke } - \frac{i(n+1)}{100} \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

$P$  = Persentil ke- $i$

$i$  = 1,2,3,...,99

$n$  = Banyak data

### 3.6.2. Menentukan beban yang direkomendasikan (RWL)

Apabila sudah mendapatkan data dari 6 orang operator tersebut selanjut akan dilakukan pengukuran Recommended Weight Limit (RWL) yang ditetapkan oleh Institut Nasional untuk Keselamatan dan Kesehatan Kerja (NIOSH) 1993 untuk mengurangi risiko cedera akibat aktivitas berlebihan pada populasi pekerja AS, dengan rumus RWL dibawah ini.

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

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 vertical 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 15 dan Tabel 16.

Tabel 15. Faktor Pengali frekuensi

<i>Frek. Lift / Min</i>	<i>Work Duration</i>					
	$\leq 1$ jam		1-2 jam		2-8 jam	
	V<69	V $\geq$ 69	V<69	V $\geq$ 69	V<69	V $\geq$ 69
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 et al., 1994)

Tabel 16. Faktor pengali kopling

<i>Coupling Type</i>	V<69 cm	V $\geq$ 69 cm
Good	1,00	1,00
Fair	0,95	1,00
Poor	0,90	0,90

(Sumber : Waters et al., 1994)

Terdapat perbedaan dalam menentukan VM dan AM bagi pekerja Indonesia.

\*Untuk VM

$$VM = 1 - 0,00132 (V - 69) \dots\dots\dots(7)$$

Untuk pengangkatan dengan ketinggian awal di atas 69 cm

$$VM = 1 - 9,0145 (69 - V) \dots\dots\dots(8)$$

Untuk pengangkatan dengan ketinggian awal di bawah 69 cm

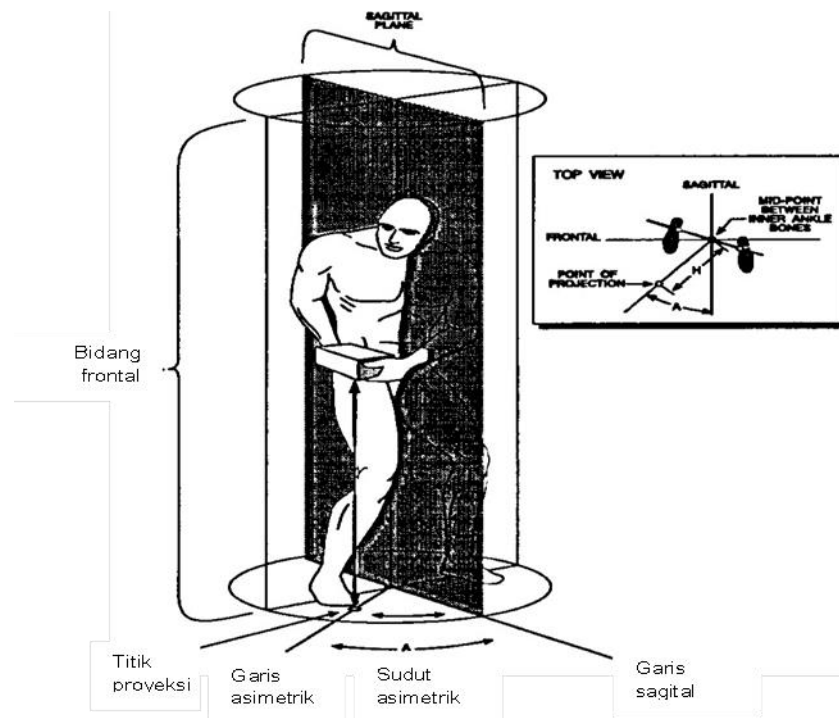
\*\* Untuk AM

$$AM = 1 - (0,005 A) \quad \text{untuk } 0^\circ \leq A \leq 30^\circ$$

$$AM = 1 - (0,0031 A) \quad \text{untuk } 30^\circ < A \leq 60^\circ$$

$$AM = 1 - (0,0025 A) \quad \text{untuk } A > 60$$

A adalah sudut asimetrik yang didefinisikan sebagai sudut yang dibentuk antara garis asimetrik dan pertengahan garis sagittal. Garis asimetrik merupakan garis horizontal yang menghubungkan kedua mata kaki bagian dalam dan proyeksi titik tengah beban lantai. Garis Sagittal merupakan garis yang melewati titik tengah beban lantai. Garis Sagittal merupakan garis yang melewati titik tengah kedua mata kaki bagian dalam dan terletak pada bidang sagittal. Bidang sagittal merupakan bidang yang membagi tubuh hingga menjadi dua bagian, kanan dan kiri, dalam keadaan posisi tubuh netral (tangan berada pada depan tubuh tanpa perputaran pada bahu dan kaki), bidang sagittal di ilustrasikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Representasi dari sudut asimetrik

### 3.6.3. Tingkat kelelahan kerja operator

Peningkatan denyut nadi mempunyai peran yang sangat penting dalam peningkatan *cardiac output* dari istirahat sampai kerja maksimum. Untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskular (*cardiovascular load* = % *CVL*) yang dapat dihitung dalam rumus sebagai berikut

$$\% CVL = \frac{100 \times (\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{(\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat})} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana :

Laki-laki = Denyut Nadi Maksimum = 220 – Umur

Perempuan = Denyut Nadi Maksimum = 200 – Umur (Tarwaka dkk., 2004).

Dari hasil perhitungan %CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi dapat dilihat pada Tabel 17:

Tabel 17. Klasifikasi CVL

<b>% CVL</b>	<b>Penanganan</b>
<30 %	Tidak terjadi kelelahan
30 s.d <60 %	Perlu perbaikan
60 s.d <80 %	Kerja dalam waktu singkat
80 s.d <100 %	Diperlukan tindakan segera
>100 %	Tidak diperbolehkan beraktivitas

Sumber: Rizqiansyah, dll (2017)

### 3.6.4. Lingkungan fisik kerja

#### a. Tingkat kebisingan

Kebisingan ditimbulkan dari suara yang diluar batas kemampuan pendengaran.

Kondisi suara dan batas tingkat kebisingannya disajikan pada Tabel 18.

Tabel 18. Nilai Ambang Batas Kebisingan di Tempat Kerja

Waktu pemaparan per hari	Tingkat kebisingan (dBA)
8 Jam	85
4 Jam	88
2 Jam	91
1 Jam	94
30 Menit	97
15 Menit	100
7,5 Menit	103
3,75 Menit	106
1,88 Menit	109
0,94 Menit	112
28,12 Detik	115
14,06 Detik	118
7,03 Detik	121
3,52 Detik	124
1,76 Detik	127
0,88 Detik	130
0,44 Detik	133
0,22 Detik	136
0,11 Detik	139

Sumber: Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 13 Tahun 2011

#### b. Suhu

Pengaruh tingkat temperatur saat bekerja setiap orang berbeda-beda dan dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Suhu

Temperature	Keterangan
$\pm 49\text{ }^{\circ}\text{C}$	Temperatur yang dapat ditahan sekitar 1 jam, tetapi jauh diatas kemampuan fisik dan mental
$\pm 30\text{ }^{\circ}\text{C}$	Aktivitas mental dan daya tanggap mulai menurun dan cenderung untuk melakukan kesalahan dalam pekerjaan, timbul kelelahan fisik.
$\pm 24\text{ }^{\circ}\text{C}$	Kondisi optimum
$\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$	Kekakuan fisik yang ekstrem mulai muncul

Sumber: Kepmenkes No. 1405/MENKES/SK/XI/2002

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan pada penelitian ini sebagai berikut)

1. Berdasarkan data antropometri, input penghancur pada mesin pencacah pakan ternak multiguna tipe rotary sudah tergolong ergonomis dengan tinggi input 140 cm, berada diantara P95 TUJB dan sebesar 68,8 cm dan P5 JVB sebesar 183,5 cm.
2. Beban kerja rekomendasi sudah tergolong ergonomis, karena nilai rata-rata *recommended weight limit* (RWL) sebesar (5,79kg) lebih besar dibandingkan dengan berat beban yang diangkat yaitu 4kg.
3. Tingkat kelelahan kerja pengguna mesin menghasilkan nilai  $\leq 30\%$ , maka tidak perlu adanya penanganan dalam bekerja atau tidak terjadinya kelelahan kerja atau tergolong ergonomis.
4. Pengukuran suhu lingkungan penggunaan mesin menghasilkan temperatur yang tidak melebihi dari nilai ambang batas, maka ukuran tersebut sudah tergolong ergonomis. Sedangkan pengukuran tingkat kebisingan dapat dikatakan ergonomis karena tidak kurang ataupun melebihi dari NAB yang sudah ditetapkan.
5. Penilaian postur tubuh atau REBA belum tergolong ergonomis, maka diperlukan adanya perbaikan pada postur tubuh bagian lengan atas dan pergelangan supaya tidak menimbulkan cedera dikemudian hari.



## **5.2. Saran**

Diharapkan pengguna dapat dilengkapi alat pelindung diri (APD) seperti alat penutup telinga untuk meredam suara apabila operator mengoperasikan mesin pencacah multiguna dalam waktu yang tidak melebihi NAB yang telah ditetapkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andasuryani., Santosa., dan Chandra., A.R. 2009. *Membangun Mesin Pencacah Rumput Gajah Untuk Peningkatan Efektivitas Konsumsi Pakan Ternak Sapi*. Artikel Ilmiah Pelaksanaan Program Pengabdian Program Vucer Tahun 2009.
- Antropometri Indonesia. 2013. Dimensi Antropometri. [https://www.antropometriindonesia.org/index.php/detail/sub/3/4/0/dimensi antropometri](https://www.antropometriindonesia.org/index.php/detail/sub/3/4/0/dimensi_antropometri). Diakses pada 10 Januari 2023 pukul 04.30
- Ariyanto, M. 2012. *Perancangan Mesin Pencacah Rumput Pakan Ternak (skripsi)*. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Briansah, A.O. 2018. “*Analisa Postur Kerja Yang Terjadi Untuk Aktivitas Dalam Proyek Konstruksi Bangunan Dengan Metode RULAD CV Basani*”. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Budiman, A.H. 2009. *Rancang Bangun Sistem Informasi Status Ketersediaan Alat dan Mesin Pertanian di Kabupaten Bogor, Jawa Barat Berbasis Internet*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Budiono, S. 2003. *Bunga Rampai Hyperkes dan Keselamatan Kerja*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang .
- Chaffin, D.B., Andersson, G.B.J., and Martin, B. J. (2006). *Occupational Biomechanics (4th Ed.)*. New Jersey: Wiley-Interscience.
- Christensen, E.H. 1991. *Physiology of work*. Dalam: Parmeggiani, L. ed. Encyclopedia of Occupational Health and Safety, Third (revised) ed. ILO, Geneva: 1698-1700.
- Direktorat Jenderal Peternakan. 2008. *Petunjuk Teknis Pembibitan Ternak Rakyat (Village Breeding Centre atau VBC)*. Ditjen Peternakan. Jakarta.
- Gie, T.L. 2000. *Administrasi Perkantoran Modern*. Liberty. Yogyakarta.
- Ginting, R. 2010. *Perancangan Produk*. Graha Ilmu. Yogyakarta.

- Grandjean, E. 1988. *Fitting the Task to the Man, 4th ed.* Taylor and Francis Inc. London.
- Hignett, S., & Mcatamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (Reba). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201–205.
- Iridiastadi, H. 2014. *Ergonomi Suatu Pengantar*. PT Remaja Rosdakarya. Bandung.
- Kemnaker. 2011. *Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi*. [https://jdih.kemnaker.go.id/asset/data\\_puu/PER\\_13\\_2011.pdf](https://jdih.kemnaker.go.id/asset/data_puu/PER_13_2011.pdf). Diakses pada 10 Januari 2023 pukul 05.12.
- Manuaba, A., 1992. *Pengaruh Ergonomi Terhadap Produktivitas*. Jakarta, Seminar Produktivitas Tenaga Kerja, Jakarta.
- Nurmala, T., Suyono, A.D., Rodjak, A., Suganda, T., Natasasmita, S., Simarmata, T., Salim, E.H., Sendjaja, T.P., Hasani, S., Yuwariah, Y., dan Wiyono, S.N. 2012. *Pengantar Ilmu Pertanian*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Nurmianto, Eko. 2004. *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Edisi ke 2. Guna widya. Surabaya.
- Pradhana, C.A., Suliantoro, H. 2018. Analisis Beban Kerja Mental Menggunakan Metode NASA-TLX pada Bagian Shipping Perlengkapan di PT Triangle Motorindo. *Industrial Engineering Online Journal*. Vol. 7, No. 3.
- Purbasari, A., and Purnomo, A. J. (2019). Penilaian Beban Fisik Pada Proses Assembly Manual Menggunakan Metode Fisiologis. *SIGMA TEKNIKA*, 2(1), 123–130.
- Purnomo, H. 2013. *Antropometri dan Aplikasinya*. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Rizqiansyah, M.Z.A., Hanurawan, F., & Setiyowati, N. 2017. Hubungan Antara Beban Kerja Fisik dan Beban Kerja Mental Berbasis Ergonomi Terhadap Tingkat Kejenuhan Kerja Pada Karyawan PT Jasa Marga (Persero) Tbk Cabang Surabaya Gempol. *Jurnal Sains Psikologi*. vol.6, no.1, 37-42.
- Stanton, William. J. 2005. “*Prinsip Pemasaran*”, Edisi Ketujuh, Jilid I, Penerjemah : Yohanes Lamanto. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Sugandh, W.K., Yusuf, A., Saukat, M. 2016. Rancang Bangun dan Uji Kinerja Mesin Pencacah Rumput Gajah untuk Pakan Ternak dengan Menggunakan Pisau Tipe Reel. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 4 (1), 200- 206.
- Suma'mur, P.K. 1989. *Ergonomi Untuk Produktivitas Kerja*. CV Haji Masagung. Jakarta.

- Suma'mur, P.K. 2009. *Higiene Perusahaan dan Keselamatan Kerja*. CV Sagung Seto. Jakarta.
- Sastrowinoto, S. 1985. *Meningkatkan Produktivitas Dengan Ergonomi*. Pustaka Binama Pressindo. Jakarta.
- Sutalaksana, I.Z. 1979. *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. ITB. Bandung.
- Tarwaka., Solichul H.A., Bakri., and Sudiajeng, L. 2004. *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. UNIBA Pers. Surakarta.
- Tiffin, J dan Ernest J. M 1958. *Industrial Psychology*. Englewood Clifffic. Printice Hall Inc.
- Warji. 2020. *Panduan Praktikum : Mata Kuliah Ergonomika*. Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- Waters, T. R., Anderson, V. P., Garg, A. 1994. *Application Manual For The Revised NIOSH Lifting Equation*. US Department of Health and Human Service, Cincinnati.
- Wignjosoebroto, S dan Gunarta, K. 1995. "*Ergonomi, Studi Gerak Dan Waktu. Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas kerja, Edisi Pertama*". PT Guna Widya. Jakarta.
- Wignjosoebroto, S. 2000. "*Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan (Edisi 1)*". PT Guna Widya. Jakarta.
- Wignjosoebroto, S. 2003. *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Guna Widya. Surabaya.