

**KAJIAN ERGONOMIKA TERHADAP PENGGUNAAN MESIN  
PENGGORENG VACUUM**

**(SKRIPSI)**

**Oleh**

**ANNISA SUCI RAMADHANTI**

**1814071067**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

**KAJIAN ERGONOMIKA TERHADAP PENGGUNAAN MESIN  
PENGGORENG *VACUUM***

**Oleh**

**ANNISA SUCI RAMADHANTI**

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**

### **ERGONOMICS STUDY OF THE USE OF A VACUUM FRYER**

**By**

**ANNISA SUCI RAMADHANTI**

*Agricultural machine tools can help processes in agriculture so that time is more effective, cost-effective and improves the quality or quality of plants or products. Such as vacuum frying which is used to fry fruit chips that are susceptible to hot temperatures so that the taste of fruit chips from vacuum frying will be similar to the original fruit. The use of agricultural tools and machines cannot be separated from K3 and ergonomics. Therefore this research was conducted for the ergonomics of a vacuum frying fryer in terms of anthropometry, recommended workload, work fatigue, and the physical work environment. This study used a quantitative method supported by literature studies on the ergonomic dimensions of a vacuum frying fryer or in accordance with the size of the human body. The results showed that the ergonomic dimensions of the tool corresponded to the dimensions of the operator's body in the form of control box height, stove height, frying tube cover height, pressure output height, pressure regulator height, and stirrer lever. The level of operator fatigue is classified as ergonomic because the CVL (Cardiovascular Load) percentage obtained is  $\leq 30\%$  so that fatigue does not occur in operating the tool. The recommended workload is classified as ergonomic because the actual load lifted is lower than the RWL calculation results. The temperature measurement is not ergonomic because the temperature exceeds the NAV, while the lighting is classified as ergonomic because it has exceeded the minimum standard value for lighting and the noise measurement is classified as ergonomic because it does not exceed 88 dBA. In operating a vacuum*

*fryer, it can be done in the morning or there is a work station repair so that glare does not occur when using the machine, and when using it, it must be equipped with personal protective equipment (PPE).*

**Keywords: ergonomic, anthropometry, vacuum fryer.**

## **ABSTRAK**

### **KAJIAN ERGONOMIKA TERHADAP PENGGUNAAN MESIN PENGGORENG *VACUUM***

**By**

**ANNISA SUCI RAMADHANTI**

Alat mesin pertanian dapat membantu proses di dalam pertanian sehingga waktu lebih efektif, hemat biaya dan meningkatkan mutu atau kualitas tanaman atau produk. Seperti *vacuum frying* yang digunakan untuk menggoreng keripik buah yang rentan terhadap suhu panas sehingga rasa dari keripik buah dari *vacuum frying* akan mirip dengan buah aslinya. Penggunaan alat dan mesin pertanian tentu tidak terlepas dari K3 dan ergonomika. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk menganalisis mesin penggoreng *vacuum* yang ditinjau dari segi antropometri, beban kerja rekomendasi, kelelahan kerja, dan lingkungan fisik kerja. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yang didukung dengan studi literatur tentang ukuran dimensi mesin penggoreng *vacuum* yang ergonomis atau sesuai dengan ukuran tubuh manusia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dimensi alat yang ergonomis sesuai dengan dimensi tubuh operator berupa tinggi boks kontrol, tinggi kompor, tinggi penutup tabung penggorengan, tinggi output tekanan, tinggi pengatur tekanan, dan tuas pengaduk. Tingkat kelelahan kerja operator tergolong ergonomis karena nilai persentase CVL (*Cardiovascular Load*) yang didapatkan  $\leq 30\%$  sehingga tidak terjadinya kelelahan dalam pengoperasian alat. Beban kerja rekomendasi sudah tergolong ergonomis karena beban aktual yang diangkat lebih rendah daripada hasil perhitungan RWL. Pengukuran suhu tidak ergonomis karena suhunya melebihi NAB, sedangkan pencahayaan tergolong ergonomis karena sudah melebihi nilai standar minimal pencahayaan dan

pengukuran kebisingan tergolong ergonomis karena tidak melebihi 88 dBA. Pada pengoprasian mesin penggoreng *vacuum* dapat dilakukan pada pagi hari atau adanya perbaikan stasiun kerja agar tidak terjadinya kesilauan dalam penggunaan mesin, dan dalam penggunaannya harus dilengkapi dengan alat pelindung diri (APD).

**Kata kunci:** ergonomi, antropometri, mesin penggoreng *vacuum frying*.

**Judul Skripsi** : **KAJIAN ERGONOMIKA  
TERHADAP PENGGUNAAN  
MESIN PENGGORENG VACUUM**

**Nama Mahasiswa** : **Annisa Suci Ramadhanti**


**No. Pokok Mahasiswa** : **1814071067**

**Jurusan** : **Teknik Pertanian**

**Fakultas** : **Pertanian**

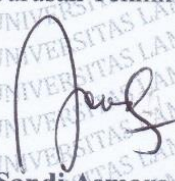
**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

  
**Dr. Ir. Warji, S.T.P., M.Si., IPM.**  
NIP. 197801022003121001

  
**Febrina Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc.**  
NIP. 199002262019031012

**2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian**

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

**MENGESAHKAN**

1. **Tim Penguji**

**Ketua**

**Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.**

**Sekretaris**

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

**Penguji**

**Bukan Pembimbing : Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si.**

2. **Dekan Fakultas Pertanian**



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

**NIP. 196110201986031002**

**Tanggal lulus ujian skripsi : 18 September 2023**



## PERNYATAAN HASIL KARYA

Saya **Annisa Suci Ramadhanti** NPM **1814071067**. Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, **Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM** 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 beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengankata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan.

Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 18 September 2023  
Penulis,



Annisa Suci Ramadhanti

NPM 1814071067

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, tanggal 30 November 2000, sebagai anak ketiga dari lima bersaudara, dari Alm. Bapak Ruslan Roni, S.E., M.M dan Ibu Yusnani, S.Sos., M.M. Penulis menyelesaikan Pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) Kartika II-6 Bandar Lampung pada tahun 2006, Sekolah Dasar (SD) di SD Kartika II-5 Bandar Lampung tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 23 Bandar Lampung diselesaikan tahun 2015, Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 12 Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2018.

Pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswi di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Penerimaan Mahasiswa Baru Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam beberapa kegiatan dalam bidang akademik dan organisasi. Penulis merupakan anggota biasa organisasi tingkat jurusan pada periode 2018/2019. Penulis aktif dalam kegiatan tahunan IMATETANI (Ikatan Mahasiswa Teknik Pertanian) sebagai bidang Dana dan Usaha (Danus) dalam kongres IMATETANI yang dilaksanakan pada tahun 2019.

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Jagabaya II, Kecamatan Wayhalim, Bandar Lampung, Provinsi Lampung pada tanggal 01 Februari – 10 Maret 2021. Penulis juga melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di Kampung Agrowidya Wisata Rajabasa dengan judul penelitian “Proses Pengelolaan Tanaman

Cincau Hijau (*Cocculus orbiculatus*) Menjadi Gel Cincau di Rumah Belajar Kang  
Suyut, Kampung Agrowidya Wisata Rajabasa” pada tanggal 12 Agustus – 16  
September 2021.

## **PERSEMBAHAN**

**Karya ini aku persembahkan teruntuk kedua Orang Tuaku tercinta**

**Ruslan Roni, S.E., M.M. dan Yusnani, S.Sos., M.M.**

**Kepada kakak dan adik-adikku tersayang**

**Yulandhita Pratiwi, S.E., Jenni Aulia Perucha, S.T.P., M.T.P., Muhammad**

**Rachman Fiqih, dan Muhammad Raafi Arraihan**

**Terimakasih atas semua do'a, motivasi, kasih sayang, semangat yang tiada henti-hentinya, dan dukungan baik moril maupun materil yang telah diberikan kepada penulis**

**Serta**

**Almamater Tercinta**

**Sarjana Teknik Pertanian**

**Universitas Lampung**

## SANWACANA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan banyak sekali kenikmatan, kesempatan, rahmat, dan hidayah sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**KAJIAN ERGONOMIKA TERHADAP PENGGUNAAN MESIN PENGGORENG VACUUM**” yang merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Sholawat serta salam tak henti - hentinya penulis haturkan kepada sosok tauladan yakni Nabi Muhammad SAW, yang tentunya kita nantikan syafa'atnya di hari kiamat nanti.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan masukan, bantuan, dorongan, bimbingan, kritik dan saran dari berbagai pihak. Maka, dengan segala kerendahan penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM., ASEAN Eng., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
4. Bapak Dr. Ir. Warji, S.T.P., M.Si., IPM selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasi;
5. Bapak Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing Kedua skripsi yang telah memberikan masukan, saran serta arahan dalam menyelesaikan skripsi ini;

6. Ibu Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si., selaku Dosen Penguji saya yang telah memberikan masukan, saran serta arahan dalam menyelesaikan skripsi ini;
7. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas segala ilmu, pengalaman serta bantuannya yang telah diberikan baik dalam perkuliahan ataupun yang lainnya;
8. Kedua orang tua penulis, Alm. Bapak Ruslan Roni, SE., M.M., dan Ibu Yusnani, S.Sos., M.M., yang menjadi penyemangat atas didikan, doa, serta motivasi yang diberikan;
9. Saudara kandung penulis Yulandhita Pratiwi, SE., Jenni Aulia Perucha, S.TP., M.TP., Muhammad Rachman Fiqih, dan Muhammad Raafi Arraihan, yang telah memberikan nasihat, motivasi dan doa untuk keberhasilan penulis;
10. Balqis Alina Rindhita, keponakan tercinta yang telah memberikan semangat serta menghibur penulis selama menyusun skripsi ini.
11. Teman-teman seperjuangan penulis, Amiratu Syifa, Cantika Rizky Asti, Ayu Amelia, Rena Novelia, Sefriyanti Simanjuntak, Septhy Kartika Dewi, Adela Fiona Amadani, dan Ismawati Fernanda Parmadi yang telah memberikan bantuan, doa, semangat, dan motivasi selama perkuliahan;
12. Teman-teman semasa sekolah, Indah Ayu Lestari, dan Nanda Armelia Putri yang telah memberikan semangat serta motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Prayogi Nugroho, yang sudah menemani penulis dalam proses pembuatan skripsi ini serta memberikan doa dan semangatnya.
14. Keluarga besar Teknik Pertanian 18 yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat selama perkuliahan dan penelitian;
15. Serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam penulisan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Akhir kata penulis mengucapkan

terima kasih, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan baru kepada setiap orang yang membacanya.

Bandar Lampung, 18 September 2023

**Annisa Suci Ramadhanti**

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>I PENDAHULUAN</b>	
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
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. <i>Vacuum Frying</i> .....	5
2.1.1. Komponen <i>Vacuum Frying</i> .....	6
2.1.2. Penggorengan Vakum.....	7
2.1.3. Aplikasi Penggunaan <i>Vacuum Frying</i> .....	8
2.2. Ergonomi .....	9
2.3. Fungsi Ergonomi .....	10
2.4. Faktor Kapasitas Kerja .....	11
2.5. Antropometri .....	14
2.6. RWL ( <i>Recommended Weight Limit</i> ) .....	18
2.6.1 Faktor Risiko.....	21
2.7. Ketahanan Kardiovaskular .....	22
2.8. Kelelahan Operator.....	22
2.9. Perhitungan Kerja fisik.....	23



2.10. Lingkungan Fisik Kerja.....	24
2.10.1. Pencahayaan.....	25
2.10.2. Suhu .....	27
2.10.3. Kebisingan .....	28
<b>III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	30
3.2. Alat dan Bahan .....	30
3.2.1. Alat.....	30
3.3. Metode Penelitian.....	31
3.4. Prosedur Penelitian.....	34
3.5. Parameter Penelitian.....	35
3.5.1. Antropometri.....	35
3.5.2. Menentukan Nilai Batas Beban yang Direkomendasikan .....	35
3.5.3. Tingkat Kelelahan Kerja Operator.....	35
3.5.4. Lingkungan Fisik Kerja .....	36
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Antropometri .....	37
4.1.1. Persentil .....	37
4.2. Tingkat Kelelahan Operator .....	43
4.3. Beban Kerja Rekomendasi ( <i>Recommended Weight Limit</i> ) .....	44
4.4. Lingkungan Kerja Fisik.....	45
4.4.1. Temperatur .....	46
4.4.2. Pencahayaan.....	47
4.4.3. Kebisingan .....	48
<b>V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan.....	50
5.2. Saran .....	52

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Faktor pengali kopling .....	19
Tabel 2. Faktor pengali frekuensi.....	20
Tabel 3. Klasifikasi CVL .....	24
Tabel 4. Standar minimal pencahayaan .....	26
Tabel 5. Pengaruh temperatur .....	27
Tabel 6. Efek kebisingan pada manusia.....	29
Tabel 7. Hasil nilai persentil .....	38
Table 8. Tingkat kebisingan.....	49
Tabel 9. Data dimensi tubuh .....	58
Tabel 10. Data persentase CVL .....	59
Tabel 11. Data pengamatan RWL.....	59
Tabel 12. Hasil perhitungan RWL .....	59
Tabel 13. Data pengamatan suhu .....	60
Tabel 14. Data pengamatan pencahayaan .....	60
Tabel 15. Data pengamatan kebisingan .....	60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mesin <i>vacuum frying</i> .....	5
Gambar 2. Komponen mesin <i>vacuum frying</i> .....	6
Gambar 3. Kerangka mesin penggoreng <i>vacuum</i> . .....	8
Gambar 4. Dimensi tinggi ujung jari berdiri .....	31
Gambar 5. Dimensi jangkauan vertikal berdiri .....	32
Gambar 6. Dimensi jangkauan horizontal duduk.....	32
Gambar 7. Dimensi jangkauan horizontal berdiri .....	33
Gambar 8. Putaran lengan .....	33
Gambar 9. Diagram alir penelitian.....	35
Gambar 10. Diagram persentil .....	38
Gambar 11. Kompor dan boks kontrol.....	39
Gambar 12. Pengatur dan output tekanan .....	40
Gambar 13. Kerangka bagian <i>vacuum</i> .....	42
Gambar 14. Diagram kelelahan kerja.....	43
Gambar 15. Diagram beban kerja rekomendasi.....	45
Gambar 16. Diagram suhu .....	46
Gambar 17. Diagram pencahayaan .....	47
Gambar 18. Diagram kebisingan.....	48
Gambar 19. Ketinggian dimensi mesin <i>vacuum frying</i> .....	61
Gambar 20. Dimensi jangkauan horizontal duduk.....	61
Gambar 21. Dimensi tinggi ujung jari berdiri .....	61
Gambar 22. Dimensi jangkauan horizontal berdiri .....	62
Gambar 23. Pengukuran denyut nadi .....	62
Gambar 24. Bahan beban yang diangkat.....	62
Gambar 25. Pengukuran faktor pengali horizontal RWL .....	63
Gambar 26. Pengukuran faktor pengali vertikal RWL .....	63
Gambar 27. Pengukuran suhu .....	63
Gambar 28. Pengukuran pencahayaan .....	64
Gambar 29. Pengukuran kebisingan .....	64

## I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Penggunaan alat dan mesin pertanian sudah sejak lama digunakan dan perkembangannya terus mengikuti perkembangan kebudayaan manusia. Dengan penggunaan teknologi yang tepat guna, setiap proses di dalam pertanian dapat menghemat banyak waktu dan tenaga serta tentu hasil yang diperoleh juga dapat lebih maksimal. Pada awalnya alat dan mesin pertanian masih sederhana dan terbuat dari batu atau kayu kemudian berkembang menjadi bahan-bahan logam. Susunan alat ini mula-mula sederhana, kemudian sampai ditemukannya alat mesin pertanian yang kompleks. Dengan dikembangkannya pemanfaatan sumber daya alam dengan motor secara langsung mempengaruhi perkembangan dari alat mesin pertanian (Simarmata, 2018).

Menurut Warji (2020), ergonomi adalah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan serta keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja yang baru maupun merancang perbaikan suatu sistem kerja yang telah ada. Ergonomi yang merupakan ilmu perancangan berbasis manusia (*Human Centerd Design*) dirasakan menjadi semakin penting hingga saat ini. Manusia sebagai sumber daya utama dalam sebuah sistem, adanya regulasi nasional maupun internasional mengenai sistem

kerja dimana manusia terlibat di dalamnya, para pekerja itu sendiri adalah *human being*.

Kaidah ergonomi diperlukan agar terjadi keserasian yang baik antara kemampuan dan batasan manusia dengan mesin dan lingkungannya guna meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja, antara lain: desain suatu sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri dan ngilu pada sistem kerangka dan otot manusia, desain stasiun kerja untuk alat peraga visual. Hal tersebut untuk mengurangi ketidaknyamanan visual dan postur kerja, desain suatu perkakas kerja untuk mengurangi kelelahan kerja, desain suatu peletakan instrumen, dan sistem pengendalian agar didapat optimasi dalam proses transfer informasi dengan dihasilkannya suatu respons yang cepat dengan meminimalkan risiko kesalahan, serta agar didapatkan optimasi, efisiensi kerja, dan hilangnya risiko kesehatan akibat metode dan penggunaan mesin (alat) yang kurang tepat. Salah satu contoh alat dan mesin pertanian yang memerlukan kaidah ergonomi untuk kenyamanan dan keamanan penggunaannya adalah *vacuum frying*.

*Vacuum frying* merupakan mesin pengolahan bahan baku yang peka terhadap panas seperti buah-buahan menjadi produk olahan berupa keripik. Dibandingkan dengan penggorengan tradisional, sistem *vacuum* relatif mirip dengan buah aslinya, serta menghasilkan produk yang secara signifikan lebih unggul dari segi warna, aroma dan rasa (Jati Sumannto, 2017). Mesin penggoreng *vacuum* biasanya digunakan pada industri keripik yang menggunakan mesin *vacuum frying* dengan jam kerja yang tinggi.

Oleh karena itu perlu dilakukan kajian ergonomika terhadap penggunaan mesin penggoreng *vacuum*. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini diharapkan dapat meminimalisir operator cedera dalam mengoperasikan mesin tersebut serta mengukur keletihan operator dalam mengoperasikan mesin ini sehingga dapat diketahui bagaimana tindakan pencegahan agar operator tidak terlalu lelah dalam mengoperasikan alat dan mesin.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah mesin penggorengan *vacuum frying* sudah ergonomis?
2. Berapakah beban kerja yang digunakan untuk mengoperasikan mesin penggorengan *vacuum frying*?
3. Bagaimana tingkat kelelahan yang dirasakan operator dalam pengoperasian mesin penggorengan *vacuum frying*?
4. Bagaimana lingkungan kerja yang sesuai untuk penggunaan mesin penggorengan *vacuum frying*?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengukur keergonomisan mesin penggorengan *vacuum frying* yang ditinjau dari segi antropometri.
2. Mengetahui batas maksimum beban kerja pada mesin penggoreng *vacuum frying*.
3. Menguji tingkat beban kerja penggunaan mesin penggorengan *vacuum frying* dengan mengukur denyut nadi operator sebelum dan sesudah mengoperasikan mesin penggorengan *vacuum*.
4. Mengetahui standar lingkungan kerja yang dibutuhkan pada penggunaan mesin penggoreng *vacuum frying*.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai bahan referensi untuk melakukan penelitian yang berhubungan dengan mesin *vacuum frying*, terutama yang berhubungan dengan ergonomi.
2. Untuk memberikan informasi mengenai ergonomi mesin *vacuum frying*.

### **1.5. Hipotesis**

Hipotesis pada penelitian ini adalah mesin penggoreng *vacuum* sudah ergonomis ditinjau dari segi antropometri, 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 penggoreng *vacuum*.
2. Data antropometri yang digunakan berupa data antropometri statis dan dinamis.
3. Kajian ergonomi ditinjau dari segi antropometri dan pengukuran beban kerja.
4. Pengukuran dilakukan di dalam *green house*.
5. Posisi mesin *vacuum* yang tidak ergonomis.

## II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. *Vacuum Frying*

*Vacuum frying* merupakan salah satu mesin penggoreng dengan teknik penggorengan dalam kondisi hampa udara dan suhu rendah. Dengan teknik penggorengan vakum ini akan menghasilkan produk dengan hasil dimana kandungan minyak yang lebih sedikit dibandingkan penggorengan biasa (Nurhudaya, 2011). *Vacuum frying* berfungsi untuk memproduksi keripik buah ataupun sayur dengan cara penggorengan *vacuum* tanpa merubah rasa buah tersebut. *Vacuum* bisa juga digunakan untuk membuat keripik sayur dan juga keripik ikan. Dibandingkan dengan penggorengan secara konvensional, sistem *vacuum* menghasilkan produk yang jauh lebih baik dari segi penampakan warna, aroma, dan rasa karena relatif seperti buah aslinya.

Mesin penggoreng *vacuum* yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Mesin *vacuum frying*



### 2.1.1. Komponen *Vacuum Frying*

*Vacuum frying* memiliki komponen-komponen penting pada mesinnya yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Komponen mesin *vacuum frying*

Fungsi dari komponen mesin *vacuum frying* diatas adalah:

1. Pompa *Vacuum water jet*, berfungsi untuk menghisap udara di dalam ruang penggoreng sehingga tekanan menjadi rendah, serta untuk menghisap uap air bahan.
2. Tabung Penggoreng, berfungsi untuk mengkondisikan bahan sesuai tekanan yang diinginkan. Di dalam tabung dilengkapi keranjang buah setengah lingkaran.
3. Kondensor, berfungsi untuk mengembunkan uap air yang dikeluarkan selama penggorengan. Kondensor ini menggunakan air sebagai pendingin.
4. Unit Pemanas, menggunakan kompor gas LPG.
5. Unit Pengendali Operasi (Boks Kontrol), berfungsi untuk mengaktifkan alat vakum dan unit pemanas.
6. Bagian Pengaduk Penggorengan, berfungsi untuk mengaduk buah yang berada dalam tabung penggorengan.

7. Mesin pengering (*Spinner*), berfungsi untuk meniriskan minyak dari produk. Dengan mesin ini minyak dari produk dapat ditiriskan dengan cepat.

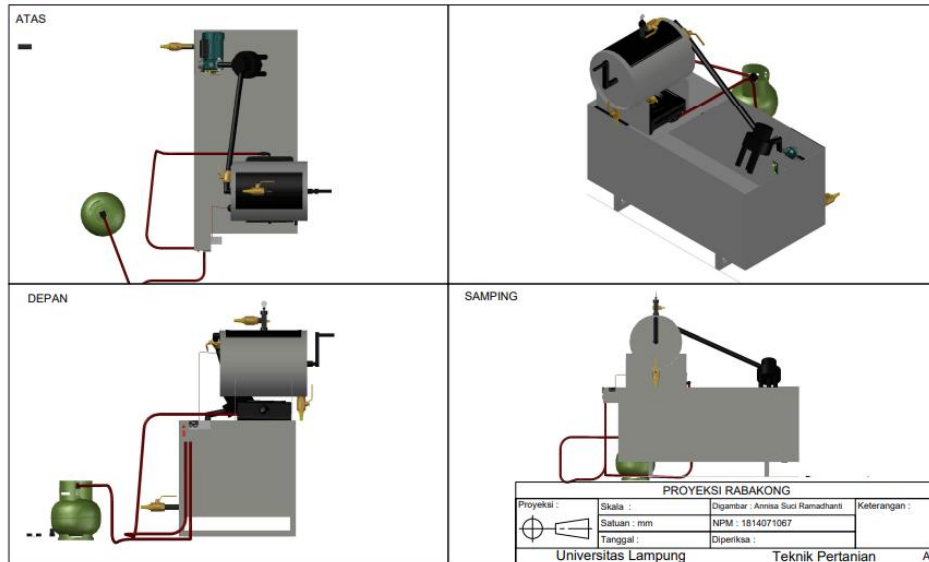
### **2.1.2. Penggorengan Vakum**

Penggorengan vakum merupakan suatu mesin yang digunakan untuk memproduksi produk pangan dengan pengolahan hampa. Prinsip yang digunakan dalam penggorengan pada *vacuum frying* yaitu dengan cara menyerap atau menghilangkan kadar air dari sayuran atau buah dengan kecepatan tinggi sehingga tidak menyebabkan pori-pori dari buah atau sayur tidak menutup dan kadar air diserap secara sempurna. Dalam penggunaan *vacuum frying* penggunaan suhu sangatlah penting dimana suhu tidak melebihi 90°C dengan tekanan 65-76 cmHg, sehingga dengan suhu yang tidak melebihi ini kualitas keripik dapat terjaga mulai dari warna, aroma, dan rasa dari buah tidak berubah (Shofyatun, 2012).

Selama proses penggorengan uap air yang terbentuk akan disedot oleh pompa vakum. Uap air akan melewati kondensor kemudian mengembun dan kondensat yang terjadi akan dikeluarkan. Kondensor akan dihidupkan selama proses penggorengan akan mensirkulasikan air pendingin. Hasil dari proses penggorengan menggunakan vakum akan menghasilkan kripik yang memiliki warna dan aroma buah asli dengan rasa yang lebih renyah dan nilai gizi tidak banyak berubah. Kerenyahan hal ini dihasilkan dari proses penurunan kadar air selama proses penggorengan (Lastriyanto, 1997).

Menurut Sulistyowati (1999), produk akhir yang akan dihasilkan dari penggorengan vakum dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kualitas dari bahan, minyak yang digunakan, dan jenis mesin yang digunakan. Produk akhir dapat mengalami penurunan apabila selama penyimpanan kurang tepat, sehingga menyebabkan ketengikan dan berubahnya kerenyahan dari produk. Ketengikan ini disebabkan oleh minyak yang ada pada keripik mengalami oksidasi. Mutu dari minyak, kondisi dalam proses penggorengan juga mempengaruhi tingkat

ketengikan dari keripik selama proses penyimpanan (Shofyatun, 2012). Berikut ini adalah gambar mesin penggoreng *vacuum* yang digunakan pada penelitian.



Gambar 3. Kerangka mesin penggoreng *vacuum*.

### 2.1.3. Aplikasi Penggunaan *Vacuum Frying*

*Vacuum frying* sangat cocok untuk digunakan pada produk berkadar air dan glukosa yang tinggi, karena bahan-bahan yang mengandung kadar air dan glukosa tinggi apabila akan diproses menggunakan penggorengan konvensional dapat menyebabkan kerusakan pada produk. Kerusakan akhir yang akan terjadi pada produk yang diproses dengan penggorengan biasa antara lain meliputi produk yang dihasilkan tidak akan mempunyai tekstur renyah, warna produk akhir dari penggorengan biasa akan berubah menjadi kecoklatan akibat reaksi mailard (Winarti, 2000).

Penggorengan dengan *vacuum frying* akan menjaga aroma serta warna dari produk. Warna dan aroma akan terjaga dikarenakan titik didih yang rendah pada saat penggorengan akan menyebabkan aroma dari produk tidak menguap. Dengan penggorengan pada suhu rendah ini produk yang biasanya dapat mengalami penurunan kondisi pada proses penggorengan dapat dihindari. Dalam proses

penggorengan hal yang perlu diperhatikan tidak hanya suhu terdapat faktor lain seperti lama waktu penggorengan dan minyak yang digunakan pada saat penggorengan (Sulistiyowati, 1999).

## 2.2. Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani yaitu “*ergon*” yang berarti kerja dan “*nomos*” yang artinya aturan atau kaidah atau hukum, secara keseluruhan ergonomi berarti aturan yang berkaitan dengan kerja. Ergonomi merupakan suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi mengenai sifat manusia, kemampuan manusia dan keterbatasannya untuk merancang suatu sistem kerja yang baik agar tujuan dapat dicapai dengan efektif, nyaman dan aman. Di Indonesia memakai istilah ergonomi, tetapi di beberapa negara seperti di Skandinavia menggunakan istilah “bioteknologi” sedangkan di negara Amerika menggunakan istilah “*Human Engineering*” atau “*Human Factors Engineering*”. Akan tetapi, semuanya membahas hal yang sama yaitu tentang optimalisasi fungsi manusia terhadap aktivitas yang dilakukan (Tarwaka dkk, 2004).

Ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyelaraskan atau 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. Penerapan ergonomi pada umumnya merupakan aktivitas rancang bangun (*design*) ataupun rancang ulang (*redesign*). Banyak penerapan ergonomi yang hanya berdasar sekedar “*common sense*” (dianggap suatu hal yang sudah biasa terjadi), tetapi harus diikuti dengan pendekatan ilmiah, hal tersebut berguna untuk mendapatkan perancangan produk yang optimum tanpa harus mengalami “*trial and error*”. Suatu hal yang vital pada penerapan ilmiah untuk ergonomi adalah “antropometri” (kalibrasi tubuh manusia). Dalam hal ini terjadi penggabungan dan pemakaian data antropometri dengan ilmu-ilmu statistik yang menjadi prasyarat utamanya (Prasetio dan Suwandi, 2011).

Penyerasian pekerjaan dan lingkungan terhadap orang atau sebaliknya sebagaimana dimaksud dalam ergonomi, mempunyai arti besar dalam rangka pemilihan teknologi yang serasi. Keserasian dalam pemilihan teknologi selain ditujukan pada sifatnya yang mencitakan lapangan kerja, kemampuan penghematan devisa, orientasi pertumbuhan dan lain-lain, juga terhadap kondisi setempat termasuk hubungan timbal balik antara teknologi tersebut dengan tenaga kerja. Lebih jauh lagi keserasian tenaga kerja dan pekerjaannya merupakan suatu segi penting dalam pembinaan kualitas kehidupan. Kesatuan yang harmonis antara manusia dan pekerjaan berarti besarnya integritas manusiawi, harga diri dan merupakan kepuasan serta kebahagiaan.

Tujuan dari ergonomi sendiri untuk mempelajari batasan-batasan pada tubuh manusia dalam berinteraksi dengan lingkungan kerjanya baik secara jasmani maupun psikologi. Selain itu juga untuk mengurangi datangnya kelelahan yang terlalu cepat dan menghasilkan suatu produk yang nyaman, enak dipakai oleh pemakainya. Secara umum tujuan dari penerapan ergonomi adalah:

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.
3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi (Setiawan, 2011).

### **2.3. Fungsi Ergonomi**

Ergonomi memiliki peranan penting dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja misalnya: desain suatu sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri

pada sistem kerangka dan otot manusia, desain stasiun kerja untuk alat peraga visual (visual display unit stasiun). Hal ini adalah untuk mengurangi ketidaknyamanan visual pada postur kerja, desain suatu perkakas kerja (hand tools) untuk mengurangi kelelahan kerja, desain suatu peletakan instrumen dan sistem pengendali agar didapat optimasi dalam proses transfer informasi dengan menghasikan suatu respon yang cepat dengan meminimalisir resiko kerja dan hilangnya resiko kesalahan, serta supaya didapatkan optimasi, efisiensi kerja dan hilangnya resiko kesehatan akibat metode kerja yang kurang tepat (Nurmianto, 2008).

Ergonomi memberikan kemudahan kepada manusia dalam berbagai hal di dalam lingkungan kerja, sehingga manusia memiliki kemudahan, kenyamanan serta efisiensi dalam melakukan pekerjaannya. Dengan begitu kendala keterbatasan yang dimiliki oleh manusia dapat diatasi. Fungsi lainnya, ergonomi mampu mengurangi penggunaan energi lebih pada saat seseorang melakukan pekerjaan. Sebagai contoh, posisi antara meja dan kursi ketika kita bekerja atau belajar. Posisi dibuat sedemikian rupa sehingga kita dapat melakukan pekerjaan dengan mudah. Dampaknya terhadap psikologis seseorang mampu membuat produktivitas meningkat karena posisi yang ergonomis mampu mengurangi tingkat kelelahan pada saat bekerja (Manuaba, 2005).

#### **2.4. Faktor Kapasitas Kerja**

Pencapaian ergonomi perlu adanya keserasian antara pekerja dengan pekerjaannya, sehingga manusia pekerja dapat bekerja sesuai dengan kemampuan, kebolehan dan keterbatasannya. Secara umum kemampuan, kebolehan dan batasan manusia ditentukan oleh berbagai faktor. Menurut Mira (2009) ada beberapa aspek dalam penerapan ergonomi yang perlu diperhatikan, antara lain :

##### **a. Faktor manusia**

Penataan dalam sistem kerja menuntut faktor manusia sebagai pelaku/pengguna menjadi titik sentralnya. Pada bidang rancang bangun

dikenal istilah *Human Centered Design (HCD)* atau perancangan berpusat pada manusia. Perancangan dengan prinsip HCD, berdasarkan pada karakter-karakter manusia yang akan berinteraksi dengan produknya. Sebagai titik sentral maka unsur keterbatasan manusia haruslah menjadi patokan dalam penataan suatu produk yang ergonomis.

Ada beberapa faktor pembatas yang tidak boleh dilampaui agar dapat bekerja dengan aman, nyaman dan sehat, yaitu : faktor dari dalam (*internal factors*) dan faktor dari luar (*external factor*). Tergolong dalam faktor dari dalam (*internal factors*) ini adalah yang berasal dari dalam diri manusia seperti : umur, jenis kelamin, kekuatan otot, bentuk dan ukuran tubuh, dll. Sedangkan faktor dari luar (*external factor*) yang dapat mempengaruhi kerja atau berasal dari luar manusia, seperti : penyakit, gizi, lingkungan kerja, sosial ekonomi dan adat istiadat, dll (Manuaba, 2015).

b. Faktor Anthropometri

Anthropometri yaitu pengukuran yang sistematis terhadap tubuh manusia, terutama seluk beluk baik dimensional ukuran dan bentuk tubuh manusia. Antropometri yang merupakan ukuran tubuh digunakan untuk merancang atau menciptakan suatu sarana kerja yang sesuai dengan ukuran tubuh penggunaannya. Ukuran alat kerja menentukan sikap, gerak dan posisi tenaga kerja, dengan demikian penerapan antropometri mutlak diperlukan guna menjamin adanya sistem kerja yang baik.

Ukuran alat-alat kerja erat kaitannya dengan tubuh penggunaannya. Jika alat-alat tersebut tidak sesuai, maka tenaga kerja akan merasa tidak nyaman dan akan lebih lamban dalam bekerja yang dapat menimbulkan kelelahan kerja atau gejala penyakit otot yang lain akibat melakukan pekerjaan dengan cara yang tidak alamiah.

c. Faktor Sikap Tubuh dalam Bekerja

Hubungan tenaga kerja dalam sikap dan interaksinya terhadap sarana kerja akan menentukan efisiensi, efektivitas dan produktivitas kerja, selain SOP

(*Standard Operating Procedures*) yang terdapat pada setiap jenis pekerjaan.

Semua sikap tubuh yang tidak alamiah dalam bekerja, misalnya sikap menjangkau barang yang melebihi jangkauan tangannya harus dihindarkan. Penggunaan meja dan kursi kerja ukuran baku oleh orang yang memiliki ukuran tubuh yang lebih tinggi atau sikap duduk yang terlalu tinggi sedikit banyak akan berpengaruh terhadap hasil kerjanya. yang memiliki ukuran tubuh yang lebih tinggi atau sikap duduk yang terlalu tinggi sedikit banyak akan berpengaruh terhadap hasil kerjanya.

d. Faktor Manusia dan Mesin

Penggunaan teknologi dalam pelaksanaan produksi akan menimbulkan suatu hubungan timbal balik antara manusia sebagai pelaku dan mesin sebagai sarana kerjanya. Dalam proses produksi, hubungan ini menjadi sangat erat sehingga merupakan satu kesatuan. Secara ergonomis, hubungan antara manusia dengan mesin haruslah merupakan suatu hubungan yang selaras, serasi dan sesuai.

e. Faktor Pengorganisasian Kerja

Pengorganisasian kerja terutama menyangkut waktu kerja, waktu istirahat, kerja lembur dan lainnya yang dapat menentukan tingkat kesehatan dan efisiensi tenaga kerja. Diperlukan pola pengaturan waktu kerja dan waktu istirahat yang baik, terutama untuk kerja fisik yang berat. Jam kerja selama 8 (delapan) jam/hari diusahakan sedapat mungkin tidak terlampaui, apabila tidak dapat dihindarkan, perlu diusahakan group kerja baru atau perbanyakkan kerja shift. Untuk pekerjaan lembur sebaiknya ditiadakan, karena dapat menurunkan efisiensi dan produktivitas kerja serta meningkatnya angka kecelakaan kerja dan sakit.



## 2.5. Antropometri

Menurut Bridger (2003), data antropometri digunakan dalam ergonomi untuk menspesifikasi dimensi fisik suatu ruang kerja, peralatan, furniture dan pakaian untuk memastikan agar ketidakcocokan fisik antara dimensi peralatan dan produk dengan penggunaanya dapat dihindarkan. Solusi yang dapat digunakan adalah dengan mendesain produk yang sama dalam beberapa ukuran yang berbeda. Data antropometri dapat digunakan untuk menentukan angka minimum untuk ukuran yang berbeda (dimensi dari setiap ukuran) yang akan mengakomodir semua pengguna.

Antropometri, yang diartikan sebagai ilmu pengukuran dan seni penerapan sifat fisik manusia, merupakan salah satu faktor yang paling penting untuk dipertimbangkan selama proses perancangan peralatan atau fasilitas. Antropometri adalah inti untuk menyesuaikan tugas dengan manusia. Penerapan antropometri pada desain produk dan tempat kerja dapat dilihat seperti dalam konteks produk sehari-hari dan konteks industri dan layanan. Mesin dan peralatan yang dirancang dengan benar yang mempertimbangkan pertimbangan antropometri dapat meningkatkan kinerja dan produktivitas kerja, serta mengurangi frekuensi cedera yang berhubungan dengan pekerjaan. Berbagai faktor telah terbukti mempengaruhi data antropometri seperti etnisitas, jenis kelamin dan pekerjaan. Etnisitas didefinisikan sebagai sekelompok orang yang anggotanya diidentifikasi melalui warisan bersama, bahasa umum dan budaya bersama (Muslim, 2015).

Data-data antropometri yang digunakan perancang disajikan dalam bentuk grafik. Data antropometri disusun untuk menunjukkan frekuensi pengukuran tubuh manusia dan hasilnya akan berbeda-beda pada setiap populasi. Dengan demikian, merancang suatu produk untuk memenuhi semua kebutuhan dengan target kelompok dapat dikatakan tidak praktis. Adanya variasi yang cukup luas pada ukuran manusia secara individu, membuat besaran nilai rata-rata menjadi tidak begitu penting bagi perancang, yang justru diperhatikan adalah rentang nilai yang

ada serta data antropometri yang disajikan, terutama dalam bentuk persentil antropometri (Kurniawan, 2018).

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penerapan anthropometri:

- a) Menentukan dimensi tubuh yang penting dalam suatu desain.
- b) Mengetahui secara pasti populasi yang akan menggunakan desain tersebut.
- c) Menentukan prinsip aplikasi yang akan digunakan dengan perencanaan distribusi ekstrim.
- d) Desain harus digunakan 90%-95% dari suatu populasi.
- e) Harus bisa menentukan nilai kelonggaran.

Permasalahan variasi dimensi antropometri sering kali menjadi faktor dalam menghasilkan rancangan yang “*fit*” untuk pengguna. Antropometri dibagi ke dalam 2 bagian (Nurmianto, 2008), yaitu:

#### 1. Antropometri Statis

Antropometri statis lebih berhubungan dengan pengukuran ciri-ciri fisik manusia dalam keadaan statis (diam) yang distandarkan. Dimensi yang diukur pada antropometri statis diambil secara linier (lurus) dan dilakukan pada permukaan tubuh pada saat diam. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi dimensi tubuh manusia, diantaranya :

- 1) Lebar Bahu
- 2) Lebar Pinggul
- 3) Panjang Lengan
- 4) Panjang lengan Atas
- 5) Panjang Lengan bawah
- 6) Panjang Depan
- 7) Tinggi Duduk
- 8) Tinggi Mata Duduk
- 9) Tinggi Bahu Duduk
- 10) Tinggi Siku Duduk
- 11) Tinggi Pinggul Duduk
- 12) Tinggi Lutut Duduk
- 13) Panjang Tungkai Bawah

#### 14) Panjang Tungkai Atas

Pertimbangan untuk perancangan dalam antropometri:

- 1) Umur
- 2) Jenis kelamin
- 3) Suku bangsa
- 4) Posisi tubuh
- 5) Cacat tubuh
- 6) Tebal/tipisnya pakaian
- 7) Kehamilan

#### 2. Antropometri Dinamis

Antropometri dinamis lebih berhubungan dengan pengukuran ciri-ciri fisik manusia dalam keadaan dinamis, dimana dimensi tubuh yang diukur dilakukan dalam berbagai posisi tubuh ketika sedang bergerak sehingga lebih kompleks dan sulit dilakukan. Terdapat tiga kelas pengukuran dinamis, yaitu:

- a. Pengukuran tingkat keterampilan sebagai pendekatan untuk mengerti keadaan.
- b. Pengukuran jangkauan ruang yang dibutuhkan saat bekerja.  
Contoh: jangkauan dan gerakan tangan dan kaki efektif pada saat bekerja, yang dilakukan pada saat berdiri atau duduk.
- c. Pengukuran variabilitas kerja.  
Contoh: analisis kemampuan jari-jari tangan.

Data antropometri akan menentukan bentuk, ukuran dan dimensi yang tepat berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang akan memakai produk tersebut. Adapun pengolahan data yang harus dilakukan pada data antropometri adalah:

##### 1. Persentil

Persentil adalah suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang-orang yang memiliki ukuran di bawah atau pada nilai tersebut. Sebagai contoh, persentil ke-95 akan menunjukkan 95% populasi akan

berada pada atau di bawah nilai dari suatu data yang diambil.

Persentil dapat ditentukan dengan uji pada program SPSS, namun dapat juga dengan cara perhitungan manual.

Pengukuran antropometri berguna untuk mendapatkan nilai persentil. Berikut rumus untuk nilai persentil didasarkan pada rumus:

$$P_5 = \bar{X} - 1,645\sigma \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

$$P_{95} = \bar{X} + 1,645\sigma \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

di mana :

$P_5$  = Persentil ke-5 (5%)

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

$\sigma$  = Standar deviasi dari data dimensi tubuh

$X$  = data dimensi tubuh operator

Bentuk, ukuran dan dimensi yang tepat yang berkaitan dengan produk yang dirancang dengan manusia yang akan mengoperasikan/menggunakan produk ditentukan oleh data antropometri. Tujuan umum perancang adalah merancang produk yang sesuai dengan proporsi populasi pengguna yang diinginkan. Praktisi ergonomis 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 antropometri, namun dapat diperkirakan dengan

menggabungkan dua atau lebih nilai persentil dari dimensi yang telah diukur (Sumardjoko, 2011).

## **2.6. RWL (*Recommended Weight Limit*)**

Batas berat yang direkomendasikan (RWL) ditentukan untuk set tertentu kondisi tugas sebagai beban yang hampir semuanya sehat pekerja dapat melakukan selama periode waktu yang substansial (8 jam per hari) tanpa peningkatan risiko mengembangkan pengembangan tambahan (Nyeri punggung bawah). Metode RWL hanya dapat digunakan untuk pengangkatan dengan menggunakan dua tangan. Sementara itu faktor yang berpengaruh terhadap timbulnya nyeri punggung (*back injury*), adalah arah beban yang akan diangkat dan frekuensi aktivitas pemindahan.

*Recommended Weight Limit* (RWL) merupakan rekomendasi batas beban yang dapat diangkat oleh manusia tanpa menimbulkan cedera meskipun pekerjaan tersebut dilakukan secara *repetitive* dan dalam jangka waktu yang cukup lama. RWL ini ditetapkan oleh NIOSH pada tahun 1991 di Amerika Serikat. Persamaan NIOSH berlaku pada keadaan: (Waters, 1994)

1. Beban yang diberikan adalah beban statis, tidak ada penambahan ataupun pengurangan beban ditengah-tengah pekerjaan.
2. Beban diangkat dengan kedua tangan.
3. Pengangkatan atau penurunan benda dilakukan dalam waktu maksimal 8 jam.
4. Pengangkatan atau penurunan benda tidak boleh dilakukan saat duduk atau berlutut.
5. Tempat kerja tidak sempit.

Berikut ini adalah beberapa parameter yang harus diperhatikan dalam mengangkat beban adalah sebagai berikut:

1. Beban yang harus diangkat
2. Perbandingan antara berat beban dan orangnya

3. Jarak horizontal dari beban terhadap orangnya
4. Ukuran beban yang akan diangkat.

Beban kerja rekomendasi ditentukan dengan pengukuran RWL (*Recommended Weight Limit*). Pengukuran RWL didasarkan pada teori biomekanika yang dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

RWL : Batas beban yang direkomendasikan

LC : Konstanta pembebanan = 23 kg

HM : Faktor pengali horizontal = 25/H

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

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 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Faktor pengali kopling

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

(Sumber : Water, 1994)

Tabel 2. Faktor pengali frekuensi

<i>Frek.</i> <i>Lift /</i> <i>Min</i>	<i>Work</i>		<i>Duration</i>			
	$\leq 1$ 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

### 2.6.1 Faktor Risiko

Beberapa faktor yang berpengaruh dalam pemindahan material menurut Nurmianto (1996) adalah sebagai berikut :

- a. Berat beban yang harus diangkat dan perbandingannya terhadap berat badan Operator.
- b. Jarak horizontal dari beban relatif terhadap operator.
- c. Ukuran beban yang harus diangkat (beban yang berukuran besar) akan memilikipusat massa (*Centre of Gravity*) yang letaknya jauh dari badan operator, hal tersebut juga dapat menghalangi pandangan (*vision*) operator yang mengangkat objek.
- d. Ketinggian beban yang harus diangkat dan jarak perpindahan beban (mengangkat beban dari permukaan lantai akan relatif lebih sulit daripada mengangkat beban dari ketinggian pada permukaan pinggang)
- e. Stabilitas beban yang diangkat.
- f. Kemudahan untuk dijangkau oleh pekerja.
- g. Kondisi kerja yang meliputi : pencahayaan, temperatur.
- h. Frekuensi angkat yaitu banyaknya aktifitas angkat.
- i. Metoda angkat yang benar (tidak boleh mengangkut sebuah beban secara tiba-tiba)

Resiko-resiko nyeri tersebut banyak dijumpai pada beberapa industri berikut ini:

1. Industri berat
2. Pertambangan
3. Pemindahan material
4. Konstruksi / bangunan
5. Pertanian
6. Rumah sakit
7. dan lain-lain



## **2.7. Ketahanan Kardiovaskular**

Daya tahan kardiovaskular merupakan komponen penting dalam kesegaran jasmani dimana sistem jantung, pembuluh darah dan paru berfungsi secara optimal pada keadaan istirahat dan kerja dalam mengambil oksigen dan menyalurkan oksigen ke jaringan yang aktif sehingga dapat digunakan pada proses metabolisme tubuh. Daya tahan kardiovaskular (cardiovascular endurance) disebut juga daya tahan jantung-paru. Daya tahan jantung-paru ini menunjukkan bagaimana kemampuan jantung dan paru seseorang menghadapi beban kerja fisik. Ketahanan jantung-paru dapat dijadikan pedoman langsung dalam menilai tingkat kebugaran seseorang. Ketahanan kardiovaskular dapat ditentukan dengan beban maksimum dan sub-maksimum. Untuk beban maksimum, ketahanan kardiovaskular diketahui sebagai konsumsi O<sub>2</sub> Max (VO<sub>2</sub> max) atau tenaga aerobik maksimum. VO<sub>2</sub> max adalah jumlah maksimum oksigen yang seseorang dapatkan selama kerja fisik sambil menghirup udara. Menurut Nala (2001) bahwa ketahanan kardiovaskular adalah suatu kemampuan tubuh untuk bekerja dalam waktu lama tanpa kelelahan setelah menyelesaikan pekerjaan tersebut. Ketahanan kardiovaskular umumnya diartikan sebagai ketahanan terhadap kelelahan dan kemampuan pemulihan setelah mengalami kelelahan.

## **2.8. Kelelahan Operator**

Kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat. Kelelahan diatur secara sentral oleh otak. Istilah kelelahan biasanya menunjukkan kondisi yang berbeda-beda dari setiap individu, tetapi semuanya bermuara kepada kehilangan efisiensi dan penurunan kapasitas kerja serta ketahanan tubuh. Kelelahan diklasifikasikan dalam dua jenis, yaitu kelelahan otot dan kelelahan umum. Kelelahan otot adalah merupakan tremor pada otot atau perasaan nyeri pada otot. Sedangkan kelelahan umum biasanya ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja yang disebabkan oleh karena monoton, intensitas dan

lamanya kerja fisik, keadaan lingkungan, sebab-sebab mental, status kesehatan dan keadaan gizi (Grandjean, 2013). Secara umum gejala kelelahan dapat dimulai dari yang sangat ringan sampai perasaan yang sangat melelahkan. Kelelahan subjektif biasanya terjadi pada akhir jam kerja, apabila rata-rata beban kerja melebihi 30-40% dari tenaga aerobik maksimal.

Kelelahan yang disebabkan oleh karena kerja statis berbeda dengan kerja dinamis. Pada kerja otot statis, dengan pengerahan tenaga 50% dari kekuatan maksimum otot hanya dapat bekerja selama 1 menit, sedangkan pada pengerahan tenaga < 20% kerja fisik dapat berlangsung cukup lama. Namun pengerahan tenaga otot statis sebesar 15-20% akan menyebabkan kelelahan dan nyeri jika pembebanan berlangsung sepanjang hari. Astrand dan Rodahl (2003) berpendapat bahwa kerja dapat dipertahankan beberapa jam per hari tanpa gejala kelelahan jika tenaga yang dikerahkan tidak melebihi 8% dari maksimum tenaga otot. Grandjean (2013), juga menyatakan bahwa kerja otot statis merupakan kerja berat, kemudian mereka membandingkan antara kerja otot statis dan dinamis. Pada kondisi yang hampir sama, kerja otot statis mempunyai konsumsi energi lebih tinggi, denyut nadi meningkat dan diperlukan waktu istirahat yang lebih lama.

## 2.9. Perhitungan Kerja fisik

Pengukuran denyut nadi dilakukan perhitungan *Cardiovasculair Strain* (%CVL). Rumus %CVL digunakan karena denyut nadi antara perorangan berbeda sehingga digunakan perhitungan %CVL.

Rumus perhitungan %CVL adalah sebagai berikut.

$$\%CVL = \frac{100 (\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

Laki-laki = Denyut Nadi Maksimum = 220 – Umur

Perempuan = Denyut Nadi Maksimum = 200 – Umur (Tarwaka *et al.* , 2004).

Dari hasil perhitungan %CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi yang tersaji pada Tabel 1:

Tabel 3. Klasifikasi CVL

<b>% CVL</b>	<b>Penanganan</b>
$X \leq 30 \%$	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, 2004

## 2.10. Lingkungan Fisik Kerja

Lingkungan kerja berkaitan dengan segala sesuatu yang berada di tempat kerja. Lingkungan kerja adalah segala kondisi yang berada di sekitar karyawan yang dihubungkan dengan terjadinya perubahan psikologis dalam diri karyawan yang bersangkutan (Nitisemito, 2000; Schultz, 2006). Selain itu definisi lain dikemukakan oleh Sedarmayanti (2009) yang mendefinisikan lingkungan kerja sebagai keseluruhan alat perkakas dan bahan yang dihadapi, lingkungan kerja sekitarnya dimana seseorang bekerja, metode kerjanya, serta pengaturan kerjanya baik sebagai perseorangan maupun sebagai kelompok.

Lingkungan kerja fisik menurut Sedarmayanti (2009) yaitu semua keadaan berbentuk fisik yang terdapat di sekitar tempat kerja dimana dapat mempengaruhi pengguna baik secara langsung maupun tidak langsung. Lingkungan kerja fisik sendiri dapat dibagi dalam dua kategori. Kategori pertama adalah lingkungan yang berhubungan langsung dengan karyawan dan berada di dekat karyawan (seperti meja, kursi dan sebagainya). Kategori kedua adalah lingkungan perantara atau lingkungan umum dapat juga disebut lingkungan kerja yang mempengaruhi kondisi manusia, misalnya temperatur, kelembaban, pencahayaan, kebisingan, getaran mekanis, bau, warna, dll.

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 dalam (Susanti 2015) akan dibahas secara seksama agar dapat dijadikan evaluasi dalam melihat respon pekerja terhadap paparan lingkungan kerja.

### **2.10.1. 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 menimbulkan rusaknya 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. Menurut Gie (2000) berpendapat bahwa pencahayaan merupakan faktor yang sangat penting dalam suatu perusahaan atau pabrik karena dapat memperlancar pekerjaan para pekerja.

Silau (*glare*) merupakan masalah yang umum pada stasiun kerja komputer dan membuat operator merasa tidak 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:

1. 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.
2. 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.

Tabel 4. Standar minimal pencahayaan

<b>Jenis Kegiatan</b>	<b>Tingkat Pencahayaan Minimal (lux)</b>	<b>Keterangan</b>
Pekerjaan kasar dan tidak terus menerus	100	Ruang penyimpanan dan ruang peralatan/instalasi yang memerlukan pekerjaan yang kontinyu.
Pekerjaan kasar dan terus menerus	200	Pekerjaan dengan mesin dan perakitan kasar.
Pekerjaan rutin	300	Ruang administrasi, ruang control, pekerjaan mesin dan perakitan/ penyusun.
Pekerjaan agak halus	500	Pembuatan gambar atau bekerja dengan mesin kantor pekerja pemeriksaan atau pekerjaan dengan mesin.
Pekerjaan halus	1000	Pemilihan warna, pemrosesan tekstil, pekerjaan mesin halus & perakitan halus.
Pekerjaan amat halus	1500 tidak menimbulkan bayangan	Mengukir dengan tangan, pemeriksaan pekerjaan mesin dan perakitan yang sangat halus.
Pekerjaan terinci	3000 Tidak menimbulkan bayangan	Pemeriksaan pekerjaan, perakitan sangat halus.

(Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002)

### 2.10.2. Suhu

Dalam penelitian ini indikator lingkungan kerja yang diteliti adalah suhu udara dan kelembaban udara. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 1405, tahun 2002 tentang Persyaratan kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri Suhu udara dan kelembaban udara yang baik untuk kesehatan adalah antara 18 -28°C (suhu udara) dan 40% -60% (kelembaban udara).

Suhu atau temperatur merupakan salah satu aspek lingkungan kerja yang perlu dikendalikan dalam suatu industri. Karena temperature ini berhubungan langsung dengan tenaga kerja atau operator. Temperature di area kerja tidak diperbolehkan melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) yang telah ditetapkan. Temperature yang berlebihan pada area kerja dapat menyebabkan penurunan kondisi fisik karyawan atau operator serta dapat menurunkan tingkat produktivitas karyawan / operator.

Tabel 5. Pengaruh temperatur

<b>Temperatur</b>	<b>Keterangan</b>
± 49°C	Dapat ditahan sekitar 1 jam, tetapi jauh diatas kemampuan fisik dan mental.
± 30°C	Timbul kelelahan fisik, cenderung untuk melakukan kesalahan dalam pekerjaan, aktivitas mental dan daya tanggap mulai menurun.
± 24°C	Kondisi optimum.
± 10°C	Kelakuan fisik yang ekstrim mulai muncul.

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 < 4°C. Aliran udara adalah hal terpenting dalam lingkungan yang hangat atau cukup panas karena membantu tubuh menukar panas

dengan udara, dengan mempercepat proses konveksi dan 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.

### **2.10.3. Kebisingan**

Kebisingan (*noise*) adalah setiap suara atau bunyi-bunyian yang tidak dikehendaki oleh telinga pendengarnya. Suatu kebisingan sebenarnya terdiri dari campuran sejumlah gelombang sederhana dari berbagai frekuensi. Nada kebisingan terutama ditentukan oleh frekuensi suara yang ada. Kebisingan didefinisikan sebagai suara pada amplitudo tertentu yang menyebabkan gangguan atau menghambat komunikasi. Suara dapat diukur secara objektif, tetapi kebisingan merupakan fenomena subjektif.

Beberapa karakteristik bising adalah intensitas atau tekanan, frekuensi, dan durasi. Ketiga karakteristik ini merupakan faktor-faktor penting dalam evaluasi pengaruh bising terhadap pendengaran manusia. Secara umum, telinga manusia kurang sensitif pada frekuensi rendah (di bawah 1000 Hz) dan lebih sensitif pada frekuensi di atasnya. Makin keras bising, makin tinggi intensitasnya.

Menurut Walworth (1973) dalam Nilda (2000), pengaruh kebisingan terhadap manusia antara lain adalah:

- Secara psikologis, kebisingan dapat mengejutkan, mengganggu, dan mengacaukan konsentrasi, tidur serta relaksasi.
- Mengganggu percakapan, sehingga dapat mempengaruhi penampilan kerja dan keselamatan.
- Secara fisiologis, kebisingan mengakibatkan ketulian, atau sakit telinga, rasa mual, dan mereduksi *muscular control*. Yang dimaksud dengan ketulian adalah berkurangnya kemampuan untuk mendengar dibandingkan dengan manusia normal. Hal ini disebabkan oleh kerusakan pada telinga bagian tengah atau telinga bagian dalam. Ketulian bisa bersifat menetap (permanent),

sementara (temporer), atau kombinasi dari keduanya. Ketulian menetap biasanya disebabkan karena proses ketuaan, penyakit, luka, atau pemaparan kebisingan yang tinggi dalam jangka panjang. Sedangkan ketulian sementara adalah akibat pemaparan kebisingan yang tinggi dalam jangka pendek (selama beberapa jam saja). Tabel 6 memperlihatkan beberapa efek yang menimpa manusia akibat kebisingan.

Tabel 6. Efek kebisingan pada manusia

<b>Tingkat Suara dBA</b>	<b>Efek pada manusia</b>
130	Threshold of pain
90 – 130	Daerah gangguan dominan fisiologis
60 – 90	Arousal area, efek fisio-psikologis
0 – 60	Daerah gangguan dominan psikologis
0	Threshold of hear

Indonesia menggunakan standar kebisingan berdasarkan ketentuan yang berlaku (Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja No.SE.01/MEN/1978 tentang nilai ambang batas untuk iklim kerja dan nilai ambang batas untuk kebisingan di tempat kerja), yang menetapkan (Nilda, 2000): Nilai Ambang Batas untuk kebisingan di tempat kerja adalah intensitas tertinggi dan merupakan nilai rata-rata yang masih dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan kehilangan daya dengar yang tetap untuk waktu kerja terus menerus tidak lebih dari 8 jam kerja sehari dan 40 jam seminggu. Besarnya intensitas kebisingan tersebut adalah 85 dB(A).



### III METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2022 di Laboratorium Terpadu (LTPD) Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

#### 3.2. Alat dan Bahan

##### 3.2.1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian sebagai berikut:

- a) *Vacuum frying*, digunakan sebagai objek pengujian ergonomika pada penelitian ini.
- b) Alat tulis, digunakan untuk mencatat hasil dalam penelitian.
- c) Alat ukur (meteran, penggaris, busur, jam atau *stopwatch*), digunakan untuk mengukur dimensi tubuh dan kecepatan dalam pengendalian mesin *vacuum frying*.
- d) Laptop, digunakan untuk mengolah data dan analisis data dalam penelitian.
- e) Kamera, digunakan sebagai pengambilan gambar saat penelitian.
- f) *Pulse oxymeter*, digunakan untuk mengukur konsumsi oksigen dan data denyut nadi terhadap kelelahan operator.
- g) Lux meter, digunakan untuk mengukur intensitas cahaya.
- h) Thermometer, digunakan untuk mengukur suhu.
- i) Desibel Meter, menggunakan aplikasi Decibel X pada smartphone.

### 3.3. Metode Penelitian

Metode pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yang tersusun secara sistematis dengan menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan yang ingin diketahui. Pada penelitian ini, dilakukan studi literatur tentang tata letak ukuran dimensi alat *vacuum frying* yang ergonomis atau sesuai dengan ukuran tubuh manusia. Diambil data antropometri untuk mewakili operator sebanyak 50 orang, dilakukan pengujian data berupa uji persentil yang dilaksanakan dengan pengaplikasian program Ms. Excel. Antropometri yang diukur berupa antropometri statis dan dinamis. Berikut penjelasan terkait pengukuran antropometri.

Mesin penggoreng *vacuum* dioperasikan oleh 1 (satu) orang operator untuk sekali operasi dengan membutuhkan 4 (Empat) pengukuran antropometri dimensi tubuh statis dan 1 (satu) pengukuran antropometri dinamis yaitu berupa :

#### a) Antropometri Statis

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

Dimensi ini digunakan untuk mengetahui ketinggian minimum pada jangkauan tangan operator saat menekan tombol dalam keadaan berdiri supaya mudah dijangkau. Penentuan dimensi tinggi ujung jari berdiri yang ergonomis didasarkan pada persentil 5 dan 95.

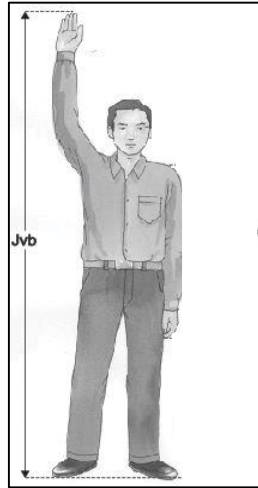


Gambar 4. Dimensi tinggi ujung jari berdiri

##### 2. Jangkauan Vertikal Berdiri (JVB)

Dimensi ini digunakan untuk menentukan jangkauan tertinggi operator dalam posisi berdiri. Hal ini berguna saat operator menjangkau dimensi alat yang paling

tinggi atau pada saat membuka penutup pada mesin penggoreng *vacuum*. Penentuan dimensi jangkauan vertikal berdiri yang ergonomis didasarkan pada persentil 5 dan 95.



Gambar 5. Dimensi jangkauan vertikal berdiri

### 3. Jangkauan Horizontal Duduk (JHD)

Dimensi ini digunakan guna mendapatkan nilai rata-rata jangkauan terjauh pada posisi duduk tanpa harus membungkuk dan memiringkan badan. Hal ini berkaitan saat operator mengatur suhu, tekanan dan saat menghidupkan kompor pada penggunaan mesin penggoreng *vacuum*. Penentuan dimensi jangkauan vertical berdiri yang ergonomis didasarkan pada persentil 5 dan 95.

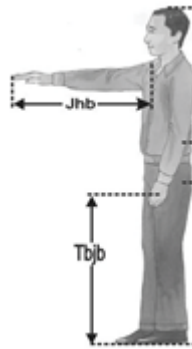


Gambar 6. Dimensi jangkauan horizontal duduk

### 4. Jangkauan Horizontal Berdiri (JHB)

Dimensi ini digunakan guna mendapatkan nilai rata-rata jangkauan terjauh pada posisi berdiri tanpa harus membungkuk dan memiringkan badan. Hal ini berkaitan saat operator memasukkan dan mengeluarkan bahan pada tabung

penggorengan. Penentuan dimensi jangkauan vertikal berdiri yang ergonomis didasarkan pada persentil 5 dan 95.

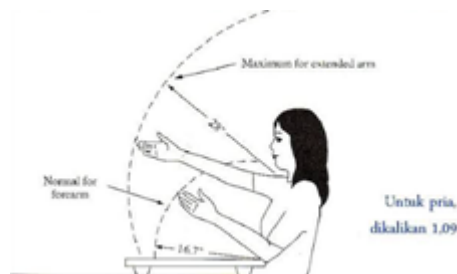


Gambar 7. Dimensi jangkauan horizontal berdiri

b) Pengukuran Dinamis

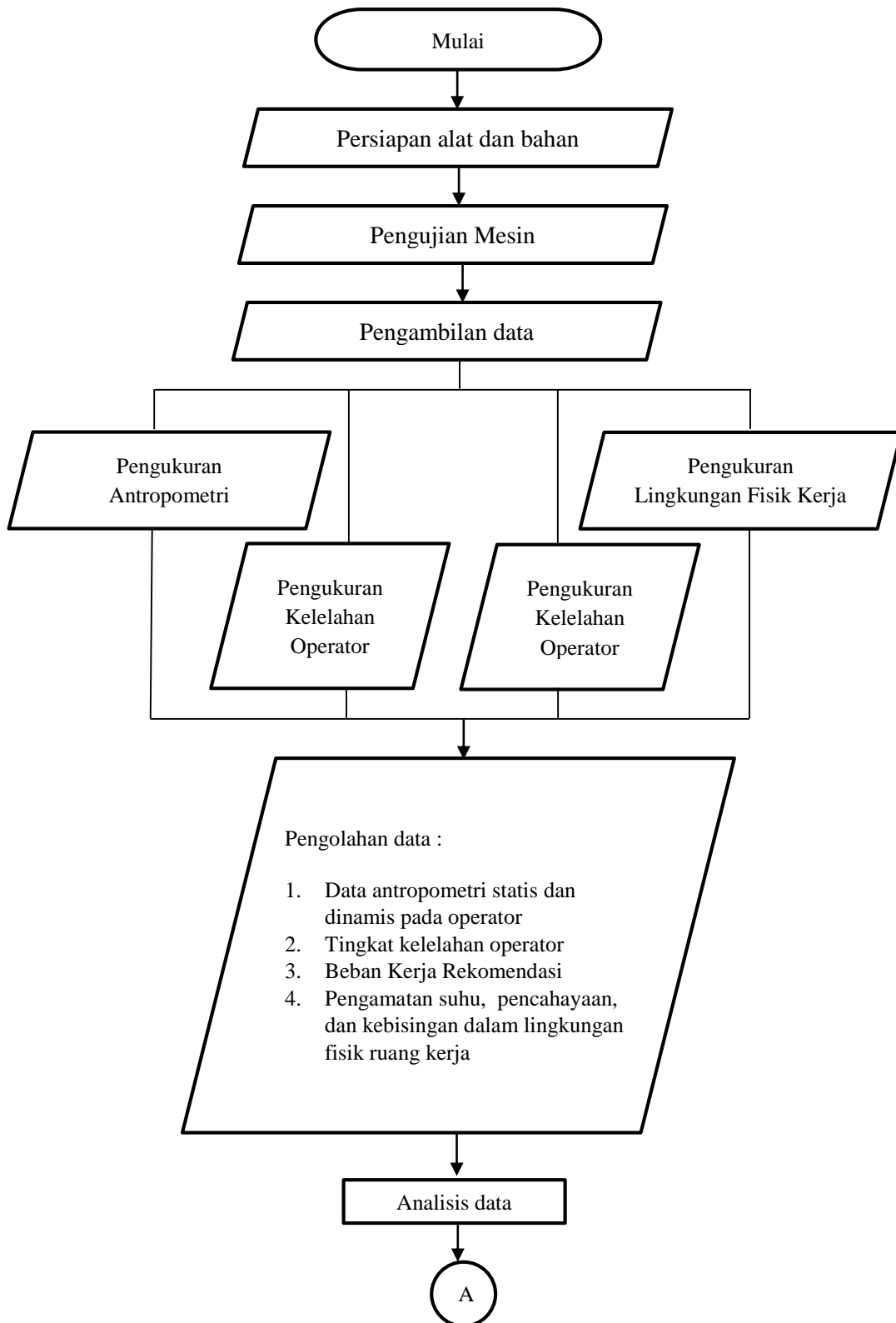
1. Putaran Lengan

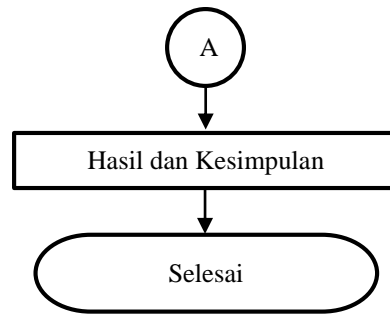
Dimensi ini digunakan untuk mengukur sudut lengan saat melakukan putaran minimum dan sudut lengan saat putaran maksimum. Hal ini berkaitan saat operator memutar tabung penggorengan. Penentuan dimensi putaran lengan yang ergonomis ditentukan pada persentil 5 dan 95.



Gambar 8. Putaran lengan

### 3.4. Prosedur Penelitian





Gambar 9. Diagram alir penelitian

### 3.5. Parameter Penelitian

#### 3.5.1. Antropometri

Diperoleh dengan menggunakan pengukuran antropometri bagi 50 operator terhadap mesin penggoreng *vacuum* dengan menggunakan dimensi pengukuran antropometri statis dan dinamis. Pengukuran antropometri berguna untuk mendapatkan nilai persentil yang dapat menentukan rerata operator dengan ukuran tertentu.

#### 3.5.2. Menentukan Nilai Batas Beban yang Direkomendasikan

Pada penelitian ini pengukuran batas beban yang dapat diangkat oleh operator dengan persamaan RWL (*Recommended Weight Limit*). Pada pengukuran ini hanya diukur dan diambil data 6 operator dengan perbedaan jenis kelamin sebagai perbandingan dalam pengukuran. Pengukuran RWL dibutuhkan untuk memperoleh nilai batas maksimum beban kerja yang dibutuhkan dalam penggunaan penggorengan *vacuum*. Pengukuran dilakukan pada saat operator mengangkat bahan ke dalam mesin pengering. Nilai RWL didapatkan berdasarkan persamaan (2.3).

#### 3.5.3. Tingkat Kelelahan Kerja Operator

Pada penelitian tingkat kelelahan kerja operator diperoleh dengan menentukan persentase CVL (*Cardiovascular Load*) berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja dibandingkan dengan denyut nadi maksimum. Pengukuran ini diukur dan

diambil data 6 operator dengan ketentuan perbedaan jenis kelamin. Persentase CVL dapat ditentukan dengan menggunakan rumus pada persamaan (2.4).

#### **3.5.4. Lingkungan Fisik Kerja**

Dalam penelitian ini dilakukan pengumpulan data yaitu melakukan pengukuran tingkat kenyamanan suhu, cahaya dan kebisingan pada ruangan tempat mesin penggorengan *vacuum* berada menggunakan alat termometer, *lux meter* dan *desible meter*. 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). Selanjutnya adalah data yang telah diperoleh akan dianalisis untuk diajukan sebagai alternatif solusi.

Pengamatan lingkungan fisik kerja dilakukan selama dalam pengoperasian mesin penggorengan *vacuum* kemudian data diolah menggunakan Ms. Excel dan didapatkan nilai rata-rata serta dibandingkan dengan Nilai Ambang Batas (NAB) yang telah ditentukan berdasarkan standar lingkungan di Indonesia. Faktor lingkungan yang diukur berupa kenyamanan suhu, pencahayaan dan kebisingan dengan alat yang digunakan adalah termometer digital, *lux meter* dan *desible meter*.

## V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil pengukuran data antropometri statis dan dinamis sudah ergonomis dilihat dari,
  - a. Tinggi Ujung Jari Berdiri (TUJB) pada nilai persentil 5 sebesar 56 cm dan persentil 95 sebesar 67,55 cm jika dikaitkan dengan tinggi boks kontrol dan tinggi kompor yang memiliki ukuran sebesar 60 cm dan 66 cm maka nilai tersebut tidak melebihi nilai persentil yang diperoleh atau 5% dan 95% dari populasi pengguna mesin berada dibawah atau tepat dengan nilai persentil 5 dan persentil 95, sehingga letak boks kontrol dan kompor sudah terancang ergonomis.
  - b. Jangkauan Vertikal Berdiri (JVB) pada nilai persentil 5 sebesar 185,9 cm dan persentil 95 sebesar 225 cm jika dikaitkan dengan pengatur tekanan dan output tekanan yang memiliki ukuran sebesar 116 cm dan 100 cm maka nilai tersebut tidak melebihi nilai persentil yang diperoleh atau 5% dan 95% dari populasi pengguna mesin berada dibawah atau tepat dengan nilai persentil 5 dan persentil 95, sehingga letak pengatur tekanan dan output tekanan sudah terancang ergonomis.
  - c. Jangkauan Horizontal Berdiri (JHB) pada nilai persentil 5 sebesar 58,45 cm dan persentil 95 sebesar 70,55 cm jika dikaitkan dengan penutup tabung penggorengan, tuas pengaduk, pengatur tekanan, dan output tekanan maka nilai tersebut tidak melebihi nilai persentil yang diperoleh atau 5% dan 95% dari populasi pengguna mesin berada



dibawah atau tepat dengan nilai persentil 5 dan persentil 95, sehingga sudah terancang ergonomis.

- d. Jangkauan Horizontal Duduk (JHD) pada nilai persentil 5 sebesar 58,45 cm dan persentil 95 sebesar 70,55 cm jika dikaitkan dengan tombol boks kontrol, kompor, dan tuas output air maka nilai tersebut tidak melebihi nilai persentil yang diperoleh atau 5% dan 95% dari populasi pengguna mesin berada dibawah atau tepat dengan nilai persentil 5 dan persentil 95, sehingga sudah terancang ergonomis.
  - e. Putaran lengan pada nilai persentil 5 sebesar  $30^\circ$  dan persentil 95 sebesar  $52^\circ$  jika dikaitkan dengan tuas pengaduk putaran pada mesin sebesar  $180^\circ$ . Maka disimpulkan bahwa putaran lengan mahasiswa Teknik Pertanian pada persentil 5 dan 95 tidak melebihi derajat putaran tuas pengaduk. Hal ini dikatakan bahwa putaran pengaduk mesin penggoreng *vacuum* ergonomis sesuai dengan persentil 5 dan 95.
2. Beban kerja rekomendasi sudah tergolong ergonomis, karena nilai rata-rata *recommended weight limit* (RWL) sebesar (9,2-11,8 kg) lebih besar daripada beban aktual yang diangkat oleh operator yaitu sebesar 2,5kg.
  3. Tingkat kelelahan kerja pengguna mesin menghasilkan nilai sebesar  $\leq 30\%$ , maka tidak perlu adanya penanganan dalam bekerja atau tidak terjadinya kelelahan kerja atau tergolong ergonomis.
  4. Pengukuran suhu lingkungan penggunaan mesin *vacuum frying* menghasilkan temperatur yang tidak tergolong ergonomis karena suhunya  $> 30^\circ\text{C}$  melebihi nilai ambang batas (NAB). Pengukuran lingkungan fisik pencahayaan di dalam *green house* LTPD tergolong ergonomis karena sudah melebihi standar minimal pencahayaan yaitu sebesar 2832,2 lux. Sedangkan pengukuran kebisingan tergolong ergonomis karena  $< 88$  dBA dengan tingkat kebisingan 65,6 dBA yang bisa dioperasikan sampai 4 jam kerja.

## 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan terdapat beberapa hal yang dapat disarankan sebagai berikut:

1. Diharapkan pengguna dilengkapi alat pelindung diri (APD), sehingga pengguna lebih nyaman dalam bekerja.
2. Diharapkan perbaikan pada stasiun kerja karena suhu di dalam *green house* terlalu berlebihan jika digunakan pada saat pengoprasian mesin penggoreng dalam jangka waktu yang lama serta diberi penutup ruangan untuk memperkecil cahaya masuk ke dalam stasiun kerja karena pencahayaan pada ruangan dapat mengakibatkan terjadinya kesilauan dalam penggunaan mesin jika digunakan jangka waktu yang lama.
3. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan melakukan penelitian pada aspek yang lain, seperti contoh perbaikan sikap kerja; perbaikan desain pada stasiun kerja.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2012. *Hypothalamus*. Diakses dari:  
<http://www.studyblue.com/notes/note/n/exam-1/deck/2323765>.
- Astrand, P.O. & Rodahl, K. 2003. *Textbook of Work Physiology-Physiological Bases of Exercise, 2nd ed.* McGraw-Hill Book Company. USA.
- Bridger, R.S., 2003. *Introduction to Ergonomics, 2nd Edition*. Taylor and Francis inc. New York.
- Gie, The Liang. 2000. *Administrasi Perkantoran Modern*. Liberty. Yogyakarta.
- Grandjean, E. 1993. *Fatigue : Parmeggiani, L.ed Encyclopedia of Occupational Health and Safety*. Third Revised. Geneva: International Labour Organization.
- Grandjean, E., 2013. *Fitting The Task To The Man*. London : Taylor and Francis Ltd. 3 rd Edition. Lientje S. (1994). Relation Between Feeling Of Fatigue, Reaction Time And Work Production. *J. Human Ergol.* Vol.24.(1) : 129-135.
- Jati Sumannto, P., Wayan, B., dan Usman, A. 2017. *Optimasi Proses Penggorengan Hampa dan Penyimpanan Keripik Ikan Pepetek*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kurniawan, B.K., A. Fajarwati, dan O. Nangnoy. 2018. Penerapan Ergonomi dalam Perancangan Furnitur Mata Kuliah DF IV Desain Interior di Universitas Bina Nusantara. *Jurnal Atrat* Vol.6:1

- Lastriyanto, A. 1997. *Mesin Penggorengan Vakum (Vacuum Fryer)*. Lastrindo Engineering. Malang.
- Manuaba, A., 2005. *Bunga Rampai Ergonomi Volume 1*. Kumpulan Artikel. Universitas Udayana. Denpasar.
- Manuaba, A., 2015. *Ergonomi Meningkatkan Kinerja Tenaga Kerja dan Perusahaan*. Dalam: *Proceedings Simposium dan Pemeran Ergonomi Indonesia 2000*, Technology Business Operations Unit IPTN. Bandung: I:1-9.
- Mira. 2009. Ergonomi. <http://mirave21.blogspot.com/2009/05/ergonomi.html>. Diakses tanggal 10 Maret 2022.
- Muslim, K., A. Widyanti, I. Z. Satalaksana, dan L. Susanti, 2015. Ethnic differences in Indonesian anthropometry data: Evidence from three different largest ethnics. *International Journal of Industrial Ergonomiss*, 47(4) 72 – 75.
- Muslimah, E., I. Pratiwi, dan F. Rafsanji, 2006. Analisis *Manual Handling* Menggunakan *Niosh Equation*. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 5(2) 53-60.
- Nala, 2001. *Prinsip Pelatihan Fisik Olahraga*. Program Pascasarjana Program Studi Fisiologi Olahraga, Program Pasca Sarjana UNUD. Denpasar.
- Nitisemito, Alex. S. 2000. *Manajemen Personalia*. Salemba Empat. Jakarta.
- Nurhudaya. 2011. *Rekayasa Proses Pengolahan Vakum (Vacuum Frying) dan Pengemasan Keripik Durian Mentawai*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nurmianto, E. (2008). *Ergonomi konsep dasar dan aplikasinya (Edisi ke-2)*. Prima Printing. Surabaya.
- Nurmianto, E., 2008. *Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya Tinjauan Anatomi, Fisiologi, Antropometri, Psikologi, dan Komputasi untuk Perancangan, Kerja dan Produk*. PT Guna Widya. Surabaya.

- Nurmianto, Eko. 1996. *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Guna Widya. Jakarta.
- Prasetio, E., Suwandi, A. 2011. *Rancangan Kursi Operator SPBU yang Ergonomis dengan Menggunakan Pendekatan Antropometri*. Prosiding Seminar Nasional dan workshop Pemodelan dan Perancangan Sistem Universitas Katolik Parahyangan. Bandung: 170.
- Schultz, D., Schultz, S. 2006. *Psychology and Work Today*. 9<sup>th</sup> Edition. Pearson Education Inc. New Jersey.
- Sedarmayanti. 2009. *Tata Kerja dan Produktivitas Kerja*. CV Mandar Maju. Bandung.
- Setiawan, F.E.B. 2011. *Penerapan Ergonomi Dalam Konsep Kesehatan*. Jurnal Universitas Muhammadiyah Malang Vol.7 No. 14: 39-40.
- Shofyatun. 2012. *Optimasi Proses Penggorengan Vakum (Vacuum Frying) keripik Daging Sapi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Simarmata, F.I. 2018. *Uji Ergonomis pada Alat Penyemai Benih Padi Mekanis Sistem Dapog*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Sulistyowati, A. 1999. *Membuat Keripik Buah dan Sayur*. Puspa Swara Jakarta. Jakarta.
- Sumardjoko, B., 2011. *Metode Statistik*. Badan Penerbit-FKIP UMS, Surakarta.
- Susanti, et al. 2015. *Pengantar Ergonomi industri*. Universitas Andalas. Padang.
- Tarwaka, B. S., 2004. *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Produktivitas*. UNIBA Press. Surakarta.
- Tiffin, J. 1958. *Industrial Psychology*. New York: Prentice Hall Inc.
- Warji. 2020. *Panduan Praktikum : Mata Kuliah Ergonomika*. Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bandar Lampung.