

**MODIFIKASI ALAT PEMANGGANG SERBAGUNA  
PENGGERAK MOTOR DC SISTEM TRANSMISI SPROCKET**



**TUGAS AKHIR**

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Strata I Pada  
Program Studi Teknik Mesin**

**Oleh :**

**ARDHIKA MUHAMMAD RIZKY**

**1902220081**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TRIDINANTI  
2023**

**UNIVERSITAS TRIDINANTI**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**TUGAS AKHIR**


**MODIFIKASI ALAT PEMANGGANG SERBAGUNA  
PENGGERAK MOTOR DC SISTEM TRANSMISI SPROCKET**

Oleh :

**ARDHIKA MUHAMMAD RIZKY**

**1902220081**

**Ketua Program Studi Teknik Mesin**



**Ir. H. M. Lazim, MT**

**Dosen Pembimbing I**



**Ir. Zulkarnain Fatoni, MT., MM**

**Dosen Pembimbing II**



**Heriyanto Rusmaryadi, ST., MT**

**Disahkan Oleh**

**Dekan FT - Unanti**



**Ir. Zulkarnain Fatoni, MT., MM**

**MODIFIKASI ALAT PEMANGGANG SERBAGUNA  
PENGGERAK MOTOR DC SISTEM TRANSMISI SPROCKET**



Oleh :

**ARDHIKA MUHAMMAD RIZKY**

**1902220081**

**Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing :**

**Pembimbing I**

**Ir. Zulkarnain Fatoni, MT.,MM**

**Pembimbing II**

**Heriyanto Rusmaryadi, ST.,MT**

**Mengetahui Ketua Program Studi**

**Teknik Mesin**

**Ir. H. M. Lazim, MT**

## TUGAS AKHIR

### MODIFIKASI ALAT PEMANGGANG SERBAGUNA PENGGERAK MOTOR DC SISTEM TRANSMISI SPROCKET

Disusun Oleh:

**ARDHIKA MUHAMMAD RIZKY**

1902220081

Telah Diuji dan Dinyatakan Lulus Dalam Ujian Sarjana

Pada Tanggal, 21 September 2023

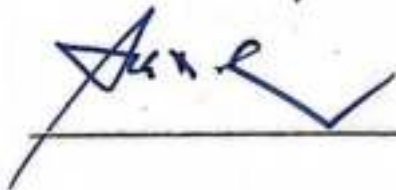
Tim Penguji,

Nama:

Tanda Tangan:

1. Ketua Penguji

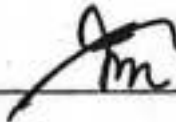
Ir. Sukarmansyah, MT



---

2. Penguji I

Ir. R. Kohar, MT



---

3. Penguji II

Ir. H. M. Ali, MT



---

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ardhika Muhammad Rizky

NIM : 1902220081

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir berjudul "**Modifikasi Alat Pemanggang Serbaguna Penggerak Motor DC Sistem Transmisi Sprocket**" adalah benar merupakan karya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam tugas akhir ini diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan ditemukan pelanggaran atas karya tugas akhir ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan tugas akhir dan gelar yang saya peroleh dari tugas akhir tersebut.

Palembang,

Yang menyatakan,



ARDHIKA M RIZKY  
NIM : 1902220081

**SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI**  
**TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Civitas Akademika Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ardhika Muhammad Rizky  
NIM : 1902220081  
Fakultas : TEKNIK  
Program Studi : TEKNIK MESIN  
Jenis Karya : TUGAS AKHIR/ SKRIPSI

Demi Pengembangan Ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti hak bebas Royalti Non eksklusif (*non exclusive royalty free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini universitas tridinanti Palembang berhak menyimpan, mengalih mediakan, mengelola dalam bentuk data base dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya dan tanpa ada tekanan dari pihak mana pun.

Dibuat di Palembang

Tanggal, Oktober 2023

Yang menyatakan,

Ardhika Muhammad Rizky

NIM. 1902220081

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, karuniah dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul, **“MODIFIKAS ALAT PEMANGGANG SERBAGUNA PENGGERAK MOTOR DC SISTEM TRANSMISI SPROCKET”** dengan waktu yang telah ditentukan. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Strata-1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan dan semangat dari berbagai pihak. Selain itu pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Edizal AE, MS., selaku Rektor Universitas Tridinanti.
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T., M.M., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti serta Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu dan memberi masukan dan saran dalam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. H. Muhammad Lazim, M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti.
4. Bapak Heriyanto Rusmaryadi, S.T., M.T., Selaku Dosen Pembimbing II yang banyak mengoreksi dan memberi masukan serta saran yang membangun dalam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini.

5. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik Mesin Universitas Tridinanti atas ilmu yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna dikarnakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak khususnya Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.

Palembang,  
Penulis



Ardhika M Rizky  
NIM.1902220081



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI</b> .....	iiv
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS</b> .....	iv
<b>MOTTO</b> .....	vi
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Perumusan Masalah.....	2
1.3    Batasan Masalah.....	2
1.4    Tujuan.....	3
1.5    Manfaat.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1    Pengertian Alat Pemanggang Serba Guna.....	4
2.2    Jenis-jenis Pemanggang .....	4
2.2.1.    Pemanggang Arang .....	4
2.2.2.    Pemanggang Gas .....	5
2.2.3.    Rotisserie Oven.....	6
2.3    Dasar-Dasar Pemilihan Bahan.....	7
2.4    Komponen-komponen Utama Alat.....	8
2.5    Alat Penggerak .....	9
2.6    Rumus-rumus yang Digunakan .....	9

2.6.1.	Daya Motor Penggerak.....	9
2.6.2.	Momen Puntir pada Poros Penggerak.....	10
2.6.3.	Momen Puntir pada Poros yang Digerakkan .....	10
2.6.4.	Perhitungan Diameter Lingkar Sprocket.....	10
2.6.5.	Putaran pada Sprocket yang Digerakkan .....	11
2.6.6.	Kecepatan Gerak Rantai .....	11
2.6.7.	Gaya yang Bekerja pada Rantai .....	11
2.6.8.	Panjang Rantai yang Diperlukan.....	12
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN.....</b>		<b>13</b>
3.1	Diagram Alir.....	13
3.2.	Metode Penelitian.....	14
3.2.1.	Studi Pustaka.....	14
3.2.2.	Studi Lapangan .....	14
3.3.	Perancangan Alat .....	14
3.4.	Alat dan Bahan .....	16
3.4.1.	Alat Yang Digunakan .....	16
3.4.2.	Bahan Yang Digunakan .....	16
3.5.	Prosedur Penelitian.....	17
3.5.1.	Prosedur Pembuatan Alat .....	17
3.5.2.	Prosedur Pengujian Alat .....	17
3.6.	Waktu dan Tempat Pembuatan .....	17
3.7.	Jadwal Kegiatan .....	18
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>19</b>
4.1	Perhitungan Bagian-Bagian Alat Pemanggang Serbaguna .....	19
4.1.1.	Daya Motor Penggerak.....	19
4.1.2.	Momen Puntir pada Poros Penggerak.....	20
4.1.3.	Momen Puntir pada Poros yang Digerakkan .....	20
4.1.4.	Perhitungan Diameter Lingkar Sprocket.....	21
4.1.5.	Putaran pada Sprocket yang Digerakkan .....	22
4.1.6.	Kecepatan Gerak Rantai .....	22
4.1.7.	Gaya yang Bekerja pada Rantai .....	23

4.1.8.	Panjang Rantai yang Diperlukan .....	23
4.2	Pemakaian Kipas / Fan .....	24
4.3	Data Hasil Pengujian Alat Pemanngang Serbaguna .....	24
4.4	Analisa dan Pembahasan .....	24
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>28</b>
5.1	Kesimpulan.....	28
5.2	Saran.....	29
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>30</b>
<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>31</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Pemanggang Arang.....	5
<b>Gambar 2. 2</b> Pemanggang Gas .....	6
<b>Gambar 2. 3</b> Rotisserie Oven.....	7
<b>Gambar 2. 4</b> Sprocket .....	10
<b>Gambar 3. 1</b> Diagram Alir .....	13
<b>Gambar 3. 2</b> Desain Pemanggang Serbaguna.....	15
<b>Gambar 4. 1</b> Bentuk dan Ukuran Alat Pemanggang Serbaguna.....	19
<b>Gambar 4. 2</b> Sprocket .....	21
<b>Gambar 4. 3</b> Grafik Hasil Pengujian Manual vs Otomatis .....	26
<b>Gambar 4. 4</b> Grafik Hasil Pengujian Waktu .....	26

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3. 1</b> Jadwal kegiatan.....	18
<b>Tabel 4. 1</b> Faktor-faktor koreksi yang akan di transmisikan, <i>fc</i> .....	19
<b>Tabel 4. 2</b> Pengujian alat pemanggang serbaguna dengan motor listrik .....	25
<b>Tabel 4. 3</b> Pengujian alat pemanggang dengan cara manual .....	25

## ABSTRAK

Dalam proses memanggang, penggunaan alat pemanggang tradisional yang manual seringkali memakan waktu lama dan melelahkan. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam bentuk alat pemanggang semi otomatis yang menggunakan mesin motor listrik arus DC. Alat ini memungkinkan pemanggangan berlangsung terus menerus tanpa harus diawasi secara intensif, sehingga dapat menghemat waktu produksi dan memastikan kualitas makanan yang higienis. Dengan demikian, konsumen tidak perlu menunggu terlalu lama untuk pesannya. Adapun alat pemanggang serbaguna dengan penggerak motor listrik arus DC yang akan direncanakan dibuat adalah alat pemanggang serbaguna yang digerakkan menggunakan bantuan motor listrik.

Adapun cara kerja alat pemanggang ini, sederhananya adalah dengan mengubah energi listrik pada dinamo menjadi energi gerak atau putar lewat pemanggang. Lalu, gerakan dinamo yang berputar ini kemudian diteruskan untuk menggerakkan tempat panggangan. Hasil analisis alat pemanggang motor listrik DC menunjukkan bahwa tingkat kematangan bahan baku (ayam dan ikan) tergantung pada jarak dari bara  $\pm 10$  cm untuk hasil merata. Ayam berat 1 kg membutuhkan 16,25 menit dengan kecepatan 7,41 rpm untuk mencapai tingkat kematangan daging 100%. Sedangkan ikan nila 1 kg memerlukan 8,01 menit dengan kecepatan putaran 7,41 rpm menghasilkan tingkat kematangan daging 90%, ini dikarenakan tekstur ikan nila yang lunak.

Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa alat pemanggang serbaguna dengan daya motor 200 Watt, kecepatan 7,41 rpm, dan jarak bara  $\pm 10$  cm mampu menghasilkan tingkat kematangan yang baik pada ayam (100%) dan ikan (90%). Alat ini berpotensi untuk dipasarkan, mengatasi kendala pemanggangan manual. Saran yang diberikan adalah penambahan sensor kematangan dan pengujian pada daging sapi atau sejenis daging yang memiliki tekstur dengan tingkat ketebalan yang umum untuk dikonsumsi.

**Kata Kunci :** Pemanggang, Motor Listrik Arus DC, Sprocket

## ***ABSTRACT***

In the baking process, using traditional manual grilling tools often takes a long time and is tiring. Therefore, innovation is needed in the form of a semi-automatic grill that uses a DC electric motor. This tool allows baking to take place continuously without having to be monitored intensively, thereby saving production time and ensuring hygienic food quality. In this way, consumers do not have to wait too long for their orders. The multi-purpose grill with a DC electric motor drive that is planned to be made is a multi-purpose grill that is driven using an electric motor.

As for how this grill works, simply it is by changing the electrical energy in the dynamo into mechanical or rotating energy via the grill. Then, the movement of the rotating dynamo is then continued to move the grill. The results of the analysis of the DC electric motor grill show that the level of doneness of the raw materials (chicken and fish) depends on the distance from the coals of  $\pm 10$  cm for even results. A 1 kg chicken requires 16.25 minutes at a speed of 7,41 rpm to reach 100% meat doneness. Meanwhile, 1 kg of tilapia requires 8.01 minutes with a rotation speed of 7,41 rpm to produce a meat doneness level of 90%, this is because the texture of the tilapia is soft.

The research conclusion shows that a multi-purpose grill with a motor power of 200 Watts, a speed of 7,41 rpm, and an ember distance of  $\pm 10$  cm is capable of producing a good level of doneness in chicken (100%) and fish (90%). This tool has the potential to be marketed, overcoming the obstacles of manual roasting. The suggestion given is to add a doneness sensor and test beef or similar meat that has a texture with a thickness level that is commonly consumed.

***Keywords :*** *Grill, DC Current Electric Motor, Sprockets.*

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ardhika Muhammad Rizky  
NIM : 1902220081  
Fakultas : TEKNIK  
Program Studi : TEKNIK MESIN

Dengan ini menyatakan bahwa Artikel dengan judul :

**“Modifikasi Alat Pemanggang Serbaguna Penggerak Motor DC Sistem Transmisi Sprocket”**

benar bebas dari plagiat dan publikasi ganda. Bila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi yang berlaku dari pihak prodi dan insitusi Universitas Tridinanti.

Demikian surat pernyataan ini saya buat penuh keasadaran, dan tanpa paksaan dari pihak mana pun. Sehingga dapat dipergunakan sebagai mana mestinya.

Palembang, Oktober 2023



Ardhika Muhammad Rizky

NIM. 1902220081

Lampiran :

Print Out Hasil Plagiat Checker





# Plagiarism Checker X Originality Report

**Similarity Found: 13%**

Date: Sunday, October 08, 2023

Statistics: 623 words Plagiarized / 4873 Total words

Remarks: Low Plagiarism Detected - Your Document needs Optional Improvement.

---

MODIFIKASI ALAT PEMANGGANG SERBAGUNA PENGGERAK MOTOR DC SISTEM TRANSMISI SPROCKET / TUGAS AKHIR Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Strata I Pada Program Studi Teknik Mesin Oleh : ARDHIKA MUHAMMAD RIZKY 1902220081 FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TRIDINANTI 2023

UNIVERSITAS TRIDINANTI FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN TUGAS AKHIR MODIFIKASI ALAT PEMANGGANG SERBAGUNA PENGGERAK MOTOR DC SISTEM TRANSMISI SPROCKET Oleh : ARDHIKA MUHAMMAD RIZKY 1902220081 Ketua Program Studi Teknik Mesin Dosen Pembimbing I Ir. H. M. Lazim, MT Ir. Zulkarnain Fatoni, MT., MM Dosen Pembimbing II Heriyanto Rusmaryadi, ST., MT Disahkan Oleh Dekan FT - Unanti Ir. Zulkarnain Fatoni, MT.,

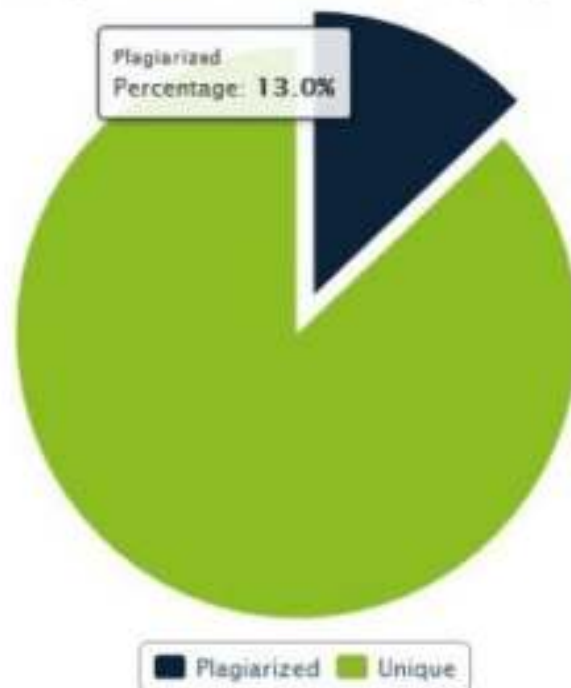
MM MODIFIKASI ALAT PEMANGGANG SERBAGUNA PENGGERAK MOTOR DC SISTEM TRANSMISI SPROCKET / Oleh : ARDHIKA MUHAMMAD RIZKY 1902220081 Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing : Pembimbing I Pembimbing II Ir. Zulkarnain Fatoni, MT.,MM Heriyanto Rusmaryadi, ST.,MT Mengetahui Ketua Program Studi Teknik Mesin Ir. H. M. Lazim, MT TUGAS AKHIR MODIFIKASI ALAT PEMANGGANG SERBAGUNA PENGGERAK MOTOR DC SISTEM TRANSMISI SPROCKET Disusun Oleh: ARDHIKA MUHAMMAD RIZKY 1902220081 Telah Diuji dan Dinyatakan Lulus Dalam Ujian Sarjana Pada Tanggal, 21 September 2023 Tim Penguji, Nama: \_Tanda Tangan: \_Ketua Penguji Ir. Sukarmansyah, MT \_\_Penguji I Ir. R. Kohar, MT \_\_Penguji II Ir. H. M.

Ali, MT \_\_HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS Saya yang bertanda tangan dibawah ini : Nama : Ardhika Muhammad Rizky NIM : 1902220081 Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir berjudul "Modifikasi Alat Pemanggang Serbaguna Penggerak Motor DC Sistem Transmisi Sprocket" adalah benar merupakan karya sendiri.



# Plagiarism Checker X Originality Report

## PlagiarismCheckerX Summary Report



Date	Sunday, October 08, 2023
Words	623 Plagiarized Words / Total 4873 Words
Sources	More than 64 Sources Identified.
Remarks	Low Plagiarism Detected - Your Document needs Optional Improvement.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Memanggang adalah salah satu teknik pengolahan makanan dari bahan mentah menjadi makanan yang layak konsumsi dengan cara diletakkan di atas bara api hingga terjadi perubahan warna, bentuk, rasa dan tekstur serta mengeluarkan aroma yang khas. Proses memanggang secara manual memang terlihat sederhana namun dibutuhkan keahlian dalam prosesnya. Banyak konsumen yang lebih memilih membeli dari pada mengolahnya sendiri, sehingga banyak rumah makan yang menjual olahan makanan yang dipanggang masih diminati banyak pelanggan. Alat pemanggang yang digunakan masih tergolong tradisional dan proses pemanggangan yang diterapkan masih menggunakan cara manual yaitu menghidupkan bara api hingga merata kemudian mengipasnya agar bara tidak padam kemudian meletakkan objek pangangan sambil memindahkan posisinya secara terus menerus akibatnya banyak konsumen yang menunggu pesanannya terlalu lama.

Berdasarkan uraian tersebut maka di perlukan alat pemanggang semi otomatis yang dapat memanggang secara terus menerus tanpa harus selalu diawasi dan juga dapat di operasikan dengan mudah oleh setiap orang, sehingga dapat menghemat waktu produksi, salah satunya yaitu dengan modifikasi alat pemanggang serbaguna dengan mesin motor listrik arus DC, dimana dengan menggunakan mesin motor listrik arus DC ini penjual dapat memasak bahan baku

makanan dengan menggunakan panas bara yang tinggi dan langsung, sumber panas yang dihasilkan dari bara biasanya berada dibawah bahan baku makanan yang sedang dimasak/dipanggang.

Alat panggang ini adalah sebuah mesin yang digunakan untuk mempermudah Si pembuat dalam proses pemanggangan. Sebelumnya adanya mesin ini, pemanggang harus menggunakan tangan untuk membolak balikkan pangangan, dan itu merupakan suatu pekerjaan yang sangat melelahkan dan menggunakan waktu yang cukup lama. Dengan adanya mesin ini, pekerjaan akan jauh lebih efektif dan efisien sehingga dalam proses pemanggangan tidak menggunakan waktu yang lama dan tidak membuat konsumen lama menunggu dan proses pemanggangan juga lebih higienis.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang diangkat penulis yaitu bagaimana cara modifikasi alat pemanggang serba guna penggerak motor listrik arus DC sistem transmisi sprocket dengan menghasilkan produksi yang matang dan merata pada bahan baku ?

## **1.3 Batasan Masalah**

Mengingat sangat luasnya permasalahan yang akan dibahas, maka penulis membatasi permasalahannya, adalah :

1. Bahan yang akan diuji adalah daging
2. Bahan yang akan diuji  $\pm$  1 kg
3. Perhitungan pada alat pemanggang serbaguna
4. Rencana alat dan gambar kerja

#### **1.4 Tujuan**

Adapun tujuan dari modifikasi alat pemanggang penggerak motor listik arus DC, adalah :

1. Untuk mendapatkan hasil matang yang merata.
2. Untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan.

#### **1.5 Manfaat**

Adapun manfaat yang akan diperoleh dengan modifikasi alat pemanggang, adalah :

1. Dengan menggunakan alat pemanggang semi otomatis ini dapat mempermudah dan mempercepat proses memasak/memanggang yang praktis, higienis, dan murah.
2. Dapat digunakan untuk UMKM (usaha mikro, kecil, dan menengah), industri rumahan, acara keluarga dan lain-lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daryanto. (1996). *Mesin Perkakas Bengkel*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Sularso, Ir. MSME dan suga kiyokatsu. (2017). *Dasar Perancangan Elemen Mesin. Cetakan Ke Sebelas*. Jakarta: PT. Pradnya.
- V. Dubrovlolsky, Ir. Rames. (2017). *Machine Elements. Cetakan Ke Satu*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Yohanes Hutahawan, Ir. Rames. (2017). *Mekanika Kekuatan Material. Cetakan Ke Satu*. Yogyakarta: Graha Ilmu.