

**RANCANGAN SIMULASI MESIN PEMANGGANG
DAGING KAMBING GULING
DENGAN SISTEM PUTARAN OTOMATIS**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan/Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Diusulkan oleh

Indra Agustian Hermawan NIM 0022115

Muhammad Aidil Fitrisyah NIM 0022121

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANGAN SIMULASI MESIN
PEMANGGANG DAGING KAMBING
GULING DENGAN SISTEM PUTARAN
OTOMATIS**

Oleh:

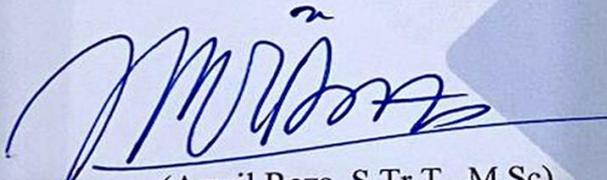
Indra Agustian Hermawan / 0022115

Muhammad Aidil Fitriyah / 0022121

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Diploma Diploma III Politeknik Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



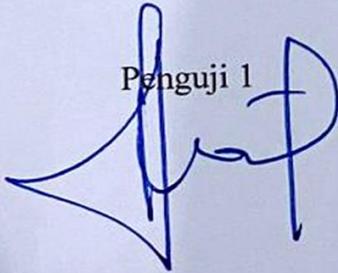
(Amril Reza, S.Tr.T., M.Sc)

Pembimbing 2



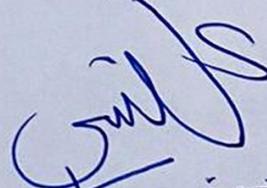
(Subkhan, S.T, M.T)

Penguji 1



(M. Haritsah Amrullah, S.ST, M.Eng.)

Penguji 2



(Muhammad Yunus, S.ST, M.T)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Indra Agustian Hermawan NIM: 0022115

Nama Mahasiswa 2 : Muhammad Aidil Fitriyah NIM: 0022121

Dengan Judul : Rancang Mesin Pemanggang Daging Kambing Guling
Dengan Putaran Otomatis

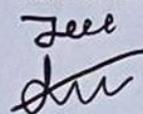
Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 10 Juli 2024

Nama Mahasiswa

1. Indra Agustian Hermawan
2. Muhammad Aidil Fitriyah

Tanda Tangan



ABSTRAK

Kambing guling sendiri merupakan olahan makanan dari kambing sedang terkenal dan banyak diminati di kalangan masyarakat. Tetapi dalam pembuatan dan pengolahannya, masih banyak penjual yang menggunakan cara manual untuk membuat kambing guling ini. Hasil Survei yang telah kami lakukan dengan mengunjungi salah satu peternakan dan pemilik warung makan yang ada di kampung Senanghati Gang Buntu, Sungailiat. Nama pemilik dari peternakan tersebut yaitu Haru Hadiyansyah. Hasilnya diperoleh data bahwa kebutuhan kambing untuk pelaku UMKM cukup tinggi dan rata-rata berat kambing untuk keperluan UMKM 45-50 Kg, para pelaku UMKM warung makan yang ada di sekitaran Sungailiat mengeluhkan bahwa memanggang kambing guling dengan cara yang manual membutuhkan banyak tenaga dan tingkat kematangan tidak merata. Dari permasalahan tersebut dibuatlah rancangan mesin pemanggang daging kambing guling dengan sistem putaran otomatis yang mengacu pada metode VDI 2222 yang memiliki 4 (empat) yaitu analisis, mengkonsep, merancang, dan penyelesaian. Dari tahapan ini dapat diperoleh hasil alternatif fungsi bagian. Alternatif fungsi bagian yang terpilih kemudian dilakukan optimalisasi rancangan, Selanjutnya, akan dibuat animasi pergerakan dan analisa pembebanan yang menggunakan software solidworks 2022 dengan sistem penggerak memanggang dan mengguling menggunakan motor listrik 1,5 Hp dan gearbox wpa 40. Hasil dari simulasi pembebanan shaft pemanggang dengan torsi 813N/mm^2 , secara perhitungan manual $2,868\text{ N/mm}^2$ secara software $5,331\text{ N/mm}^2$, maka tegangan pada shaft pemanggang dinyatakan aman pada penggunaannya.

Kata kunci: *Daging Kambing, Memanggang, Mengguling, Metode VDI 2222*

ABSTRACT

Roast goat itself is a processed food made from goats that is currently popular and in great demand among the community. However, in its manufacture and processing, many sellers still use manual methods to make this roast goat. The results of the survey that we have conducted by visiting one of the farms and food stall owners in Senanghati Village, Gang Buntu, Sungailiat. The name of the owner of the farm is Haru Hadiyansyah. The results obtained data that the need for goats for UMKM is quite high and the average weight of goats for UMKM needs is 45-50 Kg, UMKM food stall owners around Sungailiat complained that roasting roast goat manually requires a lot of energy and the level of doneness is uneven. From these problems, a design was made for a roasting machine for roasting roast goat with an automatic rotation system that refers to the VDI 2222 method which has 4 (four) namely analysis, conceptualizing, designing, and completion. From this stage, alternative results for the function of the part can be obtained. The alternative function of the selected part is then optimized for design. Furthermore, a movement animation and loading analysis will be created using Solidworks 2022 software with a toasting and rolling drive system using a 1.5 Hp electric motor and a wpa 40 gearbox. The results of the toasting shaft loading simulation with a torque of $813\text{N}/(\text{mm}^2)$, manually calculated $2.868\text{ N}/(\text{mm}^2)$, software calculated $5.331\text{ N}/(\text{mm}^2)$, so the stress on the toasting shaft is declared safe for use.

Keywords: Goat Meat, Roasting, Rolling, VDI Method 2222

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat rahamat dan hidayahnya-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir ini dengan baik. Kepada Kedua orang tuaku beserta kawan lainnya yang telah memberikan dukungan baik secara moral, materi, dan spiritual kepada penulis. Laporan proyek akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan dan kewajiban mahasiswa untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis mencoba untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah didapatkan selama 3 tahun berkuliah di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah berperan penting membantu menyelesaikan laporan ini dapat terselesaikan, yaitu :

1. Keluarga besar yang selalu senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan moral maupun materi dan semangat.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Phd. selaku Direktur di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
3. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak Muhammad Haritsah Amrullah, S.S.T., M.Eng. selaku Kepala Prodi Teknik Perancangan Mekanik .
5. Bapak Amril Reza, S.Tr.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing 1
6. Bapak Subkhan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2
7. Kawan-kawan yang telah membantu mengerjakan proyek akhir ini

Penulis menyadari bahwa laporan proyek akhir ini masih banyak kekurangan dan baik dari segi bahasa maupun sistematika penulisan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar dapat menunjang pengembangan dan perbaikan penulisan selanjutnya.

Semoga laporan proyek akhir ini dapat bermanfaat untuk menambah wawasan mahasiswa yang ingin membaca. Atas perhatiannya, penulis ucapkan terima kasih.

Sungailiat, 10 Juli 2024

Hormat kami,



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
BAB II DASAR TEORI	3
2.1 Daging Kambing	3
2.2 Mesin Pemanggang dan Mengguling Daging Kambing	44
2.3 Metode Perancangan	4
2.4 Elemen Mesin.....	5
BAB III METODE PELAKSANAAN	10
3.1 Analisis	11
3.2 Pembuatan Konsep	11
3.3 Merancang	12
3.4 Pembuatan Laporan Akhir.....	13
BAB IV PEMBAHASAN	14
4.1 Analisis	14
4.2 Pembuatan Konsep	14
4.3 Merancang	22

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN.....	32



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Daftar Tuntutan.....	15
Tabel 4.2 Alternatif Fungsi Transmisi.....	17
Tabel 4.3 Alternatif Fungsi Pengguling.....	18
Tabel 4.4 Alternatif Fungsi Rangka.....	19
Tabel 4.5 Skala Penilaian Alternatif Fungsi Bagian	20
Tabel 4.6 Penilaian Sistem Transmisi	20
Tabel 4.7 Penilaian Fungsi Pengguling	21
Tabel 4.8 Penilaian Fungsi Rangka.....	21
Tabel 4.9 Tabel Keputusan	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daging Kambing.....	3
Gambar 2.2 Diagram Perencanaan	4
Gambar 2.3 Motor Listrik AC.....	5
Gambar 2.4 Poros	6
Gambar 2.5 <i>Gearbox</i>	7
Gambar 2.6 <i>Chain</i> dan <i>Sprocket</i>	8
Gambar 2.7 <i>Pillow Block Bearing</i>	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan.....	10
Gambar 4.1 Diagram Analisa <i>Black Box</i>	16
Gambar 4.2 Alternatif Fungsi.....	17
Gambar 4.3 <i>Draft</i> Rancangan.....	23
Gambar 4.4 <i>Analisis Stress</i> pada <i>shaft</i> Pemanggang.....	26
Gambar 4.5 Pemasangan Daging.....	27
Gambar 4.6 Proses menghidupkan mesin.....	28
Gambar 4.7 Proses memanggang dan mengguling.....	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 Tabel Referensi *Safety Factor*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banyak sekali masyarakat Bangka Belitung yang saat ini memanfaatkan kebutuhan hewan kambing sebagai makanan olahan sebagai sajian utama, mulai dari tongseng kambing, kari kambing, rendang kambing, dan kambing guling. Kambing guling sendiri merupakan olahan makanan dari daging kambing yang sedang terkenal dan banyak diminati dikalangan masyarakat. Dalam hal ini, proses pembuatan kambing guling ini, kambing ditusuk dengan poros horizontal dari leher hingga ekor kemudian dipasang pada alat penggulingan. Sumber panas pada alat penggulingan biasanya berupa batang di bawah daging atau sepotong bambu yang ditancapkan di bagian tengah daging. (Humaspkh, 2023)

Tetapi dalam pembuatan dan pengolahannya, masih banyak penjual yang menggunakan cara manual untuk membuat kambing guling ini. Dalam proses tradisional pastinya membutuhkan lebih banyak waktu dan tenaga, dimana seseorang akan memutar-mutar tongkat dan orang lainnya bertugas mengipasnya demi mendapatkan kematangan yang sempurna. Proses ini tentunya memiliki keterbatasan, contohnya seperti keterbatasan tenaga manusia pada penggunaannya. Jika pada syarat tertentu proses penggulingannya tidak konsisten, maka akan berdampak pada tak meratanya tingkat kematangan daging. Pada bagian tertentu daging sudah ada yang matang dan hangus, bahkan ada sebagian daging yang masih belum matang. Hal ini mempengaruhi kualitas kuliner yang dihasilkan. Selain itu pula, penggunaan tenaga manusia membuang waktu serta tenaga, dimana seharusnya manusia bisa mengerjakan pekerjaan yang lain tanpa wajib menunggunya.

Hasil survei yang telah kami lakukan dengan mengunjungi salah satu peternakan dan pemilik warung makan yang ada di kampung Senanghati Gang Buntu, Sungailiat. Nama pemilik dari peternakan dan warung makan tersebut yaitu Haru Hadiyansyah. Hasilnya, diperoleh data bahwa kebutuhan kambing untuk

pelaku UMKM guling cukup tinggi, dan rata-rata berat kambing untuk keperluan UMKM 45-50 Kg, para pelaku UMKM warung makan ada di sekitaran Sungailiat juga mengeluhkan bahwa memanggang kambing guling dengan cara yang manual membutuhkan banyak tenaga dan tingkat kematangan tidak merata pada daging sehingga hasilnya kurang berkualitas baik. Berdasarkan keluhan yang di atas maka kami ingin menciptakan rancangan teknologi **“Mesin Pemanggang Daging Kambing Guling Dengan Sistem Putaran Otomatis”**. Dengan adanya mesin ini diharapkan bisa membantu para pelaku usaha dalam menjalankan bisnisnya.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana merancang mesin pemanggang daging kambing guling dengan sistem putaran otomatis?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari rancangan proyek tugas akhir ini adalah merancang mesin pemanggang daging kambing guling dengan sistem otomatis sehingga dapat membantu para pedagang kambing guling untuk mempermudah pekerjaannya.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Daging Kambing Guling

Salah satu bahan produk daging ternak yang sangat bermanfaat bagi manusia yaitu daging kambing. Daging ternak ini sangat bermanfaat karena kaya akan gizi yang tinggi dan kaya akan protein, lemak, vitamin dan mineral (Hadju dan Ma'ruf, 2006)

Salah satu pengolahan daging kambing dengan cara diguling. Kambing guling adalah salah satu makanan yang dalam pengolahannya dimasak dengan cara dipanggang. Sedangkan cara membuat kambing guling adalah daging kambing yang sudah dibersihkan kemudian diberi bumbu rempah kemudian dipanggang di atas panggangan. Dalam proses pembuatan kambing guling ini bisa dengan cara di oven atau bisa juga dipanggang di atas bara api, yang menjadi terkenal saat ini membuat kambing guling dengan cara dipanggang dengan memanfaatkan alat pemanggang. (Maksindo, 2021)



Gambar 2.1 Daging Kambing

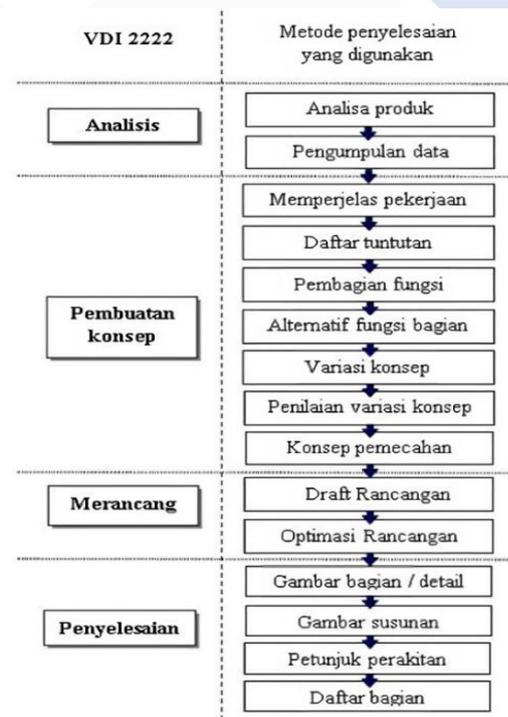
(Sumber: Rahmat, 2023)

2.2 Mesin Pemanggang dan Mengguling Daging Kambing

Pada dasar proses permesinannya, mesin pemanggang dan mengguling daging kambing prinsip mekanismenya memutar daging kambing dengan cara otomatis menggunakan motor listrik AC sebagai penggerak utamanya, gearbox untuk mengatur kecepatan, dan sistem transmisinya menggunakan rantai dan *sprocket*. (Angga, 2023)

2.3 Metode Perancangan

Pada proses merancang mesin pemanggang dan mengguling metode yang dipergunakan yaitu metode VDI 2222 menjadi pedoman dan acuan merancang supaya proses merancang yang dilakukan bisa terarah. Pada metode VDI 2222 tahapan yg wajib dilakukan ialah analisis, pembuatan konsep, merancang, serta penyelesaian. Metode perancangan ditunjukkan dengan gambar 2.3.



Gambar 2.2 Diagram Alir

(Sumber: Sanita, 2011)

2.4 Elemen Mesin

Pada mesin-mesin pemanggang daging dengan putaran otomatis elemen mesin yang digunakan antara lain:

1. Motor Listrik AC Single Phase Motor listrik adalah sistem penggerak pada mesin kambing guling. Yang dibutuhkan yaitu arus AC untuk memutar *Shaft* dan transmisi, berikutnya menghitung daya rencana pada motor dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (Sularso, 2002), motor listrik AC bias dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.3 Motor Listrik AC

(Sumber: Tokopedia)

- Menghitung daya rencana

$$P_d = f_c \cdot P \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

P_d = Daya rencana motor (Kw)

f_c = Faktor koreksi

P = Daya motor (Kw)

2. Poros

Poros berfungsi sebagai penerus energi melalui putaran mesin. Poros ialah suatu bagian stasioner yang berputar, dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (*gear*), *pulley*, *flywheel*, engkol, *sprocket* serta elemen pemindah lainnya (Julita, 2013). Poros dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Poros

(Sumber: Julita,2013)

Pada perhitungan poros, hal yang harus diperhatikan sebagai berikut

(Suga, 2008) :

- Perhitungan momen puntir T (Kg.mm) dengan rumus:

Sehingga:

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

P_d = Daya rencana motor (kW)

T = Momen puntir (Kg.mm)

n_1 = Putaran motor (Rpm)

- Perhitungan tegangan-geser ijin r_a (kg/mm²) dengan rumus:

$$r_a = \frac{\sigma_b}{sf1 \times sf2} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

r_a = Tegangan geser ijin (Kg/mm²)

σ_b = Kekuatan tarik material

$Sf1$ = Safety faktor 1 (lampiran tabel)

$Sf2$ = Safety faktor 2 (lampiran tabel)

- Perhitungan diameter poros d_s (mm) dengan rumus

$$d_s = \left(\frac{5,1}{r_a} \times K_t \times C_b \times T \right)^{1/3} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

- d_s = Diameter poros (mm)
- r_a = Tegangan geser ijin (Kg/mm²)
- K_t = Beban tumbukan
- C_b = Beban Lentur
- T = Momen puntir (Kg.mm)

3. Gearbox

Gearbox berfungsi sebagai penyalur tenaga dan kecepatan motor listrik pada pemutaran dan pemanggang daging kambing, jadi putaran poros penusuk kambing tetap stabil pemutarannya.



Gambar 2.5 *Gearbox*
(Sumber Indiamart.com)

4. Transmisi *Chain and Sprocket*

Rantai dan *sprocket* merupakan elemen mesin pemindah daya dengan sistem kerja serupa dengan transmisi sabuk dan *pulley* tanpa mengalami *slip*. Kecepatan maksimum 25 m/s dan daya transmisi hingga 110 kw. Pada rantai terdapat jenis rantai transmisi yaitu rantai ring (*bush chain*), rantai roll ring (*bush roller chain*), dan rantai sunyi (*silent chaint*) Chain dan *Sprocket* bisa dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Chain dan Sprocket

(Sumber:Helmetopedia)

Pada bagian ini jenis transmisi rantai yang akan dirancang menggunakan rantai roll ring. Pada perhitungan *chain* dan *sprocket* hal yang seharusnya diperhatikan yaitu sebagai berikut (Sularso dan Kiyokatsu, 2013).

- Menghitung jarak sumbu poros *sprocket*

$$CP = \frac{C}{P} \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

CP = Jarak Sumbu Poros Sproket

C = Jarak Sumbu Poros (Mm)

P = Jarak Bagi Rantai

- Menghitung panjang rantai dan jarak antara sumbu *sprocket*

$$L_p = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{3} + (CP1 + CP2) \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan:

Lp = Panjang Rantai

Z₁ = Jumlah Gigi Sproket Kecil

Z₂ = Jumlah Gigi Sproket Besar (Bergerak)

Z₃ = Jumlah Gigi Sproket Besar (Bergerak)

CP1 = Jarak Sumbu Poros *Sprocket* 1

CP2 = Jarak Sumbu Poros *Sprocket* 2

- Menghitung rasio kecepatan transmisi rantai dan sprocket

$$V.R = \frac{N_1}{N_2} = \frac{T_2}{T_1} \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan:

N_1 = Kecepatan Putaran *Sprocket* kecil dalam rpm

N_2 = Kecepatan Putaran *Sprocket* besar dalam rpm

T_1 = Jumlah gigi *Sprocket* kecil

T_2 = Jumlah gigi *Sprocket* Besar

5. *Pillow Block Bearing*

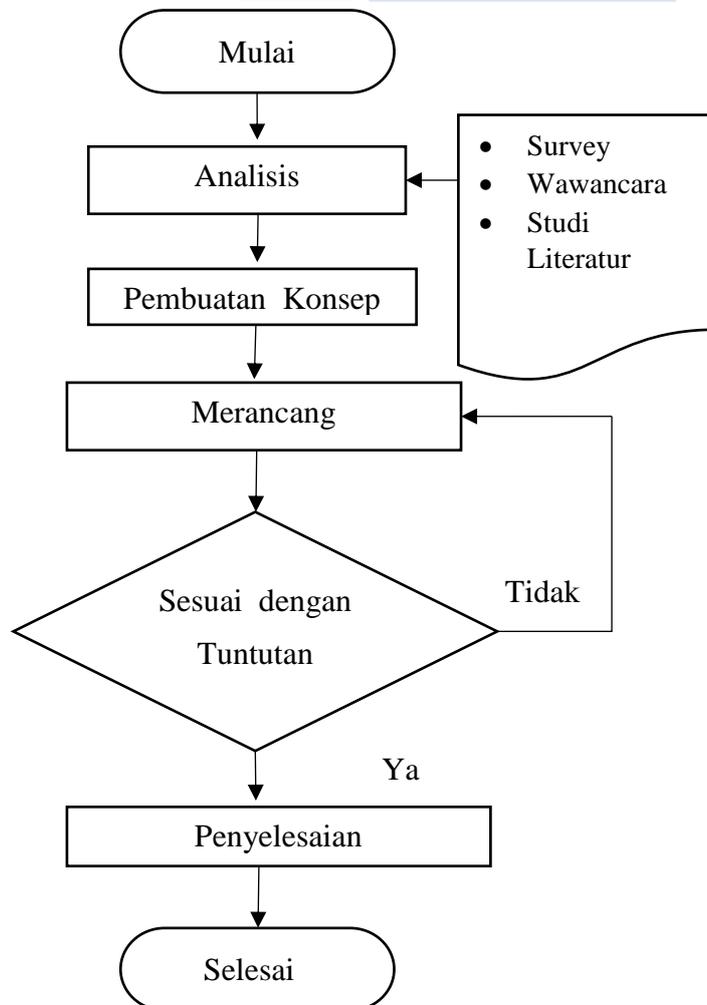
Pillow Block Bearing merupakan sebuah komponen mekanik berfungsi sebagai pendukung poros yang berputar. *Pillow Block Bearing* dapat dilihat pada gambar 2.7



Gambar 2.7 *Pillow Block Bearing*
(Sumber:Indiamart.com)

BAB III METODE PELAKSANAAN

Pada bab ini dapat dipecahkan proses yang melakukan dalam merancang dan penyelesaian rancangan mesin pemanggang daging kambing guling dengan sistem putaran otomatis. Pada penyusunan tugas akhir dan makalah ini ialah dengan membuat *flowchart* sebagai acuan pedoman dalam menentukan tindakan. Dalam hal ini tujuannya supaya tindakan yang dikerjakan lebih ter-arah terkontrol serta sebagai pokok dalam melaksanakan pengerjaan proyek akhir dan diharapkan tercapai.



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.1 Analisis

Pada tahap bab ini metode analisa suatu alat dan pengumpulan berkas/ data dapat dilakukan menggunakan mencari berkas/data, baik survei wawancara dan studi literatur. Metode yang harus dilakukan pada pengumpulan data ini sebagai berikut:

1) Survei wawancara (tanya jawab)

Wawancara dilakukan secara langsung kepada pelaku usaha dengan mengajukan tanya jawab kepada para pelaku usaha peternak kambing dan pemilik warung makan yang ada di Sungailiat di kampung Senang Hati gang buntu yang bernama bapak Haru Hadiyansyah untuk mendapatkan sumber data dan informasi terkait mesin pemanggang daging kambing guling dengan sistem putaran otomatis.

2) Studi Literatur

Pada analisis Studi Literatur yang harus dilakukan yaitu membaca beberapa sumber informasi dari catatan tertulis maupun karya tulis ilmiah yang berkaitan sistem pemanggang daging dan sistem putaran otomatis pada pemanggang sebagai referensi/pembelajaran dalam membuat *design* dan laporan akhir. Hasil data dapat diperoleh melalui video yang ada di sosial media dan sumber studi literatur dapat melakukan bimbingan dosen bimbingan.

3.2 Pembuatan Konsep

Untuk proses ini dalam pembuatan konsep yang harus dilakukan seorang penulis menggambarkan sesuatu perencanaan proses dari pengumpulan data dengan cara prosesnya menyeluruh. Adapun tahap dalam merancang bisa dilihat pada gambar Bab II. Pada proses pembuatan konsep ini harus diperhatikan sebagai berikut.

1. Memperjelaskan Pekerjaan

Pada proses pembuatan konsep ini, pekerjaan yang harus dihubungkan dengan sistem pemanggang daging dan sistem putaran otomatis harus diuraikan dengan jelas dan detail serta terperinci.

2. Pembuatan Daftar Tuntutan

Pada proses tahapan ini, disusun dan dipecahan masalah tentang tuntutan yang tercapai yang diinginkan dari rancangan mesin pemanggang daging dan sistem putaran otomatis. Adapun nantinya daftar tuntutan dikelompokkan menjadi tiga jenis tuntutan yang harus terpenuhi, tuntutan primer (utama), tuntutan sekunder (pertengahan), dan tuntutan tersier (terakhir).

3. Pembagian Analisa Fungsi

Pada proses pembagian fungsi ini, harus dilakukan dengan proses uraian masalah dengan cara melakukan analisa *Black Box* untuk menetapkan mana fungsi bagian mesin pemanggang daging dan sistem putaran otomatis.

4. Pembuatan Alternatif Fungsi Bagian

Untuk tahap poses selanjutnya pembuatan bentuk fungsi yang terdapat tujuannya untuk menghasilkan beberapa cara lain berasal fungsi bagian yang disertai dengan kelebihan dan kekurangan dari setiap alternatif fungsi bagian.

5. Penilaian Alternatif Fungsi Bagian

Untuk tahap terakhir ini dilakukan evaluasi dari fungsi dari bagian yang dibuat dan diproses. Berasal proses evaluasi ini wajib dilakukan dengan fungsi bagian terpilih penilaiannya yang mendekati hampir 100%, untuk mengoptimalisasi rancangan mesin pemanggang daging dan sistem putaran otomatis harus sesuai menggunakan kebutuhan yang tercapai.

3.3 Merancang

Untuk tahap merancang ini, membuat draf dari rancangan dan optimaliasasi yang terpilih dari tahap sebelumnya. Berikut proses-proses yang harus dikerjakan sebagai berikut :

1. Draft Rancangan

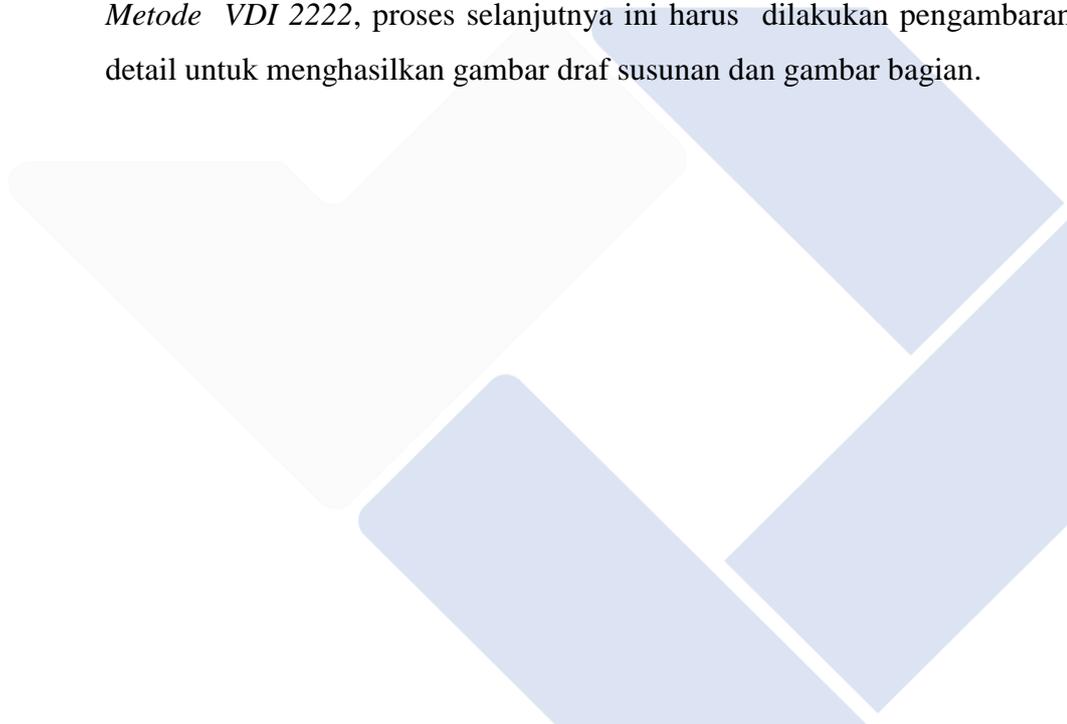
Draft Rancangan fungsinya untuk membuat sebuah hasil dari pertimbangan alternatif fungsi bagian yang ditentukan penilaiannya.

2. Optimasi Rancangan

Pada merancang komponen yang harus dioptimalkan diantaranya yaitu, sistem *input* pemangang, dan sistem *output* daging matang yang terkait dengan daftar tuntutan yang akan tercapai pada rancangan mesin. Setelah mengoptimalkan rancangan maka dibuatlah simulasi pergerakan dan analisis pembebanan.

3.4 Penyelesaian

Pada proses ini merupakan tahapan akhir yang harus dilakukan pada *Metode VDI 2222*, proses selanjutnya ini harus dilakukan penggambaran detail untuk menghasilkan gambar draf susunan dan gambar bagian.



BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Analisis

Untuk proses analisis ini, kami melakukan analisis produk dan pengumpulan data. Hasil dari proses pengumpulan data yang diperoleh berdasarkan survei wawancara dan studi literatur yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Berdasarkan survei wawancara di kampung Senanghati di jalan gang buntu Sungailiat pemilik usaha warung makan masih memanggang daging kambing menggunakan cara tradisional dengan berat kambing kisaran 30-45 kg.
2. Pada studi literatur yang dilakukan pada mesin pemanggang daging kambing guling dengan putaran otomatis hasilnya didapatkan data berikut
 - Mesin pemanggang daging dengan dimensi ukuran 40mm x 40mm dengan panjang 600 mm dengan menghasilkan 6 kg daging kambing.
 - Mesin pemanggang daging dengan sistem *shaft* menggunakan motor listrik dengan tegangan 12 volt, daya 80 watt, torsi Nm dengan putaran 30 Rpm.

4.2 Pembuatan Konsep

Berikut ini langkah-langkah yang diharuskan dalam pengerjaan dan merancang konsep mesin pemanggang kambing guling :

1. Membuat Daftar Tuntutan

Membuat daftar tuntutan yang dilaksanakan pada rancangan mesin pemanggang daging kambing dapat dibagi dalam 3 (tiga) jenis tuntutan. Daftar tuntutan dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Daftar Tuntutan

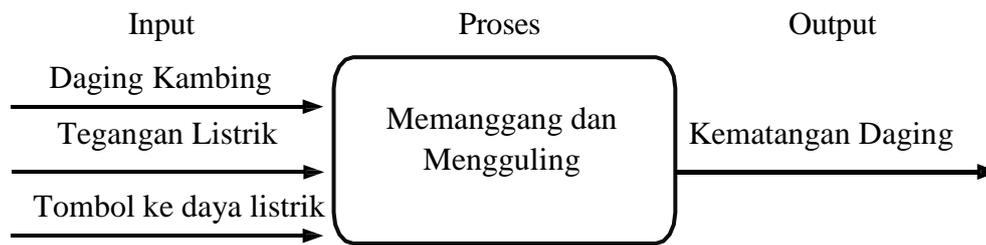
No	Tuntutan Primer	Deskripsi
1.	Waktu pematangan daging	: 37,5 Menit
2.	Bahan yang diproses	: kambing mentah
3.	Sumber penggerak	: Motor listrik
4.	Kemudahan pengoperasian	: Tombol mesin
5.	Dapat di Extend	: Perpanjangan
6.	Sistem transmisi	: Rantai dan <i>sprocket</i>

No.	Tuntutan Sekunder	Deskripsi
1.	Sistem buka tutup pada proses pemanggangan dan mengguling	Penutup pada bagian memanggang dan mengguling
2.	Sistem geser pada arang	Menggunakan laci pada arang.

No	Tuntutan Skunder
1.	Menggunakan roda
2.	Tahan terhadap getaran
3.	Aman digunakan
4.	Ergonomis (Sesuai dengan kebutuhan manusia)

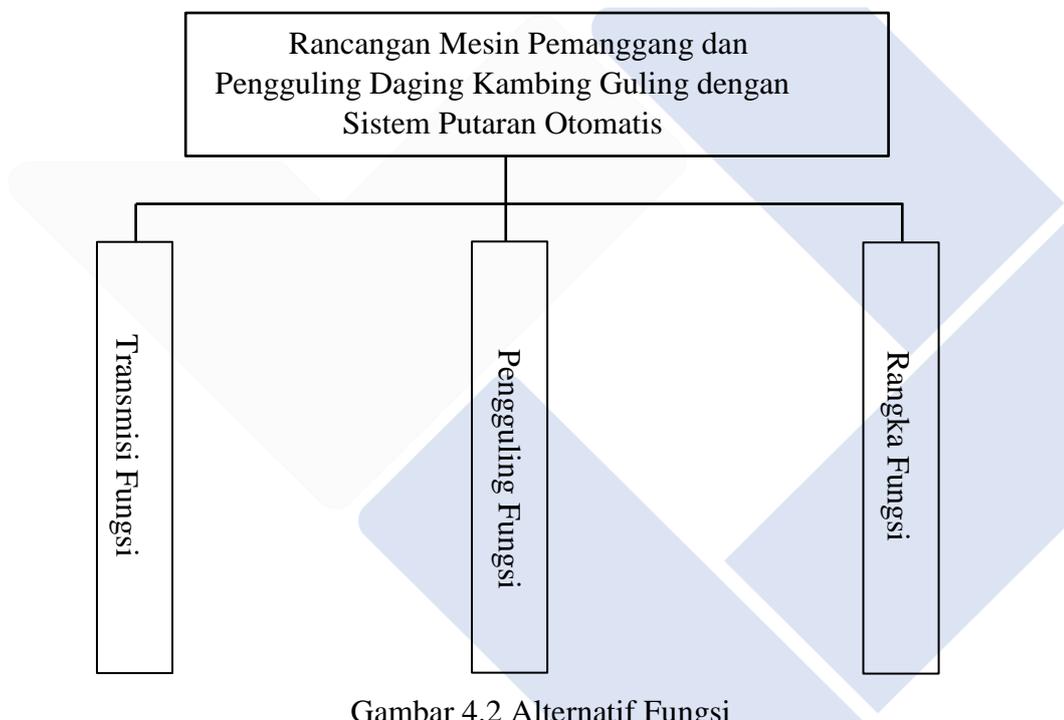
2. Penguraian fungsi

Pada tahapan ini, dilakukan penguraian fungsi dengan analisa *Black Box* . untuk menentukan fungsi bagian utama pada mesin pemanggang dan mengguling daging kambing. Berikut merupakan diagram analisa *Black Box*.



Gambar 4.1 Diagram Analisa *Black Box*

Berdasarkan analisa di atas, prosse selanjutnya yaitu membuat alternatif dari mesin mesin pemanggang dan pengguling daging kambing yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Alternatif Fungsi

3. Pembuatan Alternatif Fungsi Bagian

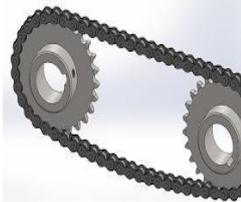
Pada proses ini akan dibuat alternatif masing -masing fungsi bagian mesin yang dirancang.

❖ Fungsi Transmisi

Pada pemilihan ini, pemilihan alternatif ini berdasarkan jenis transmisi yang yang cocok digunakan dilengkapi gambar rancangan beserta kelebihan dan kekurangan.

Alternatif fungsi transmisi ditunjukkan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Alternatif Fungsi Transmisi

No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
A.1		<ul style="list-style-type: none"> • Usia pakai yang panjang • Kecepatan transmisi besar • Perawatan yang mudah 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak mampu menahan suhu panas • Biaya perawatan yang mahal
A.2		<ul style="list-style-type: none"> • Usia pakai yang panjang • Dapat menahan panas 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistem transmisinya yang berat • Biaya mengganti rantai yang mahal
A.3		<ul style="list-style-type: none"> • Usia pakai yang panjang • Dapat menahan panas 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya menggantinya yang mahal • Perawatan yang sulit

❖ Fungsi Pengguling

Pada pemilihan ini, pemilihan ini berdasarkan sistem pengguling yang cocok digunakan dengan deskripsi sub bagian (tabel 4.2) yang dilengkapi gambar rancangan beserta kelebihan dan kekurangan. Alternatif fungsi pengguling ditunjukkan pada

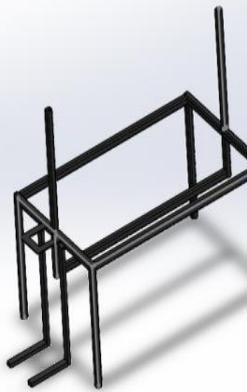
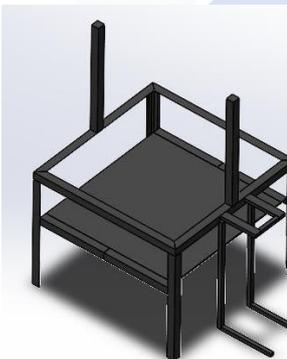
Tabel 4.3

No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
A.1	 Vertikal	<ul style="list-style-type: none"> • Kematangannya yang merata • Kemudahan dalam bongkar pasang 	<ul style="list-style-type: none"> • Sulit memasangkan daging
A.2	 Horizontal	<ul style="list-style-type: none"> • Kematangan yang merata • Mudah dalam memasangkan daging 	<ul style="list-style-type: none"> • Kesulitan dalam upaya bongkar pasang
A.3	 Gabungan	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemnya memiliki 2 fungsi vertikal dan horizontal 	<ul style="list-style-type: none"> • Susah dalam pengoperasian

❖ Fungsi Rangka

Pada pemilihan ini, pemilihan alternatif ini berdasarkan pada desain rangka cocok digunakan dengan deskripsi sub bagian (tabel 4.4) yang dilengkapi gambar rancangan beserta kelebihan dan kekurangan. Alternatif fungsi rangka ditunjukkan pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Alternatif Fungsi Rangka

No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
C.1		<ul style="list-style-type: none"> • Dapat menahan beban • Mudah dalam perawatan • Mudah dirawat • Desainnya tidak susah 	<ul style="list-style-type: none"> • Desainnya kurang estetik dan tidak menarik
C.2		<ul style="list-style-type: none"> • Dapat menahan beban • Manufaktur mudah • Mudah dirawat 	<ul style="list-style-type: none"> • Desainnya yang rumit dan susah
C.3		<ul style="list-style-type: none"> • Dapat menahan beban • Manufaktur mudah • Mudah dirawat 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya pembuatan mahal • Desainnya yang terlalu rumit

4. Tabel Penilaian Alternatif Fungsi Bagian

Setelah selesai membuat alternatif fungsi bagian maka diperlukan membuat tabel bobot penilaian untuk memilih alternatif yang dirancang. Berikut skala penilaian alternatif fungsi diuraikan pada Tabel 4.6

Tabel 4.5 Skala Penilaian Alternatif Fungsi Bagian

Baik	Cukup	Kurang
3	2	1

Pada penilaian ini harus dipertimbangkan berdasarkan empat kriteria yang diputuskan berdasarkan kelebihan dan kekurangan yang meliputi; (1) Aspek kemudahan pengoperasian; (2) Aspek kekuatan bahan; (3) Aspek ekonomis bahan; (4) Aspek estetika. Tabel penilaian dapat dijabarkan pada tabel 4.7.

Tabel 4.6 Penilaian Sistem Transmisi

Kriteria penilaian	Total Nilai Ideal			Bobot	Total Nilai Alternatif		
	A1	A2	A3		A1	A2	A3
Kemudahan pengoperasian	3	1	2	25%	0,75	0,25	0,5
Kekuatan bahan	2	3	1	25%	0,5	0,75	0,25
Ekonomis bahan	1	2	3	25%	0,25	0,5	0,75
Estetika	3	2	1	25%	0,75	0,5	0,25
Total Nilai					2,25	2	1,75

Tabel 4.7 Penilaian Fungsi Profil Material

Kriteria penilaian	Total Nilai Ideal			Bobot	Total Nilai Alternatif		
	A1	A2	A3				
Kemudahan pengoperasian	3	1	2	25%	0,75	0,25	0,5
Kekuatan bahan	2	3	1	25%	0,5	0,75	0,25
Ekonomis bahan	1	2	3	25%	0,25	0,5	0,75
Estetika	3	2	1	25%	0,75	0,5	0,25
Total Nilai					2,25	2	1,75

Tabel 4.8 Penilaian Fungsi Rangka

Kriteria penilaian	Total Nilai Ideal			Bobot	Total Nilai Alternatif		
	A1	A2	A3				
Kemudahan pengoperasian	3	1	2	25%	0,75	0,25	0,5
Kekuatan bahan	2	3	1	25%	0,5	0,75	0,25
Ekonomis bahan	1	2	3	25%	0,25	0,5	0,75
Estetika	3	2	1	25%	0,75	0,5	0,25
Total Nilai					2,25	2	1,75

Tabel 4.9 Penilaian Fungsi Jenis Profil Besi

Kriteria penilaian	Total Nilai Ideal			Bobot	Total Nilai Alternatif		
	A1	A2	A3		A1	A2	A3
Kemudahan pengoperasian	3	1	2	25%	0,75	0,25	0,5
Kekuatan bahan	2	3	1	25%	0,5	0,75	0,25
Ekonomis bahan	1	2	3	25%	0,25	0,5	0,75
Estetika	3	2	1	25%	0,75	0,5	0,25
Total Nilai					2,25	2	1,75

Total bobot kriteria penilaian dengan keterangan nilai 100%, terbagi menjadi 4 parameter yang masing-masing bobot penilaian pada tabel 25%, dengan total penilaian pada sistem transmisi 2,75, fungsi material 2,5, fungsi rangka, dan jenis profil besi, dengan cara perhitungannya menggunakan rumus:

$$\text{Keterangan Nilai \%} = \frac{\text{Total nilai AL}}{\text{Total nilai Ideal}} \times 100 \%$$

Setelah dipilih dan digabungkan alternatif fungsi bagian maka digunakan tabel keputusan untuk membentuk rancangan mesin pemanggang dan pengguling Kambing. Tabel keputusan bisa dilihat pada Tabel 4.11.

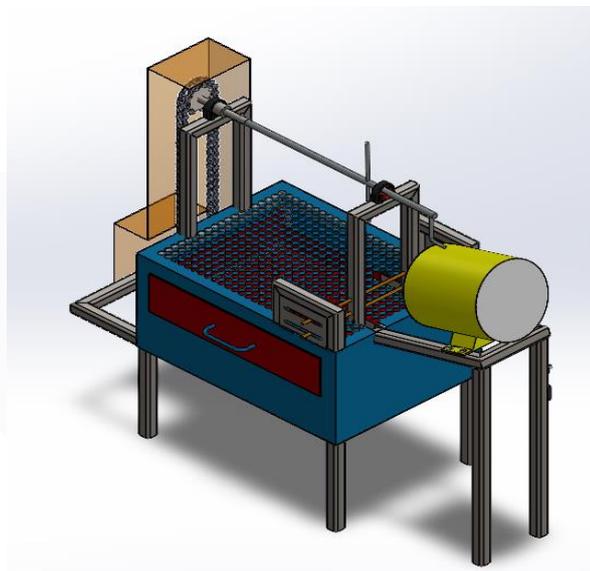
Tabel 4.11 Tabel Keputusan

No	Fungsi Bagian	Alternatif Fungsi Bagian		
1	Fungsi Sistem Transmisi	A.1	A.2	A.3
2	Fungsi Pengguling	A.1	A.2	A.3
3	Fungsi Profil Besi	A.1	A.2	A.3

4.3 Merancang

4.3.1 Draft Rancangan

Pada tahap ini bagian alternatif fungsi akan dipilih dan digabungkan fungsi alternatif satu sama lain untuk membentuk sebuah rancangan mesin pemanggang dan pengguling kambing. Draft rancangan bisa dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Draft Rancangan

4.3.2 Optimalisasi Rancangan

Dalam tahap ini akan dianalisis optimalisasi dengan melakukan analisa perhitungan pada rancangan untuk mengetahui apakah perhitungan komponen-komponen yang sudah benar diperlukan agar bisa memanggag dan mengguling kambing. Berikut analisa perhitungan manual:

1. Perhitungan daya rencana motor

Untuk daya rencana motor listrik untuk memutar *shaft* penusuk kambing harus mencari torsi motor listrik dari daya 1,5 HP pada putaran 1500rpm

$$1,5 \text{ HP} = 1,119 \text{ kw}$$

$$= 1,0 \times 1,119$$

$$= 1,252 \text{ kw}$$

2. Perhitungan momen puntir

Pada momen puntir yang harus diperhatikan kecepatan rpm pada *shaft* penusuk dengan kecepatan sebesar 37,5 Rpm

$$9,74 \times 10^5 = \frac{1,252}{1,500} = 974.000 \times \frac{1,252}{1,500} = 813 \text{ kg/mm}^2$$

Maka hasil yang didapatkan pada momen puntir *shaft* sebesar $32,518 \text{ kg/mm}^2$

3. Perhitungan tegangan geser ijin

Pada perhitungan tegangan geser ijin hal yang harus diperhatikan berdasarkan 2.3

Material poros Alumunimu 5052

$$r_a = \frac{5,15}{Sf1.Sf2} = \frac{5,15}{4 \times 2} = 6,518 \text{ kg/mm}^2$$

Maka hasil yang didapatkan pada tegangan geser ijin sebesar $6,518 \text{ kg/mm}^2$

4. Perhitungan diameter poros

Pada perhitungan ini hal yang harus diperhatikan berdasarkan 2.4 dengan hasil data perhitungan sebagai berikut:

$$ds = \left(\frac{5,1}{6,518} \times 3 \times 2 \times 32,518 \right)^{1/3}$$

$$= 50,88 \text{ mm} = 50 \text{ mm}$$

Maka hasil yang didapatkan pada perhitungan diameter poros yaitu 50 mm

5. Pada rantai harus diperhatikan perhitungan jarak sumbu pada *sprocket*

Dengan rumus berdasarkan dari 2.5 dengan hasil data perhitungan berikut:

$$CP 1 = \frac{297}{12,7} = 23,385$$

Jadi jarak perhitungan sumbu pada *sprocket* 1 sebesar 23,385

$$CP\ 2 = \frac{633}{12,7} = 49,842$$

Jadi jarak perhitungan sumbu pada *sprocket* 2 sebesar 49,842

6. Perhitungan panjang rantai total

pada rantai harus diperhatikan juga panjang rantai total dengan rumus berdasarkan 2.6 dengan hasil data perhitungan sebagai berikut :

$$LP = \frac{9 + 9}{2} = 23,385 + 49,842 = 82,227\ \text{mm} \cdot (12,7) = 1044,282\ \text{mm}$$

Jadi jarak perhitungan panjang rantai total sebesar 1044,282 mm

7. Perhitungan rasio kecepatan transmisi rantai

Pada rantai hal terakhir yang harus diperhatikan perhitungan rasio kecepatan transmisi rantai berdasarkan 2.7 dengan hasil data perhitungan sebagai berikut :

$$V.R = \frac{1500}{40} = \frac{9}{9} = \frac{1500}{40} = 37,5\ \text{Rpm}$$

Jadi kecepatan rasio kecepatan transmisi rantai sebesar 37,5 Rpm

9. *Analisis Stress* pada *Shaft* pemanggang

Pada tahapan ini akan dilakukan pengujian untuk mengetahui kekuatan yang terjadi jika diberikan torsi sebesar **813 N/mm²** dengan material AISI 316 *Stainless Steel*. Untuk mengetahui pngujian maka dilakukan *analisis* perhitungan manual dan *analisis* pengujian perangkat lunak Solidwork 2022. Berikut *analisis* pada perhitungan manual :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

σ = Tegangan (N/mm²)

F = Gaya (N)

A = Luas permukaan

$$\text{Luas} = \pi r^2$$

$$r = \frac{19}{2} = 9,5$$

Jari-jari :

$$\text{Luas} = \pi r^2 \times (9,5 \text{ mm})^2$$

$$3,14 \times (9,5 \text{ mm})^2$$

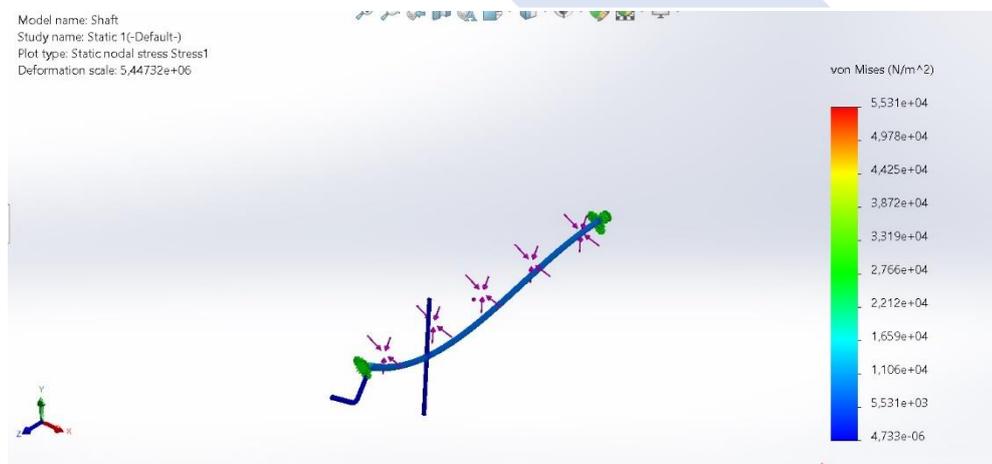
$$= 283,385$$

$$= \frac{813}{283,385}$$

$$= \mathbf{2,868 \text{ N/mm}^2}$$

Setelah dilakukan analisis perhitungan manual maka dilakukan pengujian pembebanan pada perangkat lunak *Solidwork 2022*. Berikut *analisis* pengujian pembebanan pada *Solidwork 2022*:

- Pada pengujian ini, harus dilakukan untuk memastikan pengujian pembebanan pada gaya yang ditekan yang diberikan sebesar **813 N/mm²** pada *Shaft* pemanggang kambing dengan material *AISI 316 Stainless Steel*. Pada *Solidwork 2022* tegangan maksimum yang terjadi pada *shaft* pemanggang daging sebesar **3, 5,331 N/mm²**. Berikut hasil pengujian pada *stress analysis* pada *Solidwork 2022* ditunjukkan pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Analisis Stress shaft Pemanggang

Jadi, analisa secara perhitungan manual dan analisa *software* didapatkan hasil sebagai berikut:

- Secara perhitungan manual : **2,868 N/mm²**
- Secara *software* : **5,531 N/mm²**

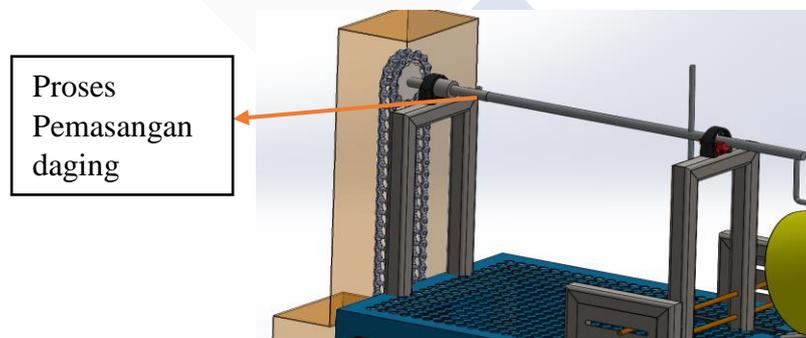
Dalam hal ini menunjukkan bahwa material dan rancangan yang dibuat masih dalam kondisi aman di daerah elastis.

4.3.2 Pengoperasian Mesin

Berikut cara pengoperasian mesin atau cara kerja mesin pemanggang dan pengguling daging kambing dengan putaran otomatis sebagai berikut:

1. Memasang Daging

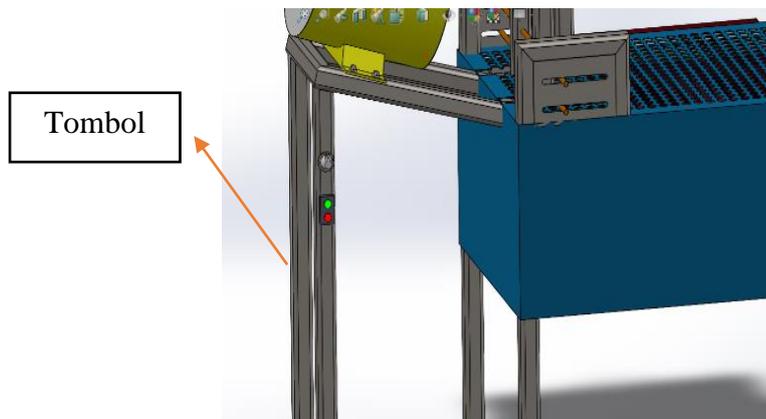
Untuk tahapan ini sebelum menghidupkan mesin yang harus dilakukan yaitu memasang daging pada *shaft* pemanggang daging. Proses pemasangan daging kambing seperti ditunjukkan pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Pemasangan Daging

2. Menghidupkan mesin

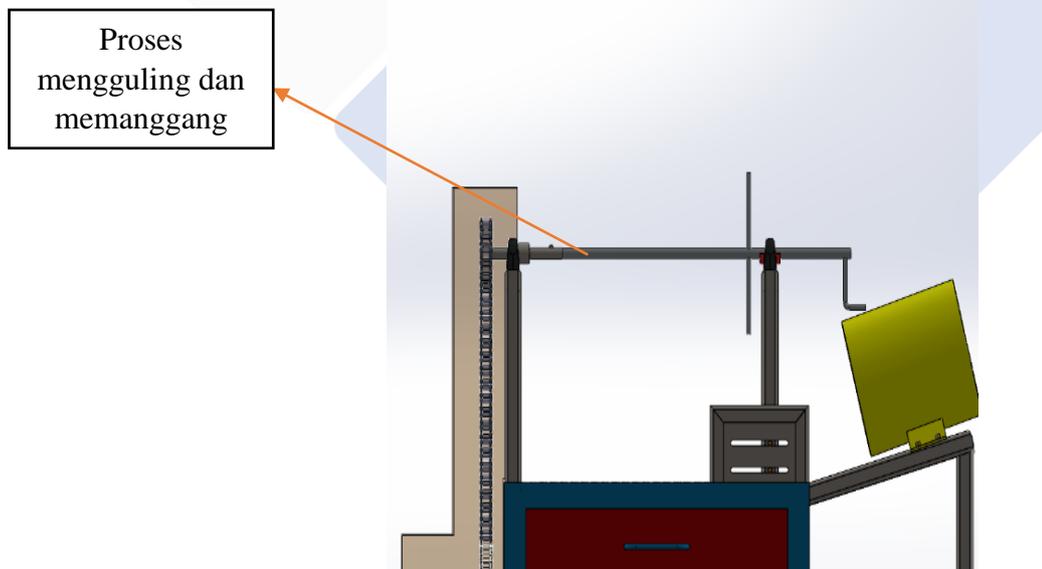
Dan tahapan selanjutnya, sebelum memulai pengoperasian mesin pemanggang dan pengguling daging kambing yang harus dilakukan yaitu menghidupkan mesin dengan cara menekan tombol pada mesin agar bisa beroperasi. Proses menghidupkan rancangan mesin ditunjukkan pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Bagian Tombol

3. Memanggang dan mengguling daging kambing

Pada tahapan ini, setelah dilakukan memasang daging dan menghidupkan mesin. Selanjutnya memanggang dan mengguling daging kambing, hasil memanggang dan mengguling daging kambing tergantung beberapa putaran Rpm yang dihasilkan. Proses memanggang dan mengguling daging kambing ditunjukkan pada gambar 4.7



Gambar 4.7 Proses memanggang dan mengguling

4.3.4 Penyelesaian

Pada tahap akhir ini setelah rancangan dioptimasi melalui perhitungan dan simulasi tegangan pembebanan di *software solidworks 2022* maka akan dibuat sebuah gambar bagian dari suatu rancangan mesin ini .



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil dari kesimpulan yang didapat dari rancangan mesin pemanggang dan pengguling daging kambing dengan sistem putaran otomatis :

- Rancangan mesin pemanggang dan mengguling daging kambing dengan putaran otomatis ini memiliki kecepatan putaran dalam memanggang dan mengguling sebesar 37,5 Rpm dalam sekali putaran
- Hasil analisa tegangan didapatkan pada simulasi pembebanan pada *shaft* pemanggang dengan diberi gaya pembebanan sebesar 813 N/ mm^2 perhitungan didapatkan hasil 2,868 N/ mm^2 dan secara *software* didapatkan hasil 5,531 N/ mm^2 maka tegangan yang terjadi pada *shaft* pemanggang dinyatakan masih aman.

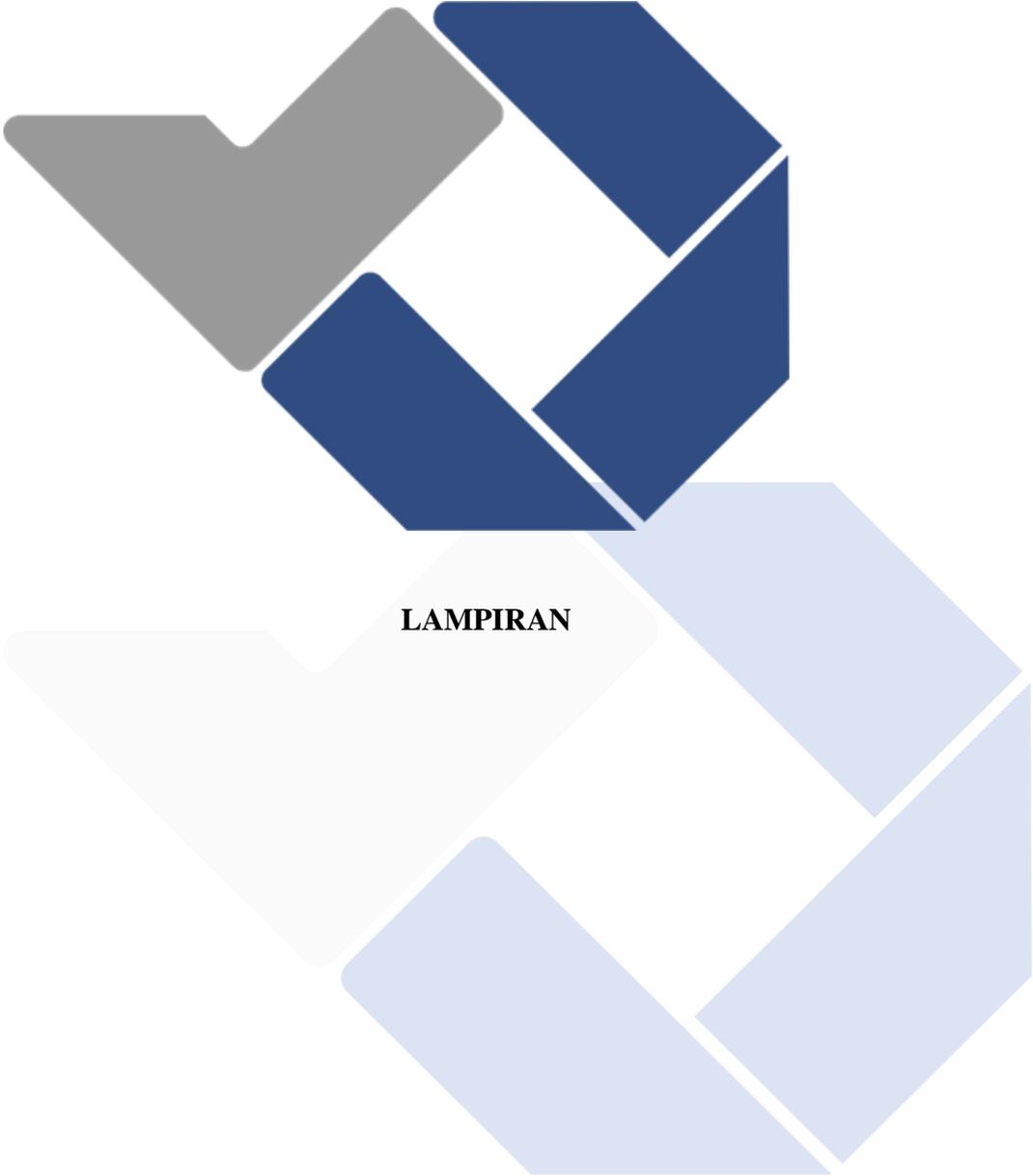
5.2 Saran

Dalam makalah ini, ada saran yang dapat dipertimbangkan pada mesin pemanggang dan pengguling dengan sistem putaran otomatis ini yaitu:

- Semoga rancangan ini bisa menjadi acuan TA (Tugas Akhir) pada mahasiswa selanjutnya.
- Dengan adanya mesin ini dapat mempermudah manusia dari prosesnya ke tradisional ke lebih modern.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ZwingCADAcademy, 2023, “Transmisi Rantai dan Sprocket”,
<https://www.slideshare.net/slideshow/transmisi-rantai-dan-sprocketpptx/255104513>
- [2] Darmayasa, Angga. 2023, “Rancang Bangun Alat Penggulingan Ayam Penggerak Motor listrik DC”.
- [3] A. Prima, 2022, “PERANCANGAN ALAT PEMANGGANG ROTARING GRILL MULTI GUNA DENGAN PENGGERAK MOTOR LISTRIK”,
<http://repository.univtridinanti.ac.id/5922/1/repostory%20Arco%20prima.pdf>
- [4] L.S. Nugraha, 2015, “Motor AC”,
<https://www.slideshare.net/slideshow/motor-ac-55694194/55694194>
- [5] T. Dermanto, 2013, “Menghitung Arus, Daya, Kecepatan, dan Torsi Motor Listrik AC”, <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com/2013/09/Menghitung-Arus-Motor-AC.html?m=1>
- [6] Mesin Industri, 2023, “Gearbox Untuk Mesin Penggerak”,
<https://www.sentrakalibrasiindustri.com/gearbox-untuk-mesin-penggerak-jenis-dan-cara-perawatannya/>
- [7] Laskar Teknik, 2010, “Elemen Mesin Poros”,
<https://laskarteknik.co.id/elemen-mesin-poros/>



LAMPIRAN

LAMPIRAN 1
DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama lengkap : Indra Agustian Hermawan
Tempat & tanggal lahir : Bandung, 14 Agustus 2003
Alamat rumah : Jl. Batin Tikal no 129
Sungailiat, Bangka
Telp : 0895603100689
HP : 0895603100689
Email : indraagustian@gmail.com

Jenis kelamin : Laki-laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SDN 3 Sungailiat	2009-2015	-
SMP Negeri 1 Sungailiat	2015-2018	-
SMK Negeri 1 Sungailiat	2018-2021	TKJ

3. Pendidikan Non Formal

- - -

Sungailiat, 10 Juli 2024

(Indra Agustian Hermawan)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama lengkap : Muhammad Aidil Fitrisyah
Tempat & tanggal lahir : 16 Desember 2001
Alamat rumah : Jl Belinyu-Lumut
Belinyu, Bangka
Telp : 088267058972
HP : 088267058972
Email : muhammadaidilfitrisyah1@gmail.com
Jenis kelamin : Laki-laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SDN 10 Belinyu	2007-2015	-
SMP Negeri 2 Belinyu	2015-2018	-
SMK YPN Belinyu	2018-2021	TKJ

3. Pendidikan Non Formal

- - -

Sungailiat, 10 Juli 2024

(Muhammad Aidil Fitrisyah)

TABEL REFERENSI SAFETY FACTOR

Slope (radio)	Cohesion $c(kPa)$	Friction angle φ (deg.)	Safety factor by proposed method	Safety factor by Bishop's method	Safety factor by Local minimum factor of safety method(1993) [11]
1:1	25	20	1.68	1.74	1.87
1:1	20	20	1.46	1.50	1.68
1:1	15	20	1.24	1.29	1.46
1:1	10	20	1.00	1.05	1.00
1:1	30	15	1.73	1.75	1.85
1:1	25	15	1.52	1.53	1.65
1:1	20	15	1.30	1.32	1.45
1:1	15	15	1.09	1.11	1.24
1:1	25	10	1.35	1.35	1.42
1:1	20	10	1.15	1.15	1.23
2:1	20	20	1.96	2.09	2.05
2:1	15	20	1.71	1.82	1.85
2:1	10	20	1.44	1.54	1.60
2:1	5	20	1.15	1.21	1.23
2:1	25	15	1.78	2.05	1.87
2:1	20	15	1.55	1.78	1.72
2:1	15	15	1.31	1.53	1.54
2:1	10	15	1.06	1.29	1.29
2:1	15	10	1.21	1.27	1.19