

Rancang Bangun Mesin Pemanggang Multifungsi Semi Otomatis dengan Sistem Penggerak Berbasis Dimmer Menggunakan Motor Listrik Daya 190 Watt

Mochammad Rama Al Falaq¹, Arya Mahendra Sakti^{2*}, Ferly Isnomo Abdi³,
Andita Nataria Fitri Ganda⁴

^{1,2,3,4}Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia 60231

E-mail: *aryamahendra@unesa.ac.id

Abstrak: Memanggang merupakan proses memasak menggunakan metode panas kering (*dry heat*) dengan sumber panas dari arang atau dapat menggunakan listrik dan gas seiring perkembangan jaman. Di Indonesia, proses memanggang telah melekat dengan adat kebiasaan serta dimanfaatkan dengan baik oleh masyarakat Indonesia sebagai ladang bisnis yang menghasilkan keuntungan. Kekurangan dari proses memanggang adalah banyak mengurus tenaga, dikarenakan harus membolak-balikkan objek yang dipanggang secara konsisten untuk menghindari kegosongan. Tujuan penelitian ini adalah merancang mesin pemanggang multifungsi semi otomatis dengan fokus perancangan pada sistem penggeraknya agar dapat memudahkan proses membolak-balikkan objek pada saat memanggang. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan jenis penelitian eksperimental. Proses penelitian dimulai dengan melakukan pengambilan data tingkat kematangan bahan yang digunakan sebagai acuan, kemudian melakukan pengujian sistem penggerak dari mesin pemanggang multifungsi semi otomatis dengan memberikan 3 variabel kecepatan putaran senilai 50 rpm, 60 rpm, dan 70 rpm dengan pengujian dilakukan sebanyak 3 kali disetiap kecepatan. Hasil penelitian yaitu menghasilkan mesin pemanggang semi otomatis yang memiliki komponen sistem penggerak seperti motor listrik dengan kecepatan putar 3000 rpm dan torsi sekitar 0,53 Nm. Menggunakan rasio perbandingan *sprocket* 2:1 dengan panjang rantai 1.524 mm. Umur dari bantalan yang digunakan diprediksi sekitar 15.826.492,83 jam kerja pada kecepatan rendah dan 11.380.848,77 jam kerja pada kecepatan tinggi. Waktu memanggang terbaik yang didapatkan setelah menggunakan mesin ini adalah 15 menit 37 detik pada kecepatan 50 rpm.

Kata kunci: Mesin pemanggang, Motor listrik, Semi otomatis

Abstract: Grilling is a cooking process using the dry heat method with a heat source from charcoal or can use electricity and gas over time. In Indonesia, the grilling process has become embedded in customs and is well utilized by the Indonesian people as a profit-making business field. The disadvantage of the grilling process is that it takes a lot of energy, because you have to turn the object being baked consistently to avoid burning. The aim of this research is to design a semi-automatic multifunction grilling machine with a design focus on the drive system to facilitate the process of turning objects back and forth when grilling. The research method used is a quantitative method with an experimental type of research. The research process began by collecting data on the maturity level of the ingredients used as a reference, then testing the drive system of the semi-automatic multifunction grilling machine by providing 3 variable rotation speeds of 50 rpm, 60 rpm and 70 rpm with the test carried out 3 times at each speed. The results of the research were to produce a semi-automatic grilling machine which has drive system components such as an electric motor with a rotational speed of 3000 rpm and a torque of around 0.53 Nm. Using comparison ratios *sprocket* 2:1 with a chain length of 1,524 mm. The life of the bearings used is predicted to be around 15,826,492.83 working hours at low speed and 11,380,848.77 working hours at high speed. The best grilling time obtained after using this machine is 15 minutes 37 seconds at a speed of 50 rpm.

Keywords: Grilling machine, Electric motor, Semi-automatic

© 2024, JRM (Jurnal Rekayasa Mesin) dipublikasikan oleh ejournal Teknik Mesin Fakultas Vokasi UNESA.

PENDAHULUAN

Memanggang merupakan salah satu proses memasak menggunakan metode panas kering (*dry heat*) yang dilakukan dengan meletakkan objek yang dipanggang pada kawat panggang diatas sumber panas dengan jarak kurang lebih 10 cm. Sumber panas dari proses memanggang umumnya berasal dari arang

atau briket. Seiring perkembangan jaman, penggunaan bahan bakar dalam proses memanggang dapat menggunakan energi alternatif yang berasal dari listrik dan gas. Menurut Gardjito, objek yang digunakan dalam proses memanggang umumnya menggunakan bahan yang berlemak seperti daging-dagingan dengan suhu masak sekitar 163°C (Karimah et al., 2022).

Di Indonesia, proses memanggang sudah tidak asing lagi, mengingat banyaknya kuliner khas daerah yang diolah melalui proses memanggang, antara lain ayam bakar taliwang dari Lombok, ikan bakar bumbu parape dari Makassar, dan masih banyak lagi. Proses memanggang juga telah melekat dengan budaya masyarakat Indonesia dalam sektor keagamaan. Sebagai contoh, saat hari raya Idul Adha, kebanyakan umat muslim di Indonesia mengolah daging qurban dengan melalui proses memanggang. Contoh lain ketika hari raya Nyepi, masyarakat Hindu di Bali akan menyajikan babi guling dalam upacara keagamaan yang termasuk makanan melalui proses memanggang. Memanggang juga menjadi kebiasaan masyarakat Indonesia untuk memeriahkan momen tertentu, sebagai contoh saat malam pergantian tahun, kebanyakan masyarakat Indonesia akan memanggang makanan dengan teman atau saudara, kemudian diakhiri dengan makan bersama. Memanggang juga dapat menjadi ladang bisnis yang dapat menghasilkan keuntungan, sebagai contoh dapat ditemukan banyak sekali warung makan yang menjual kuliner yang diolah melalui proses memanggang.

Namun, tanpa disadari bahwa proses memanggang merupakan salah satu proses memasak yang memerlukan banyak tenaga, dikarenakan pada saat memanggang diwajibkan untuk membolak-balikkan objek yang dipanggang secara konsisten dengan tujuan agar salah satu bagian objek yang dipanggang tidak mengalami kegosongan sekaligus agar tingkat kematangannya dapat merata. Akan tetapi kebanyakan proses membolak-balikkan objek yang dipanggang masih menggunakan cara konvensional, atau digerakkan sepenuhnya menggunakan tangan. Karena hal itu, proses memanggang dikatakan memerlukan banyak tenaga dan melelahkan.

Permasalahan ini sebelumnya sudah dibahas dari penelitian terdahulu yang sudah ada, seperti penelitian yang dilakukan oleh (Saripurna et al., 2019), (Sapar et al., 2018), (Wibowo et al., 2020), (Ramadan et al., 2022), dan (Alfikri et al., 2023). Dari penelitian terdahulu tersebut dapat disimpulkan bahwa proses memanggang dengan cara konvensional atau dengan kata lain dalam pengoperasiannya sepenuhnya menggunakan tenaga manusia memiliki banyak kekurangan yang merugikan.

Melihat permasalahan yang ditimbulkan tersebut, cukup menarik untuk dilakukan penelitian mengenai perancangan mesin pemanggang khususnya dalam merancang sistem penggerak dari mesin pemanggang multifungsi semi otomatis yang diharapkan dapat mempermudah proses membolak-balikkan objek panggang sehingga dapat mengurangi banyaknya tenaga yang dikeluarkan saat proses memanggang. Serta dapat menghasilkan hasil panggang dengan tingkat kematangan yang baik.

DASAR TEORI

Pada subbab ini terdiri dari berbagai teori. Di antara teori-teori tersebut adalah terdapat deskripsi

mengenai alat pemanggang, standar waktu kematangan dan penjelasan mengenai komponen sistem penggerak dari mesin pemanggang multifungsi semi otomatis.

Alat Pemanggang

Alat pemanggang merupakan benda yang digunakan untuk memasak dengan menggunakan energi panas yang berasal dari bara api, dengan bahan dasar pembuatan dari bahan *stainless steel* sehingga aman untuk bahan makanan. Menurut (Sapar et al., 2018) cara penggunaan alat ini pertama-tama objek yang akan dipanggang diletakkan di tengah alat, setelah itu dijepit agar objek yang dipanggang tidak bergeser. Kemudian alat tersebut dibolak-balikkan sampai objek yang dipanggang matang.



Gambar 1. Alat Pemanggang Konvensional (Sapar et al., 2018)

Standar Waktu Kematangan Objek

Pada proses memanggang, perlu memperhatikan waktu kematangan agar dapat menghindari *overcook* atau terlalu matang yang akan berpengaruh terhadap rasa dan tekstur objek yang dipanggang. (Purviance, 2019) dalam bukunya yang berjudul *Weber's Ultimate Grilling: A Step-By-Step Guide to Barbecue Genius* telah mengelompokkan antara jenis objek yang dipanggang dengan standar waktu kematangannya seperti tabel berikut :

TABEL I
Standar Waktu Kematangan Objek

No	Nama Objek	Standar Waktu Kematangan
1	Asparagus	6-8 Menit
2	Wortel	7-11 Menit
3	Jagung	20-30 Menit
4	Ikan	15-20 Menit
5	Dada ayam	23-35 Menit
6	Paha ayam	26-40 Menit
7	Sayap ayam	35-43 Menit

(Sumber: Purviance, 2019)

Motor Listrik

Motor listrik merupakan komponen sistem penggerak yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berupa putaran (Faikul Umam et al., 2021). Terdapat 2 jenis arus listrik pada motor listrik yaitu arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC). Pada penelitian ini menggunakan motor listrik arus bolak-balik (AC) dengan kapasitas daya 190 watt. Karena energi yang dihasilkan dari motor listrik berupa putaran, maka untuk mengetahui kecepatan putaran maksimum dari motor listrik dapat menggunakan tachometer, atau

dapat menggunakan persamaan perhitungan kecepatan putar motor listrik sebagai berikut:

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{p} \quad (1)$$

(Sumber: Mahendra et al., 2018)

Keterangan :

N_s : Kecepatan medan putar (rpm)

f : Frekuensi listrik (Hz)

p : Jumlah kutub

Setelah kecepatan putar dari motor listrik diketahui, maka dapat diketahui juga torsi dari motor listrik. Torsi merupakan gaya pada gerak translasi yang menunjukkan kemampuan sebuah gaya untuk membuat benda melakukan gerak rotasi/berputar (Buyung, 2018). Untuk mengetahui torsi dari motor listrik dapat menggunakan persamaan perhitungan sebagai berikut :

$$T = \frac{5252 \cdot P}{N_s} \quad (2)$$

(Sumber: Sandiono et al., 2011)

Keterangan :

T : Torsi (Nm)

P : Daya dalam satuan HP

N_s : Kecepatan medan putar (rpm)

Sprocket

Sprocket merupakan salah satu komponen sistem penggerak yang umum digunakan dalam perancangan permesinan. Tugas utama *sprocket* adalah memindah daya putaran (Soeleman dan Putra, 2008) dengan bantuan dari rantai. Di dalam penelitian ini terdapat 2 macam *sprocket* yaitu *sprocket* penggerak dan *sprocket* yang digerakkan. Karena terdapat 2 macam *sprocket*, maka untuk mengetahui nilai dari perbandingan rasio kedua *sprocket* dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$t = Z_2 : Z_1 \quad (3)$$

(Sumber: Soeprapto et al., 2018)

Keterangan:

Z_2 : Jumlah gigi *sprocket* yang digerakkan

Z_1 : Jumlah gigi *sprocket* penggerak

Selain perbandingan rasio, untuk nilai kecepatan putar dari *sprocket* dapat diketahui dengan pengukuran menggunakan tachometer, atau agar lebih efisien dapat menggunakan persamaan perhitungan sebagai berikut :

$$V_r = \frac{N \cdot Z_1}{Z_2} \quad (4)$$

(Sumber: Paisal et al., 2018)

Keterangan:

V_r : Kecepatan putar *sprocket* (rpm)

N : Kecepatan putar motor listrik (rpm)

Z_1 : Jumlah gigi *sprocket* penggerak

Z_2 : Jumlah gigi *sprocket* yang digerakkan

Rantai

Rantai adalah komponen sistem penggerak yang berfungsi sebagai pemindah daya atau putaran yang berasal dari poros penggerak ke poros penggerak lain yang digerakkan melalui posisi sumbu-sumbu poros yang sejajar (Widiyanto dan Yogaswara, 2013). Rantai

umum digunakan dalam permesinan untuk memindah daya putaran sama halnya seperti *v-belt*. Rantai selalu berpasangan dengan *sprocket*, tanpa *sprocket* rantai tidak dapat menjalankan tugasnya begitu juga sebaliknya. (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1994) dalam bukunya mengelompokkan ukuran rantai dengan melalui penomoran, terdapat 3 macam nomor rantai antara lain rantai nomor 40, rantai nomor, rantai nomor 60, dan rantai nomor 50. Panjang dari rantai dapat disesuaikan tergantung dengan kebutuhan, untuk mengetahui panjang rantai terlebih dahulu mengetahui jumlah link rantai dengan menggunakan persamaan perhitungan link rantai sebagai berikut :

$$k = \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{2 \cdot C}{p} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2 \cdot \pi} \right)^2 \frac{p}{C} \quad (5)$$

(Sumber: Paisal et al., 2018)

Keterangan:

k : Link rantai

z_1 : Jumlah gigi *sprocket* penggerak

z_2 : Jumlah gigi *sprocket* yang digerakkan

p : Jarak bagi rantai (mm)

C : Jarak sumbu poros (mm)

Dari perhitungan jumlah link rantai di atas, selanjutnya dapat diketahui nilai dari panjang rantai dengan menggunakan persamaan perhitungan sebagai berikut:

$$L = k \cdot p \quad (6)$$

(Sumber: Paisal et al., 2018)

Keterangan :

L : Panjang rantai (mm)

k : Link rantai

p : Jarak bagi rantai (mm)

Selain kedua persamaan perhitungan diatas, untuk mengetahui kecepatan rantai dapat juga menggunakan persamaan perhitungan kecepatan rantai sebagai berikut:

$$v = \frac{p \cdot z_1 \cdot n_1}{100 \times 60} \quad (7)$$

(Sumber: Sularso dan Kiyokatsu Suga., 1994)

Keterangan :

p : Jarak bagi rantai (mm)

z_1 : Jumlah gigi *sprocket* penggerak, dalam hal reduksi putaran

n_1 : Putaran *sprocket* penggerak, dalam hal reduksi putaran

Poros

Menurut (Sularso, Kiyokatsu Suga, 1994) Poros adalah bagian dari setiap mesin yang bertugas mentransfer energi dengan putaran. Poros terdapat 3 macam antara lain poros transmisi, spindel, dan gandar. Dalam pemilihan poros, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah kekuatan poros, kekakuan poros, putaran kritis, korosi, dan bahan dasar pembuatan poros. Mengingat bahwa penelitian ini berhubungan dengan makanan, sehingga poros yang digunakan dalam penelitian berbahan dasar stainless stell yang aman untuk makanan sehingga makanan tersebut aman untuk dikonsumsi. Volume poros yang digunakan dapat diketahui dengan menggunakan persamaan perhitungan volume poros sebagai berikut:

$$V_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot L \quad (8)$$

(Sumber: Setyaji, 2017)

Keterangan:

V_p : Volume poros (mm^3)

d^2 : Diameter poros

L : Panjang poros

Setelah volume poros diketahui, berikutnya dapat diketahui massa poros (kg) dengan persamaan perhitungan sebagai berikut :

$$V_p \cdot \rho \quad (9)$$

(Sumber: Setyaji, 2017)

Keterangan:

V_p : Volume poros (mm^3)

ρ : Berat jenis bahan dasar poros (N/m^3)

Bantalan

Menurut (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1994) bantalan merupakan bagian dari elemen mesin yang bertugas sebagai penumpu poros berbeban, dengan tujuan putaran poros atau gerakan bolak-balik dari poros dapat berlangsung dengan halus, aman, dan lebih awet. Selain itu, terdapat faktor – faktor yang perlu diperhatikan dalam bantalan seperti tabel berikut:

TABEL II
Ball Bearing Service Factors (f_s)

No	Type Of Service	Multiply calculated load by following factors	
		Ball	Roller
1	Uniform and steady load	1,0	1,0
2	Light shock load	1,5	1,0
3	Moderate shock load	2,0	1,3
4	Heavy shock load	2,5	1,7
5	Extreme and indefinite shock load	3,0	2,0

(Sumber: Choirul Anam, 2016)

Sesuai dengan fungsinya, bantalan lama-kelamaan akan aus karena terlalu sering bergesekan dengan poros. Mengawasi umur bantalan sangat penting untuk mencegah hal tersebut. Sebelum menghitung umur bantalan, terlebih dahulu menghitung beban ekuivalen yang diterima bantalan dengan persamaan perhitungan sebagai berikut :

$$P = F_s (V \cdot X \cdot F_r) + (Y \cdot F_a) \quad (10)$$

(Sumber : Choirul Anam, 2016)

Keterangan:

P : Beban ekuivalen (lbf)

F_s : Service factors

F_r : Beban radial (lbf)

F_a : Beban aksial (lbf)

V : Faktor putaran (Konstan) bernilai 1,0 untuk ring dalam berputar, 1,2 untuk ring luar yang berputar

X : Konstanta radial

Y : Konstanta aksial

Setelah mengetahui nilai perhitungan beban ekuivalen yang diterima bantalan, selanjutnya dapat diketahui umur bantalan dengan menerapkan rumus perhitungan:

$$L_{10h} = \left(\frac{C}{P}\right)^b \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} \quad (11)$$

(Sumber : Choirul Anam, 2016)

Keterangan:

L_{10h} : Umur bantalan (Jam kerja)

C : Beban dinamis (lbf)

n : Kecepatan putaran poros (rpm)

P : Beban ekuivalen (lbf)

b : Konstanta tergantung dari tipe beban
($b = 3$ untuk ball bearing)

Dimmer

Dimmer merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk mengatur kecepatan motor induksi satu fasa, menggunakan sistem pengaturan dari luar. Digunakannya dimmer, bertujuan untuk mempermudah pengaturan kecepatan, baik dari kecepatan putaran yang tinggi ke putaran kecepatan yang rendah atau sebaliknya.



Gambar 2. Dimmer (Survey lapangan, 2023)

Metode

Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif, dengan jenis penelitian eksperimental. Alur dari penelitian yang dilakukan dijelaskan dengan menggunakan prosedur penelitian diantaranya :

1. Studi Literatur

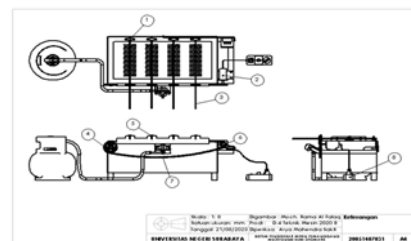
Studi literatur berasal dari jurnal penelitian terdahulu, buku, dan sumber terpercaya lainnya yang relevan dengan masalah yang dihadapi.

2. Identifikasi Masalah

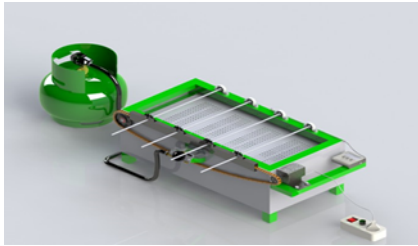
Pada tahapan ini dilakukan pengamatan untuk mengetahui proses memanggang secara langsung di lapangan.

3. Perancangan

- o Membuat desain rancangan (2-D dan 3-D) untuk mengetahui tata letak komponen sistem penggerak.



Gambar 3. Desain Rancangan Dalam 2 Dimensi



Gambar 4. Desain Rancangan Dalam 3 Dimensi

- Merakit komponen sistem penggerak yang sudah dilakukan proses pemilihan sebelumnya.
 - Melakukan uji fungsi terhadap komponen sistem penggerak dari mesin pemanggang multifungsi semi otomatis.
4. Pengambilan dan Analisis Data
Setelah perakitan selesai, dilakukan proses pengambilan dan analisis data dari sistem penggerak mesin pemanggang multifungsi semi otomatis terhadap variabel yang diujikan.
5. Penarikan Kesimpulan
Pada tahapan ini yaitu melakukan penarikan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai hasil dan pembahasan dimulai dari perhitungan komponen sistem penggerak, kemudian dilanjutkan dengan pengujian sistem penggerak.

Perhitungan Komponen Sistem Penggerak

1. Kecepatan Putar dan Torsi Motor Listrik

Diketahui kapasitas daya motor listrik adalah 190 watt atau sekitar 0,3 hp. Frekuensi listrik yang dimiliki motor listrik adalah 50 hz, dan memiliki 2 kutup (2 pole). Untuk mencari nilai torsi motor listrik, terlebih dahulu mencari nilai kecepatan putar motor listrik menggunakan persamaan perhitungan (1) sebagai berikut :

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{p}$$

Diketahui:

f : 50 hz

p : 2 pole

Sehingga,

$$N_s = \frac{120 \cdot 50}{2} = 3000 \text{ rpm}$$

Setelah nilai kecepatan putar motor listrik diketahui, maka dapat diketahui nilai torsi dari motor listrik menggunakan persamaan perhitungan (2) sebagai berikut:

$$T = \frac{5252 \cdot P}{N_s}$$

Diketahui:

P : 0,3 hp

N_s : 3000 rpm

Sehingga,

$$T = \frac{5252 \cdot 0,3}{3000} = 0,53 \text{ Nm}$$

Jadi, dapat diketahui nilai kecepatan putar motor listrik adalah 3000 rpm, dengan torsi yang dihasilkan adalah 0,53 Nm.

2. Rasio Perbandingan *Sprocket*

Diketahui terdapat 2 buah *sprocket* yang digunakan yaitu *sprocket* penggerak dengan jumlah gigi 11 buah, dan *sprocket* yang digerakkan dengan jumlah gigi 22 buah. Untuk mencari rasio perbandingan kedua *sprocket* tersebut dapat menggunakan persamaan perhitungan (3) sebagai berikut:

$$t = Z_2 : Z_1$$

Diketahui:

Z_2 : 22 t

Z_1 : 11 t

Sehingga,

$$t = 22 : 11 = 2 : 1$$

3. Kecepatan Putaran *Sprocket*

Untuk menghitung kecepatan putaran *sprocket* dapat menggunakan persamaan perhitungan (4) sebagai berikut:

$$V_r = \frac{N \cdot Z_1}{Z_2}$$

Diketahui:

N = 3000 rpm

Z_2 = 22 t

Z_1 = 11 t

Sehingga,

$$V_r = \frac{3000 \cdot 11}{22} = 1500 \text{ rpm}$$

Jadi, nilai perbandingan rasio *sprocket* diketahui 2 : 1 dan nilai kecepatan putaran *sprocket* sekitar 1500 rpm.

4. Jumlah Link, Panjang, dan Kecepatan Rantai

Rantai yang digunakan pada penelitian ini adalah rantai nomor 40 dengan nilai jarak bagi/*pitch* 12,70 mm, dan nilai jarak sumbu poros (C) 650 mm. Untuk menghitung panjang rantai terlebih dahulu mengetahui jumlah link rantai dengan persamaan perhitungan (5) yaitu:

$$k = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{2 \cdot C}{p} + \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2 \cdot \pi} \right)^2 \frac{p}{C}$$

Diketahui:

$$Z_1 = 11 \text{ t}$$

$$Z_2 = 22 \text{ t}$$

$$p = 12,70 \text{ mm}$$

$$C = 655 \text{ mm}$$

Sehingga,

$$k = \frac{11+22}{2} + \frac{2 \cdot (655)}{12,70} + \left(\frac{22-11}{2 \cdot (3,14)}\right)^2 \frac{12,70}{655} = 120 \text{ buah}$$

Diketahui jumlah link rantai yang digunakan sekitar 120 buah, maka dapat dilanjutkan perhitungan panjang rantai dengan menggunakan persamaan perhitungan (6) sebagai berikut :

$$L = k \cdot p$$

Diketahui:

$$k = 120 \text{ buah}$$

$$p = 12,70 \text{ mm}$$

Sehingga,

$$L = 120 \cdot 12,70 = 1.524 \text{ mm}$$

Untuk menghitung kecepatan putar rantai dapat menggunakan persamaan perhitungan (7) sebagai berikut :

$$v = \frac{p \cdot Z_1 \cdot n_1}{100 \times 60}$$

Diketahui:

$$P = 12,70 \text{ mm}$$

$$n_1 = 1500 \text{ rpm}$$

$$Z_1 = 11 \text{ t}$$

Sehingga,

$$v = \frac{12,70 \cdot 11 \cdot 1500}{100 \times 60} = 34,9 \text{ m/s}$$

Jadi, rantai yang digunakan memiliki 120 buah link, dengan panjang 1.524 mm, dan kecepatan putar rantai sekitar 34,9 m/s.

5. Volume dan Massa Poros

Poros yang digunakan berukuran panjang 450 mm dan diameter 5 mm. bahan utama poros adalah *stainless stell* 304 dengan berat jenis yang diketahui $7,8 \times 10^4 \text{ N/m}^3$. Dalam menghitung volume poros digunakan persamaan perhitungan (8) sebagai berikut:

$$V_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot L$$

Diketahui:

$$d = 5 \text{ mm}$$

$$L = 450 \text{ mm}$$

Sehingga,

$$V_p = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 5^2 \cdot 450 = 8831,25 \text{ mm}^3$$

Setelah itu, dapat diketahui massa poros dengan menggunakan persamaan perhitungan (9) sebagai berikut:

$$V_p \cdot \rho$$

Diketahui:

$$V_p = 8831,25$$

$$\rho = 7,8 \times 10^4 \text{ N/m}^3$$

Sehingga,

$$8831,25 \cdot 7,8 \times 10^4 \text{ N/m}^3 = 6,9 \text{ Kg}$$

Poros yang digunakan diketahui memiliki volume sekitar $8831,25 \text{ mm}^3$, dan massa sekitar 6,9 Kg.

6. Beban Ekuivalen dan Umur Bantalan

Jenis bantalan yang digunakan adalah *type* kp000 dengan diameter 5 mm. Kapasitas nominal dinamis (C) diketahui 1034,08 lbf. Untuk bantalan berjenis ball, maka nilai *service factors* 1,0 (Lihat tabel II). Dalam menggunakan bantalan, wajib memperhatikan umur bantalan untuk melakukan penggantian bantalan. Sebelum menghitung umur bantalan, terlebih dahulu mencari beban ekuivalen dengan menggunakan persamaan (10) berikut ini:

$$P = F_s (V \cdot X \cdot F_r) + (Y \cdot F_a)$$

Diketahui:

$$F_s = 1,0$$

$$V = 1$$

$$F_r = 26,3016 \text{ lbf}$$

F_a = Tidak terdapat beban aksial maka $F_a/(V \cdot F_r) \leq e$, jadi nilai $X = 1$ dan $Y = 0$

Sehingga,

$$P = 1,0 (1 \cdot 1 \cdot 26,3016) + (0,0) = 26,3016 \text{ lbf}$$

Dari perhitungan beban ekuivalen dapat dilanjutkan untuk mengetahui umur bantalan dengan menggunakan persamaan perhitungan (11) sebagai berikut:

$$L_{10h} = \left(\frac{C}{P}\right)^b \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n}$$

Diketahui:

$$C = 1034,08 \text{ lbf}$$

$$P = 26,3016 \text{ lbf}$$

$$b = 3 \text{ (Untuk ball bearing)}$$

$$n_1 = 64 \text{ rpm pada saat kecepatan 50 rpm}$$

$$n_2 = 76 \text{ rpm pada saat kecepatan 60 rpm}$$

$$n_3 = 89 \text{ rpm pada saat kecepatan 70 rpm}$$

Sehingga,

$$L_{h1} = \left(\frac{1034,08}{26,3016}\right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 64} = 15.826.492,8 \text{ jam kerja}$$

$$L_{h2} = \left(\frac{1034,08}{26,3016}\right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 76} = 13.327.572,9 \text{ jam kerja}$$

$$L_{h3} = \left(\frac{1034,08}{26,3016}\right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 89} = 11.380.848,7 \text{ jam kerja}$$

Jadi, dapat diketahui umur bantalan pada kecepatan 50 rpm adalah 15.826.492,8 jam kerja, pada kecepatan 60 rpm 13.327.572,9 jam kerja, dan pada saat kecepatan 70 rpm 11.380.848,7 jam kerja.

Pengujian Sistem Penggerak

Tahap pengujian dimulai dengan melakukan pengambilan data tingkat kematangan. Tujuan pengambilan data adalah mengetahui tingkat kematangan untuk digunakan saat pengujian menggunakan mesin pemanggang multifungsi semi otomatis. Bahan yang diujikan pada penelitian ini adalah jagung. Mengacu pada tabel I, standar waktu kematangan jagung yang diketahui adalah 20 – 30 menit, sehingga dilakukan pengambilan data kematangan jagung selama 20 menit dengan menggunakan alat pemanggang konvensional terlebih dahulu. Dari pengambilan data tingkat kematangan, didapatkan hasil seperti gambar berikut:



Gambar 5. Hasil Pengambilan Data Tingkat Kematangan

Dari hasil pengambilan data tersebut dapat dilakukan pengujian sistem penggerak dari mesin pemanggang multifungsi semi otomatis, dengan memberikan variasi kecepatan senilai 50 rpm, 60 rpm, dan 70 rpm. Setiap kecepatan dilakukan percobaan sebanyak 3 kali. Hasil dari pengujian pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

TABEL III Hasil Pengujian					
No	Kecepatan Putaran	Perolehan Waktu (Menit/Detik)			
		Percobaan			Rata-Rata
		I	II	III	
1	50 rpm	16,50	16,33	15,37	16,1
2	60 rpm	18,25	18,17	17,56	18
3	70 rpm	20,46	20,44	19,54	20,1

SIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan pada subbab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan antara lain:

1. Mesin pemanggang multifungsi semi otomatis ini memiliki komponen sistem penggerak seperti motor listrik dengan kecepatan putar 3000 rpm

dan torsi sekitar 0,53 Nm. Menggunakan rasio perbandingan *sprocket* 2 : 1 dengan panjang rantai 1.524 mm. Umur bantalan yang diprediksi sekitar 15.826.492,8 jam kerja pada kecepatan rendah dan 11.380.848,7 jam kerja pada kecepatan tinggi.

2. Cara kerja sistem penggerak dari mesin pemanggang multifungsi semi otomatis dimulai dengan penyaluran daya dari motor listrik yang diteruskan oleh *sprocket* dengan bantuan rantai, kemudian daya tersebut diteruskan kembali oleh *sprocket* yang sudah tersambung dengan poros dengan perputarannya yang ditumpu oleh bantalan.
3. Total waktu keseluruhan pada saat pengujian pertama menggunakan kecepatan 50 rpm sekitar 49 menit dengan waktu optimum 15 menit 37 detik, kemudian pada saat pengujian kedua menggunakan kecepatan 60 rpm total waktu keseluruhan sekitar 54 menit 38 detik dengan waktu optimum 17 menit 56 detik, dan pada saat percobaan ketiga menggunakan kecepatan 70 rpm total waktu keseluruhan sekitar 1 jam 1 menit 24 detik dengan waktu optimum 19 menit 54 detik. Dari pengujian tersebut didapatkan waktu terbaik sekitar 15 menit 37 detik pada kecepatan 50 rpm.

REFERENSI

1. Alfikri, R. (2023). *Perancangan Alat Pemutar Pemanggang Lemang*. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya
2. Anam, C. (2016). *Perencanaan Daya Dan Perhitungan Bantalan/Bearing Pada Mesin Pengupas Kulit Kacang Hijau*. Surabaya: Institut Teknologi 10 November.
3. Buyung, S. (2018). *Analisis Perbandingan Daya Dan Torsi Pada Alat Pemotong Rumput Elektrik (APRE)*. Sorong : Politeknik Saint Paul Sorong.
4. Umam, Faikul. dkk. (2017). *Motor Listrik*. Malang : Media Nusa Creative (MNC Publishing).
5. Karimah, Nurul. dkk. (2022). *Teknik Pengolahan Makanan Dalam Leksikon Bahasa Indonesia Dan Bahasa Inggris*. Banten : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
6. Mahendra, Lucky Diaz. dkk. (2018). *Analisis Kebutuhan Motor Listrik Pada Mesin Pengering Biji Bijian Type Rotary Dryer*. Tegal : Politeknik Harapan Bersama.
7. Paisal. dkk. (2018). *Analisa Perbedaan Ratio Sproket Pada Sistem Transmisi Rantai*. Kendari. Universitas Halu Oleo.

8. Purviance, J. (2019). *Weber's Ultimate Grilling: A Step-By-Step Guide to Barbecue Genius*. New York : Houghton Mifflin Harcourt.
9. Ramadan, DestaTri. dkk. (2022). *Rancang Bangun Alat Pemanggang Elektrik Berbasis Dimmer Daya 300 Watt*. Kediri: Universitas Nusantara PGRI Kediri.
10. Sandiono, Bai'at Nur. dkk. (2011). *Sistem Transmisi Mesin Pembuat Sandal Bermotif*. Malang : Institut Teknologi Nasional.
11. Sapar, Fransiskus dan Aris palinggi. (2018). *Perencanaan Dan Pembuatan Teknologi Panggang Ayam Yang Dilengkapi Pedal Sebagai Komponen Pembalik Ayam Panggang*. Kupang :Politeknik Negeri Kupang.
12. Saripurna, Darjat.dkk. (2019). *Sistem Cerdas Pemanggang Jagung Semi Otomatis Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Metode PWM (Pulse Width Modulation)*. Medan: STMIK Triguna Darma.
13. Setyaji. (2017). *Perencanaan Dan Perhitungan Mesin Pemipil Jagung Dengan Kapasitas 300 Kg/Jam*. Kediri : Universitas Nusantara PGRI Kediri.
14. Soeleman dan Isahudin Utama Putra. (2008). *Analisis Karakteristik Gear Sprocket Standard dan Racing Pada Sepeda Motor*. Jakarta :Universitas Muhammadiyah Jakarta
15. Soeprapto. dkk. (2018). *Rancang Bangun Mesin Penggiling dan Potong Kerupuk Ikan dengan Menggunakan Gearbox*. Samarinda : Politeknik Negeri Samarinda
16. Sularso, dan Kiyokatsu Suga. (1994). *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin* (8th ed.). Jakarta : Pradnya Paramita.
17. Wibowo, Andi Agung. (2020). *Rancang Bangun Alat Pemanggang Daging Sistem Tuas Menggunakan Metode Quality Function Deployment Dan Pendekatan Antrophometri*. Pontianak : Universitas Tanjung Pura.
18. Widiyanto dan Eka Yogaswara. (2013). *Elemen Mesin*. Bandung : Kementrian Pendidikan Dan Kebudayaan.