

Rancang Bangun Mesin Pemanggang Multifungsi Semi Otomatis Berkapasitas 1 Kg

Prasetyo Tri Kurniawan¹, Arya Mahendra Sakti^{2*}, Dyah Riandadari³, Andita Nataria Fitri Ganda⁴, Alif Rahman Laksono⁵

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

⁵Teknik Kelistrikan Kapal, Fakultas Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia 60111

E-mail: aryamahendra@unesa.ac.id

Abstrak: Memanggang adalah proses pengolahan makanan dengan cara diletakkan di atas sumber panas hingga terjadi perubahan warna, bentuk, rasa dan tekstur serta mengeluarkan aroma yang khas. Di Indonesia, makanan panggang merupakan salah satu olahan makanan yang sangat disukai oleh banyak orang sehingga, dapat menjadi peluang untuk membuka usaha di bidang kuliner. Memanggang dengan cara konvensional memiliki kekurangan diantaranya matang tidak merata dan menghabiskan banyak tenaga. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun mesin pemanggang multifungsi semi otomatis berkapasitas 1 kg. Dengan kapasitas kecil, hasil penelitian ini diharapkan dapat menghemat energi listrik dan biaya perancangan sehingga terjangkau oleh banyak orang, khususnya para UMKM. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan jenis penelitian eksperimental. Hasil penelitian ini adalah menciptakan mesin pemanggang dengan dimensi panjang 70 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 25 cm yang dapat memuat 1 kg objek panggang, sedangkan energi listrik yang dihabiskan pada kecepatan putaran 50 rpm rata-rata sebanyak 0,0347 kWh dengan lama pemanggang 16,20 menit, pada kecepatan putaran 60 rpm rata-rata sebanyak 0,0275 kWh dengan lama pemanggang 18,13 menit, dan pada kecepatan putaran 70 rpm rata-rata sebanyak 0,0229 kWh dengan lama pemanggang 20,28 menit. Dari hasil tersebut maka penggunaan mesin pemanggang yang paling hemat konsumsi energi listriknya pada kecepatan putaran 70 rpm.

Kata kunci: Energi Listrik, Kapasitas Mesin, Pemanggang Multifungsi, Semi Otomatis.

Abstract: Grilling is food processing methods where food placed over a heat source until changes in color, shape, taste, and texture as well as releasing a distinctive aroma. In Indonesia, Grilled food is one of Favourite dish, making it a potential culinary business opportunity. Conventional grilling has drawbacks, such as uneven cooking and inefficient use of force. Therefore, the author has designed and build a semi-automatic multifunctional grilling machine with 1 kg capacity. With its small capacity, this study is expected to save electrical energy and reduce design costs, making it affordable for many people, especially UMKM. This study using a quantitative method with an experimental research type. The result of this research is to create a grilling machine with dimensions of 70 cm in length, 30 cm in width, and 25 cm in height, capable of holding 1 kg of grilling objects. The electrical energy consumed at a rotational speed of 50 rpm averages 0.0347 kWh with a grilling time of 16.20 minutes, at a rotational speed of 60 rpm averages 0.0275 kWh with a grilling time of 18.13 minutes, and at a rotational speed of 70 rpm averages 0.0229 kWh with a grilling time of 20.28 minutes. From these results, the grilling machine consumes the least electrical energy at a rotational speed of 70 rpm.

Keywords: Electrical Energy, Machine Capacity, Multifunctional Grilling, Semi-Automatic.

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

PENDAHULUAN

Memanggang adalah salah satu proses pengolahan makanan dari bahan mentah menjadi makanan siap untuk dikonsumsi dengan cara diletakkan di atas sumber panas hingga terjadi perubahan warna, bentuk, rasa dan tekstur serta mengeluarkan aroma yang khas (Prima, 2022). Ada berbagai macam teknik memanggang, namun yang paling sering kita temui memanggang menggunakan jeruji besi atau penampang yang digunakan untuk meletakkan makanannya dan menggunakan bahan

bakar arang sebagai sumber panasnya. Arang adalah bahan bakar biomasa padat yang memiliki nilai kalor berkisar 25.000 – 32.000 kJ/kg. Komposisi kimia arang kayu terdiri atas 92,04% C (Karbon), 2,45% H (Hidrogen), 2,96% O (Oksigen), 0,53% N (Nitrogen), 1,00% S (Sulfur), dan 1,02% abu dengan kadar air alami 0,5-6% (Irawan, 2016). Proses memanggang menggunakan cara konvensional memang terkesan sederhana namun dibutuhkan keterampilan khusus dalam melakukannya (Widhisreya, 2023).

Di Indonesia, makanan panggang merupakan salah satu olahan makanan yang sangat digemari oleh

banyak orang. Memanggang makanan bahkan menjadi tradisi bagi Masyarakat Indonesia saat merayakan libur hari besar. Sebagai contoh pada saat menyambut pergantian tahun baru banyak Masyarakat Indonesia merayakan dengan cara makan bersama, tak sedikit dari mereka yang mengolah makanannya dengan cara dibakar atau dipanggang. Namun ada beberapa orang yang memilih membeli masakan yang sudah matang daripada mengolahnya sendiri.

Banyaknya peminat makanan panggang di Indonesia menjadi peluang untuk membuka usaha di bidang kuliner. Ada banyak UMKM dan warung makan yang menawarkan menu makanan panggang seperti ayam bakar, bebek bakar, ikan bakar, jagung bakar, daging panggang, dan masih banyak lainnya. Banyak warung makan yang masih menggunakan alat panggang tradisional, menurut (Wibowo, 2021) memanggang dengan cara konvensional yaitu menghidupkan arang sampai membara dan merata ke seluruh bagian kemudian harus mengipasnya agar bara arang tidak padam, setelah itu pemanggang juga harus membolak-balikkan posisi makanan yang berhadapan dengan bara arang secara bergantian supaya tidak terjadi kegosongan pada salah satu sisi makanan. Dengan proses yang begitu lama dan rumit tak sedikit konsumen yang mengeluh dari kualitas makanan yang kurang baik.

Dalam era modern yang dipenuhi dengan inovasi teknologi, kebutuhan akan peralatan pengolahan makanan yang praktis dan efisien semakin mendesak. Salah satu yang menonjol adalah mesin pemanggang multifungsi semi otomatis, sebuah alat canggih yang menggabungkan kemajuan teknologi dengan kenyamanan dalam proses pemanggangan makanan. Kehadiran fitur semi otomatis memungkinkan manusia untuk tetap terlibat dalam proses tanpa memberatkan beban pekerjaan, menjadikan mesin ini sebagai perangkat yang mendukung produktivitas tanpa mengorbankan kreativitas dan kendali manusia. Akan tetapi mesin pemanggang yang banyak beredar di pasaran saat ini berkapasitas besar, sehingga membutuhkan daya listrik yang besar juga untuk mengoprasikannya. Dengan demikian dapat menjadi permasalahan baru bagi para UMKM untuk menggunakan mesin pemanggang tersebut karena membutuhkan modal yang besar serta perawatan yang mahal.

Dari permasalahan diatas yang sudah dibuktikan berdasarkan penelitian terdahulu oleh (Widhisreya, 2023) dan (Wibowo, 2021) dapat disimpulkan bahwa memanggang dengan cara konvensional memiliki banyak kekurangan. Oleh sebab itu dilakukan pengembangan alat yang dapat mengatasi permasalahan-permasalahan tersebut. Penelitian ini akan mengkaji tentang rancang bangun mesin pemanggang multifungsi semi otomatis berkapasitas 1 kg. Dengan dilakukan penelitian ini diharapkan dapat mengatasi permasalahan yang dialami pada saat memanggang makanan. Terutama bagi para UMKM dibidang kuliner dapat menjadi solusi untuk

meningkatkan kualitas hasil panggangannya dalam menyajikan masakan panggang, sekaligus dapat bermanfaat untuk ilmu pengetahuan.

DASAR TEORI

Pada bagian dasar teori akan diuraikan tentang konsep dan prinsip utama yang digunakan sebagai landasan pada penelitian ini. Penjelasan teori ini mencakup tentang deskripsi mesin pemanggang, konsep proses memanggang, dan komponen-komponen penyusun mesin pemanggang.

Memanggang

Memanggang adalah salah satu proses memasak bahan makanan seperti jagung, ayam, ikan, dll dengan memanfaatkan panas dari bara api yang langsung diletakkan dibawah bahan makanan yang sedang dipanggang. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal harus dilakukan pengipasan bara api dan membolak-balikkan objek pangangan secara manual agar makanan matang secara merata dan tidak terjadi kegosongan disalah satu sisinya. Hal ini tentunya dinilai tidak efektif jika melakukan proses pemanggangan dengan cara konvensional, terutama proses pengipasan yang dapat menghabiskan banyak tenaga (Azmi, Arif, & Ramadani, 2021). Untuk mendapatkan cita rasa yang enak dan banyak disukai orang ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu suhu dan lama pemanggangan. Menurut (Purviance, 2019) berbeda objek yang dipanggang berbeda juga standar waktu kematangannya seperti yang dikelompokkan dalam tabel berikut:

TABEL I
Standar Waktu Kematangan Objek Pangangan

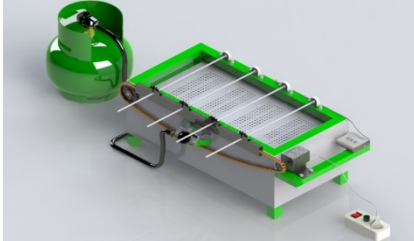
No	Objek Pangangan	Standar Waktu Kematangan
1	Paprika	10-12 Menit
2	Wortel	7-11 Menit
3	Jagung	20-30 Menit
4	Ikan	15-20 Menit
5	Dada Ayam	23-35 Menit
6	Paha Ayam	26-40 Menit

(Sumber: Purviance, 2019)

Mesin Pemanggang

Mesin pemanggang adalah perangkat penting dalam industri kuliner, dirancang dengan desain ergonomis untuk kenyamanan pengguna. Mesin ini dapat menggunakan berbagai sumber panas seperti listrik, gas, atau bahan bakar padat. Keseluruhan mesin pemanggang membantu untuk memasak atau memanggang dengan hasil matang merata. Pada perancangan mesin pemanggang ini menggunakan sistem semi otomatis, dimana objek panggangannya dapat berputar dengan penggerak motor listrik. Selain itu juga dapat digunakan untuk berbagai macam objek pangangan seperti jagung, ayam, ikan, dan daging sehingga disebut multifungsi. Perancangan dan desain

ukuran mesin pemanggang ini sudah disesuaikan dengan rata-rata besar dan beratnya objek panggang yakni 250 gram per potong maka, menggunakan 4 buah *shaft* yang dapat berputar dan mampu memanggang sebanyak 1 kg dalam satu kali proses produksi.



Gambar 1. Desain Mesin Pemanggang

Proses Manufaktur

Proses manufaktur adalah langkah-langkah yang dirancang untuk mengubah fisik pada benda kerja yang bertujuan untuk meningkatkan nilai material tersebut (Budiyanto & Yuono, 2021). Dalam dunia manufaktur ada berbagai jenis material yang digunakan, namun yang paling banyak digunakan yakni logam, keramik, polimer, dan komposit. Secara dasar, proses manufaktur dapat dibagi menjadi dua tipe diantaranya *processing operations* (pemrosesan) dan *assembly operations* (perakitan). *Processing operations* adalah mengubah bahan baku menjadi sebuah produk dengan cara mengubah geometri, sifat atau tampilannya. *Assembly operations* adalah menggabungkan dua komponen atau lebih untuk menghasilkan produk baru. *Assembly operations* juga mengacu pada proses penyambungan, contohnya menggunakan mesin las yang disebut pengelasan. Seperti pada penelitian ini menggunakan proses *assembly operations* yang menggabungkan beberapa part atau komponen sehingga terbentuknya mesin pemanggang multifungsi semi otomatis berkapasitas 1 kg.

Daya

Daya adalah jumlah energi listrik yang diserap atau dihasilkan dalam suatu sirkuit/rangkaian listrik. Tegangan listrik menghasilkan energi listrik, sedangkan beban yang terhubung dengan tegangan listrik akan menyerap energi listrik. Dengan kata lain, daya merupakan konsumsi energi listrik dalam suatu rangkaian listrik. Daya pada alat elektronik adalah usaha yang dilakukan alat tersebut dalam tiap detiknya (Siswanto dkk., 2018). Dalam satuan internasional (SI) daya adalah W (Watt) yang menyatakan besarnya usaha untuk mengalirkan arus listrik tiap satuan waktu J/s (Joule/detik). Daya termasuk dalam besaran skalar, besaran yang mempunyai nilai tapi tidak memiliki arah. Usaha yang dilakukan sama dengan energi yang dikeluarkan oleh sumber tegangan tersebut. Untuk menghitung daya dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P = V \cdot I \quad (1)$$

(Sumber: Siswanto dkk., 2018)

Keterangan:

P = Daya (Watt)

V = Tegangan listrik (V)

I = Kuat arus listrik (A)

Setelah daya listrik dapat diketahui maka, energi listrik yang dihabiskan dalam satu kali proses produksi dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$W = P \cdot t \quad (2)$$

(Sumber: Siswanto dkk., 2018)

Keterangan:

W = Energi Listrik (J)

P = Daya (Watt)

t = Waktu (s)

Motor Listrik AC

Menurut (Bagia & Parsa, 2018) motor listrik adalah alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi kinetik. Energi kinetik yang dihasilkan motor listrik berupa gerak memutar. Energi kinetik tersebut dilakukan dengan merubah tenaga listrik menjadi medan magnet yang disebut elektro magnetik. Maka dari itu akan terjadi putaran pada poros dimana kutub-kutub magnet yang sama akan tolak-menolak dan kutub-kutub magnet yang berbeda akan tarik-menarik. Motor Listrik AC yang paling umum digunakan adalah motor listrik induksi. Sesuai namanya, motor induksi bekerja berdasarkan induksi medan magnet dari statornya, Dimana arus pada rotor bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi berasal dari arus yang terinduksi akibat adanya perbedaan relarif antara rotor dengan medan putar yang dihasilkan oleh stator. Motor induksi dibedakan menjadi dua type yakni motor induksi 3-fasa dan motor induksi 1-fasa. Motor induksi 3-fasa beroperasi dengan sistem tenaga 3-fasa dan banyak digunakan pada alat industri yang membutuhkan kapasitas besar. Sedangkan motor induksi 1-fasa beroperasi dengan sistem tenaga 1-fasa dan banyak digunakan pada peralatan rumah tangga karena cenderung memiliki daya keluaran yang rendah. Untuk menghitung kecepatan sinkron motor listrik dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$N_s = \frac{120 \cdot F}{P} \quad (3)$$

(Sumber: Bagia & Parsa, 2018)

Keterangan:

Ns = kecepatan sinkron motor (rpm)

F = frekwensi (Hz)

P = jumlah kutub motor

Gear dan Rantai

Gear dan rantai merupakan dua komponen utama pada sistem penggerak. Penggunaan gear dan rantai banyak kita temui pada permesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk mentransfer gerakan dari satu bagian mesin ke bagian lainnya. Sistem penggerak gear dan rantai memiliki kekuatan dan ketahanan yang sangat baik, selain itu harga gear dan rantai juga terjangkau.

Gear adalah salah satu komponen dalam mesin mekanis yang memiliki permukaan bergelombang

yang disebut gigi. Gear sering kali digunakan untuk mengubah kecepatan rotasi atau torsi antara poros mesin. Gear dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran, tergantung pada aplikasi dan kebutuhan spesifik dari penggunaannya (Maitra, 2001). Untuk menentukan perbandingan rasio gear dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Rasio gear} = \frac{\text{Driven}}{\text{Drive}} \quad (4)$$

(Sumber: Zainuri & Syuriadi, 2021)

Keterangan:

Driven = Jumlah gigi gear digerakkan

Drive = Jumlah gigi gear penggerak

Sedangkan rantai adalah sejumlah cincin logam yang disebut sebagai "link" yang dihubungkan satu sama lain dengan cara tertentu, seperti melalui pin atau pengait. Mereka dapat menyalurkan torsi dan gerakan dengan efisien dan dapat menahan beban yang cukup berat tergantung pada konstruksi dan materialnya. Rantai tersedia dalam berbagai ukuran dan jenis, tergantung pada penggunaannya (Yamamoto, 2005). Untuk mengetahui Panjang rantai harus mengetahui jumlah link rantai terlebih dahulu menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$k = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{2x}{p} + \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2\pi} \right)^2 \frac{p}{x} \quad (5)$$

(Sumber: Paisal dkk., 2018)

Keterangan:

k = Link rantai

Z₁ = Jumlah gigi gear kecil

Z₂ = Jumlah gigi gear besar

x = Jarak pusat poros (mm)

p = Jarak link rantai (mm)

Setelah jumlah link rantai dapat diketahui maka, panjang rantai dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

(Sumber: Paisal dkk., 2018)

Keterangan:

L = Panjang rantai (mm)

k = Link rantai

p = Jarak link rantai (mm)

Bantalan

Menurut (Maladzi dkk., 2017) bantalan atau bisa disebut rolling elemen bearing adalah sebuah komponen mekanis yang digunakan untuk mendukung dan mengurangi gesekan antara dua permukaan yang bergerak satu sama lain. Dengan menambahkan bantalan ke dalam sistem penggerak, diharapkan poros yang berputar akan lebih aman dan awet digunakan. Bantalan dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan prinsip gesekannya, yaitu (*roll bearing*) memiliki gaya gesek putar dan (*plain bearing*) memiliki gaya gesek geser. *Roll bearing* berdasarkan bebannya dibedakan lagi menjadi dua, yaitu (*radial load*) beban putar dan (*axial load*) beban dorong. Sedangkan *plain bearing* dibedakan menjadi dua menurut gesekan bantalan terhadap poros, yaitu bantalan peluru (*bullet bearing*)

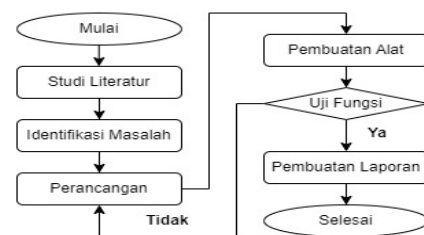
dan bantalan luncur (*journal bearing*). Pada mesin pemanggang multifungsi semi otomatis berkapasitas 1 kg ini menggunakan bantalan jenis *roll bearing* tipe *radial load*. Bantalan tidak memerlukan perawatan khusus, akan tetapi perlu adanya pelumasan terus menerus sesuai kondisinya. Pelumasan yang diberikan pada bantalan umumnya menggunakan *grace* atau oli.

Dimmer

Dimmer atau *speed controler*, atau yang biasa disebut dengan pengatur kecepatan, sesuai dengan namanya komponen ini merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk mengatur kecepatan motor induksi satu fasa. Digunakannya dimmer, bertujuan untuk mempermudah pengaturan kecepatan dari kecepatan putaran yang tinggi ke kecepatan putaran yang rendah dan sebaliknya. Kelebihan dari dimmer selain mempermudah dalam pengaturan kecepatan putaran adalah ukurannya yang kecil sehingga praktis, ringan dan dapat dengan mudah digunakan. Walaupun ukurannya yang kecil, dimmer dapat menurunkan tegangan input yang bernilai besar. Dengan kelebihan yang dimiliki dimmer, sehingga dimmer sering digunakan dalam sistem penggerak terutama pada pengaturan kecepatan putaran.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jenis penelitian dengan menggunakan metode penelitian eksperimental. Metode eksperimental adalah penelitian yang meneliti hubungan sebab dan akibat dengan cara memanipulasi satu atau lebih variable dalam kelompok eksperimental. Penelitian ini dilakukan sesuai dengan prosedur yakni perhitungan, perencanaan, dan perancangan alat. Berikut adalah proses penelitian yang dilakukan dari awal sampai akhir yang dirangkum dalam bentuk diagram alir:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan disajikan tentang perhitungan alat, proses pembuatan alat, dan hasil uji fungsi dari mesin pemanggang multifungsi semi otomatis berkapasitas 1 kg.

Perhitungan Alat

1. Daya

Untuk menghitung daya pada mesin pemanggang ini dapat menggunakan persamaan (1). Dari persamaan tersebut maka langkah awal

yang harus dilakukan adalah mengetahui tegangan dan kuat arus yang mengalir pada motor listrik disetiap variasi putaran masing-masing.

➤ Kecepatan Putaran 50 Rpm

$$P = V \cdot I$$

Diketahui:

$$V = 220 \text{ V}$$

$$I \text{ (Percobaan I)} = 0,57 \text{ A}$$

$$I \text{ (Percobaan II)} = 0,59 \text{ A}$$

$$I \text{ (Percobaan III)} = 0,58 \text{ A}$$

Maka:

1. Percobaan I

$$P = 220 \times 0,57$$

$$P = 125,4 \text{ Watt}$$

2. Percobaan II

$$P = 220 \times 0,59$$

$$P = 129,8 \text{ Watt}$$

3. Percobaan III

$$P = 220 \times 0,59$$

$$P = 129,8 \text{ Watt}$$



Gambar 3. Kuat Arus Listrik Pada Kecepatan 50 Rpm

➤ Kecepatan Putaran 60 Rpm

$$P = V \cdot I$$

Diketahui:

$$V = 220 \text{ V}$$

$$I \text{ (Percobaan I)} = 0,41 \text{ A}$$

$$I \text{ (Percobaan II)} = 0,42 \text{ A}$$

$$I \text{ (Percobaan III)} = 0,41 \text{ A}$$

Maka:

1. Percobaan I

$$P = 220 \times 0,41$$

$$P = 90,2 \text{ Watt}$$

2. Percobaan II

$$P = 220 \times 0,42$$

$$P = 92,4 \text{ Watt}$$

3. Percobaan III

$$P = 220 \times 0,41$$

$$P = 90,2 \text{ Watt}$$



Gambar 4. Kuat Arus Listrik Pada Kecepatan 60 Rpm

➤ Kecepatan Putaran 70 Rpm

$$P = V \cdot I$$

Diketahui:

$$V = 220 \text{ V}$$

$$I \text{ (Percobaan I)} = 0,31 \text{ A}$$

$$I \text{ (Percobaan II)} = 0,31 \text{ A}$$

$$I \text{ (Percobaan III)} = 0,30 \text{ A}$$

Maka:

1. Percobaan I

$$P = 220 \times 0,31$$

$$P = 68,2 \text{ Watt}$$

2. Percobaan II

$$P = 220 \times 0,31$$

$$P = 68,2 \text{ Watt}$$

3. Percobaan III

$$P = 220 \times 0,30$$

$$P = 66 \text{ Watt}$$



Gambar 5. Kuat Arus Listrik Pada Kecepatan 70 Rpm

Setelah daya pada setiap variasi kecepatan putaran diketahui maka, energi listrik dapat dihitung. Untuk mengetahui berapa energi listrik yang dihabiskan dalam satu kali proses produksi pada mesin pemanggang multifungsi semi otomatis berkapasitas 1 kg dapat dihitung menggunakan persamaan (2).

➤ Kecepatan Putaran 50 Rpm

$$W = P \cdot t$$

Diketahui:

$$P \text{ (Percobaan I)} = 125,4 \text{ Watt}$$

$$P \text{ (Percobaan II)} = 129,8 \text{ Watt}$$

$$P \text{ (Percobaan III)} = 129,8 \text{ Watt}$$

$$t \text{ (Percobaan I)} = 1010 \text{ s}$$

$$t \text{ (Percobaan II)} = 993 \text{ s}$$

$$t \text{ (Percobaan III)} = 937 \text{ s}$$

Maka:

1. Percobaan I

$$W = 125,4 \times 1010$$

$$W = 126650 \text{ J} = 0,0351 \text{ kWh}$$

2. Percobaan II

$$W = 129,8 \times 993$$

$$W = 128.891,4 \text{ J} = 0,0358 \text{ kWh}$$

3. Percobaan III

$$W = 129,8 \times 937$$

$$W = 119.561,2 \text{ J} = 0,0332 \text{ kWh}$$

➤ Kecepatan Putaran 60 Rpm

$$W = P \cdot t$$

Diketahui:

$$P \text{ (Percobaan I)} = 90,2 \text{ Watt}$$

$$P \text{ (Percobaan II)} = 92,4 \text{ Watt}$$

$$P \text{ (Percobaan III)} = 90,2 \text{ Watt}$$

$$t \text{ (Percobaan I)} = 1105 \text{ s}$$

$$t \text{ (Percobaan II)} = 1097 \text{ s}$$

$$t \text{ (Percobaan III)} = 1077 \text{ s}$$

Maka:

1. Percobaan I

$$W = 90,2 \times 1105$$

$$W = 99.671 J = 0,0276 kWh$$

2. Percobaan II

$$W = 92,4 \times 1097$$

$$W = 101.362,8 J = 0,0281 kWh$$

3. Percobaan III

$$W = 90,2 \times 1077$$

$$W = 97.145,4 J = 0,0269 kWh$$

➤ Kecepatan Putaran 70 Rpm

$$W = P \cdot t$$

Diketahui:

$$P \text{ (Percobaan I)} = 68,2 \text{ Watt}$$

$$P \text{ (Percobaan II)} = 68,2 \text{ Watt}$$

$$P \text{ (Percobaan III)} = 66 \text{ Watt}$$

$$t \text{ (Percobaan I)} = 1246 \text{ s}$$

$$t \text{ (Percobaan II)} = 1244 \text{ s}$$

$$t \text{ (Percobaan III)} = 1194 \text{ s}$$

Maka:

1. Percobaan I

$$W = 68,2 \times 1246$$

$$W = 84.977,2 J = 0,0236 kWh$$

2. Percobaan II

$$W = 68,2 \times 1244$$

$$W = 84.840,8 J = 0,0235 kWh$$

3. Percobaan III

$$W = 66 \times 1194$$

$$W = 78.804 J = 0,0218 kWh$$

2. Kecepatan Sinkron Motor

Motor listrik yang digunakan pada mesin pemanggang ini memiliki spesifikasi frekuensi 50Hz dan jumlah kutub sebanyak 2 buah. Kecepatan sinkron pada motor ini dihitung tanpa diberi beban. Untuk menghitung kecepatan sinkron motor dapat menggunakan persamaan (3).

$$Ns = \frac{120 \times F}{P}$$

Diketahui:

$$F = 50 \text{ Hz}$$

$$P = 2$$

Maka:

$$Ns = \frac{120 \times 50}{2}$$

$$Ns = 3000 \text{ Rpm}$$

Jadi, kecepatan sinkron motor yang digunakan pada mesin pemanggang ini adalah 3000 rpm berputar tanpa diberi beban.

3. Perbandingan Rasio Gear

Mesin pemanggang ini menggunakan tiga ukuran gear yang berbeda pada setiap bagian. Pada poros motor menggunakan ukuran 11T, poros rangka 22T, dan *shaft* pangangan 14T. Untuk menentukan perbandingan rasio gear pada mesin pemanggang ini dapat menggunakan persamaan (4).

$$\text{Rasio gear} = \frac{\text{Driven}}{\text{Drive}}$$

➤ Poros rangka dan poros motor

Diketahui:

$$\text{Driven} = 22T$$

$$\text{Drive} = 11T$$

Maka:

$$\text{Rasio gear} = \frac{22}{11}$$

$$\text{Rasio gear} = 2 : 1$$

➤ *Shaft* pangangan dan poros motor

Diketahui:

$$\text{Driven} = 14T$$

$$\text{Drive} = 11T$$

Maka:

$$\text{Rasio gear} = \frac{14}{11}$$

$$\text{Rasio gear} = 1,27 : 1$$

4. Panjang Rantai

Panjang rantai dapat ditentukan dari hasil perkalian antara jumlah link rantai dan jarak link rantai. Pada mesin pemanggang ini menggunakan rantai sepeda tipe *single speed* yang memiliki jarak link 12,7 mm. Diketahui jarak pusat poros motor dengan poros rangka adalah 650 mm. Untuk menghitung jumlah link rantai dapat menggunakan persamaan (5).

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

Diketahui:

$$Z_1 = 11T$$

$$Z_2 = 22T$$

$$x = 650 \text{ mm}$$

$$p = 12,7 \text{ mm}$$

Maka:

$$k = \frac{11 + 22}{2} + \frac{2 \times 650}{12,7} + \left(\frac{22 - 11}{2 \times 3,14} \right)^2 \frac{12,7}{650}$$

$$k = 16,5 + 103,1 + 2,8 \times 0,019$$

$$k = 119,65 = 120L$$

Jika jumlah link rantai sudah diketahui, selanjutnya panjang rantai dapat ditentukan. Untuk mengetahui panjang rantai yang digunakan pada mesin pemanggang ini dapat menggunakan persamaan (6).

$$L = k \cdot p$$

Diketahui:

$$k = 120L$$

$$p = 12,7 \text{ mm}$$

Maka:

$$L = 120 \times 12,7$$

$$L = 1524 \text{ mm}$$

Jadi, panjang rantai yang digunakan pada mesin pemanggang ini adalah 1524 mm.

Proses Pembuatan Alat

Berikut adalah proses pembuatan mesin pemanggang multifungsi semi otomatis berkapasitas 1 kg:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan seperti mesin las, gerinda tangan, bor listrik, kap/helm las, palu terak, tang, tang rivet, gunting plat, kunci ring-pas, besi hollow 3×3 cm, besi hollow 1,5×3,5 cm, pipa besi OD 15 mm, plat aluminium 1 mm, AS stainless 304 diameter 5 mm, dan plat seng.

- Memotong besi hollow menggunakan gerinda tangan yang akan digunakan sebagai kerangka pada mesin pemanggang multifungsi semi otomatis berkapasitas 1 kg sesuai dengan ukuran desainnya.
- Membuat kerangka menggunakan besi hollow yang sudah dipotong sebelumnya dengan proses las SMAW hingga tersambung dengan sempurna.
- Melubangi kerangka menggunakan bor listrik untuk memasang bantalan pemanggang dan motor listrik dengan metode mur dan baut.
- Memasang rantai dan gear 11T pada poros motor dan 22T pada poros rangka dengan metode mur dan baut.
- Membuat *shaft* panggang dari as stainless 5 mm dengan panjang 45 cm dan menggabungkannya dengan gear 14T menggunakan las SMAW.
- Membuat penampang dengan cara melubangi plat aluminium sebesar 5mm dan jarak antar lubang 1 cm pada bagian yang berada tepat dibawah shaft panggang.
- Membuat kompor dari pipa besi OD 1,5 cm dengan proses las asetelina kemudian dilubangi sebesar 1mm dengan jarak antar lubang 1,5 cm.
- Membuat breket pemantik api pada kerangka yang disesuaikan dengan posisi kompor.
- Memotong plat seng sesuai ukuran samping kerangka dan ditempelkan menggunakan paku rivet.
- Kemudian finishing dilakukan dengan proses pengecatan secara manual menggunakan kuas.



Gambar 6. Mesin Pemanggang

Hasil Uji Fungsi

Setelah proses perakitan mesin pemanggang selesai, maka perlu dilakukan uji fungsi alat. Uji fungsi bertujuan untuk mengetahui kinerja mesin dan memperoleh data. Uji fungsi alat dilakukan dengan cara memanggang jagung sebanyak 1 kg dengan variasi kecepatan putaran 50 rpm, 60 rpm, dan 70 rpm hingga matang merata. Pemanggang dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap variasi kecepatan putarannya. Untuk mendapatkan hasil konsumsi energi listrik pada mesin pemanggang dilakukan perhitungan menggunakan rumus (2) $W = P \times t$. Daya dapat diketahui dari perhitungan yang sudah dilakukan sebelumnya sedagkan waktu didapat dari lama proses pemanggang. Berikut data dan hasil uji fungsi pada mesin pemanggang multifungsi semi otomatis berkapasitas 1 kg:

TABEL II
Analisis Data

Bahan	Kecepatan Putaran	I		II		III		Rata-rata	
		Daya (watt)	Waktu (s)	Daya (watt)	Waktu (s)	Daya (watt)	Waktu (s)	Daya (watt)	Waktu (s)
Jagung 1 kg	50 Rpm	125,4	1.010	129,8	993	127,6	937	127,6	980
	60 Rpm	90,2	1.105	92,4	1.097	90,2	1.077	90,9	1.093
	70 Rpm	68,2	1.246	68,2	1.244	66	1.194	67,4	1.228

TABEL III
Hasil Uji Fungsi Alat

Bahan	Kecepatan Putaran	Energi Listrik Yang Dihabiskan (kWh)			
		I	II	III	Rata-rata
Jagung 1 kg	50 Rpm	0,0351	0,0358	0,0332	0,0347
	60 Rpm	0,0276	0,0281	0,0269	0,0275
	70 Rpm	0,0236	0,0235	0,0218	0,0229

Dari uji fungsi yang telah dilakukan maka, didapatkan hasil konsumsi energi listrik yang dihabiskan dalam satu kali proses produksi menggunakan bahan baku jagung seperti pada tabel diatas. Uji fungsi dilakukan sebanyak tiga kali percobaan pada setiap variasi kecepatan putarannya. Pada kecepatan putaran 50 rpm menghabiskan energi listrik rata-rata sebanyak 0,0347 kWh dengan lama pemanggang 16,20 menit, pada kecepatan putaran 60 rpm menghabiskan energi listrik rata-rata sebanyak 0,0275 kWh dengan lama pemanggang 18,13 menit, dan pada kecepatan putaran 70 rpm menghabiskan energi listrik rata-rata sebanyak 0,0229 kWh dengan lama pemanggang 20,28 menit. Dari hasil perhitungan yang didapat maka variasi kecepatan putaran pada mesin pemanggang multifungsi semi otomatis berkapasitas 1 kg berpengaruh terhadap konsumsi energi listrik yang dihabiskan. Penggunaan mesin pemanggang dengan bahan panggang jagung yang paling hemat konsumsi energi listriknya pada kecepatan putaran 70 rpm, akan tetapi membutuhkan waktu pemanggang lebih lama dibandingkan pada variasi kecepatan putaran yang lain.

SIMPULAN

Setelah melakukan rancang bangun dan uji fungsi mesin pemanggang multifungsi semi otomatis berkapasitas 1 kg, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Mesin pemanggang ini memiliki dimensi panjang 70 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 25 cm yang dapat digunakan untuk memanggang berbagai jenis bahan makanan seperti jagung, ubi, ayam, ikan, daging sapi, sosis, dll. Akan tetapi pada penelitian ini dibatasi pada proses uji fungsi yang dilakukan hanya menggunakan sampel jagung. Menggunakan penggerak motor listrik AC dengan daya 127,6 watt pada kecepatan putaran 50 rpm, 90,9 watt pada kecepatan 60 rpm, dan 67,4 watt pada kecepatan 70 rpm. Pada sistem transmisi menggunakan gear dan rantai sepeda tipe *single speed*. *Shaft* panggang menggunakan material *food grade* yaitu AS stainless 304 sebanyak 4

buah *shaft* yang dapat memuat 1 kg bahan panggangan.

2. Dalam satu kali proses produksi menggunakan bahan baku jagung pada kecepatan putaran 50 rpm mesin pemanggang ini menghabiskan energi listrik rata-rata 0,0347 kWh, pada kecepatan putaran 60 rpm menghabiskan energi listrik rata-rata 0,0275 kWh, dan pada kecepatan putaran 70 rpm menghabiskan energi listrik rata-rata 0,0229 kWh maka, penggunaan mesin pemanggang yang paling hemat konsumsi energi listriknya pada kecepatan putaran 70 rpm.

REFERENSI

1. Azmi, Arif, M., & Ramadani, D. M. Perancangan Alat Pemanggang Menggunakan Pendekatan Antropometri. *Jurnal Universal Teknologi*. 2021; 8-46.
2. Bagia, I. N., & Parsa, I. M. Motor - Motor Listrik. Kupang: Rasibook. 2018
3. Budiyanto, E., & Yuono, L. D. In Proses Manufaktur. Lampung: Laduny. 2021: 34
4. Irawan, A. Uji Kinerja Tungku Panggang. Tugas Akhir. Lampung: Universitas Lampung; 2016.
5. Maitra, G. M. Handbook Of Gear Design. New Delhi: McGRAW-Hill. 2001.
6. Maladzi, R., Prahasto, T., & Widodo, A. Analisis Kerusakan Bantalan Gelinding Dengan Variasi Kecepatan Putar Berdasarkan Pola Getaran Menggunakan Metoda Envelope Analysis. *Jurnal Teknik Mesin*, 2017; 32-41.
7. Paisal, Gunawan, Y., & Samhuddin. Analisa Perbedaan Ratio Sproket Pada Sistem Transmisi Rantai. Skripsi. Kendari: Universitas Halu Oleo; 2018.
8. Purviance, J. Weber's Ultimate Grilling: A Step-By-Step Guide to Genius. New York: Houghton Mifflin Harcourt. 2019.
9. Prima, A. Perancangan Alat Pemanggang Rotaring Grill Multi Guna Dengan Penggerak Motor Listrik. Tugas Akhir. Palembang: Universitas Tridianti Palembang; 2022.
10. Siswanto, J., Susantini, E., & Jatmiko, B. Fisika Dasar: Listrik Arus Searah dan Kemagnetan. Semarang: UPGRIS Press. 2018.
11. Wibowo, A. A. Rancang Bangun Alat Pemanggang Daging Sistem Tuas Menggunakan Metode Quality Function Deployment dan Pendekatan Antrophometri. Tugas Akhir. Pontianak: Universitas Tanjungpura; 2021.
12. Widhisreya, I. A. Rancang Bangun Alat Pemanggangan Tipe Putar Bolak-Balik Dengan Penggerak Motor Listrik. Tugas Akhir. Bali: Politeknik Negeri Bali; 2023.
13. Yamamoto. Handbook Of Chains. Boca Raton: CRC. 2005.
14. Zainuri, F., & Syuriadi, A. In Fundamental Power Train. Depok: PNJ Press. 2021: 30.