

# Rancang Bangun Mesin Sangrai Sampel Biji Kopi Elektrik Kapasitas 250 Gram

Heri Sungkowo<sup>a)</sup>, Rahman Azis Prasojo<sup>a)\*</sup>, Dinda Ayu Amalia<sup>a)</sup>, Rahmad Dwi Pramudya<sup>a)</sup>, Muhammad Fahmi Hakim<sup>a)</sup>, Bakti Indra Kurniawan<sup>a)</sup>, Sukamdi<sup>a)</sup>

(Artikel diterima : September 2023, direvisi Oktober 2023)

**Abstract:** Coffee is one of the beverages with a distinct flavor profile. Coffee production continues to grow in response to community demands. A wide variety of coffee flavors have been developed, necessitating an effective coffee processing method, such as roasting. While many coffee production processes employ roasting machines with high capacities, smaller industries may incur losses when using such machines due to their production needs, which involve creating new coffee flavor samples. To address these challenges, a solution is proposed: the creation of a drum-based coffee bean sample roasting machine that utilizes the convection method. The machine manufacturing process involves calculating the drum capacity, heater specifications, motor rotation, and air flow. A 2000 Watt heater is chosen, accompanied by a maximum drum capacity of 250 grams. The driving motor is a 12 V DC motor. The combined power of the motor components totals 1520 Watts, and the overall heating capacity can achieve temperatures of up to 300°C. Performance testing of the roasting machine is conducted under conditions where all components are functioning correctly. The final roasting results exhibit even distribution, with a preheating temperature range of 190-200°C for approximately 15 minutes roasting time.

**Keywords:** Coffee, roasting machine, coffee bean sample, heater, motor rotation, temperature..

## 1. Pendahuluan

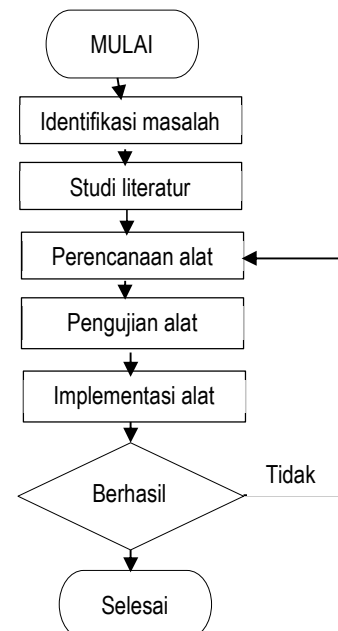
Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki pangsa pasar yang tinggi, serta disukai oleh seluruh kalangan masyarakat mulai dari anak muda hingga orang tua. Kota Malang merupakan salah satu daerah di Jawa Timur yang memiliki banyak skala industri yang bergerak di dunia perkopian. Industri kopi secara garis besar tergolong dalam tiga skala usaha, yang meliputi industri kopi skala kecil, menengah, dan besar. Beberapa sektor diantaranya telah menerapkan penggunaan teknologi secara baik dan optimal. Namun di berbagai tempat lainnya masih menggunakan proses tradisional dalam sangrai biji kopi. Kebutuhan konsumsi kopi terus meningkat setiap tahunnya, akan tetapi masih belum terpenuhi oleh berbagai skala industri, hal tersebut diakibatkan oleh proses penyangraian (*roasting*) yang masih manual, serta harga mesin yang masih mahal. Penyangraian kopi merupakan proses perpindahan panas serta adanya perubahan ukuran, warna, dan cita rasa pada biji kopi selama penyangraian menggunakan mesin sangrai, hal tersebut terjadi karena adanya reaksi yang terjadi, seperti pirolisis, oksiasi, dan karamelisasi [1]. Biji kopi menerima perpindahan panas secara konveksi dari udara sekitar dan memiliki waktu untuk menerima lebih banyak pemanasan [2]. Untuk mendapatkan biji kopi yang berkualitas dibutuhkan proses sangrai yang terkendali melalui implementasi mesin sangrai. Kualitas kopi ditentukan pada rasa dan aroma selama proses penyangraian yang terkendali dan teratur [3].

Saat ini telah tersedia mesin sangrai biji kopi modern dalam skala industri kecil yang memiliki berbagai keunggulan, akan tetapi dengan segi harga dan daya yang tinggi, serta kemampuan penyangraian selama 20 menit, dengan hasil yang belum merata [4]. Selain itu, mesin biji kopi berbasis *fluid bed roasting*, memiliki kemampuan dalam sangrai lebih cepat, serta menggunakan metode konveksi.

Akan tetapi mesin sangrai dengan sistem ini memiliki konstruksi yang lebih kompleks, sehingga perawatannya yang lebih sulit [5] Mesin dengan kapasitas yang kecil memiliki prospek yang baik, terutama pada usaha kecil UMKM, seperti kafe, rumah tangga, dan lain sebagainya sehingga mampu meningkatkan kualitas biji kopi. Oleh karena itu perencanaan dan pengembangan mesin sangrai biji kopi bertujuan untuk menghasilkan mesin sangrai dengan harga yang relatif lebih murah dengan kapasitas pengolahan yang relatif kecil, agar data dikembangkan lebih lanjut menjadi produk biji kopi yang berkualitas untuk digunakan secara mandiri maupun skala industri kecil. Mesin sangrai biji kopi terdiri dari lima komponen penting yang meliputi drum, pemanas, motor listrik, putaran dan kapasitas drum [6]

## 2. Metodologi

### 2.1 Flowchart Perancangan Alat dan Penjelasan

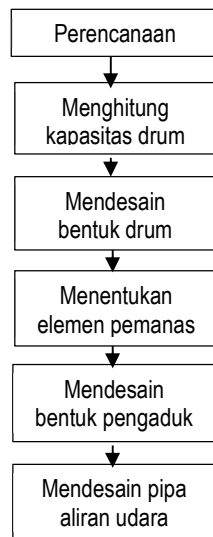


Korespondensi: [rahmanazisp@polinema.ac.id](mailto:rahmanazisp@polinema.ac.id)  
Prodi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang  
Jalan Soekarno-Hatta No. 9 Malang 65141

Keterangan:

1. Mulai  
Persiapan awal ini ditujukan untuk mencari sumber informasi tentang sistem dan komponen apa saja yang akan digunakan.
2. Identifikasi Masalah  
Sebelum meneliti sesuatu, identifikasi topik atau masalah harus jelas terlebih dahulu. Tanpa identifikasi yang kuat dan matang, penelitian akan mudah dipatahkan.
3. Studi Literatur  
Metode ini dilakukan dengan cara mencari referensi yang relevan dengan permasalahan untuk dijadikan sebagai landasan dari penelitian
4. Perencanaan Alat  
Perencanaan pembuatan alat seperti desain alat, pemilihan komponen yang akan digunakan
5. Pembuatan Alat  
Setelah sudah terpenuhi maka pembuatan alat bisa dilakukan sesuai dengan prinsip kerja dan desain alat yang sudah dibuat
6. Pengujian Alat  
Setelah alat selesai dibuat dilakukan pengujian alat apakah sudah bekerja dengan baik sesuai dengan cara kerja alat yang sudah dibuat
7. Implementasi Alat  
Setelah alat diuji maka alat diidentifikasi bila terjadi kendala akibat kesalahan pada alat bagaimana cara mengatasi kesalahan yang terjadi.

## 2.2 Flowchart Perencanaan Alat



GAMBAR 2.2 FLOWCHART PERENCANAAN ALAT

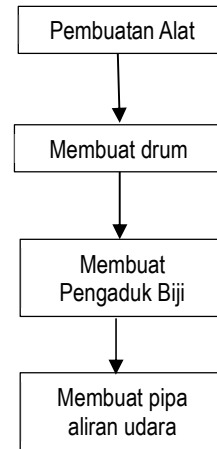
Keterangan :

1. Menentukan kapasitas drum untuk sangrai biji kopi 250gr agar proses sangrai bisa berjalan dengan baik
2. Setelah kapasitas diketahui desain bentuk drum dibuat agar tidak salah dalam pembuatan.
3. Setelah menentukan desain drum maka element pemanas drum bisa ditentukan dari kapasitas dan

bentuk drum

4. Setelah pemanas ditentukan maka pengaduk di desain agar sesuai dengan bentuk drum dan berfungsi agar biji kopi bisa matang merata
5. Setelah itu aliran menentukan arah aliran udara agar pemanasan biji kopi bisa maksimal

## 2.3 Flowchart Pembuatan Alat

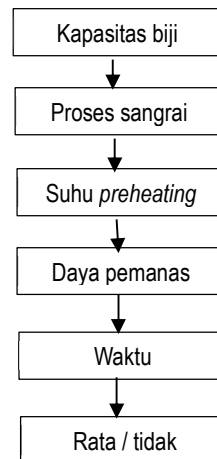


GAMBAR 2.3 FLOWCHART PEMBUATAN ALAT

Keterangan :

1. Pertama kali drum dibuat sesuai dengan kapasitas dan desain yang sudah dibuat
2. Setelah itu membuat pengaduk biji kopi sesuai dengan desain
3. Lalu membuat pipa aliran udara panas sesuai dengan desain yang sudah dibuat

## 2.4 Flowchart Pengujian Alat



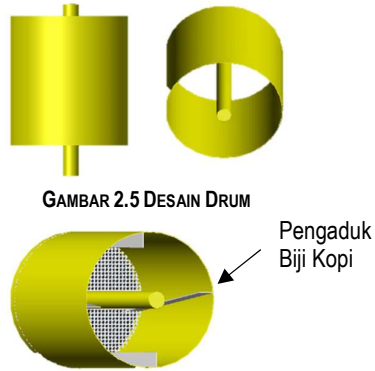
GAMBAR 2.4 FLOWCHART PENGUJIAN ALAT

Keterangan :

1. Kapasitas biji yang digunakan minimal 100 gram dan maksimal 250 gram
2. Setelah biji kopi dimasukkan ke dalam mesin sangrai,

maka proses sangrai dapat dilakukan dengan melakukan pengaturan pada suhu preheating, daya pemanas, waktu penyangraian, hingga mendapatkan hasil biji kopi yang merata atau tidak.

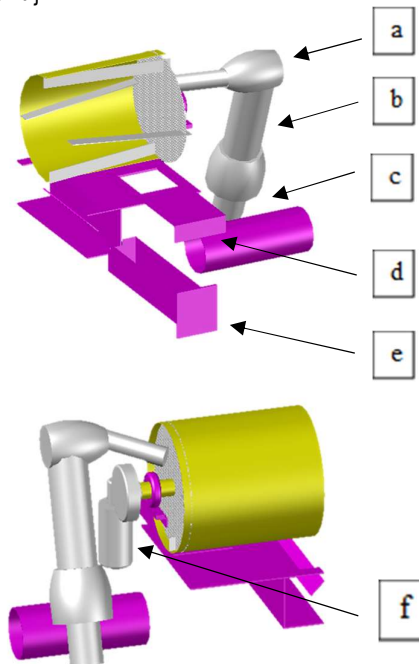
## 2.5 Desain Alat



GAMBAR 2.5 DESAIN DRUM

GAMBAR 2.6 DESAIN PENGADUK BIJI KOPI

Pada mesin sangrai dibuat dengan silinder drum tidak ikut berputar, sehingga dalam meratakan biji kopi diperlukan sistem pengaduk agar biji kopi bisa merata. Pengaduk dibuat dengan bahan stainless steel *foodgrade* ukuran 1 mm yang berada di dinding drum untuk mengaduk biji kopi dan mendorong biji kopi ke tempat keluar biji

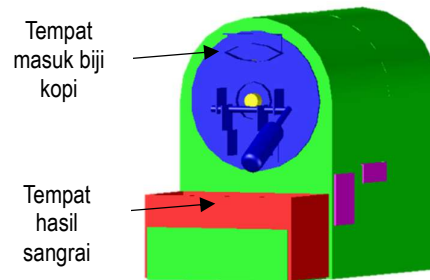


GAMBAR 2.7 DESAIN PIPA ALIRAN UDARA

Keterangan :

- a. : Pipa aliran udara masuk
- b. : Tempat elemen pemanas
- c. : Tempat kipas elemen
- d. : Pengatur udara keluar

- e. : Tempat kulit ari biji kopi
- f. : Motor penggerak drum

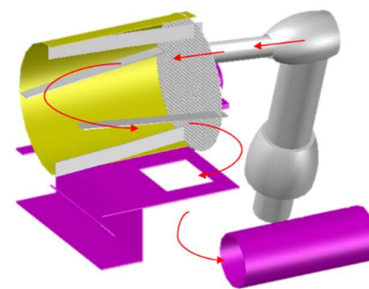


GAMBAR 2.8 DESAIN KESELURUHAN

a. Penjelasan desain alat

- Desain drum mesin sangrai untuk bagian drum menggunakan plat *stainless steel food grade* [7] dengan ketebalan 1 mm dengan ukuran keseluruhan diameter 9 cm dan tinggi drum 20 cm
- Bagian pipa dibuat dengan pipa *stainless steel foodgrade* yang akan dibentuk dan di las sesuai dengan desain agar aliran udara dapat maksimal
- Penopang mesin sangrai akan dibuat dengan besi yang dilapisi dengan stainless steel agar mesin aman digunakan.
- Putaran pengaduk digerakkan oleh motor DC 12V yang disambungkan ke poros pengaduk.

## 2.6 Pipa Aliran Udara



GAMBAR 2.9 PIPA ALIRAN UDARA

Aliran udara menjadi bagian yang sangat penting dalam mesin sangrai ini karena mesin ini menggunakan aliran udara panas untuk proses sangrai biji kopi maka pipa aliran udara ditentukan agar proses sangrai biji kopi berjalan dengan baik. Pada gambar diatas terlihat bahwa pada saat pengaduk biji kopi berputar searah jarum jam maka biji kopi akan cenderung berada di kiri sisi kiri sehingga arah aliran udara panas langsung mengenai biji kopi, serta aliran udara panas akan berputar didalam drum sehingga biji kopi bisa menerima panas secara menyeluruh. Setelah udara berputar di dalam drum, maka udara panas akan menuju pipa pembuangan melalui sekat yang dapat mengatur besar udara yang keluar.

Drum sangrai membutuhkan kipas karena sistem sangrai biji kopi menggunakan aliran udara panas jika tidak ada kipas maka

biji kopi tidak bisa disangrai dengan baik. Aliran udara yang terlalu kecil kurang baik, karena dapat menyebabkan biji kopi kurang mendapat panas yang merata, sebaliknya jika aliran yang terlalu tinggi menyebabkan udara yang panas terlalu cepat mengalir keluar menyebabkan kurang efektifnya dalam proses sangrai biji kopi. Spesifikasi kipas yang digunakan, 220 V, 20 W, 50 Hz, debit aliran 140m<sup>3</sup>/jam.

### 3. Pembahasan

#### 3.1 Perhitungan Awal

##### 3.1.1 Perhitungan Drum

Kapasitas drum mesin sangrai dapat dihitung, dengan berat biji kopi yang digunakan adalah robusta yang ada di pasaran sebagai sampel menggunakan 250 gram dengan kepadatan, berdasarkan tabel kepadatan lampiran 1, sebesar 720 kg/cm<sup>3</sup>

Untuk mencari volume biji kopi dicari dengan rumus diatas dimana berat biji kopi 250 gr dan kepadatan biji kopi 720g/mL maka:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{250}{720} \\ = 0,347 \text{ cm}^3$$

Didapat volume biji kopi 0,347 Liter. Kenaikan volume biji kopi mentah setelah dilakukan penyangraian adalah 1,5 kali dari volume asalnya, maka volume total biji kopi setelah di sangrai 0,520 liter. Untuk mengantisipasi perbedaan kepadatan biji kopi, Faktor keamanan yang dipertimbangkan adalah 2 dan factor koreksi adalah 1,1 [8]. Maka volume drum sangrai setelah dihitung adalah

$$V = 0,347 \text{ cm}^3 \\ V_{\text{drum}} = 0,347 \text{ cm}^3 \times 1,5 \\ = 0,520 \text{ L}$$

$$V_{\text{total}} = 0,520 \text{ cm}^3 \times 2 \times 1,1 \\ = 1,144 \text{ L}$$

1,144 Liter, dan dibulatkan menjadi 1,2 liter. Untuk dimensi drum sangrai agar mendapat volume 1,2 Liter adalah lebar drum 20 cm, diameter drum 9 cm.

##### 3.1.2 Kecepatan Putaran Drum.

Kecepatan optimal putaran pengaduk ditentukan dengan jari – jari drum adalah 0,045 m maka:

$$D_s = \frac{30}{3,14} \times \sqrt{\frac{9,81}{0,045}} = 141 \text{ rpm}$$

Didapat kecepatan untuk pengaduk biji kopi adalah 141 rpm. Umumnya mesin sangrai di desain dengan kecepatan maksimal 25% lebih lambat dari nilai rpm [9], sehingga kecepatan maksimal yang dipilih

$$RPM = D_s \times (100\% - 25\%) \\ = 141 \times 75\% \\ = 105 \text{ rpm}$$

Berdasarkan perhitungan kecepatan maksimal yang dipilih dan disesuaikan di pasaran adalah 100 rpm.

Sementara torsi yang dibutuhkan dapat dihitung dengan total berat biji dan drum pengaduk setelah diukur [9] sebesar 1,5 kg dengan jari – jari drum 0,045 m, Maka:

$$T = m_d \times g \times r = 1,5 \times 9,81 \times 0,045 = 0,662 \text{ N/m}$$

Berdasarkan perhitungan, maka dipilih motor DC brushed dengan spesifikasi 12 V, 10 A, 100 rpm, dan torsi 3,5 N/m. Motor

jenis ini dipilih karena kapasitas torsi motor telah memenuhi perhitungan, sehingga mampu memutar pengaduk biji kopi.

##### 3.1.3 Perhitungan Pemanas

Energi yang dibutuhkan untuk memanaskan drum sangrai dan biji kopi dengan kapasitas panas yang dibutuhkan untuk mengetahui berat drum yang telah diukur sebesar 1,25 kg dengan berat biji kopi 0,25 kg dan suhu drum didesain untuk mampu mencapai suhu maksimal sebesar 300°C dengan suhu ruangan sekitar 30°C [10]. Proses penyangraian dilakukan dengan adanya pengaruh antara suhu dan waktu dalam menghasilkan biji kopi yang sesuai. [11]

a. Energi untuk memanaskan udara dalam ruang silinder penyangraian :

$$Qu = 1,2 \frac{0,24 (210 - 110)}{1000} \\ = 0,0288 \text{ MJ}$$

b. Energi untuk menaikkan suhu kopi :

$$Qu = 0,25 \frac{0,51 (150 - 105)}{1000} \\ = 0,0057 \text{ MJ}$$

c. Energi panas untuk penguapan :

$$Qe = 0,0325 \times 2260/1000 \\ = 0,073$$

d. Energi total untuk memanaskan udara dan bahan pada proses penyangraian :

$$Q_{\text{total}} = 0,0288 + 0,0057 + 0,073 \\ = 0,1075 \text{ MJ} \\ = 10,75 \times 10^6 \text{ J}$$

Sehingga perhitungan daya elemen pemanas :

$$W = \frac{10,75 \times 10^6}{3600} \\ W = 2980 \text{ Watt}$$

Posisi elemen pemanas berada di luar tabung mengakibatkan kalor dari elemen pemanas sangat banyak yang terbuang ke lingkungan. Konsekuensinya daya elemen pemanas harus diperbesar untuk menanggulangi jumlah kalor yang terbuang ke lingkungan. Jika diasumsikan kalor dari elemen pemanas yang berhasil masuk ke tabung sebesar 50% [11]. Maka elemen pemanas sebesar 1490 Watt. Berdasarkan ketersediaan daya elemen pemanas di pasaran, maka diambil elemen pemanas dengan daya 2000 Watt 220 V H & L PRO Black Series Heat Gun HL.

##### 3.1.4 Perhitungan Pengaman

Untuk mengamankan alat dari konsleting arus listrik maka diperlukan pengaman yaitu berupa pemutus [12]. Pemutus yang dipakai adalah thermal circuit breaker, karena ukurannya yang kecil dan memiliki cara kerja sama seperti thermal circuit breaker yaitu saat terjadi konsleting akan memutus tegangan dari sumber dan jika ingin menghubungkan kembali tidak perlu mengganti dengan yang baru, cukup menaikkan tombol on off pada thermal circuit breaker. Berdasarkan PUIL 2011 bahwa untuk menentukan seberapa besar thermal circuit breaker dihitung dari beban maksimal masing – masing peralatan. Dengan daya total maksimal keseluruhan komponen yang terukur saat mesin sangrai bekerja sebesar 1520 Watt meliputi pemanas, motor, kipas, dan Arduino. Perhitungan pengaman sesuai 2000 SNI 04-0225-2000 halaman

183 [13], bahwa nilai pengenal atau setelan gawai proteksi hubung pendek, tidak boleh melebihi nilai terbesar dihitung menurut tabel 10 :

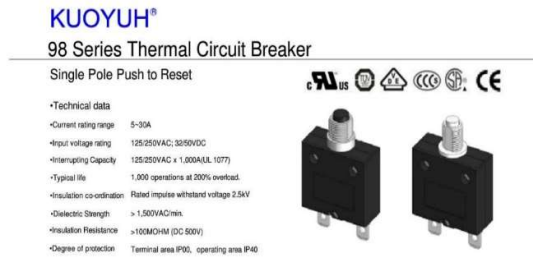
**TABEL 3.1 NILAI PENGENAL ATAU SETELAN TERTINGGI GAWAI PROTEKSI SIRKUIT MOTOR TERHADAP HUBUNG PENDEK**

Jenis motor	Prosentase arus beban penuh	
	Pemutus sirkit %	Pengaman lebur %
Motor sangkar atau serempak, dengan pengasutan bintang segitiga., langsung pada jaringan, dengan reaktor atau resistor, dan motor fase tunggal	250	400
Motor sangkar atau serempak, dengan pengasutan autotransformator, atau motor sangkar reaktans tinggi.	200	400
Motor rotor lilit atau arus searah	150	400

$$I_n = 1520 \div 220 = 6,91 \text{ A}$$

$$A = 250\% \times I_n = 250\% \times 6,9 = 17,27 \text{ A}$$

Maka thermal circuit breaker pada komponen dipilih dengan rating arus 8 A. Pemilihan rating arus pemanas 8A, dikarenakan telah memenuhi standart nilai diatas  $I_n$  dan meminimalisir kebutuhan biaya yang dibutuhkan.



**GAMBAR 3.1 KATALOG THERMAL CIRCUIT BREAKER**

### 3.1.5 Perhitungan Kabel

Dalam melakukan perhitungan serta pemilihan pada sistem kelistrikan mesin sangrai biji kopi maka perlu adanya blok diagram, dan *single line*, serta *wiring diagram* sistem guna mempermudah dalam melakukan susunan perhitungan dan pemilihan kabel pada masing-masing komponen. Tercantum pada gambar 3.2.

Kabel untuk semua komponen juga perlu ditentukan agar dapat menghantarkan arus dengan baik, sehingga dapat bekerja secara maksimal. Ukuran kabel dapat dibedakan sesuai dengan arus yang melewati kabel. Daya total semua komponen yang terukur 1520 Watt.

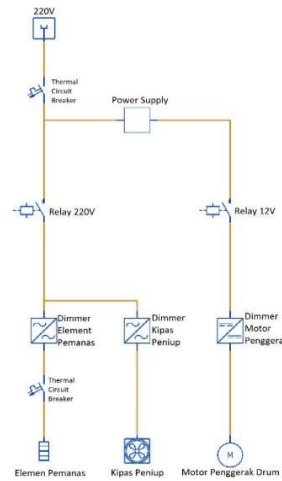
#### Perhitungan kabel dari sumber menuju thermal circuit breaker utama :

Menurut SNI 0225 : 2011 halaman 51 [14], perhitungan  $KHA_{kabel}$  adalah 125% arus nominal beban penuh motor.

$$KHA_{kabel} = 125\% \times \text{Arus nominal}$$

$$KHA_{kabel} = 125\% \times 6,91 = 8,63 \text{ A}$$

KHA kabel menuju thermal circuit breaker utama 8,63 A, maka dipilih kabel ELAND jenis HO5RN-F *Flexible Rubber Cable* 2 x 1 mm<sup>2</sup> untuk fasa dan netral.



**GAMBAR 10 SINGLE LINE DIAGRAM**

#### Perhitungan kabel thermal circuit breaker menuju power supply

Spesifikasi arus pada *power supply* = 5A

$$KHA_{kabel} = 125\% \times \text{Arus nominal}$$

$$KHA_{kabel} = 125\% \times 5 = 6,25 \text{ A}$$

KHA kabel menuju *power supply* 6,25 A, maka dipilih kabel NYAF 2 (1 x 0,75 mm<sup>2</sup>) untuk fasa dan netral dengan KHA 10 A.

#### Perhitungan kabel dari thermal circuit breaker menuju ke relay 220 V.

Spesifikasi arus relay 220 V = 10 A

$$KHA_{kabel} = 125\% \times I_n$$

$$KHA_{kabel} = 125\% \times 10 = 12,5 \text{ A}$$

KHA kabel thermal circuit breaker menuju relay 220 V sebesar 12,5 A, maka dipilih kabel NYAF 2 (1 x 1 mm<sup>2</sup>) untuk fasa dan netral dengan KHA 16A.

#### Perhitungan kabel dari power supply menuju ke relay 12 V

Spesifikasi arus pada relay 12 V = 10 A

$$KHA_{kabel} = 125\% \times I_n$$

$$KHA_{kabel} = 125\% \times 10 = 12,5 \text{ A}$$

KHA kabel menuju relay 12 V sebesar 12,5 A, maka dipilih kabel NYAF 2 (1 x 1 mm<sup>2</sup>) untuk fasa dan netral dengan KHA 16 A.

#### Perhitungan kabel relay 220V menuju dimmer elemen pemanas.

Spesifikasi I = 20 A

$$KHA_{kabel} = 125\% \times \text{Arus nominal}$$

$$KHA_{kabel} = 125\% \times 20 = 25 \text{ A}$$

KHA kabel sebesar 25 A, maka dipilih kabel NYAF 2 (1 x 2,5 mm<sup>2</sup>) untuk fasa dan netral dengan KHA 32 A.

#### Perhitungan kabel relay 12V menuju dimmer motor penggerak. Dimmer motor yang digunakan adalah dimmer PWM Speed Control

Spesifikasi arus pada dimmer PWM *speed control* = 20 A

$$KHA_{kabel} = 125\% \times \text{Arus nominal}$$

$$KHA_{kabel} = 125\% \times 20 = 25 \text{ A}$$

KHA kabel sebesar 25 A, maka dipilih kabel NYAF 2 (1 x 2,5 mm<sup>2</sup>) untuk fasa dan netral, dengan KHA 32 A

#### Perhitungan kabel dimmer menuju elemen pemanas.

Perhitungan pengaman sesuai dengan SNI 04-0225-2000 halaman 183.

Spesifikasi arus menuju elemen pemanas = 5,78 A

$$A = 250\% \times I_n$$

$$A = 250\% \times 5,78$$

$$= 14,45 A$$

Maka thermal circuit breaker pada komponen dipilih dengan rating arus 8 A, yang telah memenuhi standar nilai diatas  $I_n$  dan disesuaikan guna meminimalisir biaya,

$$KHA_{kabel} = 125\% \times I_n$$

$$KHA_{kabel} = 125\% \times 5,78 = 7,23 A$$

Maka dipilih kabel NYAF 2 (1 x 0,75 mm<sup>2</sup>) untuk fasa dan netral dengan KHA 10 A.

### Perhitungan kabel dimmer menuju kipas peniup

Spesifikasi arus menuju kipas peniup = 0,57 A

$$KHA_{kabel} = 125\% \times I_n$$

$$KHA_{kabel} = 125\% \times 0,57 = 0,71 A$$

KHA kabel dimmer menuju kipas peniup 0,71 A, maka dipilih kabel NYAF 2 (1 x 0,75 mm<sup>2</sup>) untuk fasa dan netral. dengan KHA 10 A.

### Perhitungan kabel dimmer menuju motor penggerak drum

Menggunakan Motor DC, dengan spesifikasi I = 10 A

$$KHA_{kabel} = 125\% \times I_n$$

$$KHA_{kabel} = 125\% \times 10 = 12,5A$$

KHA kabel dimmer menuju motor penggerak drum 12,5 A, maka dipilih kabel NYAF 2 (1 x 1 mm<sup>2</sup>) untuk fasa dan netral dengan KHA sebesar 16 A.

## 3.2 Pengujian Alat

Dalam pengujian ini dilakukan 14 kali dengan menggunakan biji kopi sebanyak 250 gram. Tabel pengujian penyangraian biji kopi pada Tabel 1, diperoleh bahwa pada seluruh pengujian, hanya pada pengujian ke-2 dan 9 yang menghasilkan biji kurang merata, hal tersebut diakibatkan karena pemanas awal yang terlalu tinggi. Sedangkan pada pengujian lainnya kondisi akhir setelah penyangraian menghasilkan biji kopi yang merata, karena rentang pemanas yang digunakan 500 watt, dengan waktu antara 11 hingga 15 menit. Pengujian ke-14 dilakukan dengan memasukkan biji kopi sebesar 100 gram, dengan daya pemanas 500 watt, menunjukkan hasil yang lebih cepat merata, hal tersebut karena kapasitas yang lebih kecil membuat biji kopi akan cepat merata. Daya rata rata mesin yang digunakan untuk penyangraian berkisar pada 0,85 Watt, dengan suhu preheating pada rentang 190°C - 200°C, serta pemakaian energi selama kurang lebih 15 menit dari hasil keseluruhan pemakaian energi listrik sebesar 0,22 kWh dalam satu kali penyangraian. Proses penyangraian mampu mencapai waktu lebih cepat dengan kapasitas biji kopi pada 100 gram

TABEL 3.2 KESELURUHAN HASIL PENYANGRAIAN

Uraian											
	Berat biji kopi (gram)	Preheat (°C)	Waktu (m)	RPM	Tegangan (V)	Daya Mesin (KW)	Arus (A)	E (kWh)	Pf	f	Hasil
Uji 1	250	175	15	100	212	0,92	5,45	0,23	0,8	50	Rata
Uji 2	250	145	11	100	212	0,95	5,08	0,22	0,86	50	Tidak rata
Uji 3	250	190	12	100	216	0,62	3,92	0,15	0,78	50	Rata
Uji 4	250	195	13	100	212	0,75	4,56	0,17	0,76	50	Rata
Uji 5	250	198	15	100	212	0,85	5,05	0,22	0,79	50	Rata
Uji 6	250	200	15	100	212	0,86	5,05	0,22	0,8	50	Rata
Uji 7	250	200	10	100	212	0,94	5,43	0,28	0,8	50	Rata
Uji 8	250	210	15	100	212	0,85	5,03	0,22	0,8	50	Rata
Uji 9	250	205	8	100	218	1	4,12	0,2	0,85	50	Tidak rata
Uji 10	250	190	15	100	216	0,92	5,3	0,24	0,8	50	Rata
Uji 11	250	180	15	100	213	0,82	4,81	0,21	0,8	50	Rata
Uji 12	250	200	15	100	218	0,89	5,04	0,23	0,8	50	Rata
Uji 13	250	200	11	100	218	0,97	5,05	0,23	0,8	50	Rata
Uji 14	100	190	8	100	212	0,82	3,85	0,11	0,8	50	Rata

### 3.2.1 Tabel Rekomendasi Penyangraian

Proses penyangraian secara umum menggunakan suhu 160°C hingga 250°C dengan rentang waktu 7-30 menit [15]

Berdasarkan hasil pengujian di dapatkan rekomendasi penyangraian yang sesuai.

TABEL 3.3. REKOMENDASI PENYANGRAIAN

Berat biji kopi (gr)	Lama Penyangraian (m)	Daya pemanas (kW)	Warna Biji Kopi	Hasil
100 > x > 200	8-10	0,5	Medium to Dark	Rata
200 > x > 250	12-15	0,5	Medium to Dark	Rata

## 3.3 Perhitungan Energi dan Rupiah Pemakaian Listrik per Siklus

Perhitungan kWh dihitung berdasarkan penyangraian yang dilakukan dalam satu hari

### 3.3.1 Perhitungan Energi

Pengujian dilakukan sebanyak 4x dalam satu siklus, dengan total hasil penyangraian sebanyak 1000 gram. Setiap 1x roasting, membutuhkan biji kopi dengan berat 250 gram. Sehingga total pemakaian energi listrik per jam sebagai berikut:

TABEL 3.4 PEMAKAIAN ENERGI PER SIKLUS

	Daya total mesin (kW)	Time (menit)
Uji 1	0,92	15
Uji 2	0,95	11
Uji 3	0,62	12
Uji 4	0,75	13
<b>Jumlah</b>	<b>0,81</b>	

Diketahui :

$$P = 0,81 Kw$$

Total waktu yang dibutuhkan :

$$t = 51 \text{ menit} = 0,85 \text{ jam}$$

$$E = P \times t$$

$$= 0,81 \times 0,85$$

$$= 0,689 \text{ kWh/jam}$$

Total energi yang dibutuhkan dalam satu siklus sebesar 0,689 kWh/jam, sehingga berdasarkan penetapan penyesuaian tarif tenaga listrik untuk skala rumah tangga 2200 VA sebesar Rp. 1444,70, maka perhitungan total rupiah :

$$0,689 \text{ kWh/jam} \times 1444,70 = \text{Rp. } 995,40$$

Sehingga total satu kali roasting membutuhkan biaya Rp. 995,40

### 3.4 Perhitungan Rupiah Pemakaian Listrik per 1 Kg Sangrai

1 Kg biji kopi = 1000 gram, sehingga proses penyangraian dilakukan sebanyak 4x dengan masing-masing total biji kopi 250 gram. Sehingga, menurut hasil pengujian secara keseluruhan daya maksimal yang dibutuhkan untuk menyangrai kopi 250 gram sebesar 0,97 kW, sedangkan daya minimum nya sebesar 0,67 Kw. Dengan rata rata waktu sebesar 15 menit. Maka:

Diketahui :

$$P_{\max} = 0,97 \text{ kW}$$

Total waktu keseluruhan :

$$t = 15 \text{ menit} = 0,25 \text{ jam}$$

$$E = P \times t$$

$$= 0,97 \times 0,25$$

$$= 0,243 \text{ kWh/jam}$$

Total kWh yang dibutuhkan dengan  $P_{\max} = 0,97 \text{ kW}$  sebesar 0,243 kWh/jam, sehingga berdasarkan penetapan penyesuaian tarif tenaga listrik untuk skala rumah tangga 2200 VA sebesar Rp. 1444,70, maka perhitungan total rupiah :

$$0,243 \text{ kWh/jam} \times 1444,70 = \text{Rp } 351,00 / 250 \text{ gram}$$

Sehingga total 1 Kg sangrai biji kopi dengan daya maksimum membutuhkan biaya:

$$\text{Rp } 351,00 \times 4 = \text{Rp } 1404,00 / \text{kg}$$

Sedangkan untuk penggunaan daya minimum dengan penggunaan biji kopi sebanyak 100 gram (kapasitas minimal mesin sangrai), maka :

Diketahui :

$$P_{\min} = 0,67 \text{ kW}$$

Total waktu keseluruhan :

$$t = 15 \text{ menit} = 0,25 \text{ jam}$$

$$E = P \times t$$

$$= 0,67 \times 0,25$$

$$= 0,168 \text{ kWh/jam}$$

Total kWh yang dibutuhkan dengan  $P_{\min} = 0,67 \text{ kW}$  sebesar 0,168 kWh/jam, sehingga berdasarkan penetapan penyesuaian tarif tenaga listrik untuk skala rumah tangga 2200 VA sebesar Rp. 1444,70, maka perhitungan total rupiah :

$$0,168 \text{ kWh/jam} \times 1444,70 = \text{Rp } 243,00 / 100 \text{ gram}$$

Sehingga total 1 Kg sangrai biji kopi dengan daya minimum pada penggunaan kapasitas minimum mesin, yakni 100 gram dengan total keseluruhan biji kopi 1000 gram, maka membutuhkan biaya:

$$\text{Rp } 243,00 \times 10 = \text{Rp } 2430,00 / \text{Kg}$$

## 4. KESIMPULAN

1. Hasil mesin sangrai sampel biji kopi yang telah dibuat dengan menggunakan bahan utama stainless steel food grade dengan ketebalan 1 mm, ukuran keseluruhan diameter 9 cm dan tinggi drum 20 cm, serta kemampuan putaran motor sebesar 100 Rpm.
2. Pemanas yang digunakan pada mesin sangrai sampel biji kopi dengan daya sebesar 1000 Watt, dan motor penggerak yang digunakan adalah jenis motor DC 12 V,

dengan daya 100 Watt.

3. Pengaman keseluruhan mesin yakni thermal circuit breaker utama dengan series 88 rating 8 A serta pengaman untuk pemanas dengan series 98 rating 8 A. Pemilihan kabel untuk menuju thermal circuit breaker utama menggunakan kabel jenis HO5RN-F Flexible Rubber Cable yang dipasang secara multi core dengan isi 2 inti untuk kabel fasa dan netral . Sedangkan kabel yang menuju ke power supply dengan jenis NYAF 10 A, thermal circuit breaker menuju ke Relay 220 V dengan KHA 16 A, power supply menuju relay 12 V dengan KHA 16 A, Relay 220 V menuju dimmer elemen pemanas dengan KHA 32 A. Relay 12 V menuju dimmer motor penggerak dengan KHA 32 A. Dimmer menuju elemen pemanas dengan KHA 10 A. Dimmer menuju kipas peniup dengan KHA 10 A. Dimmer menuju motor penggerak drum dengan KHA 16 A. Semua kabel menggunakan jenis NYAF dengan dua kabel, untuk fasa dan netral, serta dipasang secara single core
4. Pengujian dilakukan sebanyak 14x dengan hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan kapasitas maksimal mesin sebesar 250 gram proses sangrai membutuhkan suhu antara 190°C hingga 200°C untuk menghasilkan biji kopi yang merata. Daya yang dibutuhkan sebesar 500 Watt, dengan pemakaian daya dalam satu kali penyangraian sebesar 0,22 kWh, serta putaran motor konstan di 100 Rpm. Penggunaan mesin sangrai mampu melakukan penyangraian pada biji kopi dengan kapasitas minimal 100 gram, dan kapasitas maksimal sebesar 250 gram. Guna mencapai hasil biji kopi yang merata, maka suhu optimal yang digunakan pada rentang 190°C hingga 200°C dengan rentang waktu 11-12 menit

## 5. Daftar Pustaka

- [1] Sri Mulato, "perubahan fisis dan kimiawi biji kopi selama penyangraian," [www.cctcid.com](http://www.cctcid.com), 2021, Diakses: Nov 20,2022. [Daring]. Available <https://www.cctcid.com/2019/07/22/perubahan-fisis-dan-kimiawi-biji-kopiselama-penyangraian/>
- [2] Bolay K., H. K. (2010). Retrieved from Design of 300 Kg Coffee Roaster Roasting Innovation: <https://bae.okstate.edu/wp-content/uploads/2017/09/SD2010-2011-US-Rosters-Fall-Report.pdf>.
- [3] A. Thoriq, W. Kristian Sugandi, A. Yusuf, dan L. Hafidz Imaduddin, "MODIFIKASI MESIN ROASTING BIJI KOPI MEREK WILIAM EDISON TIPE W600I (STUDI KASUS PADA JAVA SUMEDANG COFFEE, KABUPATEN SUMEDANG, JAWA BARAT) MODIFICATION OF COFFEE BEANS ROASTING MACHINE WILIAM EDISON W600I (CASE STUDY AT JAVA SUMEDANG COFFEE, SUMEDANG DISTRICT, WEST JAVA)," 2020, doi: 10.23960/jtep-l.v9.i4.276-286
- [4] Fanny Ainunnisa, "EVALUASI KINERJA ALAT ROASTING KOPI," 2020.
- [5] D. Ariwibowo, S. Darmanto, J. Mrihardjono, M. Endy Yulianto, dan R. Sitawati, "INTRODUKSI TEKNOLOGI ROASTING UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS INDUSTRI KOPI ROBUSTA GUNUNG KELIR," 2020.

- [6] I. Sofi', "Rancangbangun Mesin Penyangrai Kopi dengan Pengaduk Berputar Coffee's Roaster Design Machine with Rotating Mixer," 2014
- [7] "SNI Mesin Sangrai Kopi Drum"
- [8] Coffee Navigated. (2019, April 15). Retrieved from Roasting basics: <http://coffeenavigated.net/roasting-coffee/>
- [9] R. Arifuddin, I. Mujahidin, dan Respati Wikantiyoso, dan U. Merdeka Malang Jalan Terusan Dieng No, "Sistem Kontrol Suhu dan Waktu Otomatis Mesin Roasting Kopi Portabel".
- [10] Burns. (2020). Retrieved from <https://www.burnsroasters.com/id/blog/jenis-mesin-sangrai-kopi/>
- [11] Rizki, F., Syafriandi, & Siregar, K. 2020. Modifikasi Model Rak Alat Pengereng Tipe Hybrid Pada Pengerengan Ikan Keumamah. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian, 5(1), 441-440
- [12] Feriyanto, Dwi. 2020. Perlindungan Terhadap Bahaya Hubung Singkat (*Dhort Circuit*) Pada Instalasi Listrik. Aisyah Journal of Informatc and Electrical Engineering.
- [13] Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2000). Badan Standardisasi Nasional.
- [14] Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011). Badan Standardisasi Nasional.
- [15] H. Adiguna dan B. Kusuma, "PERANCANGAN dan PENGEMBANGAN SISTEM MESIN ROASTING KOPI BERBASIS MIKROKONTROLER SKALA HOME INDUSTRI," 2021.