

**STUDI EKSPERIMEN TEMPERATUR, DAYA DAN WAKTU PADA PEMANAS
MESIN ROASTING KOPI OTOMATIS BERKAPASITAS 5 KG**

**(EXPERIMENTAL STUDY OF TEMPERATURE, POWER AND TIME IN 5 KG
CAPACITY AUTOMATIC COFFEE ROASTING MACHINE)**

Maulana Junianto^{1*}, Hadi Rahmad¹, Zulfa Khalida¹

¹Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang,
kampus kediri

Jl. Lingkar Maskumambang Kota Kediri

Email: maulanaj9b@gmail.com

ABSTRAK

Mesin roasting kopi merupakan sebuah mesin yang digunakan untuk menyangrai biji kopi agar matang. Prinsip kerja mesin ini adalah biji kopi dipanaskan dalam ruang sangrai yang berputar dengan suhu yang telah ditentukan, sehingga pemanasan bisa merata. Proses mesin roasting biji kopi dapat dilakukan pengaturan temperature, yang mana elemen pemanas alat menggunakan komponen Band Heater. Band Heater berbentuk seperti tabung dengan fungsi sebagai pemanas untuk memanaskan silinder dengan ukuran tertentu yang mempunyai kelebihan antara lain adalah suhu operasi tinggi, pemanasan cepat, efisiensi panas tinggi, ramah lingkungan, bahkan dan pemanasan akurat, dapat mengatur sistem kontrol otomatis.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat rancang bangun mesin roasting kopi yang terkendali menggunakan sistem pemanas elektrik tipe band heater dengan kapasitas 5 kg serta mengetahui pengontrolan temperature PID Rex-C100 pada mesin roasting kopi berkapasitas 5 kg. Penelitian ini menunjukkan kenaikan temperature tiap 10 menit selama proses roasting, grafik selisih temperature tiap 10 menit selama proses roasting, data hasil pengukuran suhu sistem pemanas, grafik hubungan antara temperature band heater terhadap aliran panas, perbandingan temperature band heater dengan ruang roasting, dan grafik daya yang dibutuhkan band heater.

Kata Kunci: Band Heater; Mesin Roasting Kopi; Temperature

ABSTRACT

A coffee roasting machine is a machine used to roast coffee beans so they are ripe. The working principle of this machine is that the coffee beans are heated in a rotating roaster chamber at a predetermined temperature, so that the heating can be evenly distributed. The process of the coffee bean roasting machine can be done by setting the temperature, in which the heating element of the tool uses the Band Heater component. Band Heater is shaped like a tube with a function as a heater to heat cylinders of a certain size which has advantages including high operating temperatures, fast heating, high heat efficiency, environmentally friendly, even and accurate heating, can set automatic control systems.

The purpose of this study was to design and build a controlled coffee roasting machine using an electric band heater type heating system with a capacity of 5 kg and to determine PID Rex-C100 temperature control in a coffee roasting machine with a capacity of 5 kg. This research shows the increase in temperature every 10 minutes during the roasting process, graphs of temperature differences every 10 minutes during the roasting process, data from heating system temperature measurements, graphs of the relationship between band heater temperature and heat flow, comparison of band heater temperatures with roasting chambers, and power graphs. what a band heater needs.

Keywords: Band Heaters; Coffee Roasting Machines; temperature

PENDAHULUAN

Sebagai produsen kopi, Indonesia adalah penghasil kopi terbesar ke- 4 di dunia pada 2017, namun secara ekspor masih menduduki peringkat ke- 7. (Nasution, 2018). Nilai ekspor produk kopi Indonesia ke pasar internasional (terutama UEA) pada 2020 tercatat sebesar USD 2,66 juta atau meningkat sebesar 22,44 persen dibandingkan tahun sebelumnya yang sebesar USD 2,17 juta. Tren positif ini menandakan permintaan yang

cukup kuat terhadap produk kopi meskipun di tengah kondisi pandemi Covid 19.

Di dalam negeri, kopi masih menjadi komoditi untuk diperjualbelikan dengan tingkat kenaikan pertumbuhan transaksi kopi yang signifikan. Berdasarkan data transaksi, hingga kuartal III 2020, volume transaksi kopi naik 63,06 persen (Year On Year) dengan kontribusi kopi terhadap total volume transaksi mencapai 33,4 persen. Total

transaksi kontrak komoditi di kuartal III 2020 lalu tercatat sebesar 1,24 juta lot, dengan kontrak size kopi jenis Robusta sebesar 5 ton dan Arabika sebesar 2 ton. (Satria, 2021)'

Pada saat ini, perkebunan kopi Indonesia mencakup total wilayah kira-kira 1,24 juta hektar, 933 hektar perkebunan robusta dan 307 hektar perkebunan arabika. Penanganan dan pengolahan biji kopi setelah panen memerlukan perhatian terhadap berbagai aspek yang dapat menjaga kualitas biji kopi. Salah satu yang terpenting adalah proses roasting. Mengontrol proses roasting relatif mudah jika biji kopi serupa dan seragam dalam ukuran, kepadatan, kadar air, tekstur, dan struktur kimia. Kualitas biji kopi dapat ditingkatkan apabila saat proses lamanya penyangraian dilakukan pada suhu yang tepat untuk mendapatkan kadar air dan tingkat keasaman yang sesuai dengan standar SNI 01-2983-1992 (Standar Nasional Indonesia, 1992) dan SNI 01- 3542-2004 (Standar Nasional Indonesia, 2004).

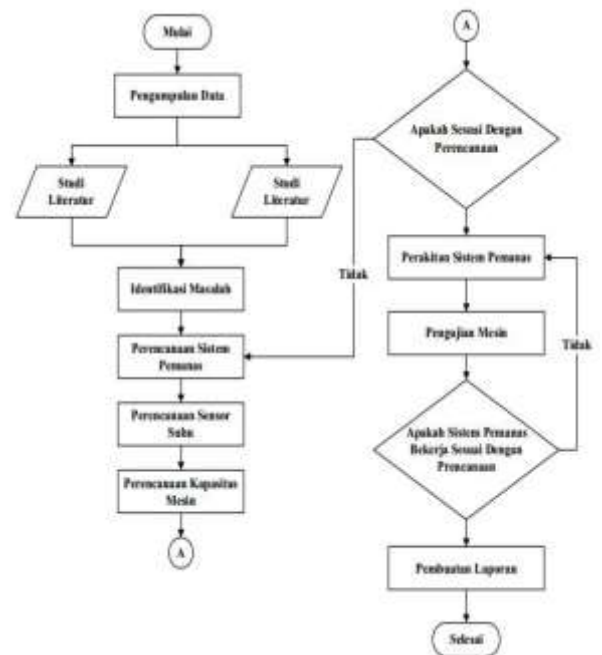
Untuk mengontrol kualitas, inovasi mesin roasting kopi diperlukan dalam memudahkan

pengolahan biji kopi. Proses roasting biji kopi dapat dilakukan dengan mengatur temperature, yang mana alat pemanas menggunakan komponen Band Heater. Band Heater berbentuk seperti tabung dengan fungsi sebagai pemanas untuk memanaskan silinder dengan ukuran tertentu. Dalam pemilihan pemanas, Band Heater mempunyai kelebihan antara lain adalah suhu operasi tinggi, pemanasan cepat, efisiensi panas tinggi, ramah lingkungan, bahkan dan pemanasan akurat, dapat mengatur sistem kontrol otomatis.

Berdasarkan masalah yang diuraikan diatas, penulis menyusun artikel yang berjudul “Studi Eksperimen Temperatur, Daya Dan Waktu Pada Pemanass Mesin Roasting Kopi Otomatis Berkapasitas 5 kg” yaitu untuk meningkatkan sistem pemanas pada mesin roasting biji kopi yang berkualitas, efektivitas dan efisiensi sehingga dapat menghasilkan produk yang berkualitas.

Material dan Metode

Metode pelaksanaan pada rancang bangun mesin *roasting* kopi otomatis berkapasitas 5 kg (Bagian sistem pemanas) sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Pelaksanaan

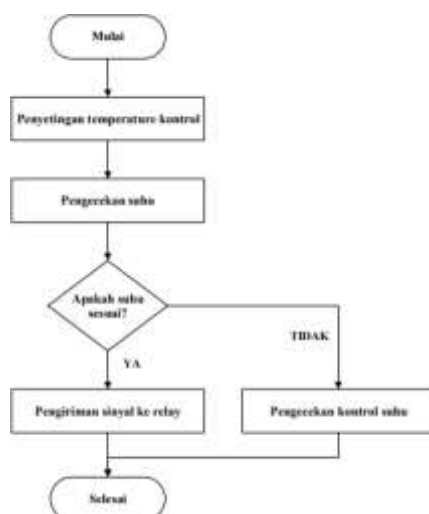
Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan setelah pengumpulan data melalui studi literatur dan observasi sehingga dapat ditentukan identifikasi masalah dari dua kegiatan tersebut. Identifikasi masalah pada mesin *roasting* biji kopi adalah kurangnya efisien sistem pemanas dan pengontrolan *temperature* PID Rex – C100 pada mesin *roasting* biji kopi berkapasitas 5 kg.

Hasil dan Pembahasan

Pembahasan pada rancang bangun sistem pemanas pada mesin *roasting* kopi berkapasitas 5 kg, dimana ada beberapa perhitungan yang direncanakan meliputi daya, waktu, *temperature*.

1.1 Standar Operasional Prosedur Sistem Pemanas



Gambar 3.2 Standar Operasional Prosedur Sistem Pemanas
Sumber: Penulis., 2022

Keterangan Standar Operasional Prosedur Sistem Pemanas Memulai merupakan tahap awal dalam melakukan operasional sistem pemanas. Penyetingan *temperature* kontrol untuk menentukan berapa tinggi suhu *band heater* yang akan dipakai dalam proses *roasting* biji kopi. Pengecekan *temperature* terbaca oleh sensor *thermocouple* yang diteruskan menuju pada *temperature controller*. Jika point value sesuai dengan set value maka arus akan mengalir melalui relay dan menyebabkan magnet aktif dan mengalirkan arus listrik ke beban atau pemanas. Jika operasional sistem *roasting* berjalan dengan lancar maka dinyatakan selesai..

1.2 Perancangan Sistem Pemanas

Perancangan sistem pemanas pada mesin *roasting* biji kopi berkapasitas 5 kg menggunakan jenis pemanas elektrik *Band Heater*, dikarenakan menyesuaikan bentuk dari ruang bakar biji kopi yang dipanaskan. Pemilihan jumlah *band heater* sebanyak 3 unit berdasarkan pertimbangan daya konsumsi sistem pemanas, yang dibahas pada uji kebutuhan daya listrik terhadap *temperature* pemanas. *Band Heater* memiliki spesifikasi sebagai berikut:



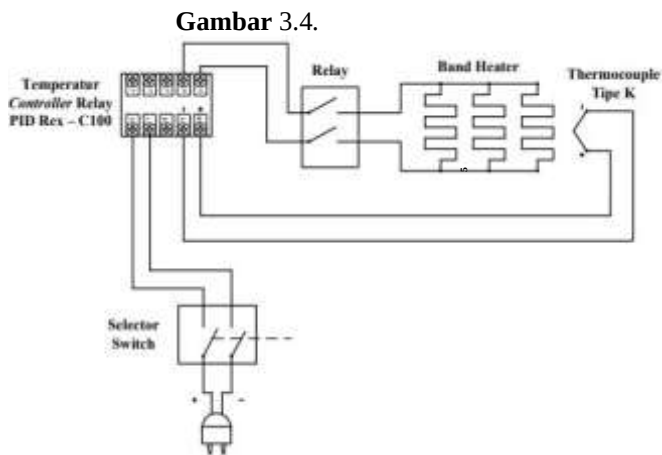
Sepesifikasi

Inner Diameter : 250mm
Tall :100 mm
Input Voltage: 220 Volt

Gambar 3.3 Band Heater

Sumber: Dokumen Penulis., 2022.

Konstruksi sistem pemanas mengikuti desain dari wire diagram yang ditampilkan pada



Gambar 3.4 Wire Diagram Sistem Pemanas

Sumber: Dokumen Penulis., 2022.

Komponen-komponen yang terdapat pada sistem pemanas yaitu sebagai berikut:

- 1) Selector Switch
- 2) Temperature Controller Relay PID Rex – C100
- 3) Relay
- 4) Band Heater
- 5) Thermocouple Tiper K

Cara kerja dari sistem pemanas yaitu jika *selector switch* ditekan pada posisi ON atau menyala maka arus listrik akan mengalir

melalui melewati *temperature controller* yang terhubung menuju *thermocouple* dan mengaktifkan sensor *thermocouple* yang terbaca melalui lcd *Temperature Controller* dengan begitu kitadapat mengetahui *temperature* yang terbaca oleh sensor *thermocouple*, lalu arus mengalir melalui relay dan menyebabkan magnet aktif dan mematikan arus listrik yang menuju pemanas (*band heater*).

1.3 Profil Sistem Pemanas Pada Mesin Roasting Biji Kopi

Kinerja sistem pemanas diuji dengan mengamati hasil pembacaan *temperature* pada lcd di *temperature* kontrol. Data awal untuk profil kinerja sistem pemanas ditentukan dengan pendekatan cepat waktu pemanasan (yang diatur di *control point*) terhadap kenaikan *temperature* tiap 10 menit. Data diolah pada Excel yang ditampilkan di **Tabel 3.1**

Data profil pengujian untuk sistem pemanas mesin *roasting* biji kopi didapatkan berupa nilai perbandingan antara *temperature band heater*, T_{BH} (diukur dengan *thermocouple*, dalam satuan $^{\circ}C$) dan *temperature* ruang *roasting* T_{RR} (diukur dengan termometer *gauge*, dalam satuan $^{\circ}C$). Data pada **Tabel 3.1** ditampilkan sebagai grafik hubungan antara kenaikan waktu tiap 10 menit terhadap perubahan *temperature* pada *band heater*, pada **Gambar 3.5**. Data kedua menampilkan nilai

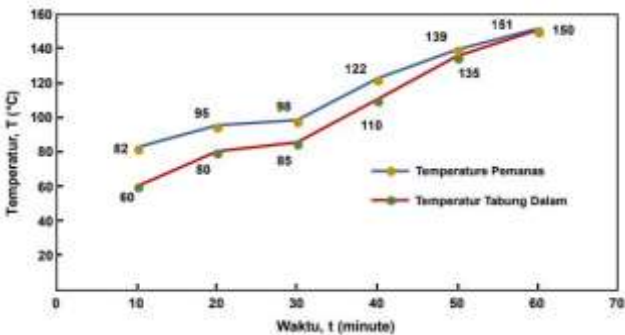
hubungan antara kenaikan *temperature band heater* terhadap *temperature* ruang *roasting*. Data profil kenaikan waktu pemanas tiap 10 menit dan kenaikan *temperature* sistem *roasting* disajikan dalam **Tabel3.1**.

Tabel 3.1 Data Hasil Pengukuran Suhu Sistem Pemanas

Waktu	Temperature Band Heater (T_{BH})	Temperature Ruang (T_{RR})
menit	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$
10	82	60
20	95	80
30	98	85
40	122	110
50	139	135
60	151	150

Sumber: Dokumen Penulis,2022

Dari hasil evaluasi, selisih *temperature* (ΔT , dalam satuan $^{\circ}C$) diperoleh dari nilai pengurangan T_{RR} terhadap nilai T_{BH} . Nilai perbandingan antara kenaikan waktu terhadap perubahan *temperature* secara keseluruhan (T_{BH} , T_{RR} dan ΔT) disajikan dalam Gambar 3.5 berupa grafik kebutuhan waktu terhadap perubahan *temperature*.



Gambar 3.5 Grafik Kenaikan *Temperature* Tiap 10 Menit Selama Proses *Roasting*
 Sumber: Dokumen Penulis, 2022

Perubahan nilai ΔT menunjukkan perubahan kondisi ruang *roasting* dari *temperature* ruang ke kondisi diatas *temperature* ruang.

Secara eksperimental, semakin besar nilai ΔT dapat dikaitkan dengan tidak adanya sisi ruang *roasting* yang berinteraksi dengan lingkungan luar atau ruang *roasting* tertutup (udara bebas, sistem *roasting* yang terbuka, atau kipas sirkulasi ruang *roasting*). Nilai ΔT juga dapat dikaitkan dengan morfologi tabung *roasting* yang berbentuk silinder dan berlapis kertas *nomex* dengan ketebalan 0,2 mm serta lapisan logam ruang *roasting* dengan ketebalan 2 mm, yang mana kondisi ini diilustrasikan pada Gambar 3.7.



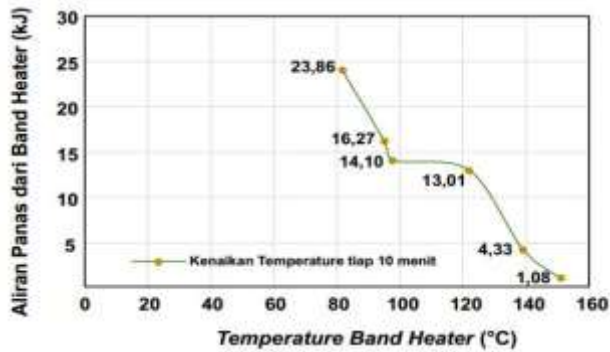
Gambar 3.7 Aliran Panas Suatu Dimensi Melalui Silinder Berlapis Pada Mesin *Roasting* Biji Kopi
 Sumber: Dokumen Penulis, 2022

Tabel 3.2 Data Komponen Sistem Pemanas

Bahan	Konduktifitas Termal (k)	Ketebalan (d)
Kertas Nomex	-0,00558	0,157 W/mK
ASTM A36 Steel	-0,0002	0,228 m

Sumber: Dokumen Penulis, 2022

Hal ini memberikan hubungan analisa secara termodinamik, yang mana berkaitan dengan aliran panas yang dilepas oleh *band heater*. Aliran panas yang dilepas oleh *band heater* menjalar secara konduksi melalui dinding silinder ruang *roasting*. Sehingga analisa panas menggunakan pendekatan aliran panas konduksi pada dinding termal berlapis yang berbentuk silinder. Aliran panas yang dilepas oleh *band heater* menjalar secara konduksi menuju ruang *roasting* dapat ditentukan dengan persamaan (2.1). Dari perhitungan tersebut, hubungan antara setiap kenaikan *temperature band heater* terhadap kenaikan aliran panas yang diberikan oleh *band heater* disajikan pada **Gambar 3.8**.



Gambar 3.8 Grafik Hubungan Antara *Temperature Band Heater* Terhadap AliranPanas

Sumber: Dokumen Penulis, 2022

Berdasarkan grafik diatas, kenaikan *temperature band heater* melepas semakin banyak kalor untuk menaikkan *temperature* ruang *roasting*. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai aliran panas dari *band heater*, qBH (dalam satuan kJ) yang bernilai positif. Aliran kalor bersumber dari *temperature* yang lebih tinggi, yang dihasilkan oleh band

heater, menuju ruang *roasting* yang memiliki *temperature* lebih rendah. Secara termodinamik, kondisi ini akan menuju ke kesetimbangan termal dimana kondisi keseluruhan adalah 0, kalor yang dilepas oleh *band heater* sebanding dengan kalor yang diterima oleh ruang pemanas. Kesetimbangan termal terjadi ketika tidak ada lagi aliran panas yang keluar masuk kedalam sistem ruang *roasting*.

Berikutnya, pengujian kelayakan proses *roasting* dilakukan dengan *temperature* diatas 100 °C, yang mana dengan rentang 100 °C – 150 °C. Selama proses pengujian, kondisi ruang *roasting* dalam keadaan kosong dan sistem tertutup (tidak ada celah). Data eksperimental proses *roasting* ditampilkan dalam **Tabel 3.3**.

Temperature Band Hataer (TBH)	Temper ature Ruang Roastin g (TRR)	Selisih Tempe rature (T)
°C	°C	°C
100	94	6
125	120	5
150	150	5

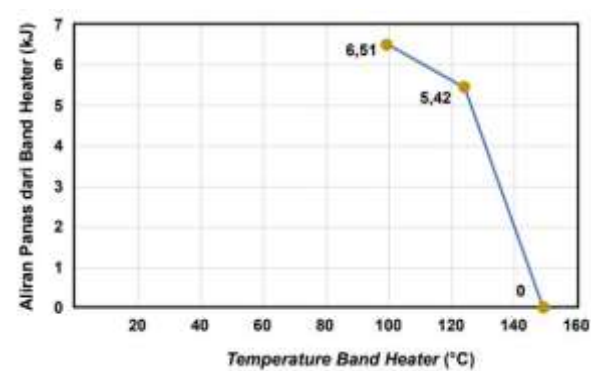
Tabel 3.3 Pengukuran Suhu Ruang *Roasting*

Sumber: Dokumen Penulis, 2022

Data ini didapat dengan cara memanaskan *band heater* hingga sesuai dengan set point yang ditentukan. Kemudian dapat dilihat perubahan *temperature band heater* pada lcd *temperature* kontrol dan untuk melihat *temperature* ruang *roasting* pada

thermometer *gauge*. Jika dilihat dari data diatas memang kenaikan *temperature* ruang *roasting* setelah *band heater* mencapai set point memiliki selisih *temperature*.

Dari hasil evaluasi **Tabel 3.3** diatas, selisih *temperature* (ΔT satuan $^{\circ}C$) diperoleh dari nilai pengurangan T_{RR} terhadap nilai T_{BH} . Nilai perbandingan antara kenaikan waktu terhadap perubahan *temperature* secara keseluruhan (T_{BH} , T_{RR} dan ΔT) disajikan dalam Gambar 3.9 berupa grafik kesetimbangan termal dari *temperature* 100 – 150 $^{\circ}C$.



Gambar 3.9 Grafik Kesetimbangan Termal Dari *Temperature* 100 – 150 $^{\circ}C$

Sumber: Dokumen Penulis, 2022

Berdasarkan **Gambar 3.9** dapat dilihat bahwa pengaruh seberapa tinggi *temperature band heater* akan semakin sedikit selisih *temperature* dari ruang *roasting*. Berikutnya, perbandingan *temperature* dan waktu pada proses *roasting*. Data perbandingan proses *roasting* ditampilkan dalam **Tabel 3.4**.

Tabel 3.4 Perbandingan *Temperature* dan Lama Waktu *Roasting*

Mekanisme Pemanasan	<i>Temperature</i>		Lama Waktu <i>Roasting</i>
		$^{\circ}C$	menit
Konvensional	Bahan Bakar Kayu	195 – 205	30
	Kompore OvenGas	190, 200, 210	5, 10, 15
	Pemanas Kumpan	220	19
Modern	Fluid-Bed Roaster	160 - 260	10
	Band Heater*)	80	195
	Band Heater**)	165	65

*) untuk 7 unit *band heater* **) nilai *temperature* dari perbandingan berbalik nilai
 Sumber: Dokumen Penulis, 2022

Dari **Tabel 3.4**, profil *temperature* menunjukkan bahwa kenaikan *temperature* pada proses *roasting* maka akan mempengaruhi lama waktu proses *roasting* biji kopi.

3.5.1 Kebutuhan Daya Listrik Terhadap *Temperature Band Heater*

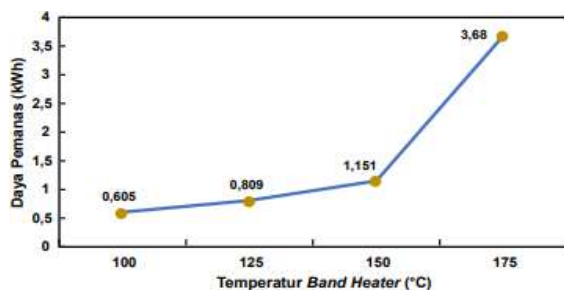
Untuk mengetahui kebutuhan konsumsi daya listrik saat proses *roasting*, pengukuran dilakukan menggunakan alat watt meter yang dihubungkan dengan sumberdaya listrik. Setiap kenaikan *temperature* pada *band heater* akan diikuti perubahan konsumsi daya. Hal ini dapat dibuktikan pada **Tabel 3.5**, tentang hasil pengukuran konsumsi daya terhadap kebutuhan perubahan *temperature* pada *bandheater*.

Tabel 3.5 Pengukuran Daya Yang Dibutuhkan

<i>Temperature Band Heater</i>	Daya yang dibutuhkan
°C	kWh
100	0,605
125	0,809
150	1,151
175	3,680

Sumber: Dokumen Penulis, 2022

Bedasarkan **Tabel 3.5**, semakin besar *temperature* yang digunakan maka semakin besar kebutuhan daya yang dibutuhkan. Nilai **Tabel 3.5** ditampilkan pada **Gambar 3.10**, yang menunjukkan pengaruh kenaikan *temperature* terhadap kebutuhan daya akan semakin meningkat ketika set point *temperature band heater* semakin tinggi.



Gambar 3.10 Grafik Daya Yang Dibutuhkan Band Heater

Sumber: Dokumen Penulis, 2022

Pada **Tabel 3.6**, pemilihan jumlah *band heater* berdasarkan perbandingan konsumsi daya terhadap *temperature roasting*. Terlihat semakin banyak penggunaan *band heater* maka konsumsi daya akan semakin tinggi, yang mana 9 *band heater* membutuhkan daya 2,7 kW untuk *temperature* 113 °C. Sedangkan pengujian kinerja mesin *roasting*

menggunakan 3 *band heater* menghasilkan *temperature* 150 °C dengan kebutuhan daya 1,151 kW.

Tabel 3.6 Pengukuran Daya Yang Dibutuhkan

Jumlah Band Heater	<i>Temperature</i>	Daya Konsumsi	Ref.
	°C	kW	
9	113	2,7	G. A. Nasir, dkk (2019)
7	80	2,16	Tim kami (2022)
3	150	1,151	

Sumber: Dokumen Penulis, 2022

Perbandingan kebutuhan daya listrik terhadap *temperature pemanas roasting* kopi ditampilkan pada **Tabel 3.7**. Terlihat penggunaan 7 *band heater* dengan *temperature* 80°C membutuhkan waktu yang lebih lama (195 menit) dibandingkan dengan 3 *band heater* yang menghasilkan *temperature* 175 °C, dengan waktu 65 menit.

Tabel 3.7 Perbandingan Daya Yang Dibutuhkan

Mekanisme Pemanas	Tem pera ture °C	Lama Waktu <u>Roasting</u>	Daya Listrik kWh
Pemanas Kumparan	200	19	No Inform ation
Fluid-bed Roaster	160	70	No Inform ation
Band Heater (7 unit)	80	195	2,16
Band Heater (Tim kami)	175	65	3,68

2. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut: Sistem kerja pemanas band heater pada mesin roasting kopi kapasitas 5 kg menghasilkan grafik kenaikan temperature tiap 10 menit selama proses roasting, grafik selisih temperature tiap 10 menit selama proses roasting, data hasil pengukuran suhu sistem pemanas, grafik hubungan antara temperature band heater terhadap aliran panas. Perbandingan Temperature band heater dengan ruang roasting, dan grafik daya yang dibutuhkan band heater. Serta, pembuatan Standar Operasional Prosedur SOP pada temperature PID Rex – C100 mesin roasting kopi kapasitas 5 kg dimana Cara kerja dari sistem kontrol yaitu jika saklar ditekan pada posisi ON atau menyala maka arus listrik akan mengalir melalui fuse lalu melewati saklar

yang terhubung menuju thermocouple dan mengaktifkan sensor thermocouple yang terbaca melalui thermocontroller dengan begitu kita dapat mengetahui temperature yang terbaca oleh sensor thermocouple, lalu arus mengalir melalui relay dan menyebabkan magnet aktif dan mengalirkan arus listrik ke beban atau pemanas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agastya, Dewa Gde Agung Putra, *Mesin Roasting Biji Kopi PorTabel Berbasis Mikrokontroler*. Yogyakarta, 2017
- [2] Bergman, Theodore L, *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, America: John Wiley & Sons, 2011
- [3] Furnivall, J.S., *Hindia-Belanda: Studi Tentang Ekonomi Majemuk*, Jakarta: FreedomInstitute, 2009
- [4] Inayah, A. Padlia Mustamin, "Rancang Bangun Kontrol Kwh Meter Satu Fasa Berbasis Internet of Things", Makasar, 2021
- [5] Nasution, Bhatara Bharah, *Specialty Kopi Indonesia*, Jakarta: Warta Ekspor, 2018
- [6] Nasir, Gamal Abdil, "Uji Kinerja Alat Penyangrai Kopi Tipe Silinder Menggunakan Band- Heater Sebagai Pemanas, "Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian.Vol 4, No 4, 2019
- [7] Oktasari, Indah Ningtyas, "Perkebunan

- Kopi Rakyat Di Jawa Timur 1920-1942”, *e-Journal Pendidikan Sejarah*. Volume2, No 1, 2014
- [8] Oktama, Irvan, “*Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis Polyethyleneterphtalate (Pet) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik*”, Jakarta, 2016
- [9] Panggabean, Tamaria, “*Karakteristik Mutu Biji Kopi Pada Proses Dekafeinasi*. Palembang. Pristianto, Eko Joni, *Sistem Pengendali Pemanas Pemanggang Kopi Menggunakan Logika*, 2017
- [10] Fuzzy. Bandung. Rahardjo P, *Paduan Budi Daya Dan Pengolahan Kopi Arabika Dan Robusta*, Jakarta: Jakarta Penebar Swadaya, 2012
- [11] Satria, Ari, “*Dorong Sosialisasi Dan Edukasi Perdagangan Berjangka Kopi, Kemendag Dukung Kolaborasi Jfx Dan Aeki*. Medan, 2021
- [12] Saputra, Ahmad Rizal, *Design Of Ship’s Automatic Fire Fighting System Using Programmable Logic Controller (PLC)*, Surabaya, 2018
- [13] Siswoputranto, P.S, *Kopi Internasional Dan Indonesia*. Yogyakarta: Kanisius, 1992
- [14] Sodri, Mohammad Ikhsan, “*Rancang Bangun Alat Fermentor Kopi Terkendali Menggunakan Pemanas Elektrik Tipe Band Heater*”, Jember, 2018
- [15] Trilaksana, Agus, “*Perkebunan Kopi Rakyat di Jawa Timur 1920-1942*”, *e-Journal Pendidikan Sejarah*. Vol2, No 1, 2014
- [16] Wulandari, Diah, “*Perancangan Sistem Pemanas Pada Rancang Bangun Mesin Pengaduk Bahan Baku Sabun Mandi Cair*”, Surabaya, 2014