

## Rancang bangun *prototype* tungku induksi untuk proses perlakuan panas

Muchamad Fajrin Darmawan <sup>a\*</sup>, Sulaeman Deni Ramdani <sup>b</sup>, Moch Fawaid <sup>c</sup>

Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten, Indonesia

\* Corresponding Author. Email: <sup>a</sup> [fajrindarmawan21@gmail.com](mailto:fajrindarmawan21@gmail.com);

<sup>b</sup> [s.deni.ramdani@untirta.ac.id](mailto:s.deni.ramdani@untirta.ac.id); <sup>c</sup> [fawaid80@gmail.com](mailto:fawaid80@gmail.com)

Received: 31 November 2020; Revised: 5 December 2020; Accepted: 31 December 2020

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk 1) Performansi dari tungku induksi yang digunakan untuk memanaskan benda uji berupa besi, *stainless steel* dan aluminium 2) Efisiensi tungku induksi dalam memanaskan benda uji berupa besi, *stainless steel* dan aluminium. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu eksperimental murni di mana data didapat dari hasil percobaan dan teknik pengumpulan datanya menggunakan instrument berupa lembar observasi. Data diperoleh dari pemanasan benda uji berupa besi, aluminium dan *stainless steel* menggunakan alat *thermocouple*. Pada saat uji performansi tungku induksi dilakukan 13 kali pembuatan tungku induksi, dari 13 kali pembuatan percobaan mendapatkan suhu tertinggi sebesar 650°C pada percobaan ketigabelas dan mengalami kegagalan pada percobaan kedua, kelima dan kesembilan di mana MOSFET mengalami kerusakan. 2). Efisiensi tungku induksi dalam memanaskan besi dengan berat 5 gram menghasilkan kalor sebesar 1302,57 joule dan menghasilkan daya sebesar 49.16 Watt. Efisiensi tungku induksi dalam memanaskan aluminium dengan berat 5 gram menghasilkan kalor 5,22 joule dan menghasilkan daya sebesar 0.029 Watt. Efisiensi tungku induksi dalam memanaskan *stainless steel* dengan berat 5 gram menghasilkan kalor sebesar 1440,52 joule dan menghasilkan daya sebesar 42.66 Watt. Jadi tungku induksi lebih efisien dalam memanaskan benda uji berupa besi, namun tungku induksi tidak efisien apabila digunakan untuk meleburkan benda uji dikarenakan suhu maksimalnya yang terlalu rendah dari titik lebur benda uji.

**Kata Kunci:** tungku induksi; suhu minimum; perlakuan panas

## Induction furnace prototype design for heat treatment process

**Abstract:** This research aims for 1). Performance of induction furnace used to heat test objects in the form of iron, stainless steel and aluminum 2). Efficiency of induction furnace in heating test objects in the form of iron, stainless steel and aluminum. The research method used in this study is purely experimental where data is obtained from the heating of test objects in the form of iron, aluminum and stainless steel by using a thermocouple and the data technique uses an instrument in the form of an observation sheet. 1). At the time of the induction furnace performance test was conducted 13 experiments, out of 13 tests got the highest temperature of 650o C on the thirteenth experiment and failed on the second, fifth and ninth trials where MOSFET was damaged. 2). Induction furnace in heating iron weighing 5 grams produces a calorific 1302.57 joules and produces 49.16 Watts of power. Induction furnace in heating aluminum weighing 5 grams produces a 5.22 joule calorific and produces 0.029 Watts of power. Induction furnace in heating stainless steel weighing 5 grams produces a calorific 1440.52 joules and produces 42.66 Watts of power. so the induction furnace is more efficient when it is heating test objects in the form of iron and the induction furnace cannot heat test objects that do not have magnetic properties.

**Keywords:** induction furnace; temperature minimum; heat treatment



**How to Cite:** Muchamad Fajrin Darmawan, Sulaeman Deni Ramdani, Moch Fawaid (2020). Rancang bangun prototype tungku induksi untuk proses perlakuan panas. *Jurnal Taman Vokasi*, 8(2), 37-46. doi:<http://dx.doi.org/10.30738/jtv.v8i2.8830>

## PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat di era globalisasi membuat akan penggunaan material logam semakin meningkat itu sebabnya industri pengecoran logam berupaya meningkatkan produksi, sehingga kebutuhan pasar terpenuhi. Dalam upaya meningkatkan produksi, industri pengecoran logam membutuhkan teknologi yang mendukung untuk menghasilkan produksi yang lebih besar. Komponen penting dalam proses peleburan logam salah satunya yaitu *furnace* atau tungku untuk meleburkan bahan baku. *Furnace* atau juga sering disebut tungku pembakaran adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk pemanasan. *Furnace* atau tungku untuk

meleburkan bahan baku *Furnace* atau juga sering disebut tungku pembakaran adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk pemanasan. *Furnace* sendiri dianalogikan sebagai keperluan industri yang digunakan untuk banyak hal, seperti pembuatan keramik dan peleburan logam (Rahmat, 2015).

Ada dua tipe jenis tungku pembakaran yang digunakan dalam dunia industri yaitu tungku konvensional berbahan bakar minyak bumi dan tungku pembakaran yang cara pemanasannya menggunakan energi listrik atau dikenal dengan tungku induksi, akan tetapi yang sering digunakan dalam industri yaitu tungku induksi dikarenakan tungku induksi tidak memerlukan bahan bakar minyak yang dapat menyebabkan polusi dan efisien dalam memanaskan logam (Rizal, Samantha and Rachmat, 2016; Sodiq and Ardiansyah, 2014; Aswardi, Candra and Saputra, 2019; Syahbardia, Somantri and Suryaman, 2018; Sutarya and Sartono, 2018). Tungku induksi merupakan salah satu produk teknologi yang sudah lama dibuat dan digunakan di dalam industri maupun rumah tangga. Pada masa perang dunia kedua, teknologi ini juga digunakan untuk keperluan peleburan dan pembentukan logam di dalam industri senjata atau alat-alat perang (Rudnev et al., 2018). Penggunaan furnace induksi dalam penelitian bahan memegang peranan penting yaitu untuk perlakuan panas pada bahan sekaligus untuk pemijaran dan pendinginan dengan suhu ruangan yang perlahan-lahan menjadi turun. Dalam mencairkan logam atau aluminium khususnya tungku listrik atau furnace induksi ini menggunakan pemanas induksi atau induction heater.

Pemanas induksi atau *induction heater* merupakan salah satu produk teknologi yang sudah lama dibuat dan digunakan di dalam industri maupun rumah tangga. Salah satu bentuk pemanas induksi yang kita temukan dalam kehidupan sehari-hari adalah kompor listrik atau kompor induksi. Pemanas induksi yang berbasis elektronika daya memiliki keterkaitan erat dengan frekuensi kerja, nilai tegangan, arus masukan dan bentuk benda yang akan dipanaskan (Zhulkarnaen, 2013). Masing-masing faktor tersebut memiliki pengaruh terhadap karakteristik panas yang dihasilkan. Pemanas induksi yang berbasis elektronika daya memiliki keterkaitan erat dengan frekuensi kerja, nilai tegangan, arus masukan dan bentuk benda yang akan dipanaskan. Masing-masing faktor tersebut memiliki pengaruh terhadap karakteristik panas yang dihasilkan. Bahan bakar yang selama ini digunakan pada tungku peleburan logam yaitu bersumber dari bahan bakar fosil dimana energi tersebut merupakan energi yang tidak terbarukan. Menggunakan bahan bakar yang tidak terbarukan sebagai sumber energi untuk peleburan logam memiliki kelemahan yaitu selain memiliki efisiensi yang tergolong rendah. Proses peleburan menggunakan bahan bakar akan menghasilkan partikel-partikel sisa asap yang dapat bercampur dengan komposisi logam yang dicairkan tersebut. Faktor keselamatan juga menjadi pertimbangan besar dikarenakan ketika proses peleburan berlangsung akan menghasilkan temperatur sangat tinggi, sehingga berbahaya bila terjadi kontak langsung (Muhammad Firman Hakiki, 2018). Penggunaan bahan bakar tidak terbarukan sebagai sumber energi dalam proses peleburan memiliki banyak kekurangan diantaranya efisiensinya yang rendah dan peleburan ini menghasilkan banyak partikel atau asap yang dapat merusak kandungan peleburan (Schlesinger, 2013).

Selain itu penggunaan bahan bakar dengan jenis seperti *bricket* batu bara, minyak bumi yang sumbernya terbatas dan diperlukan *cost* yang tidak sedikit. Oleh karena masalah dan situasi tersebut, maka perlu adanya penelitian untuk menciptakan tungku pembakaran yang tidak rumit, mudah untuk dipindahkan, harganya yang dapat bersaing, sehingga baik industri pengecoran skala rumah tangga ataupun skala laboratorium dapat menjangkaunya dan yang terpenting tidak menggunakan bahan bakar yang bersumber dari bahan bakar fosil, maka dibuatlah tungku induksi yang lebih efisien dan relatif murah karena tidak menggunakan bahan bakar fosil (Nugroho & Utomo, 2017). Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Adi et al., 2014) penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performansi dari tungku listrik yang digunakan untuk mencairkan logam aluminium terhadap suhu dari elemen panas yang dikeluarkan.

Pada penelitian ini mendapatkan hasil tungku tahanan listrik dapat menghasilkan suhu hingga 800° C, proses pencairan logam aluminium memerlukan waktu total 58 menit sedangkan secara teoritis hanya 54 menit 23 detik, efisiensi tungku 64,05% dengan daya listrik 3385,3 W. Hasil

penelitian yang dilakukan oleh (Muhammad Firman Hakiki, 2018) penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi tungku induksi dalam memanaskan 3 benda uji berupa besi, baja dan *stainless steel*. pada penelitian ini menghasilkan kalor besi sebesar 10.544,85 Joule dengan daya yang dibutuhkan sebesar 114,61 Watt, kalor baja didapatkan sebesar 10.597,35 Joule dengan daya yang dibutuhkan sebesar 102,88 Watt dan kalor *stainless steel* didapatkan sebesar 10,546,87 Joule dengan daya yang dibutuhkan sebesar 49,28. Dari kedua penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa tungku induksi lebih efisien dari pada tungku konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performansi *prototype* tungku induksi dan efisiensi *prototype* tungku dalam memanaskan benda uji.

## METODE

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian eksperimental (*eksperimen research*) dan menggunakan desain penelitian eksperimental murni. Penelitian eksperimental murni dilakukan untuk mengetahui adanya hubungan sebab akibat yang terjadi antar variabel-variabel dengan cara melakukan eksperimen terhadap variabel kedalam beberapa kondisi untuk mengetahui hasil hubungan sebab akibat tersebut. Penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan untuk mengamati hasil pemanasan *furnace* induksi dalam memanaskan benda uji berupa besi, aluminium dan *stainless steel* dan menghitung kalor dan daya yang digunakan *furnace* induksi dalam memanaskan benda uji, sehingga dapat menghitung efisiensi *furnace* induksi tersebut.

Teknik Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan lembar observasi dan alat *thermocouple*. Lembar observasi digunakan untuk mencatat hasil yang diperoleh dari pengujian benda uji berupa besi, *stainless steel* dan aluminium yang dipanaskan sampai suhu 600°C dan catat waktu pemanasan menggunakan *stop watch* dari suhu awal hingga suhu akhir, lakukan sebanyak 3 kali percobaan. Lembar observasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel. 1** Instrumen Penelitian

No	Benda Uji	Massa (gram)	Suhu Awal (°C)	Suhu Akhir (°C)	Waktu (s)
1.	Besi				
	<b>Rata-rata</b>				
2	Stainless steel				
	<b>Rata-rata</b>				
3	Aluminium				
	<b>Rata-rata</b>				

Data yang diperoleh dari pengujian benda uji yang dipanaskan sampai suhu 600°C dan catat waktu pemanasan menggunakan *stop watch* dari suhu awal hingga suhu akhir, lakukan sebanyak 3 kali percobaan. selanjutnya dapat dilakukan analisis data yaitu dengan melakukan pendataan berupa suhu rata-rata dari 3 kali percobaan dari benda uji dengan bantuan alat *thermocouple*. Data hasil pengujian selanjutnya dapat disusun dalam bentuk tabel dan grafik hubungan antara waktu pemanasan dan suhu maksimal benda uji. Setelah mendapatkan data dari hasil percobaan dapat dicari besarnya kalor dan daya benda uji dengan persamaan rumus sebagai berikut:

1. Rumus untuk mencari besarnya kalor benda uji

$$Q = m \times C_p \times \Delta T$$

Dimana :

m = Massa(Kg)

$\Delta T$  = Perubahan Suhu( $^{\circ}C$ )

$C_p$  = Kalor Jenis( $J/Kg^{\circ}C$ )

Sumber: (Nurachmandani, 2009)

2. Rumus untuk mencari daya yang dibutuhkan tungku induksi dalam memanaskan benda uji

$$P = \frac{Q}{\Delta T}$$

Dimana:

$P$  = Daya( Watt)

$\Delta T$  = Selisih Waktu (s)

$Q$  = Kalor(Joule atau  $Kg \frac{m^2}{s^2}$ )

Sumber: (Nurachmandani, 2009)

3. Rumus untuk mencari besarnya daya listrik pada kumparan induksi

$$E = V \times i \times t$$

Dimana:

$E$  = Daya Listrik (Wm)

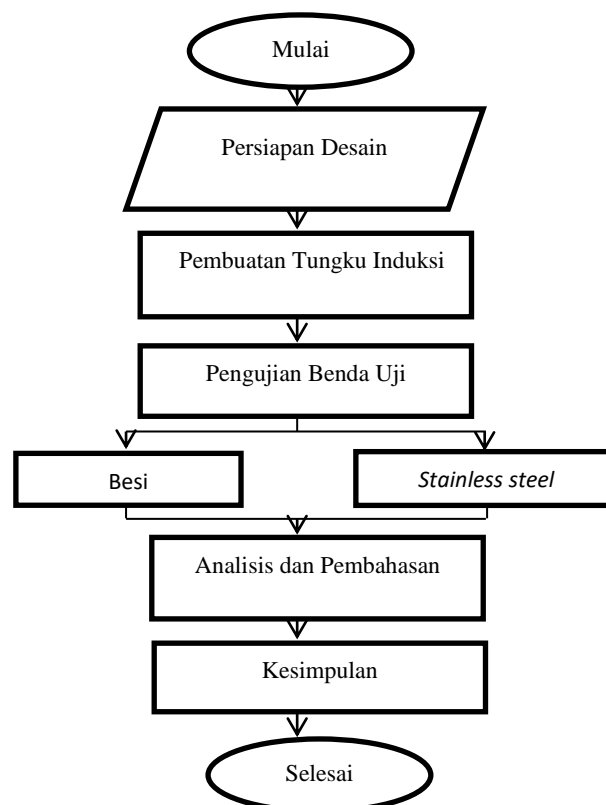
$i$  = Arus (A)

$V$  = Tegangan (Volt)

$t$  = Waktu (s)

Sumber: (Nurachmandani, 2009)

Penelitian ini dilaksanakan proses pembuatan tungku induksi dan pengujian tungku induksi dilakukan di luar bengkel Pendidikan Vokasional Teknik Mesin yang bertempat di Komplek Banjar Agung, Serang Banten. Pada proses penelitian ini ada beberapa tahap yang dilalui, hingga dilakukannya proses pembuatan dan proses pengujian alat yang dibuat ini. Untuk jelasnya bisa dilihat pada gambar 1 dibawah ini.

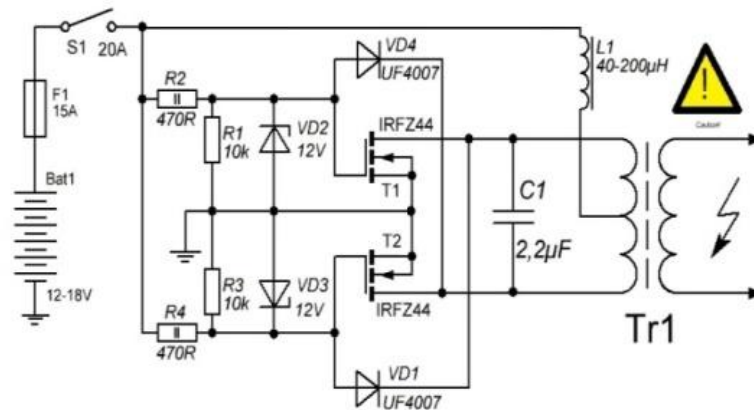


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perancangan Alat

Perancangan tungku induksi ini dengan cara merancang kelistrikan tungku induksi dan cover tungku induksi. Rangkaian kelistrikan yang tungku induksi gunakan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

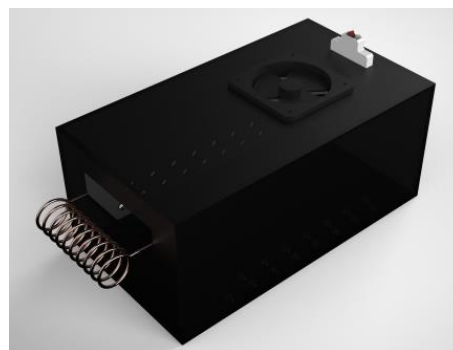


**Gambar 2.** Wiring Kelistrikan *Prototype* Tungku Induksi

Dari rangkaian kelistrikan tungku induksi diatas terdapat berbagai komponen yang digunakan diantaranya yaitu:

1. Power supply: Input AC 110V/220V dan Output DC 24V/10A
2. MOSFET tipe IRFP260N
3. Kapasitor 2,2  $\mu$ F
4. Resistor 10 (1/2 watt Metal Film)
5. Resistor 470  $\Omega$  (5 Watt)
6. Dioda schottky In4007 2 Ampere
7. Toroid 28  $\mu$ Henry
8. Dioda zenner 12 Volt

Cover Tungku induksi dibuat menggunakan akrilik dengan tebal 5,5mm. cover tungku induksi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 3.** Desain Tungku Induksi

Dimensi tungku induksi sebagai berikut:

1. Lebar 18,5 cm
2. Panjang 34 cm
3. Tinggi 15,5 cm
4. Diameter kumparan induksi 3 cm
5. Tebal kumparan induksi 3 mm
6. Saklar menggunakan *Miniature Circuit Breaker* (MCB) agar dapat melindungi rangkaian kelistrikan apabila terjadi kelebihan daya
7. Pendingin kelistrikan menggunakan kipas komputer

### Prinsip Kerja

Sebuah sumber listrik digunakan untuk menggerakkan sebuah arus bolak balik atau yang biasa disebut sebagai arus AC yang besar melalui sebuah kumparan induksi. Kumparan induksi ini dikenal sebagai kumparan kerja. Aliran arus yang melalui kumparan ini menghasilkan medan magnet yang sangat kuat dan cepat berubah dalam kumparan kerja.

Benda kerja yang akan dipanaskan ditempatkan dalam medan magnet ini dengan arus AC yang sangat kuat. Ketika sebuah beban masuk dalam kumparan kerja yang dialiri oleh arus AC, maka nilai arus yang mengalir akan mengikuti besarnya sesuai dengan nilai beban yang masuk Medan magnet yang tinggi dapat menyebabkan sebuah beban dalam kumparan kerja tersebut melepaskan panasnya, sehingga panas yang ditimbulkan oleh beban tersebut justru dapat melelehkan beban itu sendiri. Karena panas yang dialami oleh beban akan semakin tinggi, hingga mencapai nilai titik leburnya.

### Pengujian Tungku Induksi

Pada proses pengujian ini benda uji yang dipanaskan berupa besi, aluminium dan *stainless steel* dengan massa 5 gram. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan kalor yang dihasilkan dan daya yang dibutuhkan oleh tungku induksi untuk memanaskan benda uji.



**Gambar 4.** Benda Uji

**Tabel 2.** Hasil Pengukuran Benda Uji

No	Jenis Logam	Massa (gr)
1.	Besi	5
2.	<i>Stainless Steel</i>	5
3.	Aluminium	5

Dari hasil percobaan pemanasan dengan 3 kali dengan batas waktu 3 menit percobaan terhadap benda uji didapatkan hasil waktu percobaan seperti yang terlihat pada tabel 2, sehingga didapatkan rata-rata suhu pada besi 606,6 °C, *stainless steel* 605 °C dan aluminium 31,26 °C. buat aluminium tidak terjadi kenaikan suhu dikarenakan aluminium tidak memiliki medan magnet, sehingga tidak dapat dipanaskan menggunakan tungku induksi.

**Tabel 3.** Hasil Pengukuran Tungku Induksi

No	Benda Uji	Massa (gram)	Suhu Awal (°C)	Suhu Akhir(°C)	Waktu (s)
1.	Besi	5	30,3	608	25,14
			30,3	602	27,04
			30,3	610	27,34
<b>Rata-rata</b>			<b>30,3</b>	<b>606,6</b>	<b>26,5</b>
2.	<i>Stainless steel</i>	5	31,2	605	38,50
			31,2	608	29,16
			31,2	602	33,73
<b>Rata-rata</b>			<b>31,2</b>	<b>605</b>	<b>33,79</b>
3.	Aluminium	5	30,1	31,1	180
			30,1	31,7	180
			30,1	31,0	180
<b>Rata-rata</b>			<b>30,1</b>	<b>31,26</b>	<b>180</b>

**Perhitungan Kalor**

Data dari tabel 3. dapat dijadikan sebuah acuan untuk mengetahui berapa besar kalor yang terpakai untuk memanaskan benda uji, besar kalor yang dihasilkan oleh tungku induksi dapat dihitung dengan persamaan rumus, berikut ini hasil dari perhitungan benda uji berupa besi:

$$Q = m \times C_p \times \Delta T$$

Diketahui:

m:0,005 kg

Cp: 452 J/Kg°C

$\Delta T$ : 576,36°C

Jawab:

$$Q = 0,005 \times 452 \times 576,36$$

$$Q = 1302,57 \text{ Joule}$$

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Kalor

No	Jenis Logam	Massa (Kg)	Waktu (s)	Kalor (Joule)
1.	Besi	0,005	26,5	1302,57
2.	<i>Stainless steel</i>	0,005	33,79	1440,52
3.	Aluminium	0,005	180	5,22

**Perhitungan Daya Listrik Pada Kumparan Induksi**

Setelah diketahui waktu dan kalor dari tungku induksi, maka dapat juga dicari berapa daya listrik yang dihasilkan oleh kumparan tungku induksi dalam memanaskan benda uji dengan persamaan rumus, berikut ini hasil perhitungan daya yang terpakai oleh tungku induksi dalam memanaskan benda uji berupa besi.

$$E = V \times i \times t$$

Diketahui:

V = 24 Volt

i = 10 Ampere

t = 5 menit

Jawab:

$$E = V \times i \times t$$

$$E = 24 \times 10 \times 5$$

$$E = 1200 \text{ Wm}$$

**Tabel 5.** Daya pada Kumparan Induksi

No	Jenis Logam	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya pada Kumparan (Wm)
1.	Besi	24	10	1200
2.	<i>Stainless steel</i>	24	9	1080
3.	Aluminium	24	3	360

**Perhitungan Daya**

Setelah diketahui waktu dan kalor dari tungku induksi, maka dapat juga dicari berapa daya yang dibutuhkan oleh tungku induksi dalam memanaskan benda uji dengan persamaan rumus, berikut ini hasil perhitungan daya yang terpakai oleh tungku induksi dalam memanaskan benda uji berupa besi:

Diketahui:

Q: 1.302,57 Joule

$\Delta T$ : 26,5 s

Jawab:



$$P = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$P = \frac{1302,5}{26,5}$$

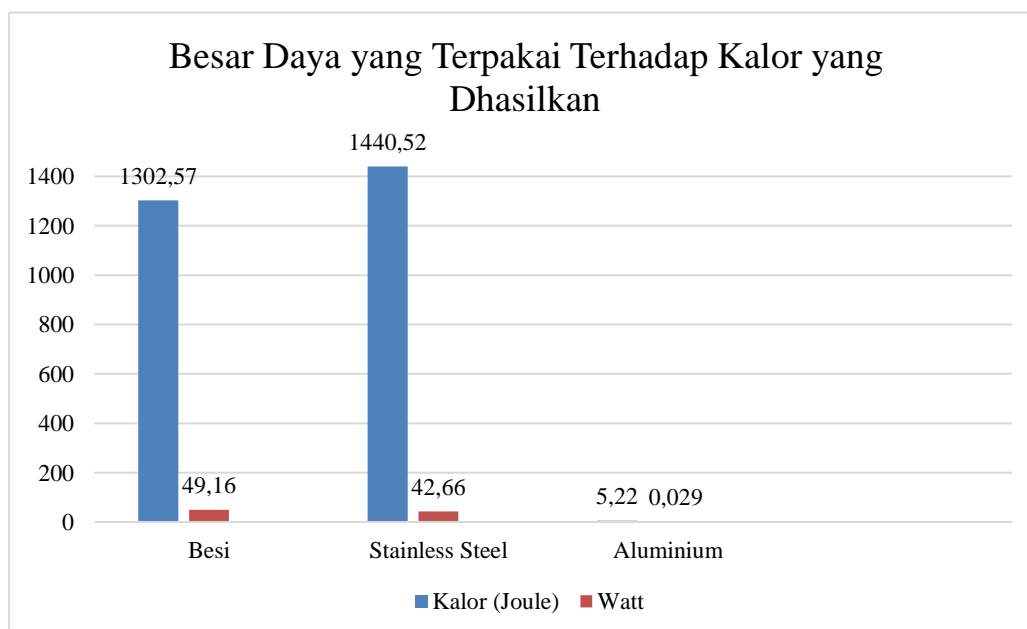
$$P = 49,16 \text{ Joule/s}$$

$$P = 49,16 \text{ Watt}$$

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan Daya

No	Jenis Logam	Kalor (Joule)	Daya (Watt)
1.	Besi	1302,57	49,16
2.	<i>Stainless steel</i>	1440,52	42,66
3.	Aluminium	5,22	0,029

Berikut ini adalah gambar grafik perbandingan data kalor dengan daya terukur dari pemanasan logam tungku induksi dengan variasi 3 jenis logam yang berbeda

**Gambar 5.** Grafik Perbandingan Kalor dan Daya

Berdasarkan hasil data perbandingan kalor yang dihasilkan dengan daya terpakai, sehingga dapat diketahui daya yang terpakai tungku induksi dalam memanaskan logam sebesar 49,16 Watt menghasilkan kalor sebesar 1440,52 Joule.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis terhadap pemanasan logam dengan menggunakan tungku induksi secara keseluruhan, maka dapat disimpulkan Pengujian ini menggunakan benda uji berupa besi, stainless steel dan aluminium dengan berat massa sebesar 5 gram dipanaskan sampai suhu sebesar 600oC dan hasil data yang didapat, kalor besi sebesar 1302,57 Joule dengan daya yang dibutuhkan tungku induksi sebesar 49,16 Watt, kalor stainless steel sebesar 1440,52 Joule dengan daya yang dibutuhkan tungku induksi sebesar 42,66 Watt dan kalor aluminium sebesar 5,22 Joule dengan daya yang dibutuhkan tungku induksi sebesar 0,029 Watt. Besar kecilnya kalor dan daya yang dibutuhkan suatu benda (zat) bergantung pada 3 faktor yaitu massa zat, jenis zat (kalor jenis) dan perubahan suhu. Tungku induksi hanya dapat memanaskan benda uji yang memiliki medan magnet seperti besi dan stainless steel, maka untuk kasus pengujian terhadap aluminium apabila dipanaskan dengan tungku induksi tidak akan menghasilkan kalor.



## DAFTAR RUJUKAN

- Adi, I. M., Raharjo, W. P., & Surojo, E. (2014). *Rancang Bangun Tungku Pencairan Logam Aluminium Berkapasitas 2 Kg Dengan Mekanisme Tahanan Listrik ( Pengujian Performansi )*  
Keywords : Abstract : 13(September), 21–32.
- Aswardi., Candra, O. and Saputra, Z. (2019) ' Sistem Pemanas Logam dengan *Induction Heater* Berbasis Atmega32', Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Universitas Negeri Padang.
- Bangun, Y. P. (2019) ' Pengaruh Induksi Magnetik (Dalam Perancangan Tungku Induksi) Terhadap Waktu yang Dibutuhkan untuk Meleburkan Aluminium pada Temperatur 750°C', Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
- Bambang, K and Wahyu, P. R. (2013) ' Rancang Bangun Pemanas Induksi Berkapasitas 600 W Untuk Proses Perlakuan Panas Dan Perlakuan Permukaan', Jurnal Ilmiah Teknik Mesin UNS.
- Budi, I., Ridwan, A and Rilnanda, A. (2017). *Optimasi Tungku Peleburan Logam Aluminium Kapasitas 10 Kg Berbahan Bakar Oli Bekas Skala Laboratorium*. Pekanbaru: Universitas Muhammadiyah Riau
- Itp Metal Casting. (2005). *Advanced Melting Technologies : Energy Saving Concepts and Opportunities for The Metal Casting Industry*. November, 46
- Joseph, O and Irabodemeh, J. M. (2016). *Design and Thermal Analysis of Crucible Furnace for Non-Ferrous Metal*. Nigeria: Journal of Information Engineering and Applications
- Malvino, A., P. (1993). *Elektronika Komputer Digital, Pengantar Mikrokomputer*. Jakarta: Erlangga
- Muhammad Firman Hakiki, D. R. (2018). Rancang Bangun Sistem Induction Heater Berbasis Mikrokontroler Atmega 328. *Teknik Mesin*, 4(3), 83–89.
- Nugroho, E., & Utomo, Y. (2017). Perancangan Dan Pembuatan Dapur Peleburan Aluminium Berbahan Bakar Gas (LPG). *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*.  
<https://doi.org/10.24127/trb.v6i2.623>
- Nurachmandani, S. (2009). Setya Nurachmandani
- Rahmat, M. R. (2015). Perancangan Dan Pembuatan Tungku Heat Treatment. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma "45" Bekasi*, 3(2), 133–148.
- Rizal, A., Samantha, Y., & Rachmat, A. (2016). PEMBUATAN TUNGKU PEMANAS (MUFLLE FURNACE) KAPASITAS 1200 Celcius. *J-Ensatec*, 2(02), 13–16. <https://doi.org/10.31949/j-ensatec.v2i02.301>
- Rudnev, V., Loveless, D., & Cook, R. L. (2018). Handbook of Induction Heating, Second Edition. In *Boca Raton: CRC Press*.
- Schlesinger, M. (2013) ' *Aluminium Recycling*', Boca Raton: Taylor and Francis Group.
- Sodiq, D. and Ardiansyah, R. (2014) ' Optimasi Frekuensi dan Temperatur Pemanasan pada Peleburan Timah dalam Tungku Induksi dengan Kapasitas 0,45 Kg', Jurnal Ilmiah Politeknik Negeri Bandung.
- Surdia, T and Shinroku, S. (1992). *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradya Paramita
- Surdia, T and Kenji C. (2006). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradya Paramita
- Sutarya, D. and Sartono, A. (2018) 'Perancangan Koil Pemanas untuk Tungku Induksi Menggunakan Konduktor Tembaga', Jurnal Ilmiah Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir.
- Syahbardia., Somantri, H, and Suryaman, A. (2018) ' Pembuatan Tungku Induksi Sederhana', Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Undip.
- Verran, G., O and Kurzawa, U. (2008). An Experimental Study of Aluminium can Recycling Using Fusion in Induction Furnace. *Resources Conservation and Recycling*.
- Viviek R. Gandhewar, Satish V. Bansod & Atul B. Borade. 2011. *Furnace Induksi*. India: International Journal of Engineering and Technology

- Zavertkin, A., S. (2008). Effects of Mixture Composition on the Lining Stability of a Crucible Induction Furnace. *Refractories and Industrial Ceramics*
- Zhulkarnaen, Y. (2013). Perancangan dan Pembuatan Pemanas Induksi dengan Metode Pancake Coil Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535. *Teknik Elektro Universitas Brawijaya*.
- Zinn, S. and Semiatin, S. L. (1988) '*elements Of Induction Heating Design Control*', ASM International