

Rancang Bangun Intensor (Induktor Heater) Menggunakan Thermal Sensor berbasis Mikrokontroler Arduino dalam Mengolah Logam

I Wayan Bayu Kartika^{1*}, M.Dewi Manikta Puspitasari², Miftahul Maulidina³

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri^{1,2,3}

Bayukartika21@gmail.com, ²dewimanikta@unpkediri.ac.id, ³miftakulmaulidi@unpkediri.ac.id

Abstrak

Perkembangan green technology yang ramah lingkungan membuat para teknisi mesin berlomba-lomba mengembangkan mesin yang ramah lingkungan dan dapat mengurangi emisi akibat aktivitas industri seperti proses pembakaran logam tradisional dengan bahan bakar kayu yang menghasilkan asap polusi. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan rancang induktor menggunakan bahan limbah yang dapat di daur ulang yang berupa rancang Intensor (Induktor Heater) menggunakan Thermal Sensor berbasis mikrokontroler Arduino dalam mengolah logam. Metode penelitian yang peneliti gunakan adalah dengan pendekatan pengembangan atau research and development. Validasi produk dilakukan dengan melakukan pengujian hingga berulang-ulang untuk mendapatkan tingkat efisiensi yang akurat pada variasi logam yang berbeda (besi, baja, stainless steel). Hasil penelitian menunjukkan bahwa, 1) Kepresisian produksi intensor dalam memonitoring suhu mampu memanaskan logam besi dengan masa 50 gram dengan waktu 95 detik dengan suhu 524.08°C, baja membutuhkan waktu 106 detik mencapai suhu 532.82 °C, dan logam stainless membutuhkan 202 detik untuk suhu 515.50 °C. 2) Daya tahan produk dengan penggunaan terus menerus hanya membutuhkan daya 124.78 watt untuk menghasilkan kalor sebesar 12,023.51 joule; dan 3) Tingkat efisiensi intensor thermal sensor max 6675 berbasis mikrokontroler Arduino mencapai 26.0%.

Kata Kunci : Inductor Heater, Thermal Sensor, Arduino

A. PENDAHULUAN

Upaya pemerintah dalam menggalakkan *green technology* dalam upaya pengurangan limbah dan polusi yang merusak lingkungan mendorong para teknisi untuk menciptakan dan mencari solusi yang menjadi masalah utama di masyarakat. Salah satu masalah yang sering di masyarakat adalah masih banyaknya tungku-tungku pemanas tradisional yang menggunakan bahan pemanas dari hasil pembakaran kayu dalam menghasilkan dan pengelolaan peleburan kerajinan logam. Para pengrajin logam yang menggunakan tungku listrik mengeluhkan tidak mampu karena membutuhkan biaya yang cukup besar dalam penggunaan listrik dan alat-alat yang mahal.

Salah satu alat alternatif pemanas logam yang ramah lingkungan adalah *inductor heater*. *Inductor heater* (pemanas induksi) merupakan salah satu teknik pemanas logam dengan memanfaatkan induksi elektro magnetic dari gelombang AC frekuensi tinggi, yang lebih efisien dari pada menggunakan tungku pemanas logam konvensional seperti yang ditulis dalam buku berjudul ilmu bahan dan teknik yang dibuat oleh kementerian pendidikan dan kebudayaan mengatakan, *induction heater* memiliki kelebihan dalam segi penggunaan yang lebih mudah, efisien dari segi energi waktu dan pengaturan suhu serta pemanasan menggunakan sistem induksi, logam yang akan dipanaskan tidak akan terpengaruh zat asam karena tidak menggunakan proses pemanasan logam dengan cara dibakar yang menggunakan bahan mengandung asam. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (2013: 115) menyatakan bahwa tungku pemanas dengan sistem *induction heater* hanya membutuhkan energi listrik sebagai sumber energi utama yang mana listrik AC yang didapatkan umumnya hanya memiliki frekuensi 50-60 Hz akan dinaikan sampai frekuensi 100 kHz". Pemanasan dengan menggunakan sistem induksi sudah banyak dikembangkan disegala bidang seperti yang telah dibuat oleh Sudarmaji (2017) dalam tugas akhirnya terkait pengembangan alat induction heating dalam pemanasan logam dengan pengujian suhu maksimal 5000 C. Pada hasil penelitiannya masih terdapat kekurangan dalam penampilan display suhu yang masih dilakukan secara manual dengan termometer inframerah. Oleh karena itu, inovasi perlu dilakukan dalam pembuatan *induction heater* dengan perbaikan *display* dan kecepatan dalam monitoring suhu logam. Inovasi ini bertujuan untuk mengetahui kepresisian produk intensor dalam memonitoring suhu, daya tahan produk intensor untuk penggunaan terus menerus dan tingkat efisiensi produk intensor dalam memanaskan suhu.

B. LANDASAN TEORI

1. Induktor Heater

Menurut Aswardi (2019: 152) menjelaskan bahwa induction heater adalah pemanas yang memanfaatkan arus listrik AC frekuensi tinggi yang dialirkan kepada benda kerja berupa batang penghantar yang akan menghasilkan medan elektromagnetik di sekitar benda kerja tersebut, sehingga menghasilkan arus eddy yang akan membuat molekul-molekul dari benda logam yang terdapat disekitar medan elektromagnetik mengeluarkan panas dan meleburkan benda itu sendiri.

Sedangkan menurut Riandadari (2018: 84) juga menjelaskan bahwa pemanas induksi merupakan salah satu teknik pemanas logam dengan memanfaatkan induksi elektro magnetic dari gelombang AC frekuensi tinggi, yang lebih efisien dari pada menggunakan tungku pemanas logam konvensional". Rancang bangun proto tipe alat *induction heating* yang bertujuan untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan oleh alat induction heating untuk memanaskan logam, dimana logam pengujian akan dipanaskan hingga mencapai suhu 500°C. Prototipe inductor heater yang dikembangkan ini hingga mencapai suhu 600°C.

2. Thermal Sensor

Thermal sensor adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi gejala perubahan suhu atau temperature pada suatu benda padat, cair, dan gas (Yusro, 2019). Contoh dari sensor thermal adalah *thermocouple*, *resistance temperature detector (RTD)*, *thermistor* dan lain-lain. Sedangkan menurut Karim (2013, 20), sensor thermal adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi gejala perubahan panas atau temperature atau suhu pada suatu dimensi benda atau dimensi ruang tertentu. Jenis utama sensor suhu yang umum digunakan yaitu thermocouple (T/C), resistance temperature detector (RTD), termistor dan IC sensor (Setiawan, 2009). Berdasarkan penjelasan para ahli, maka thermal sensor adalah komponen elektronika yang digunakan untuk mendeteksi perubahan suhu dalam suatu rancangan atau suatu perusahaan suhu dalam ruangan.

3. Mikrokontroler Arduino

Mikrokontroler adalah sebuah computer kecil (*special purpose computers*) di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, *timer*, saluran komunikasi serial dan paralel, *Port input/output*, ADC (Risal, 2017). Sedangkan penggunaan mikrokontroler semakin populer karena memiliki kemampuannya yang dapat mengurangi ukuran dan biaya pada suatu produk atau desain apabila dibandingkan dengan desain yang dibangun dengan menggunakan mikroprosesor dengan memori dan perangkat input dan output secara terpisah (Kho, 2020).

Arduino merupakan papan rangkaian sistem minimum mikrokontroler yang memang dirancang untuk dapat digunakan dengan mudah semua orang tanpaterkecuali orang Teknik (Risal, 2017). Sehingga arduino board dapat digunakan bagi semua orang yang ingin melakukan desain dan perancangan program tanpa mengetahui bahasa pemrograman, Arduino tetap dapat digunakan untuk menghasilkan karya yang canggih. Model Arduino yang biasa dijumpai disajikan pada gambar 1.



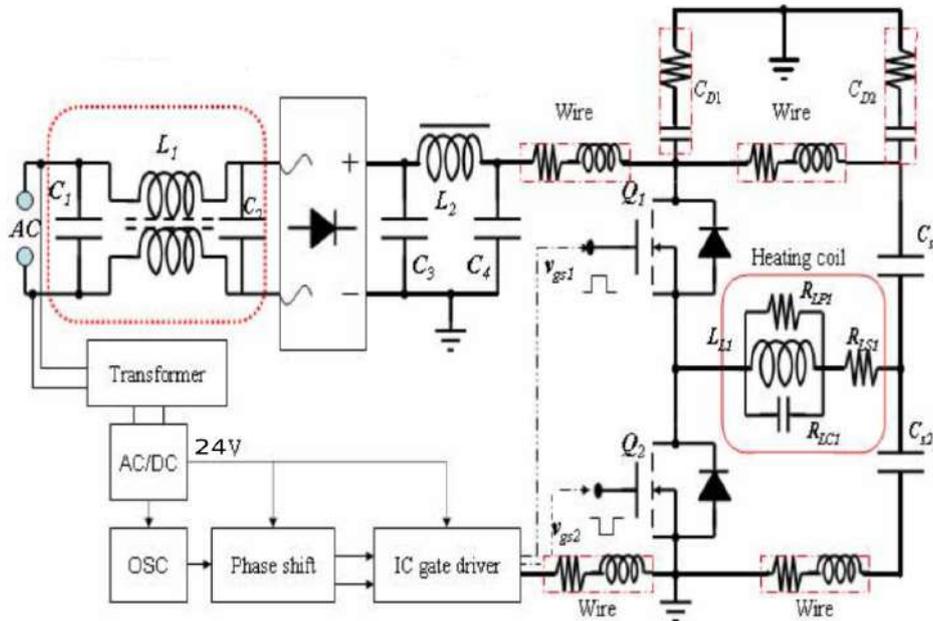
Gambar1. Arduino Board (Risal, 2017)

Penggunaan Arduino sangatlah membantu dalam membuat suatu *prototyping* ataupun untuk melakukan pembuatan proyek. Arduino memberikan I/O yang sudah pasti dan bisa digunakan dengan mudah.

C. METODE PENELITIAN

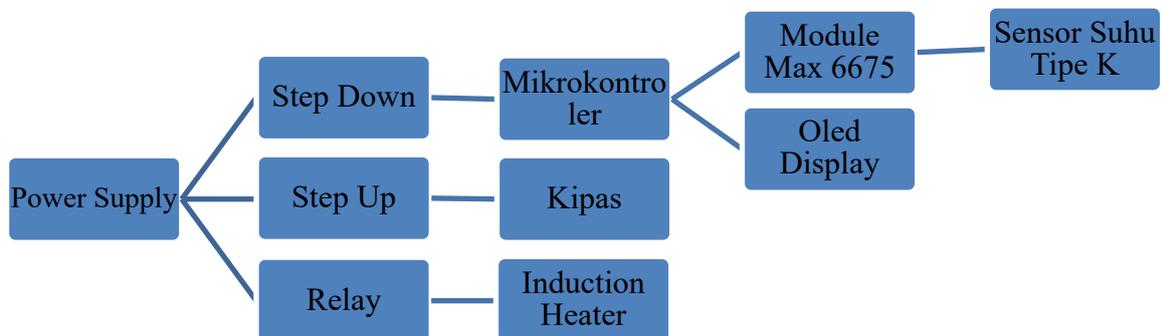
Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian dengan pendekatan pengembangan atau *Research and Development (R&D)* merupakan metode penelitian yang digunakan untuk

menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Produk dalam penelitian ini adalah mengembangkan alat induksi heater dari bahan limbah atau komponen yang bekas pakai dan masih berfungsi dengan baik, sehingga dapat didaur ulang untuk menciptakan alat yang ramah lingkungan dan memiliki efisiensi dalam ekonomi. Prototipe rancang intesor yang dikembangkan disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Prototipe Intesor dengan Tiga Buah Sensor Suhu

Penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan untuk mengamati hasil pemanasan induksi dalam memanaskan benda uji berupa besi, baja, dan aluminium menghitung kalor dan daya yang digunakan induktor heater dalam memanaskan benda uji, sehingga dapat menghitung efisiensi inductor heater 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, baja, dan aluminium yang dipanaskan sampai suhu 600°C dan mencatat waktu pemanasan menggunakan *stopwatch* dari suhu awal hingga suhu akhir, serta melakukan sebanyak 3 kali percobaan. Diagram alir dalam penelitian ini disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Intesor Dengan Tiga Buah Sensor Suhu

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kepresisian Produk Intesor dalam Memonitoring Suhu

Keapresians atau *precision* adalah kemampuan sebuah alat ukur untuk menunjukkan angka yang sama bila dipakai secara berulang-ulang dalam kondisi pengukuran dan obyek ukur yang sama.

Untuk menguji kepresisian produk intesor peneliti melakukan pengujian pada tiga benda yang berbeda dan pengulangan masing-masing alat hingga tiga kali uji untuk mendapatkan kevalidan data. Hasil pengujian kalor yang dapat dihasilkan dari induktor heater dengan menggunakan thermal sensor berbasis mikrokontroler Arduino yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Coba

Jenis Logam	Diameter Logam	Suhu Awal °C	Suhu Akhir °C	Waktu (S)
Besi	4 mm	32	535.20	46
		32	531.00	45
		32	537.25	47
	rata-rata	32	534.48	46
besi	6 mm	32	540.00	76
		32	545.75	76
		32	535.00	74
	rata-rata	32	540.25	75
besi	8 mm	32	518.00	90
		32	522.30	90
		32	515.00	88
	rata-rata	32	518.43	89
besi	10 mm	32	520.50	90
		32	522.25	90
		32	539.50	92
	rata-rata	32	527.42	91
baja	10 mm	32	536.45	101
		32	536.25	100
		32	525.75	98
	rata-rata	32	532.82	100
stainless	10 mm	32	510.00	178
		32	520.25	182
		32	516.25	180
	rata-rata	32	515.50	180

Berdasarkan hasil pengujian dengan pengulangan hingga tiga kali pengujian terhadap masing-masing jenis logam dengan diameter yang sama 10 mm diketahui produk induksi heater dengan thermo dengan menggunakan thermal sensor max 6675 berbasis mikrokontroler Arduino mampu memanaskan logam besi dengan masa 50 gram dengan waktu 95 detik mampu mencapai rata-rata suhu 524.08°C, baja dengan masa 55 gram butuh waktu 106 detik untuk mencapai rata-rata suhu 532.82°C, dan logam stainless dengan masa 50 gram membutuhkan waktu 202 detik untuk mencapai rata-rata suhu 515.50°C.

2. Daya Tahan Produk Intesor untuk Penggunaan Terus Menerus

Produk induktor heater menggunakan *Power supply* yang menjadi Input AC 110V/220V dan Output DC 24V/10A. 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. Hasil perhitungan daya yang terpakai oleh tungku induksi dalam memanaskan benda uji berupa besi, baja, dan stainless disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Daya

Jenis Logam	Diameter Logam	Suhu Akhir °C	Waktu (s)	Kalor Dibutuhkan (Joule)	Daya (Watt)
Besi	4mm	534.48	46	5,778.56	125.62
Besi	6 mm	540.25	75	9,351.80	124.14
Besi	8 Mm	518.43	89	11,187.97	125.24
Besi	10 Mm	527.42	91	11,394.58	125.68
Baja	10 Mm	532.82	100	12,670.66	127.13
Stainless	10 Mm	515.50	180	21,757.50	120.88

Berdasarkan perhitungan daya yang diserap produk untuk dapat menghasilkan kalor yang maksimal hingga mendekati 600°C dibutuhkan daya listrik sebesar 125.68 watt menghasilkan kalor sebesar 11,394.58 joule dalam memanaskan logam besi dengan diameter 1 cm. Untuk baja dengan diameter 1 cm dibutuhkan daya sebesar 127.13 watt dengan menghasilkan kalor sebesar 12,670.66 joule. Untuk memanaskan aluminium dibutuhkan daya sebesar 120.88 watt mampu menghasilkan kalor sebesar 21,757.50 joule.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan Hakiki (2018) yang juga menyebutkan hal yang sama bahwa *stainless steel* membutuhkan waktu lebih lama sebesar 214 detik untuk mencapai suhu maksimal dan besi hanya membutuhkan 92 detik untuk menghasilkan kalor sebesar 10.544,85 joule. Terlihat bahwa stainless steel lebih lama dikarenakan material Stainless steel memiliki kadar paduan tinggi (*highalloysteel*) sehingga memiliki sifat tahan terhadap temperature tinggi.

3. Efisiensi produk intensor dalam memanaskan suhu

Efisiensi termal adalah ukuran tanpa dimensi yang menunjukkan performa peralatan termal seperti mesin pembakaran logam yang peneliti kembangkan. Panas yang masuk adalah energi yang didapatkan dari sumber energi. Output yang diinginkan dapat berupa panas atau kerja, atau mungkin keduanya. Jadi, termal efisiensi dapat dirumuskan dengan perbandingan output dan input. Ketika ditulis dalam persentase, efisiensi termal harus berada di antara 0% dan 100%. Hasil perhitungan nilai efisiensi induktor heater yang dikembangkan disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Daya

Jenis Logam	Diameter Logam	Kalor dibutuhkan (Joule)	Daya (Watt)	INPUT (Joule)	Nilai Efisiensi
Besi	4 mm	5,786.80	125.80	22080	26.21%
		5,738.50	127.52	21600	26.57%
		5,810.38	123.63	22560	25.76%
	rata-rata	5,778.56	125.62	22080	26.17%
Besi	6 mm	9,347.20	122.99	36480	25.62%
		9,453.00	124.38	36480	25.91%
		9,255.20	125.07	35520	26.06%
	rata-rata	9,351.80	124.14	36160	25.86%
Besi	8 mm	11,178.00	124.20	43200	25.88%
		11,276.90	125.30	43200	26.10%
		11,109.00	126.24	42240	26.30%
	rata-rata	11,187.97	125.24	42880	26.09%
Besi	10 mm	11,235.50	124.84	43200	26.01%

Jenis Logam	Diameter Logam	Kalor dibutuhkan (Joule)	Daya (Watt)	INPUT (Joule)	Nilai Efisiensi
		11,275.75	125.29	43200	26.10%
		11,672.50	126.88	44160	26.43%
	rata-rata	11,394.58	125.68	43520	26.18%
Baja	10 mm	12,762.59	126.36	48480	26.33%
		12,757.53	127.58	48000	26.58%
		12,491.88	127.47	47040	26.56%
	rata-rata	12,670.66	127.13	47840	26.49%
Stainless	10 mm	21,510.00	120.84	85440	25.18%
		21,971.25	120.72	87360	25.15%
		21,791.25	121.06	86400	25.22%
	rata-rata	21,757.50	120.88	86400	25.18%

Berdasarkan tabel 3, dapat diketahui dengan besarnya daya input power supply 24 volt/10 ampere pada induksi heater berbasis Arduino mampu menghasilkan kalor rata-rata sebesar 12,023.51 joule dengan besarnya daya 124.78 watt yang dibutuhkan memberikan nilai efisiensi rata-rata sebesar 26.00%. Nilai ini cukup baik dapat sebuah produk pemanas yang sudah dikembangkan. Karena untuk mencapai nilai efisiensi mencapai sempurna tidak mungkin tercapai karena adanya faktor lingkungan seperti gesekan, hilangnya panas, dan factor lainnya, efisiensi termal mesin tidak pernah mencapai 100%.

E. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis terhadap pemanas logam dengan menggunakan induksi heater dengan thermo dengan menggunakan thermal sensor max6675 berbasis mikrokontroler Arduino, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kepresisian produk intensor dalam memonitoring suhu mampu memanaskan logam besi dengan masa 50 gram dengan waktu 95 detik mampu mencapai rata-rata suhu 524.08oC, baja dengan masa 55 gram butuh waktu 106 detik untuk mencapai rata-rata suhu 532.82 oC, dan logam stainless dengan masa 50 gram membutuhkan waktu 202 detik untuk mencapai rata-rata suhu 515.50 oC.
2. Daya Tahan Produk intensor dengan thermo dengan menggunakan thermal sensor max 6675 berbasis mikrokontroler Arduino untuk penggunaan terus menerus mampu menghemat daya 124.78 watt yang dibutuhkan untuk menghasilkan sebesar 12,023.51 joule.
3. Tingkat efisiensi produk intensor dalam memanaskan suhu logam dengan menggunakan thermal sensor max 6675 berbasis mikrokontroler Arduino mencapai 26.0%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswardi, O.C., dan Saputra, Z. 2019. Sistem Pemanas Logam dengan Induction Heater berbasis Atmega32. *Seminar FORTEI Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*.
- Erwinn, R.M. 2017. *Elektronik Kelautan: EGINE Control Module Edited by Tatik P H*. MMH Books.
- Kurniawan, I., Girawan, B.A., Muasih, I., dan Susanto, Y. 2020. Rancang Bangun Alat Pemanas Induksi Proses Perlakuan Panas. *Journal of Mechanical Engineering and Science*. Volume 1, No.1, April 2020.pp: 21-30.
- Karim, S. 2013. *Sensor dan Aktuator*. Jakarta: Kementerian Pendidikan &Kebudayaan.

- Kho, D. 2020. *Komponen Elektronika*. (Online), <https://teknikelektronika.com/pengertian-mikrokontroler-microcontroller-struktur-mikrokontroler/>.
- Noviansyah, R. 2018. *Pemanas Induksi (induction heating) Kapasitas 200Watt*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Gunadarma.
- Asnawi, R.P., Sayuti, M. 2019. *Pengantar Pengelolaan Bahan Logam*. Medan: CV. Sefa Bumi Persada.
- Riandadari, M.F.H., dan Dyah. 2018. Rancang Bangun Sistem Induction Heater berbasis Mikrokontroler ATmega 328. *Jurnal Rekayasa Mesin (UNESA)*. Volume 04 Nomor 03 Tahun 2018. pp: 83-89.
- Risal, A. 2017. *Mikrokontroler dan Interface*. Makasar: Universitas Negeri Makasar Press.
- Setiawan, I. 2009. *Buku Ajar, Sensor dan Transduser 24*. Semarang: Univesitas Diponegoro Press, 2009.
- Sulistiyanto, N. 2008. *Pemrograman Mikrokontroler R8C/13*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Syam, R. 2013. *Buku Ajar, Dasar-Dasar Teknik Sensor*. Makassar: Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Yusro, M., dan Diamah, A. 2019. *Sensor dan Transduser, (Teori dan Aplikasi)*. Jakarta: Penerbit Percetakan Univesitas Negeri Jakarta.