

## PENGARUH (INTENSOR) INDUKTOR HEATER MENGGUNAKAN THERMAL SENSOR BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO NANO DALAM MENGOLAH LOGAM

Ahmad Junaedi<sup>1\*</sup>, M. Dewi Manikta Puspitasari<sup>2</sup>, Miftakhul Maulidina<sup>3</sup>  
Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri<sup>1,2,3</sup>  
email: [ahmadjunaedy26@gmail.com](mailto:ahmadjunaedy26@gmail.com)<sup>1\*</sup>, [dewimanikta@unpkediri.ac.id](mailto:dewimanikta@unpkediri.ac.id)<sup>2</sup>,  
[miftakhulmaulidi@unpkediri.ac.id](mailto:miftakhulmaulidi@unpkediri.ac.id)<sup>3</sup>

### Abstrak

*Induction heater salah satu teknik pemanas logam dengan memanfaatkan induksi elektromagnetik dari gelombang AC frekuensi tinggi, yang lebih efisien. Logam yang dihasilkan dengan proses pemanas logam dengan cara manual ini memiliki beberapa kekurangan, yaitu: (1) proses pengolahan membuang banyak tenaga karena proses pembakaran masih menggunakan arang, (2) waktu pemanasan yang lama, (3) kurang efektif. Maka dalam hal ini untuk mengatasi permasalahan tersebut peneliti mengembangkan alat induktor heater menggunakan thermal sensor berbasis Arduino nano untuk mengolah logam (INTENSOR) yang dapat menghasilkan logam dengan kualitas baik dengan sistem pembakaran yang modern, praktis, efektif. Tujuan dari penelitian ini adalah: (1). Untuk membandingkan antara pemanas logam dengan cara manual dengan alat INTENSOR; (2). Untuk mengetahui sistem kerja alat INTENSOR. Model pengembangan penelitian ini yaitu menggunakan model prosedural. Penelitian menyimpulkan, (1) Pengembangan alat INTENSOR yaitu segi kecepatan dalam pemanasan logam dapat lebih cepat dibanding dengan pemanas logam secara manual; (2) Sistem kerja alat INTENSOR menggunakan sistem pemanasan yang lebih modern, pengontrolan panas menggunakan system otomatis dan tidak menimbulkan polusi udara sisa proses pembakaran.*

**Kata kunci : INTENSOR, logam, pemanas logam, Arduino nano**

### A. PENDAHULUAN

Teknologi pemanasan induksi sudah dikenal dan dikembangkan sejak jaman dahulu, di mana teknologi ini biasa digunakan dalam dunia industri. Pada zaman dahulu pemanasan induksi menggunakan alat sederhana. Pada saat itu teknologi ini digunakan untuk meleburkan dan membentuk material logam. Semakin majunya perkembangan teknologi dalam segala bidang terutama dibidang industri, maka semakin banyak alat yang dibuat untuk mempermudah pekerjaan manusia untuk mengolah logam dan yang paling penting adalah ramah lingkungan untuk menyelamatkan bumi dari kerusakan karena polusi udara yang sangat tidak ramah lingkungan (Abdi et al., 2019).

*Induction heater* (Pemanas Induksi) salah satu teknik pemanas logam dengan memanfaatkan induksi elektromagnetik dari gelombang AC frekuensi tinggi, yang lebih efisien dari pada menggunakan tungku pemanas logam konvensional kelebihan dari tungku pemanas dengan sistem *induction heater* ialah : mudah dan efisien dalam pengontrolan suhu yang diinginkan, tidak ada pengaruh zat asam praktis terhadap susunan besi logam yang dipanaskan, karena tungku tidak lagi menggunakan bahan bakar fosil, tungku pemanas dengan sistem *induction heater* hanya membutuhkan energi listrik sebagai sumber energi utama yang mana listrik AC yang didapatkan umumnya yang hanya memiliki frekuensi 50-60 Hz akan dinaikan sampai frekuensi 100 Hz (Hakiki & Riandadari, 2018).

Penelitian ini juga mengembangkan sebuah alat yang diberi nama INTENSOR (Induktor Heater Menggunakan 3 Thermal Sensor Berbasis Mikrokontroler Arduino nano). Adanya alat ini diharapkan dapat membantu memecahkan permasalahan yang ada menggunakan alat yang akan kami kembangkan, dengan memperhatikan keefektifan efisiensi waktu dan pemanasan dalam mengolah logam menjadi lebih cepat. Alat ini dibuat dengan memanfaatkan bahan-bahan yang sudah tidak dipakai (daur ulang) dan dapat mengurangi sampah industri. Hal ini dilakukan untuk menekan biaya

pengeluaran untuk membuktikan bahwa membuat alat yang baik tidak memerlukan biaya yang banyak.

## B. LANDASAN TEORI

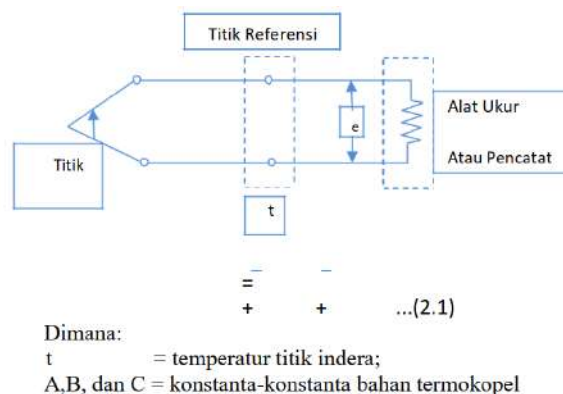
### 1. Inductor Heater

Pemanas Induksi adalah timbulnya panas pada logam yang terkena induksi medan magnet, hal ini disebabkan karena pada logam timbul arus Eddy atau arus pusar yang arahnya melingkar melingkupi medan magnet terjadinya arus pusar akibat dari induksi magnet yang menimbulkan fluks magnetik yang menembus logam, sehingga menyebabkan panas pada logam yang akan dipanaskan. Induksi magnet adalah besarnya medan magnet akibat arus listrik yang mengalir dalam konduktor (Wahyu & Syafei, 2019).

Dari prinsip kerjanya sebuah sumber listrik digunakan untuk menggerakkan sebuah arus AC yang besar melalui sebuah koil induksi. Koil induksi ini disebut sebagai koil kerja. Aliran arus yang melalui kumparan ini menghasilkan medan magnet yang sangat kuat dan cepat berubah dalam kumparan kerja. Bahan uji 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.

### 2. Thermal Sensor (Sensor Suhu)

Sensor *thermal* adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi gejala perubahan panas / suhu / temperatur pada suatu dimensi benda padat, cair atau gas. Beberapa sensor suhu antara lain: thermocouple, RTD, thermistor, IC sensor LM35 (Rongre, 2018). Termokopel adalah sensor yang dapat mengubah besaran panas dengan keluaran berbentuk beda potensial. Susunan sensor termokopel terdiri dari sepasang kawat logam yang tidak sama dihubungkan bersama-sama pada satu ujung yang akan mengindera panas dan berakhir pada ujung lain yang dipertahankan pada suatu temperature konstan yang diketahui (temperature referensi). Susunan bahan termokopel secara bagan dapat dilihat pada gambar 1. di bawah ini.

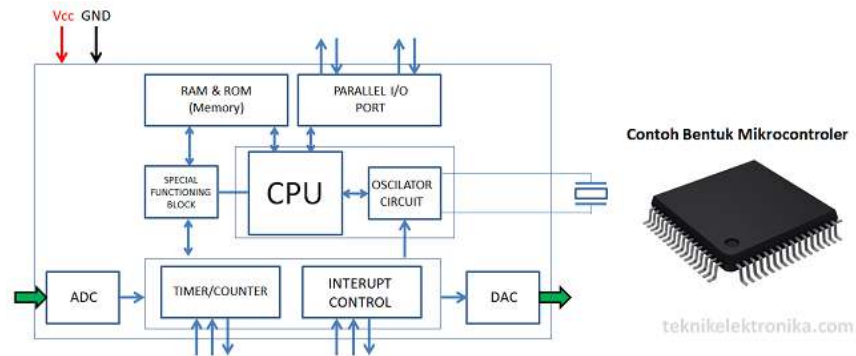


Gambar 1. Rangkaian Dasar Termokopel (Rongre, 2018)

### 3. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip IC (Integrated Circuit) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu. Pada dasarnya, sebuah IC Mikrokontroler terdiri dari satu atau lebih Inti Prosesor (CPU), Memori (RAM dan ROM) serta perangkat INPUT dan OUTPUT yang dapat diprogram. Dalam pengaplikasiannya, Pengendali Mikro yang dalam bahasa Inggris disebut dengan Microcontroller ini digunakan dalam produk ataupun perangkat yang dikendalikan secara otomatis seperti sistem kontrol mesin mobil, perangkat medis,

pengendali jarak jauh, mesin, peralatan listrik, mainan dan perangkat-perangkat yang menggunakan sistem tertanam lainnya. Diagram blok dan struktur mikrokontroler disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok dan Struktur Mikrokontroler (Dickho, 2020)

#### 4. Arduino Nano

Arduino Nano adalah *board microcontroller* yang berukuran kecil, lengkap, dan salah satu *board* yang menggunakan IC ATmega328P (Arduino Nano V3). Ini memiliki fungsi yang kurang lebih sama dengan Arduino UNO, tetapi dalam *packaging* yang berbeda. Arduino Nano ini bekerja dengan kabel USB Mini-B dan bukan yang standar (Prastyo, 2019).



Gambar 3. Arduino Nano (Prastyo, 2019)

### C. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan tipe penelitian kuantitatif. Metode penelitian ini digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Noeraini, 2016). Dalam analisis data penelitian ini, peneliti melakukan beberapa hal yaitu mengelompokkan data, mentabulasi data, menyajikan data, melakukan perhitungan, dan menguji hipotesis melalui statistik. Adapun statistik yang digunakan untuk menganalisa data dalam penelitian ini yaitu statistik inferensial yang hasilnya dapat mendeskripsikan populasi dari data sampel yang diambil. Penelitian kuantitatif berarti menguji hipotesis yang telah ditentukan sebelumnya. Pengujian hipotesis asosiatif dalam penelitian ini menggunakan statistik parametris sebagai berikut:

#### 1. t-test

Statistik parametris yang digunakan untuk menguji hipotesis komparatif rata-rata dua sampel bila datanya berbentuk interval atau ratio adalah menggunakan t-test. Rumusan t-test yang digunakan untuk menguji hipotesis komparatif dua sampel yang berkorelasi sebagai berikut:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} - 2r \left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right) \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$

Gambar 4. Rumus t-test dua sampel

Keterangan

$\bar{x}_1$  = Rata-rata sampel 1

$\bar{x}_2$  = Rata-rata sampel 2

$n_1$  = Simpangan baku sampel 1

$n_2$  = Simpangan baku sampel 2

$s_1^2$  = Varian sampel 1

$s_2^2$  = Varian sampel 2

$r$  = Korelasi antara dua sampel

## D. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. INTENSOR

*Induction heater* (Pemanas Induksi) salah satu teknik pemanas logam dengan memanfaatkan induksi elektromagnetik dari gelombang AC frekuensi tinggi, yang lebih efisien dari pada menggunakan tungku pemanas logam konvensional kelebihan dari tungku pemanas dengan sistem *induction heater* ialah : mudah dan efisien dalam pengontrolan suhu yang diinginkan, tidak ada pengaruh zat asam praktis terhadap susunan besi logam yang dipanaskan, karena tungku tidak lagi menggunakan bahan bakar fosil, tungku pemanas dengan sistem *induction heater* hanya membutuhkan energi listrik sebagai sumber energi utama yang mana listrik AC yang didapatkan umumnya yang hanya memiliki frekuensi 50-60 Hz akan dinaikan sampai frekuensi 100 KHz (Hakiki & Riandadari, 2018)



Gambar 5. Alat INTENSOR

### 2. Deskripsi Data Variabel

#### a) Kecepatan Pemanas Logam Menggunakan Alat Manual

Pemanasan logam dengan cara manual, yaitu memerlukan waktu kisaran 3 sampai 5 menit. Ketebalan logam juga mempengaruhi waktu pemanasan, semakin tebal logam tersebut maka proses pemanasan membutuhkan waktu yang lama. Karena dalam proses pemanasan logam masih menggunakan alat yang sederhana berupa arang dan blower.

#### b) Kecepatan Pemanas Logam Menggunakan Alat INTENSOR

Pemanasan logam dengan alat INTENSOR, yaitu memerlukan waktu kisaran 1 sampai 3 menit, semakin tebal logam tersebut maka proses pemanasan menggunakan alat INTENSOR akan semakin cepat, hal ini berbanding terbalik ketika menggunakan alat manual. Karena proses pemanasan logam menggunakan alat yang modern dan cepat dalam pemanasan logam.

## 2. Hasil Analisis Data

- a) Perbandingan Kecepatan Pemanas Logam Menggunakan Alat INTENSOR dengan Alat Manual

Tabel 1. Perbandingan Kecepatan Berdasarkan Jenis Logam

X	Y	t1 (s)	t2 (s)
Besi	4 mm	48	35
Besi	8mm	97	90
Besi	10 mm	129	267

Tabel 2. Perbandingan Kecepatan Berdasarkan Diameter Logam

X	Y	t1(s)	t2(s)
Besi	10 mm	129	267
Baja	10 mm	94	302

Keterangan:

X = Jenis Logam

Y = Diameter Logam

t1 = Waktu (second) Menggunakan INTENSOR

t2 = Waktu (second) Menggunakan Pemanas Logam Manual

- b) Interpretasi Hasil Analisis Data

- 1) Perbandingan Kecepatan Pemanas Logam Menggunakan Alat INTENSOR dengan Alat Manual

Berdasarkan data pada tabel 1 dan tabel 2, dapat diketahui bahwa proses pemanasan logam menggunakan alat INTENSOR lebih cepat di bandingkan menggunakan alat manual, terbukti setelah dilakukan uji coba yang pertama, pada logam dengan jenis yang sama dan diameternya beda. Alat INTENSOR lebih cepat panas pada logam yang memiliki diameter yang tebal. Sedangkan jika menggunakan pemanas logam secara manual, logam akan lebih cepat panas pada diameter yang kecil.

Uji coba yang kedua yaitu menggunakan logam dengan jenis yang berbeda dan diameter yang sama. Alat INTENSOR memperoleh waktu yang lebih cepat dibanding pemanas logam dengan cara manual.

## 3. Pengujian Hipotesis

Hipotesis awal dalam penelitian kali ini sebagai berikut:

$H_0$  : Tidak terdapat perbedaan nilai kecepatan antara alat pemanas logam dengan cara manual dengan alat INTENSOR.

$H_1$  : Terdapat perbedaan nilai kecepatan antara alat pemanas logam dengan cara manual dengan alat INTENSOR.

Selanjutnya, kami melakukan pengujian hipotesis di atas. Berdasarkan 4 jenis logam yang dipilih dapat diketahui bahwa kecepatan (s) alat pemanas logam menggunakan cara manual dan alat INTENSOR adalah seperti disajikan pada tabel 3. sebagai berikut

Tabel 3. Kecepatan Alat Pemanas Logam

Jenis Logam	Alat Pemanas Logam	
	Manual $X_1$	INTENSOR $X_2$
Besi 4 mm	35	48
Besi 8 mm	90	97
Besi 10 mm	267	127
Baja 10 mm	302	94
<b>Rata-rata</b>	$X_1 = 173,5$	$X_2 = 91,5$

<b>Simpangan Baku</b>	$S_1 = 8,61$	$S_2 = 2,95$
<b>Varian</b>	$S_1^2 = 74,08$	$S_2^2 = 8,71$

Berdasarkan hasil perhitungan kecepatan yang di butuhkan oleh alat INTENSOR, didapatkan bahwa variasi 2 jenis logam (besi, baja) dan perbedaan diameter, dapat mempengaruhi waktu yang dihasilkan pada logam besi dengan diameter 4 mm dengan waktu 48 detik, besi dengan diameter 8 mm dengan waktu 97 detik, besi dengan diameter 10 mm dengan waktu 129 detik, baja dengan diameter 10 mm butuh waktu 302 detik, dengan rata-rata 91,5 detik. Sedangkan perhitungan kecepatan menggunakan alat pemanas logam secara manual dengan jenis logam yang sama dan diameter yang beda didapatkan hasil pada logam besi dengan diameter 4 mm dengan waktu 35 detik, besi dengan diameter 8 mm dengan waktu 90 detik, besi dengan diameter 10 mm dengan waktu 267 detik, baja dengan diameter 10 mm dengan waktu 302 detik, dengan rata-rata 173,5 detik. Hasil uji coba menunjukkan bahwa alat INTENSOR dalam pemanasan logam lebih cepat di bandingkan dengan menggunakan alat pemanas logam secara manual, seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.

## E. KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis terhadap pemanas logam dengan menggunakan *inductor heater* dengan menggunakan *thermal sensor* berbasis mikrokontroler arduino, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Kecepatan alat INTENSOR dalam pengolahan logam besi dengan diameter 4 mm dengan waktu 48 detik, besi dengan diameter 8 mm dengan waktu 97 detik, besi dengan diameter 10 mm dengan waktu 129 detik, baja dengan diameter 10 mm dengan waktu 94 detik, dengan rata-rata 91,5 detik.
- Tingkat efektivitas produk INTENSOR dalam pengolahan logam dengan menggunakan thermal sensor berbasis mikrokontroler mencapai 36,9%.

### 2. Saran

Beberapa hal yang dapat peneliti rekomendasikan untuk beberapa pihak dari hasil penelitian ini adalah:

- Bagi penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan alat pemanas yang dapat mencapai suhu yang lebih tinggi.
- Dalam pengembangan selanjutnya, percobaan dengan bahan atau komponen yang dapat didaur ulang untuk menciptakan pemanas logam yang lebih baik, serta mengurangi sampah elektronik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, B. I., Reni, R., & Anjar, W. (2019). *Rancang bangun pemanas induksi low power berbasis mikrokontroler*. 7(2), 8–11.  
<http://jurnal.harapan.ac.id/index.php/Jitekh/article/download/57/29/>
- Dickho, K. (2020). *Pengertian Mikrokontroler (Microcontroller) dan Strukturnya*. Teknik Elektronika. <https://teknikelektronika.com/pengertian-mikrokontroler-microcontroller-struktur-mikrokontroler/>
- Hakiki, M. F., & Riandadari, D. (2018). Rancang Bangun Sistem Induction Heater Berbasis Mikrokontroler Atmega 328. *Teknik Mesin*, 4(3), 83–89.  
<https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/jurnal-rekayasa->

mesin/article/download/24772/22685

- [4] Noeraini, I. A. (2016). Pengaruh Tingkat Kepercayaan, Kualitas Pelayanan, dan Harga Terhadap Kepuasan Pelanggan JNE Surabaya. *Ilmu Dan Riset Manajemen*, 5(5), 1–17.
- [5] Prastyo, E. A. (2019). *Arduino Nano*. <https://www.arduinoindonesia.id/2019/01/arduino-nano.html?m=1>
- [5] Rongre, E. M. (2018). *Modul Sensor Dan*. <https://elektro.polimdo.ac.id/wp-content/uploads/2020/08/Modul-Praktikum-Sensor-dan-Transducer.pdf>
- [6] Wahyu, B. A., & Syafei, G. M. (2019). Rancang Bangun Pemanas Induksi dengan Metode Multiturn Helical Coil. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 3(1), 1–4. <https://doi.org/10.30871/jaee.v3i1.1392>