

# Sistem Pemanas Logam dengan *Induction Heater* Berbasis Atmega32

Aswardi<sup>1</sup>, Oriza Candra<sup>2</sup>, Zul Saputra<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang  
email: aswardi@ft.unp.ac.id

**Abstract**—Proses pemanasan logam pada umumnya masih menggunakan tungku pemanas konvensional berbahan bakar gas, kayu, dan batu bara, dapat mengurangi kualitas logam disebabkan oleh zat-zat hasil pembakaran. Penelitian bertujuan untuk merancang tungku pemanas logam dengan sistem *induction heater* berbasis mikrokontroler Atmega32. Tungku pemanas ini memanfaatkan arus induksi untuk memanaskan logam sehingga tidak ada zat-zat hasil pembakaran yang dapat mengurangi kualitas logam tersebut. Proses pengujian tungku pemanas logam dilakukan dengan memanaskan 3 buah logam dengan ketebalan yang berbeda-beda, sehingga dapat kita ketahui kalor dan daya rata-rata yang dapat dihasilkan oleh tungku pemanas logam. Berdasarkan beberapa kali pengujian dapat diketahui bahwa daya rata-rata yang dibutuhkan oleh tungku pemanas logam adalah  $14.8 \text{ }^\circ\text{C} / 1 \text{ Watt}$ , dan kalor rata-rata yang dihasilkan  $1.301,6 / 1 \text{ Watt}$ .

**Kata Kunci:** Sistem *Induction Heater*, Frekuensi, Tungku Pemanas Logam, Mikrokontroler Atmega32

## I. PENDAHULUAN

Tungku pemanas logam konvensional yang dipakai dalam pemanas dan penempaan logam memiliki beberapa kekurangan, dimana tungku pemanas ini sangat menghabiskan tempat karena bentuk fisiknya yang besar. tungku ini masih menggunakan bahan bakar fosil berupa gas bumi yang lama kelamaan akan habis, bentuk fisik yang besar membuat tungku ini sulit diaplikasikan pada tempat kerja yang sempit, radiasi pemanas yang berlebihan yang ditimbulkan oleh tungku pemanas, masih sulitnya proses pengontrolan panas,

*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 seperti yang ditulis dalam buku berjudul ilmu bahan

dan teknik yang dibuat oleh kementerian pendidikan dan kebudayaan (2013: 115)

mengatakan, ” 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 hanya memiliki frekuensi 50-60 Hz akan dinaikan sampai frekuensi 100 KHz.

## II. STUDI PUSTAKA

### A. Bahan Logam

Bahan logam merupakan bahan yang sangat banyak dipakai baik itu untuk kebutuhan industri, pabrik, konstruksi, dan masyarakat, bahan logam dapat dibagi menjadi dua yaitu logam *ferro* atau logam besi dan logam *nonferro* atau logam bukan besi,

1. Logam *Ferro* (Besi); Logam *ferro* adalah suatu logam paduan yang terdiri dari campuran unsur karbon dengan besi.
2. Logam *Nonferro* ( bukan besi ); Logam *Nonferro* merupakan logam yang tidak mengandung bahan besi (Fe).

### B. Dapur Pemanas Logam

Dapur pemanas logam merupakan tempat yang digunakan untuk memanaskan logam baik itu untuk membentuk, memadatkan, memperhalus, ataupun mencampurkannya dengan zat lain, dapur pemanas logam dikelompokkan dalam 3 jenis, dimana dapur pemanas logam ini bisa berasal dari sumber energi minyak, gas, arang kayu, kokas, dan energi listrik.

1. Dapur Pemanas Kamar
2. Dapur Sepuhan Garam
3. Dapur Bak

Ada beberapa sumber energi yang sering dipakai untuk dapur pemanas logam sebagai berikut ini :

- a. Energi Minyak
- b. Energi Arang Kayu

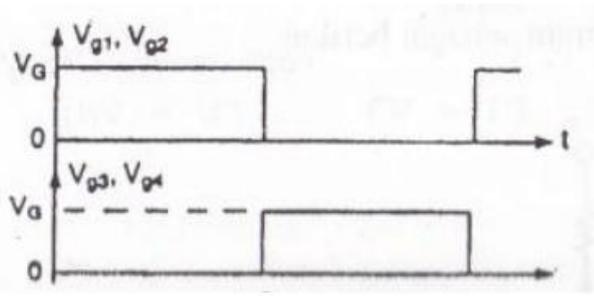
- c. Energi Gas
- d. Energi Kokas
- e. Energi Listrik

**C. Induction Heater**

Induction heater adalah pemanas yang memanfaatkan arus listrik AC frekuensi tinggi yang dialirkan kepada benda kerja berupa batang penghantar yang akan menghasilkan medan elektromagnetik disekitar 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.

**D. Inverter Satu Fasa Half-Brigde**

Inverter satu fasa Setengah jembatan merupakan rangkaian inverter satu fasa memiliki dua buah saklar semikonduktor dan sebuah tegangan sumber DC pada sisi masukan dari inverter tersebut. Sehingga mempunyai kombinasi yang berbeda dari kondisi buka hubung masing-masing komponen daya. Hanya dua kemungkinan dari kombinasi ini dapat menghasilkan tegangan bolak-balik pada beban karena kemungkinan yang lainnya mengakibatkan sumber tegangan terhubung singkat. Bentuk rangkaian inverter satu fasa terdapat pada Gambar 2.12.



**Gambar 2.** Pulsa Gerbang

Berdasarkan gambar 2 inverter dapat menghasilkan tegangan AC dengan cara mengaktifkan satu komponen daya (M1) secarabergantian. Pada saat M1 aktif maka arus mengalir dari sumber DC positif ke M1 ke beban kemudian langsung kembali ke sumber DC negatif. Berikutnya M2 aktif maka arus mengalir ke beban dan kembali ke sumber DC negatif. Tegangan keluaran rms ( $V_{0rms}$ ) dari inverter adalah:

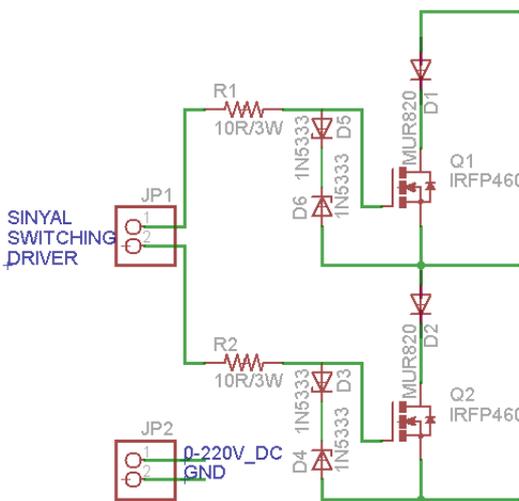
$$V_{0rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V_{dc}^2 \, d\omega t}$$

**E. Mikrokontroler ATmega 32**

Mikrokontroler ATmega 32 merupakan salah satu dari berbagai macam jenis IC mikrokontroller keluaran Atmel yang memiliki kapasitas yang cukup lengkap dan ukuran memori yang cukup besar yaitu 32 KB, bukan hanya itu saja IC ini masih banyak fungsi dan kegunaannya, dengan 32 pin input dan output mikrokontroller ini cukup memadai untuk kebutuhan yang membutuhkan I/O yang cukup banyak, berikut ini spesifikasi mikrokontroler ATmega 32 sebagai berikut :

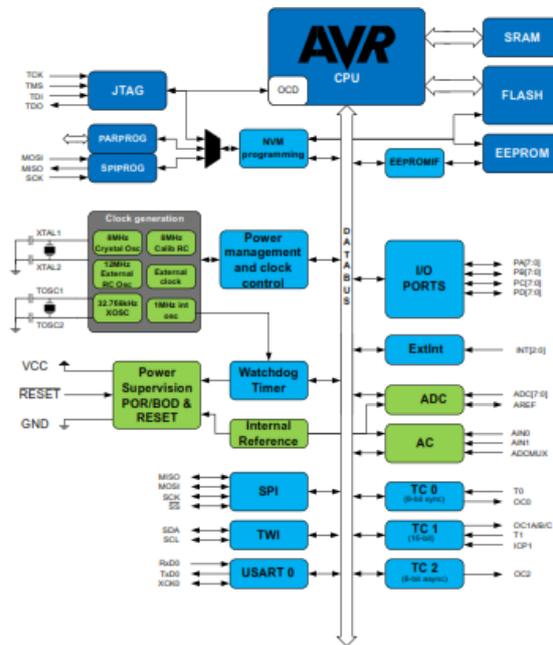
- a. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan PortD
- b. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
- c. Tiga buah Timer/Counter dengan kemampuan perbandingan.
- d. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
- e. Watchdog Timer dengan osilator internal.
- f. SRAM sebesar 512 byte.
- g. Memori Flash sebesar 32 Kb dengan kemampuan Read While Write.
- h. Unit interupsi internal dan eksternal.
- i. Port antarmuka SPI.
- j. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
- k. Antarmuka komparator analog.
- l. Port USART untuk komunikasi serial.

Berdasarkan semua fasilitas yang dimiliki oleh IC mikrokontroller Atmega32 ini lah yang menjadikan rujukan untuk dapat diaplikasi dalam bentuk proyek control, baik itu yang masih dalam tahap



**Gambar1.**Rangkaian Inverter Satu Fasa Setengah Jembatan

pemula ataupun sudah masuk kedalam tahap yang lebih kompleks, berikut ini bentuk blok diagram dari atmega 32 :



Gambar 3. Block diagram ATmega 32

Pada block diagram mikrokontroler Atmega diatas sudah terdapat rangkaian power supply 5v yang merupakan standar tegangan untuk IC mikrokontroler Atmega32 sebagaimana yang terdapat dalam datasheet Atmega32 dengan erentangan supply antara 4.5V – 5.5 V, rangkaian diatas juga sudah dilengkapi dengan pin header jantan yang terkoneksi dengan masing – masing PORT pada mikrocontroller sehingga dapat di gunakan langsung untuk mengkoneksikan sensor atau pun keluaran.

## F. Sensor

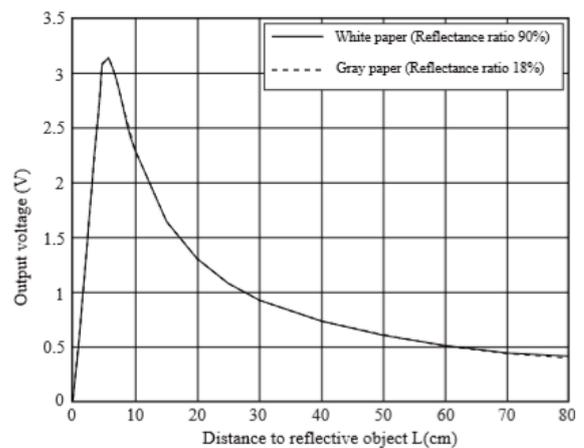
Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya. Dalam pembuatan Tugas Akhir ini penulis menggunakan sensor *Sharp2Y0A21* dan modul MAX6675 dengan *thermocouple TO-800*.

### 1. Sensor *Sharp2Y0A21*

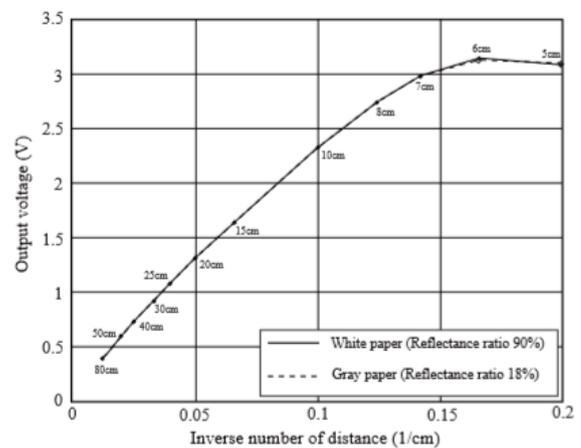
Sensor *Sharp2Y0A21* merupakan sensor yang memanfaatkan gelombang infrared untuk mengukur jarak dari suatu benda, dimana sensor ini memiliki keluaran analog, hasil pengukuran jarak dikeluarkan dalam bentuk tegangan, dan selanjutnya diolah oleh mikrocontroller dan dikonversikan dalam suatu jarak, berdasarkan datasheet berikut ini spesifikasi dari sensor *Sharp 2Y0A21*:

Supply Voltage : 4.5 – 5.5 Volt  
Consumption Current : 30 – 40 mA  
Distance measuring : 10 – 80 Cm  
Output Voltage : 1.65 – 2.15 Volt

Berdasarkan datasheet diketahui jarak pembacaan sensor antara 10 – 80 cm dengan tegangan keluaran antara 1.65 – 2.15 volt, yang mana karakteristik perubahan besaran tegangan keluaran sensor terhadap jarak pembacaan dapat di gambarkan dalam bentuk kurva di bawah ini :



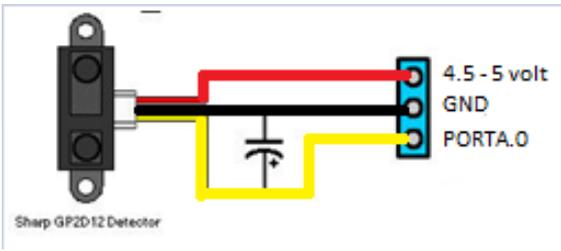
Gambar4. Kurva Karakteristik Output Sensor *Sharp2Y0A2*



Gambar 5. Kurva Karakteristik Output tegangan dan jarak pembacaan Sensor *Sharp2Y0A2*

Kurva diatas menampilkan perbandingan besaran tegangan keluaran sensor terhadap jarak yang terukur, yang mana jarak pembacaan minimal yaitu 10cm akan menguarkan tegangan maksimal yaitu 2.15 volt dan jarak pembacaan maksimal yaitu 80 cm akan mengeluarkan tegangan minimal yaitu 1.65 volt seperti yang digambarkan oleh gambar 4 dan gambar 5.

Pada mengaplikasikan sensor *Sharp 2Y0A21* dengan rangkaian mikrokontroller berikut ini skema dari sensor *Sharp 2Y0A21* :



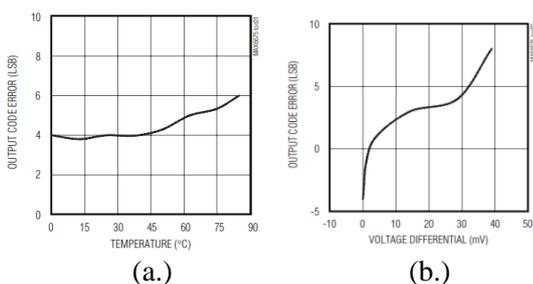
**Gambar 6.** Pemasangan Sensor Sharp 2Y0A21 Pada PORTA.0 dan Power Supply

Berdasarkan gambar di atas pin +5v dan pin GND merupakan pin supply yang harus diberikan ke sensor, dan pin IO line merupakan pin keluaran dari hasil pembacaan sensor yang berupa data analog yang dihubungkan pada rangkaian mikrokontroller Atmega 32 pada PORTA.0 yang merupakan PORT ADC (Analog To Digital Converter).

2. Modul Max6675 dengan Sensor *Thermocouple T0-800*

Modul Max6675 dengan sensor *Thermocouple T0-800* merupakan sensor suhu yang terbagi menjadi dua komponen yang berbeda tapi merupakan satu kesatuan, dimana modul max 6675 merupakan rangkaian untuk merubah hasil keluaran *Thermocouple T0-800* yang kemudian akan keluar dalam bentuk data serial (SPI), sedang *Thermocouple T0-800* merupakan elemen logam yang akan mengeluarkan tegangan dengan besaran yang berbeda sesuai dengan suhu di sekitar *Thermocouple T0-800*, berikut ini spesifikasi dari Modul Max 6675 dengan Sensor *Thermocouple T0-800* :

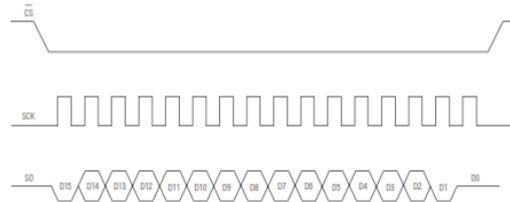
Modul Max6675 dengan Sensor *Thermocouple T0-800* menggunakan jalur komunikasi SPI (Serial Peripheral Interface). Berdasarkan datasheet Modul Max 6675 dengan Sensor *Thermocouple T0-800* memiliki karekteristik pembacaan sebagai berikut :



**Gambar 7.** (a.) Kurva Data LSB terhadap suhu

(b.) kurva Data LSB terhadap tegangan

Kurva di atas menggambarkan besaran nilai LSB terhadap suhu dan tegangan, dimana nilai LSB pada modul max6675 ini berkisar antara -19 sampai 19 pada tegangan supply 5 volt, dimana bentuk keluaran dari komunikasi SPI ini seperti gambar dibawah ini :

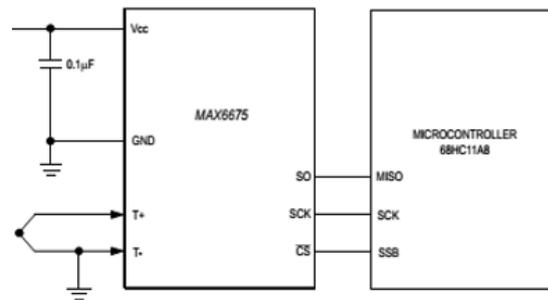


**Gambar 8.** Keluaran Komonikasi SPI pada Modul Max 6675

Gambar 8 di atas merupakan tipe komunikasi SPI (*Serial Peripheral Interface*) yang terdiri dari 3 jalur utama diantaranya :

- SCK : *Serial Clock*
- CS : *Chip Select*
- SO : *Serial Data Output*

Hal ini merupakan jalur komunikasi standar pada SPI, sehingga perlu dikoneksikan juga dengan PIN SPI yang terdapat pada mikrokontroller Atmega32 seperti gambar dibawah ini :



**Gambar 9,** Skema Modul Max6675 dan *Thermocouple T0-800*

Konfigurasi pemasangan pin SPI pada sensor dan SPI pada mikro harus sama, seperti yang digambarkan table di bawah ini :

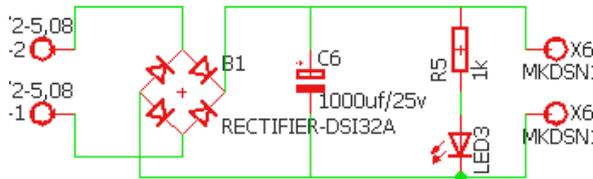
**Tabel 1 :** konfigurasi PIN Modul Max6675 dan *Thermocouple*

Pin Modul Max6675	Pin Mikrokontroller
VCC	+ 5V
SO	MISO (PB6)
CS	SS (PB4)
SCK	SCK (PB7)
GND	GND

Pemasangan pin modul dengan pin mikrokontroller harus sesuai dengan table diatas, jika dalam pemasangan tidak sesuai antaraa sensor dan control, maka data pembacaan suhu tidak akan keluar.

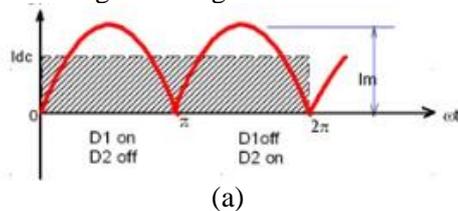
**G. Power Supply ( Catu Daya )**

Penyearah gelombang penuh yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode jembatan ini menggunakan 4 buah dioda seperti gambar dibawah ini :

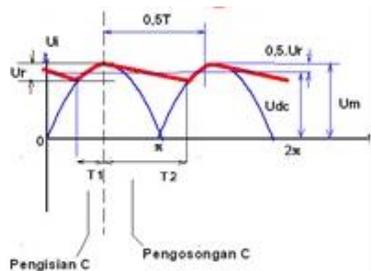


**Gambar 10.** Rangkaian *Full Brigde* dengan Gelombang Keluaran DC

Pada penyearah gelombang penuh ini menggunakan 4 buah diode yang pekerja bergantian, seperti yang dapat dilihat pada gambar diatas, untuk setengah siklus kedua.sehingga menghasilkan gelombang berikut ini :



(a)



(b.)

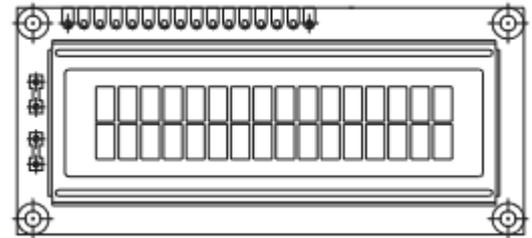
**Gambar 11.** (a.) Gelombang keluaran rangkaian penyearah *full brigde*  
(b) Gelombang keluaran penyearah dengan filter kapasitor

Pada rangkaian penyearah *full brigde* ini juga dilengkapi dengan filter kapasitor untuk membersihkan riak gelombang pada rangkaian penyearah.

**H. LCD (Liquid Cristal Display)**

LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai media penampil data yang sangat efektif dalam suatu sistem elektronik.

Modul LCD yang digunakan adalah modul LCD LMB162A. Untuk melihat bentuk fisik dari LCD LMB162A dapat dilihat pada Gambar 9.berikut ini :

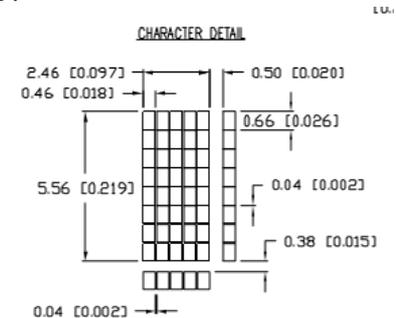


**Gambar 12.** Bentuk Fisik LCD

Spesifikasi dari LCD LMB162A adalah;

*Voltage supply* : 4.5 – 5 Volt  
*Dots* : 5x8

LCD LMB162A memiliki 16x2 dots yang mana 1 dot terdiri dari 5x8 pixel, seperti gambar di bawah ini :

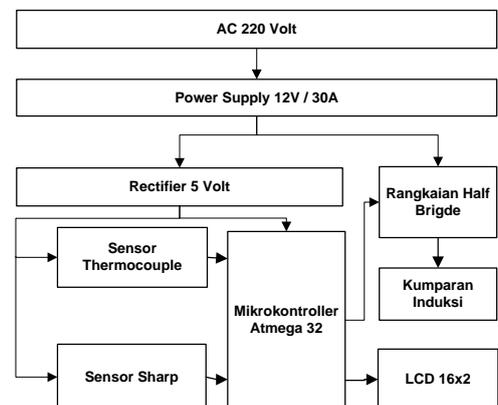


**Gambar 13.** Susunan 1 Dot pada LCD LMB162A

LCD LMB162A ini juga memiliki kontroler display yang akan menyesuaikan dengan dots katakter pada LCD LMB162A.

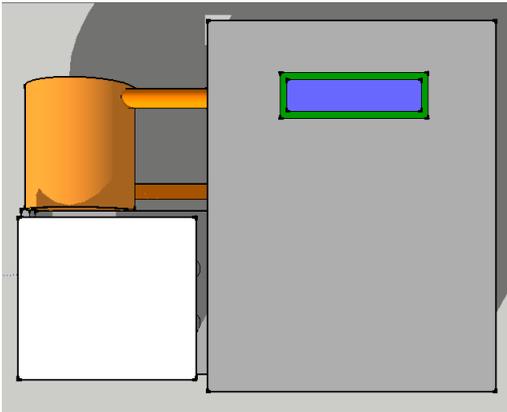
**III. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan *step point* uji coba yang telah ditentukan. Blok diagram sistem kontrol *induction heater* dapat dilihat pada gambar 10.



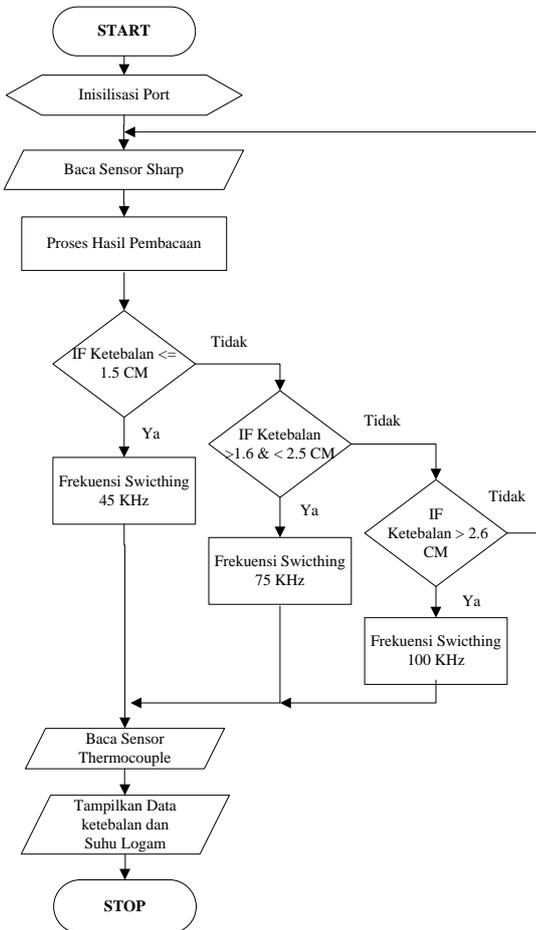
**Gambar 15.** Blok Diagram Alat *induction heater*

Berikut ini bentuk dan konstruksi dari induktion heater untuk penempaan logam ;



Gambar 16 Tampak Atas Alat Induction Heater

Untuk alur flowchart sistem kerja tungku pemanas dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Flowchart Sistem tungku pemanas

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pada proses pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan oleh alat

untuk memanaskan logam, dimana logam pengujian akan dipanaskan hingga mencapai suhu 500<sup>0</sup>C, dengan tebal logam pengujian yang berbeda-beda. Setelah dilakukan pengujian maka diperoleh data sebagai berikut ini

Tabel 2. Waktu Pemanasan Logam dengan Tebal yang Berbeda-beda

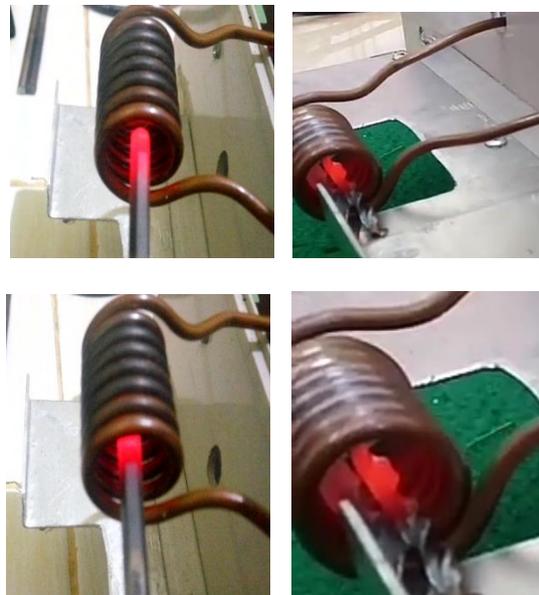
NO	Tebal Logam (mm)	Suhu (°C)	Waktu (s)
1	4	523	45
2	6	510	70
3	8	318	130

Berikut ini gambar hasil pengujian tungku induksi yang ditampilkan oleh LCD 16x2 :



Gambar 19. Ketebalan dan Suhu Logam yang Terbaca

Berikut ini adalah hasil proses pemanas logam oleh tungku induksi dengan tebal logam yang berbeda-beda :



Gambar 20. Proses Pemanasan Logam

Kalor yang dihasilkan oleh pemanas induction heater dapat di ketahui dengan rumus dibawah ini :

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

Pada hasil pengujian logam dengan tebal 8mm. dengan berat 80 gram dan suhu 518<sup>0</sup>C maka jumlah kalor yang dihasilkan seperti pada tabel berikut;

## V. KESIMPULAN

Tungku pemanas logam dengan sistem *induction heater* ini menggunakan ATmega32 sebagai kontrol, sensor suhu *thermocouple* untuk mendeteksi suhu logam yang sedang dipanaskan dan sensor *sharp* untuk mendeteksi ketebalan logam yang akan dipanaskan. Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk mencapai suhu 500°C diantaranya, ketebalan 4 mm (20 gram) butuh waktu 45 detik, 6mm (60 gram) butuh waktu 76 detik dan 8mm (80 gram) butuh waktu 130 detik. Tungku pemanas induksi ini dapat menghasilkan kalor standar 1.301,6 / 1 Watt atau sama dengan 14.8 °C . 1 Watt

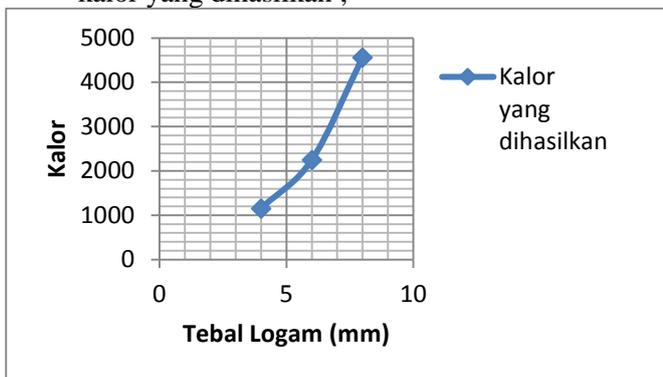
## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kemenristek, (2013), Ilmu bahan dan Teknik Jakarta. Gramedia.
- [2] Atmel Corporation, (2010), "Data Sheet Atmega32, 32L, 32A", USA, Atmel Corporation.
- [3] Maxim, (2002), "Datasheet Max6675", USA, Maxim Integrated Products.
- [4] Sharp, (2006), "Datasheet Sharp2Y0A21", Japan, Sharp Corp.Int.
- [5] Dwi Baskara. Rieza, Perancangan Inverter Resonan Paralel Frekuensi Tinggi Menggunakan IGBT Sebagai Pemanas Induksi, Universitas Diponegoro, 2012
- [6] G.Zaiser, G.Fischer, M.Bruckmann and H.Doht, ZVS driver for voltage~ controlled switches in resonant converters, Power Conversion, June 1995 Proceedings, pp.481~489.
- [7] H.H SUNG, Zero-voltage switching induction heating power supply, Power System.
- [8] H.W.Koertzen, J.D.vanWyk and J.A.Ferreira, Design of the half-bridge series resonant converter for induction heating, IEEE PESC Record, V012, pp.729~735, 1995.
- [9] Noviansyah, (2006), Perancangan Pemanas Induksi Berkapasitas 200W, Prosiding Seminar Ilmu Rekayasa Universitas Gunadharma 20-21 November 2006, Jakarta
- [10] Nugraha. Alberth Z, AgungWarsito, Abdul Syakur, Perancangan Modul Inverter Frekuensi Tinggi Sebagai Pemanas Induksi Untuk Aplikasi Pengereng Pakaian, Universitas Diponegoro, 2010.

Tabel 3, Analisa Kalor Tungku induksi

NO	Tebal logam (mm)	Berat Logam (gr)	Suhu (°C)	Kalor (kalor)
1.	4	20	523	1.150,6
2.	6	40	510	2.244
3.	8	80	518	4.558,4

Berikut grafik perbandingan tebal logam dengan kalor yang dihasilkan ;



Diketahuinya jumlah kalor yang dihasilkan oleh pemanas induction heater maka dapat diketahui berapa konsumsi daya dengan menggunakan persamaan dibawah ini :  $P=Q/dt$

Tabel 4, Daya yang Terpakai Oleh Tungku Induksi

NO	Tebal Logam (mm)	Berat Logam (gr)	Waktu (s)	Daya (Watt)
1.	4	20	45	25,5
2.	6	40	76	29,5
3.	8	80	130	35

Berikut ini grafik perbandingan data kalor dengan daya terukur dari tungku pemanas logam Berikut ini grafik perbandingan data kalor dengan daya terukur dari tungku pemanas logam

Berdasarkan data perbandingan kalor yang dihasilkan dengan daya terpakai, sehingga dapat diketahui daya yang terpakai sebesar 35 watt menghasilkan kalor 4.555,4.

Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran maka didapatkan beberapa data mengenai tungku pemanas yang telah dibuat diantaranya sebagai berikut ini :

1. Rangkaian Mikrokontroller, rangkaian inverter, sensor sharp, dan sensor thermocouple T0-800, semua sudah bekerja dengan baik dengan program yang telah dirancang sebagai mana data-8data pengujian diatas.
2. Tungku pemanas induksi ini dapat menghasilkan kalor standar 1.301,6 / 1 Watt atau sama dengan 14.8 °C . 1 Watt.