

Rancang Bangun Alat Pemanas Induksi Untuk Pekerjaan Hot Working Tekuk Panas

Yajid Nugraha Ilhami^{1,*}, Sibut¹

¹ Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang

Kata kunci

ABSTRAK

Banyak industri menggunakan pemanas induksi sebagai teknologi panas, seperti di industri logam untuk tekuk panas, di manufaktur untuk pengelasan, dan di pengecoran untuk pemanasan. Pemanas induksi, juga disebut sebagai pemanas induksi, adalah alat yang memiliki kemampuan untuk memanaskan dan memanaskan sesuatu melalui prinsip induksi elektromagnetik. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental, yang menggunakan pengamatan langsung untuk mengumpulkan data sebab-akibat dari proses. Setelah proses desain serta pembuatan pemanas induksi berakhir, uji coba dilakukan selama empat menit dengan dua model kumparan berbeda pada pemanas. Suhu pada spesimen diukur menggunakan Thermogun, dengan tujuan untuk menentukan waktu yang diperlukan untuk mencapai temperatur 200°C, 400°C, dan 500°C. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan kumparan model U lebih efisien dibandingkan kumparan model oval. Pada kumparan model U, suhu akhir yang dicapai dalam 2 menit adalah 207°C, dalam 3 menit mencapai 423°C, dan dalam 4 menit mencapai 511°C. Dengan kumparan model oval didapat suhu akhir pada pengujian dalam waktu 2 menit adalah 221°C, suhu akhir dalam waktu 3 menit adalah 416°C, dan suhu akhir dalam waktu 4 menit adalah 446°C. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa kumparan model U memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan kumparan model oval dalam konteks penggunaan ini. Selanjutnya, hasil uji coba menunjukkan bahwa dalam waktu 4 menit menggunakan kumparan model U alat ini menghasilkan suhu sebesar 511°C dengan tegangan input sebesar 54V dan arus sebesar 16A. Hal ini menunjukkan potensi penggunaan alat ini dalam aplikasi industri yang membutuhkan pemanasan cepat dan efisien.

* **Corresponding author:**

Yajid Nugraha Ilhami (email: yajidnugraha22@gmail.com)

Diterima: 25 September 2024

Disetujui: 14 Agustus 2025

Dipublikasikan: 11 November 2025

1 Pendahuluan

Abad kedua puluh satu dikenal sebagai era teknologi. Seseorang harus dapat beradaptasi dengan perubahan yang terjadi dengan cepat. Ada kebutuhan untuk memiliki kemampuan untuk mendukung situasi tersebut. Menurut Australasian Campuses Towards Sustainability (2013), ada empat kategori besar kemampuan abad ke-21. Yang pertama adalah cara berpikir; ini termasuk berpikir kritis, kreativitas, pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan belajar. Yang kedua adalah cara kerja, yang mencakup berbicara dan bekerja sama. Alat kerja, yang ketiga adalah literasi informasi dan teknologi informasi dan komunikasi (ICT). Keempat, kemampuan hidup di dunia: kewarganegaraan, kehidupan dan karir, dan tanggung jawab sosial dan pribadi. Kemampuan-kemampuan ini membutuhkan kemampuan untuk berkolaborasi dan berkomunikasi dengan cepat.[1]

Di era modern ini, kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) sangatlah maju. Sumber daya manusia saat ini harus dipertahankan untuk mengimbangi perkembangan teknologi yang cepat ini. Di berbagai industri, pemanas induksi telah banyak dikembangkan, seperti di industri logam untuk pekerjaan tekuk panas, pengelasan di industri logam, dan pemanasan di industri pengecoran.

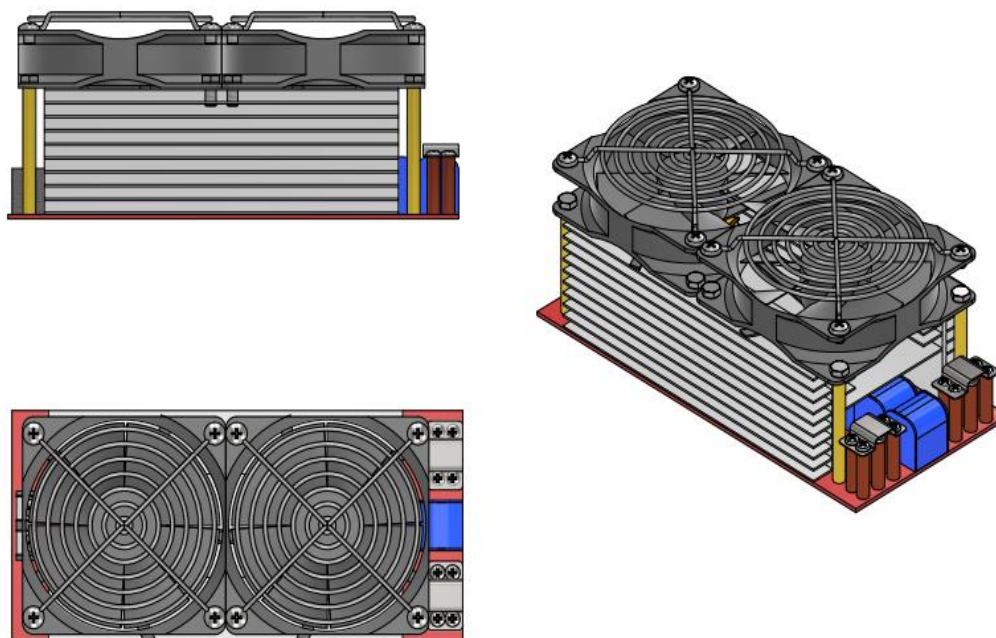
Pemanas induksi, terkadang dikenal sebagai rangkaian induksi, adalah rangkaian atau peralatan yang menggunakan induksi untuk memanaskan benda.[2] Karena suhu dan titik pemanasannya yang tepat, pemanasan induksi menawarkan keuntungan dalam teknologi pembengkokan logam. Induksi medan magnet tidak menyebabkan elemen pemanas menghasilkan panas. Karena pemanasan selektif menggunakan lebih sedikit energi daripada memanaskan benda secara keseluruhan, pemanasan ini membutuhkan waktu lebih sedikit dan menghasilkan lebih sedikit distorsi panas.[3]

Keliatan bahan menjadi lebih berkurang, batas lumer naik dan regangan patahan berkurang tidak semua macam baja memperlihatkan kejadian demikian ini. Selanjutnya kejadian ini terjadi pada macam-macam baja yang peka untuk penuaan, hanya selama atau sesudah perubahan bentuk dalam keadaan dingin, umpamanya karena lenturan, pada mana regangan bahan itu sedikit-dikitnya adalah sebesar 3% baja siemens martin hampir tidak memperlihatkan penuaan ini, pada baja thomas peristiwa ini banyak terdapat (J. Honing, 1953:28).

Modul daya pemanas induksi[4] menghasilkan tegangan bolak-balik frekuensi tinggi, yang memicu komponen listrik untuk menghasilkan daya AC frekuensi tinggi. Kumparan kemudian menerima daya AC frekuensi tinggi ini, yang menyebabkan fluks dihasilkan. Ini karena kumparan induksi yang digunakan untuk pemanasan induksi memiliki dua elektromagnet.[6] Komponen penting dari proses panas induksi adalah arus eddy, dan jumlah arus eddy yang diinduksi kumparan induksi menentukan berapa banyak panas yang dihasilkan dalam material tertentu. Medan magnet kawat penghantar bervariasi saat arus bolak-balik melewati kumparan.[7]

2 Metode Penelitian

Pemanas induksi terdiri dari banyak bagian yang dirangkai jadi satu. Bagian sumber energi, pembangkit arus bolak-balik, serta kumparan kerja merupakan bagian dari mereka. Komponen sumber energi terdiri dari trafo yang merendahkan tegangan jadi 54V dari 220V, serta 4 diode berkapasitas 40A yang jadi penyearah arus listrik keluaran trafo. Sumber energi listrik ataupun trafo bisa menampung sampai 10 A, namun sekeringnya cuma 8A. Ini dicoba buat menghindari trafo sangat panas sebab sangat banyak arus listrik. Tidak hanya itu, kipas terletak di dekat trafo, serta resistor R1 serta R2 mempunyai nilai tahanan 470 Ω serta 2 W energi. Nilai tahanan wajib kecil sehingga Mosfet menyala dengan kecepatan yang lumayan besar namun tidak sangat rendah sehingga diode bisa meluangkan gatenya dikala Mosfet lain dalam posisi on. Buat tujuan ini, Mosfet gate diosongkan oleh diode D1 serta D2, sehingga gatenya betul-betul kosong. Dengan nilai tahanan yang rendahnya, diode Schottky bisa digunakan buat tujuan ini. Tegangan yang bisa diterima diode wajib lumayan buat mengestimasi kenaikan tegangan di segala sirkuit. Transistor MOSFET Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, serta Q6, yang terbuat cocok dengan spesifikasi IRC 630, mempunyai $I_{max}=16A$ serta $V_{max}=54V$. Mereka dipasang pada heatsink buat kurangi kehancuran yang diakibatkan oleh temperatur yang bertambah. MOSFET diseleksi sebab mempunyai waktu respons yang besar serta tahanan drain yang rendah. Induktor L1 serta L2 berperan selaku choke buat melindungi frekuensi besar lumayan jauh dari listrik serta menghalangi arus cuma hingga batasan tertentu. Walaupun mereka tidak efektif, mereka bisa menimbulkan kehancuran pada sirkuit sumber energi ataupun kontrol sebab tidak membutuhkan colokan. Bila tidak terdapat choke ataupun induktansi sangat kecil, sirkuit bisa jadi tidak beresilasi. Tetapi, kawat dengan diameter yang lumayan besar wajib digunakan buat membagikan induktansi yang lumayan besar buat menahan arus yang besar. Dalam pemanas ini, choke terdiri dari cincin ferit berdiameter 6 mm yang dihubungkan dengan 2 puluh lilitan kawat tembaga berdiameter satu mm. Trafo pendingin Mosfet IRC 630 terdiri dari 8 lilitan kawat tembaga serta kumparan kerja berdiameter lima puluh mm.



Gambar 1 Rancang Bangun Induction Heater

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Uji Coba Alat Pemanas Induksi

Setelah selesainya perancangan dan produksi pemanas induksi, dua model kumparan yang berbeda digunakan untuk uji coba selama empat menit. Thermogun, yang digambarkan pada gambar di bawah, digunakan untuk menguji suhu spesimen dan menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 200°C, 400°C, dan 500°C.

Tabel 1 Hasil uji coba menggunakan kumparan model Oval

Waktu (menit)	Temperatur (°C)	Daya (watt)
2	221	2066
3	416	2196
4	446	2257

Hasil waktu pengujian dengan kumparan model Oval ditunjukkan pada tabel 1 di atas. Dalam dua menit pengujian, suhu akhir adalah 221°C, dalam tiga menit 416°C, dan dalam empat menit 446°C.

Tabel 2 Hasil uji coba menggunakan kumparan model U

Waktu (menit)	Temperatur (°C)	Daya (watt)
2	207	2683
3	423	2733
4	511	2772

Hasil pengujian dengan kumparan model U ditunjukkan dalam tabel 2 di atas. Selama dua menit pengujian, suhu akhir adalah 207°C, tiga menit 423°C, dan empat menit 511°C.

Panas yang dibutuhkan untuk memanaskan logam dapat ditentukan menggunakan hasil pengujian di atas sebagai panduan. Persamaan rumus dapat digunakan untuk menentukan berapa banyak panas yang dihasilkan pemanas induksi. Rumus berikut dapat digunakan untuk menentukan berapa banyak daya yang diserap oleh logam ketika waktu dan keluaran panas pemanas induksi diketahui:

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T \quad (1)$$

Q = jumlah kalor yang diterima atau dilepas oleh suatu benda (J)

m = massa benda yang menerima atau melepas kalor (kg)

C_p = kapasitas panas (Kkal/kg°C)

ΔT = perubahan suhu (°C)

3.2 Uji Bending

Tabel 3 menunjukkan bahwa kumparan model U cenderung membutuhkan gaya yang lebih besar dibandingkan kumparan model oval untuk membengkokkan spesimen, terutama pada durasi *heat treatment* yang lebih pendek. Selain itu, kumparan model U menunjukkan peningkatan gaya yang diperlukan dengan penambahan waktu perlakuan panas dari 2 menjadi 3 menit, namun mengalami sedikit penurunan pada waktu 4 menit. Di sisi lain, kumparan model oval memperlihatkan tren penurunan gaya yang diperlukan seiring dengan penambahan durasi *heat treatment*. Temuan ini mengindikasikan bahwa tidak hanya bentuk kumparan yang mempengaruhi karakteristik mekanik spesimen, tetapi juga waktu *heat treatment* memiliki peran krusial dalam menentukan resistansi material terhadap deformasi.

Tabel 3. Hasil Uji Bending

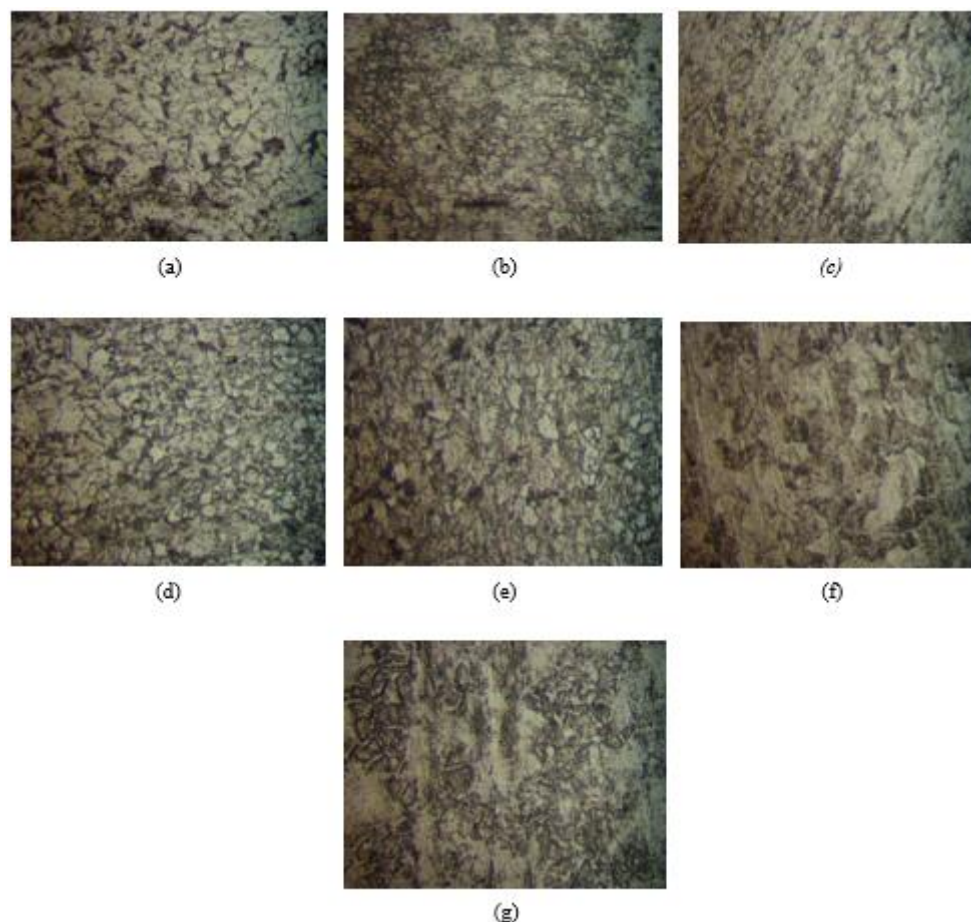
Model Kumparan	Waktu <i>Heat Treatment</i> (Menit)	Peak Load
RAW U	-	21914 N
	2	24682 N
	3	26765 N
	4	26328 N
Oval	2	24596 N
	3	24095 N
	4	23141 N

3.3 Uji Struktur Mikro

Gambar 2 menampilkan hasil pengujian struktur mikro yang dicoba dengan memakai garis bantu mikrometer. Garis bantu ini digunakan selaku panduan buat mengukur serta menulis fase- fase yang tercipta pada tiap kotak mikrometer, serta setelah itu hasilnya dicatat guna memudahkan perhitungan jumlah fasa. Persentase struktur mikro dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{presentase struktur mikro} = \frac{\text{Jumlah Kotak Yang Berisi Fasa Tertentu}}{\text{total jumlah kotak}} \times 100\% \quad (2)$$

Dengan menggunakan rumus ini, persentase dari masing-masing fasa pada struktur mikro dapat dihitung berdasarkan jumlah kotak yang berisi fasa tersebut dibagi dengan total jumlah kotak, kemudian hasilnya dikalikan dengan 100%.



Gambar 2 Struktur mikro benda uji pada durasi *heat treatment* (a) raw, (b) 2 menit O, (c) 3 menit O, (d) 4 menit O, (e) 2 menit U, (f) 3 menit U, (g) 4 menit U.

3.4 Uji Kekerasan

Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian kekerasan yang dilakukan untuk mengukur bagaimana sifat mekanis material berubah sebelum dan sesudah perlakuan panas. Setelah perlakuan panas, pemanas induksi diatur pada suhu 511°C. Setelah itu, kekerasan permukaan diukur menggunakan alat uji micro Vickers dengan beban 1 kgf dan waktu penekanan 10 detik. Nilai kekerasan permukaan dihitung dan dibandingkan dengan kondisi sebelumnya sebelum perlakuan panas.

Tabel 4 Hasil Uji Kekerasan

No	Kode Spesimen	Kekerasan (HV)		
		Titik 1	Titik 2	Titik 3
1	Baja ST 37 (Sebelum <i>Heat Treatment</i>)	123,2	121,6	117,5
2	Baja ST 37 (Setelah <i>Heat Treatment</i>)	178,7	177,0	173,1

Gambar 6

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, kami dapat menyimpulkan beberapa hal berikut tentang kinerja alat yang kami rancang:

1. Perancangan perlengkapan pemanas induksi menyertakan upaya mencampurkan komponen- komponen yang diidentifikasi sepanjang simulasi ke dalam perlengkapan pemanas induksi yang diuji serta berperan dengan baik
2. Temuan pengujian juga menunjukkan bahwa bentuk dan ukuran kumparan memiliki dampak signifikan terhadap proses pemanasan.
3. Berdasarkan hasil uji coba, kumparan model U menunjukkan peningkatan suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan kumparan model oval.
4. Berdasarkan hasil uji coba dalam waktu 4 menit menggunakan kumparan model U alat ini menghasilkan suhu sebesar 511°C dan 2772 watt dengan tegangan input sebesar 54 V dengan arus sebesar 16A.

5 Referensi

- [1] Purwo, wahyu (2013) Rancang Bangun Pemanas Induksi Berkapasitas 600W Untuk Proses Perlakuan Panas Dan Perlakuan Permukaan Surakarta : Universitas Sebelas Maret (UNS)
- [2] Noviansyah, R (2012) Pemanas Induksi (Induction Heating) Kapasitas 200 W Cimanggis : Universitas Gunadarma
- [3] Jepri Wandes Nababan (2015) Rancang Bangun Pemanas Induksi Berdaya Rendah Dengan Menggunakan *Solenoid Coil* Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535 Medan : Universitas Sumatera Utara
- [4] L. L. Faulkner (2017) Optimal Control of Induction Heating Processes Ohio : State University Colombus Taylor & Francis Group, LLC
- [5] Arsana, Dwi (2016) Membuat pemanas induksi sederhana <http://duwiarsana.com/membuat-pemanas-induksi-sederhana>
- [6] Muhammad Firman Hakiki (2018) Rancang Bangun Induction Heater Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 328 Surabaya : Universitas Negeri Surabaya
- [7] Dyah Riandadari (2018) Rancang Bangun Induction Heater Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 328 Surabaya : Universitas Negeri Surabaya