

RANCANG BANGUN BEARING HEATER BERBASIS INDUKSI ELEKTROMAGNETIK

DESIGN OF A BEARING HEATER BASED ON ELECTROMAGNETIC INDUCTION

Noval Ramadhani, Aditya Afrian Nurhuda, Aji Sutrisno, Katiko Imamul Muttaqin

Politeknik Negeri Banjarmasin, Jl. Brigjen H. Hasan Basri, Kayu Tangi, Banjarmasin, Indonesia.

email: novalramadhani48@gmail.com, adityaafriannurhuda@gmail.com, ajisutrisno130104@gmail.com,
katikoim@poliban.ac.id

Received:
28 Maret 2025

Accepted:
10 April 2025

Published:
30 Mei 2025



Abstrak

Perawatan dan perbaikan bearing pada alat berat merupakan aspek penting untuk menjaga kinerja mesin dan mencegah kerusakan dini. Pemasangan bearing yang tidak tepat dapat menimbulkan downtime operasional, biaya tinggi, serta berisiko merusak komponen. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun bearing heater berbasis induksi elektromagnetik yang efisien, ekonomis, dan aman digunakan. Metode penelitian meliputi studi literatur, perancangan mekanik-elektrik, serta pengujian performa. Hasil menunjukkan alat mampu memanaskan bearing secara merata hingga lebih dari 120°C dalam waktu relatif singkat dengan konsumsi energi $\pm 0,074$ kWh. Alat ini mempercepat proses perbaikan, mengurangi risiko kerusakan akibat pemasangan paksa, serta meningkatkan efisiensi perawatan. Dengan desain portabel dan sistem kontrol suhu otomatis, bearing heater ini dapat menjadi solusi aplikatif dalam industri alat berat.

Kata Kunci: pemanasan induksi, alat berat, efisiensi perbaikan.

Abstract

Maintenance and repair of bearings in heavy equipment are crucial to ensure machine reliability and prevent premature failure. Improper installation can cause downtime, higher costs, and potential component damage. This study aims to design and develop an electromagnetic induction-based bearing heater that is efficient, economical, and safe to operate. The research method includes literature review, mechanical and electrical design, and performance testing. The results show that the heater can evenly heat bearings above 120°C in a relatively short time with energy consumption of about 0.074 kWh. The tool accelerates repair processes, reduces the risk of forced-installation damage, and improves maintenance efficiency. With its portable design and automatic temperature control system, the bearing heater provides a practical and reliable solution for the heavy equipment industry.

Keywords: induction heating, heavy equipment, maintenance efficiency.

How to cite: Noval Ramadhani, Aditya Afrian Nurhuda, Aji Sutrisno, Katiko Imamul Muttaqin, "Rancang Bangun Bearing Heater Berbasis Induksi Elektromagnetik". *Journal of Mechanical Engineering MANOMETER*, Vol.1, No.1, 29-39, Mei 2025.

PENDAHULUAN

Bearing merupakan salah satu komponen vital pada sistem mesin, termasuk dalam industri alat berat, yang berfungsi untuk menopang poros sekaligus mengurangi gesekan antar elemen yang berputar [1]. Keandalan bearing sangat menentukan performa mesin, sebab kerusakan pada komponen ini dapat menimbulkan downtime yang signifikan dan biaya perawatan yang tinggi [2]. Salah satu proses penting dalam pemasangan bearing adalah metode pemuaian termal, di mana bearing dipanaskan hingga suhu tertentu agar mengalami ekspansi sehingga dapat dipasang ke poros dengan presisi tanpa menimbulkan kerusakan mekanis [3].

Metode konvensional yang banyak digunakan di lapangan, seperti pemanasan dengan api langsung atau penggunaan blowtorch, memiliki kelemahan serius. Pemanasan dengan api tidak hanya menimbulkan risiko keamanan berupa kebakaran, tetapi juga dapat menyebabkan oksidasi dan perubahan sifat metalurgi pada bearing. Alternatif lainnya adalah menggunakan oven pemanas atau rendaman oli panas, tetapi metode ini memerlukan waktu relatif lama, tidak portabel, dan berpotensi meninggalkan kontaminan [2], [4]. Oleh karena itu, diperlukan solusi teknologi pemanas bearing yang lebih aman, cepat, dan efisien.

Studi pustaka menunjukkan bahwa teknologi pemanas induksi telah banyak dikembangkan untuk berbagai aplikasi industri karena kemampuannya menghasilkan panas secara cepat, terfokus, dan bersih [5]. Ismail dkk [6] mengembangkan pemanas induksi untuk komponen mesin dengan hasil yang cukup baik, tetapi alat yang dibuat masih bersifat stasioner dan belum dilengkapi sistem pengendali suhu otomatis. Nugroho dkk [7] merancang pemanas bearing berbasis Arduino Nano dan sensor suhu, namun keterbatasan terletak pada daya rendah serta tidak adanya pendinginan aktif sehingga keandalan alat menurun pada penggunaan jangka panjang. Dengan demikian, masih terdapat research gap berupa kebutuhan alat pemanas bearing portabel yang efisien, memiliki sistem kontrol otomatis, serta aman digunakan di lapangan.

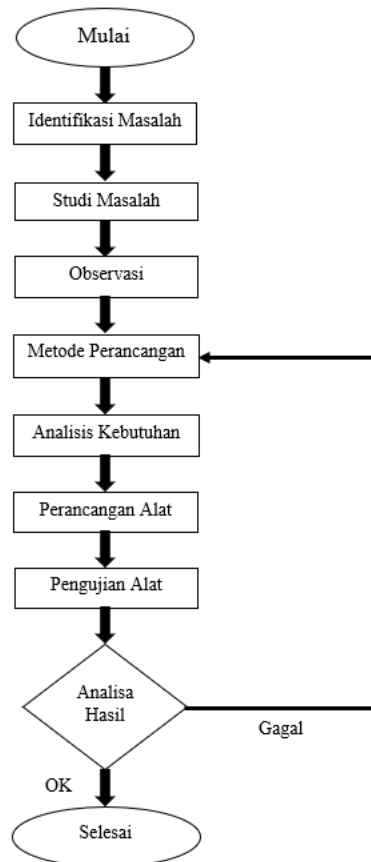
Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan prototipe bearing heater berbasis induksi elektromagnetik portabel. Alat ini dirancang menggunakan modul ZVS 1000 W sebagai sumber pemanas, variasi kumparan tembaga sebagai media induksi, temperature controller digital untuk pengendalian otomatis, serta kipas pendingin aktif guna menjaga kestabilan sistem elektronik. Pendekatan ini diharapkan mampu menjawab kelemahan pada penelitian terdahulu, khususnya dari sisi portabilitas, kecepatan pemanasan, dan keamanan penggunaan.

Metode penelitian dilakukan dengan pendekatan R&D (*Research and Development*) [8], dimulai dari perancangan, perakitan prototipe, hingga pengujian performa dengan membandingkan tiga variasi bentuk kumparan (spiral horizontal, kerucut, dan spiral datar). Gap analisis dilakukan dengan cara membandingkan kinerja alat yang dikembangkan dengan metode konvensional maupun penelitian terdahulu. Dengan pendekatan ini, dapat diperoleh pemahaman menyeluruh mengenai efektivitas desain sekaligus kontribusi inovatif terhadap praktik perawatan mesin.

Adapun tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang dan merealisasikan prototipe bearing heater berbasis induksi elektromagnetik yang portabel dan efisien; menguji kinerja alat berdasarkan parameter waktu pemanasan, laju kenaikan suhu, konsumsi energi, biaya operasional, serta pemuaian bearing; membandingkan hasil pengujian dengan metode konvensional dan penelitian terdahulu untuk menunjukkan keunggulan alat yang dikembangkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *research and development* (R&D) sebagaimana dijelaskan Sugiyono [8], karena bertujuan menghasilkan suatu produk berupa prototipe bearing heater berbasis induksi elektromagnetik yang aplikatif di industri alat berat. Tahapan penelitian meliputi studi literatur, perancangan mekanik dan elektrik, perakitan komponen menjadi satu sistem portabel, serta pengujian performa alat sebagaimana Gambar 1.



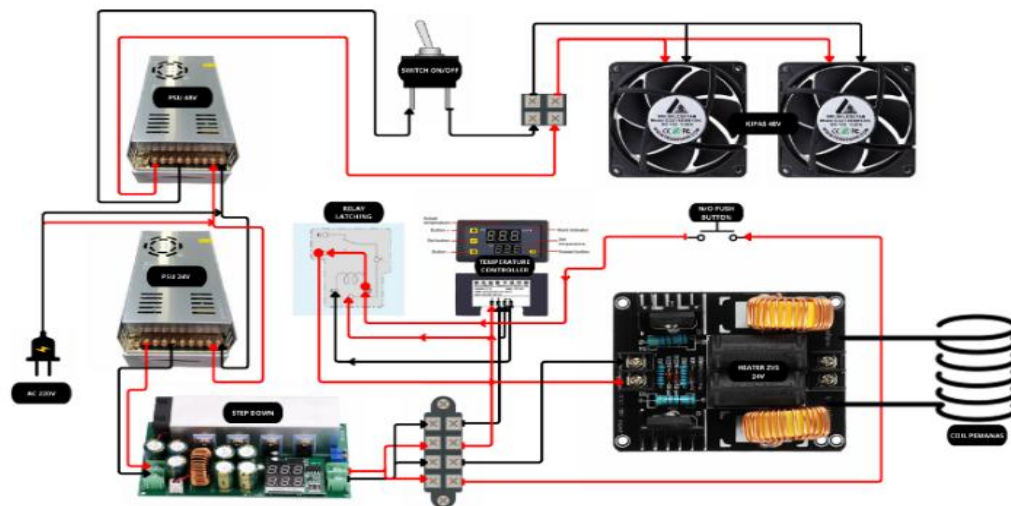
Gambar 1 Diagram alir penelitian

Objek penelitian adalah rancangan dan implementasi alat pemanas bearing yang memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada perakitan alat, pengujian fungsionalitas, serta evaluasi efisiensi pemanasan dengan menggunakan beberapa variasi bentuk kumparan, yaitu spiral horizontal, kerucut, dan spiral datar. Bearing yang diuji memiliki diameter dalam antara 15 mm hingga 71 mm, sesuai dengan kebutuhan umum perawatan pada industri alat berat.

Bahan dan alat utama yang digunakan terdiri atas komponen elektrik dan mekanik. Komponen elektrik meliputi power supply 24V dan 48V, modul pemanas induksi ZVS berdaya 1000W, step down converter, relay, digital temperature controller W3230, dan kipas DC 48V sebagai pendingin aktif. Komponen mekanik menggunakan kawat tembaga berdiameter 1,1 mm dan 2,5 mm yang dibentuk menjadi kumparan kerja, serta toolbox aluminium sebagai wadah portabel. Alat ukur yang digunakan adalah multimeter digital, termokopel sensor suhu, dan wattmeter, sementara objek uji berupa cone bearing dan ball bearing yang dirangkai seperti Gambar 2.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banjarmasin, dengan simulasi kasus lapangan pada proses pemasangan bearing di industri

alat berat. Data dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap proses pemanasan, pencatatan hasil pengukuran suhu, waktu pemanasan, konsumsi daya listrik, serta dokumentasi foto dan grafik. Studi literatur juga dilakukan untuk memperkuat dasar teori dan membandingkan hasil dengan penelitian terdahulu.



Gambar 2 Skematik rangkaian bearing heater

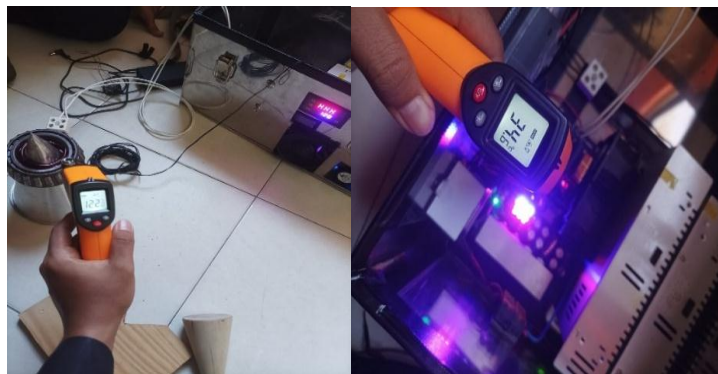
Variabel penelitian didefinisikan secara operasional sebagai berikut: variabel bebas berupa bentuk kumparan kerja; variabel terikat berupa waktu pemanasan, suhu tercapai, konsumsi energi, biaya listrik, serta pemuai diameter bearing; sedangkan variabel kontrol berupa tegangan input, target suhu pemanasan sebesar 120 °C, dan ukuran bearing yang digunakan.

Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Analisis dilakukan dengan membandingkan performa tiap bentuk kumparan, baik dari segi kecepatan pemanasan, kestabilan suhu, efisiensi energi, maupun biaya operasional. Hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan interpretasi. Dengan demikian, metode penelitian ini diharapkan mampu menjawab gap yang ditemukan pada penelitian terdahulu, sekaligus menghasilkan rekomendasi rancangan bearing heater yang lebih efisien, aman, dan sesuai untuk kebutuhan industri alat berat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian fungsionalitas alat dilakukan untuk memastikan bahwa bearing heater yang dirancang mampu bekerja sesuai dengan tujuan, yaitu memanaskan bearing hingga mencapai suhu kerja yang ditentukan secara merata dan aman. Pengujian ini mencakup pengamatan terhadap kinerja komponen utama seperti modul pemanas induksi, temperature controller W3230, sistem relay otomatis, dan fan pendingin. Bearing dengan diameter inner 67 mm diletakkan pada kumparan kerja, kemudian alat dinyalakan dan suhu dipantau melalui sensor suhu digital. Alat dinyatakan berfungsi dengan baik apabila mampu memanaskan bearing hingga suhu 110–120°C dalam waktu singkat tanpa adanya gangguan arus, overheat pada komponen, atau malfungsi sistem kontrol suhu.

Pengujian Fungsionalitas



Gambar 3 Kondisi pengujian fungsionalitas alat

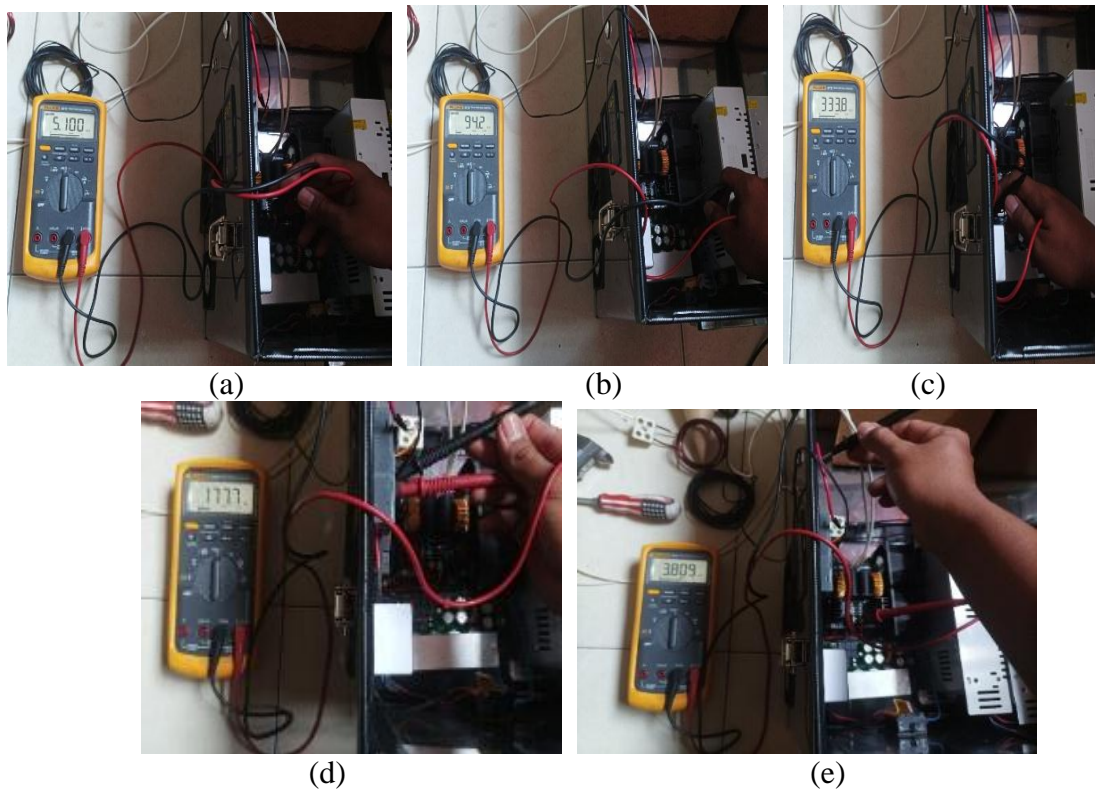
Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat memutus arus secara otomatis saat suhu telah mencapai batas yang ditentukan, membuktikan bahwa fungsi kontrol suhu bekerja efektif. Selain itu, suhu pemanasan dapat mencapai hingga 120°C pada permukaan bearing, serta sistem pendingin aktif mampu menjaga temperatur internal dikisaran 34°C pada alat agar tetap aman selama proses berlangsung.

Pengujian Listrik Dan Keamanan Pada Alat



Gambar 4 Kondisi pengujian keamanan alat

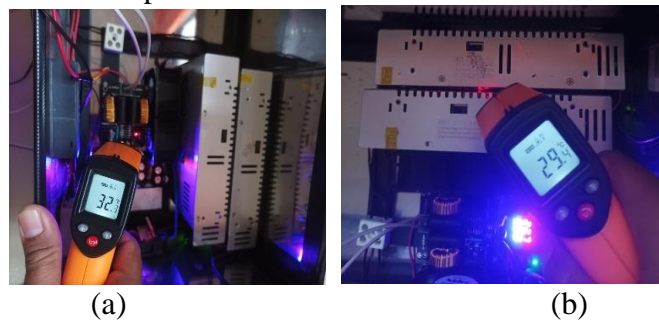
Pengujian listrik dan keamanan dilakukan untuk memastikan bahwa alat bearing heater aman dioperasikan dan tidak menimbulkan risiko gangguan kelistrikan seperti tegangan berlebih, ataupun hubungan pendek. Pengujian dimulai dengan mengamati tegangan dan arus Output pada Step Down, yang menunjukkan nilai stabil tidak lebih dari 24 Volt dan tidak lebih dari 20 Ampere sesuai spesifikasi. Selanjutnya, dilakukan pemeriksaan resistansi antar terminal menggunakan mode ohm pada multimeter untuk mendeteksi kemungkinan hubungan pendek, dan hasilnya menunjukkan tidak adanya nilai resistansi mendekati nol, menandakan rangkaian bebas *korsleting*.



Gambar 5 Pengukuran hambatan pada (a) terminal heater; (b) terminal input stepdown; (c) terminal output stepdown; (d) terminal temperature; (e) terminal push on

Pengujian Listrik Dan Keamanan Pada Alat

Pengujian daya tahan alat dilakukan untuk menilai sejauh mana alat bearing heater mampu beroperasi secara terus-menerus tanpa mengalami kerusakan atau penurunan fungsi. Pengujian ini dilakukan dengan cara menyalakan alat secara berulang-ulang dalam beberapa siklus pemanasan, masing-masing selama ± 10 menit, dengan total waktu kerja kumulatif selama lebih dari 1 jam. Selama pengujian, parameter penting seperti suhu komponen elektronik (modul ZVS, MOSFET, dan PSU), kestabilan arus, serta respons temperature controller terus dipantau.






Gambar 6 Kondisi pengujian temperature (a) mosfet; (b) PSU

Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat tetap bekerja dengan stabil tanpa adanya penurunan performa atau overheating yang berlebihan. Suhu komponen aktif dapat dijaga di bawah ambang batas aman dengan bantuan kipas pendingin 48V yang diaktifkan melalui saklar manual. Tidak ditemukan gejala kegagalan pada sistem relay, saklar, maupun kabel penghubung. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa alat memiliki daya tahan yang baik dan dapat digunakan secara berulang dalam lingkungan kerja industri yang membutuhkan pemanasan bearing secara rutin.

Pengujian Efisiensi Panas Dengan Bentuk Koil Yang Berbeda

Pengujian efisiensi pemanasan dilakukan untuk menilai kecepatan dan kestabilan alat dalam memanaskan bearing hingga suhu kerja yang diinginkan. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur seberapa cepat alat dapat mencapai suhu 110–120°C pada permukaan bearing dengan bentuk koil yang berbeda.

Tabel 1 Pengujian efisiensi panas berdasarkan bentuk koil

 <p>Gambar 7 Pengujian Efisiensi Koil Kerucut</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nilai Sebelum Bearing 8H-7801 Dipanaskan <ol style="list-style-type: none"> 1. Diameter Inner Bearing = 71.60mm 2. Suhu awal = 34°C ➤ Pengujian Setelah Bearing 8H-7801 Dipanaskan <ol style="list-style-type: none"> 1. Diameter <i>Inner Bearing</i> = 71.85mm 2. Waktu pemanasan = 12 menit 3. Suhu tercapai = 120°C 4. Pemuaian Permukaan <i>Inner</i> = 0,15mm
 <p>Gambar 8 Pengujian Efisiensi Koil Datar</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nilai Sebelum Bearing 8H-7801 Dipanaskan <ol style="list-style-type: none"> 1. Diameter Inner Bearing = 71.60mm 2. Suhu awal = 34°C ➤ Pengujian Setelah Bearing 8H-7801 Dipanaskan <ol style="list-style-type: none"> 1. Diameter <i>Inner Bearing</i> = 71.85mm 2. Waktu pemanasan = 26.47 menit 3. Suhu tercapai = 120°C <p>Pemuaian Permukaan <i>Inner</i> = 0.15mm</p>
 <p>Gambar 9 Pengujian Efisiensi Koil Horizontal</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nilai Sebelum Bearing 8H-7801 Dipanaskan <ol style="list-style-type: none"> 1. Diameter Inner Bearing = 71.60mm 2. Suhu awal = 34°C ➤ Pengujian Setelah Bearing 8H-7801 Dipanaskan <ol style="list-style-type: none"> 1. Diameter <i>Inner Bearing</i> = 71.85mm 2. Waktu pemanasan = 8 menit 3. Suhu tercapai = 120°C <p>Pemuaian Permukaan <i>Inner</i> = 0.15mm</p>

Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan untuk memastikan konsistensi hasil dan mengevaluasi performa alat bearing heater berbasis induksi elektromagnetik yang telah dirancang. Setiap pengujian bertujuan untuk mengetahui seberapa cepat alat mampu memanaskan bearing hingga suhu kerja tertentu ($\pm 120^{\circ}\text{C}$) menggunakan dua bentuk kumparan kerja yang berbeda, yaitu kumparan spiral horizontal dan kumparan kerucut. Pada setiap sesi pengujian, suhu dicatat secara bertahap mulai dari 40°C hingga 120°C , dengan rentang waktu yang dibutuhkan dicatat untuk tiap bentuk kumparan.

Tabel 2 Rata - rata waktu – temperature pemanasan

Koil Bentuk Spiral Horizontal		Koil Bentuk Kerucut	
Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Waktu (menit)	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Waktu (menit)
40°	1m.02d	40°	1m.20d
55°	2m.22d	55°	3m.30d
70°	3m.36d	70°	5m.24d
85°	4m.58d	85°	7m.16d
100°	6m.27d	100°	9m
115°	8m.26d	115°	11m.38d
120°	8m.56d	120°	12m.14d

Tabel 3 Rata - rata temperature - konsumsi daya (kWh)

Thermocouple	Daya Koil Bentuk Spiral Horizontal (kWh)	Daya Koil Bentuk Kerucut (kWh)
40°	0,007	0,003
55°	0,013	0,005
70°	0,018	0,011
85°	0,024	0,018
100°	0,03	0,026
115°	0,037	0,037
120°	0,039	0,04

Tabel 4 Rata - rata temperature – biaya (Rp)

Thermocouple	Biaya Koil Bentuk Spiral Horizontal	Biaya Koil Bentuk Kerucut
40°	Rp 10,11	Rp 3,85
55°	Rp 19,26	Rp 6,74
70°	Rp 26,00	Rp 16,37
85°	Rp 34,67	Rp 26,49
100°	Rp 43,34	Rp 37,08
115°	Rp 53,45	Rp 53,45
120°	Rp 56,82	Rp 57,79

Pembahasan

Dari data yang diperoleh, dilakukan analisis terhadap laju kenaikan suhu, efisiensi waktu pemanasan, serta pengaruh bentuk kumparan terhadap performa alat secara keseluruhan. Selain itu, daya listrik dan konsumsi energi diukur menggunakan watt meter digital, yang juga mencatat estimasi biaya listrik.

Pada tahap awal pengujian, digunakan tiga variasi bentuk kumparan kerja, yaitu spiral datar, spiral horizontal (gantung), dan spiral kerucut. Namun, data dari koil spiral datar tidak dilanjutkan ke tahap pengujian grafik suhu dan konsumsi energi secara rinci, karena hasil awal menunjukkan bahwa bentuk koil ini kurang efisien dalam proses pemanasan bearing. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa koil spiral datar memerlukan waktu pemanasan yang jauh lebih lama untuk mencapai suhu yang sama dibandingkan bentuk koil lainnya. Pada waktu pengujian yang sama (± 8 menit), suhu bearing belum mencapai target 100°C , sementara bentuk spiral horizontal dan spiral kerucut sudah melebihi suhu kerja. Hal ini disebabkan oleh pola distribusi medan magnet pada koil datar yang tidak optimal dalam menginduksi arus eddy ke seluruh bagian bearing secara merata. Selain itu, bentuk datar memiliki jarak yang relatif tidak konsisten dengan permukaan bearing, menyebabkan area pemanasan menjadi kurang fokus. Berdasarkan efisiensi waktu, energi, dan hasil suhu yang didapat, koil spiral datar tidak digunakan sebagai dasar perbandingan grafik dalam laporan ini karena performanya jauh di bawah standar yang diharapkan.

Berdasarkan Tabel 2, koil spiral horizontal mampu memanaskan bearing dari suhu ruang hingga suhu kerja 120°C hanya dalam waktu 8 menit 56 detik. Sebaliknya, koil kerucut memerlukan waktu hingga 12 menit 14 detik untuk mencapai suhu yang sama. Ini menunjukkan bahwa spiral horizontal lebih efisien sekitar 3 menit 18 detik dibandingkan kerucut.

Pengujian konsumsi daya menunjukkan bahwa kumparan spiral horizontal memiliki konsumsi listrik yang lebih tinggi dibanding kumparan kerucut pada hampir semua suhu. Pada suhu 40°C , spiral horizontal mengonsumsi $0,007$ kWh, sedangkan kerucut hanya $0,003$ kWh. Perbedaan ini terus berlanjut hingga suhu 100°C . Namun, pada suhu 115°C dan 120°C , konsumsi daya keduanya hampir sama, yakni sekitar $0,037$ – $0,040$ kWh. Grafik menunjukkan bahwa spiral horizontal memiliki laju konsumsi daya yang lebih stabil, sementara kerucut meningkat tajam di suhu menengah ke atas. Ini menunjukkan bahwa kumparan spiral lebih cepat memanaskan namun boros daya, sedangkan kumparan kerucut lebih efisien di awal dan mendekati suhu tinggi.

Biaya listrik pemanasan dihitung berdasarkan hasil pengukuran konsumsi daya (kWh) yang dikalikan dengan tarif dasar listrik sebesar Rp 1.444 per kWh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kumparan spiral horizontal menghasilkan biaya lebih tinggi dibanding kumparan kerucut pada suhu 40°C hingga 100°C . Contohnya, pada suhu 85°C , biaya spiral mencapai Rp34,67 sedangkan kerucut hanya Rp26,49. Ini menunjukkan kumparan spiral membutuhkan energi lebih besar untuk mencapai suhu yang sama. Namun, pada suhu 115°C dan 120°C , biaya keduanya hampir sama, bahkan kumparan kerucut sedikit lebih tinggi pada suhu puncak. Artinya, kumparan kerucut lebih efisien di suhu rendah dan sedang, sementara selisih efisiensi berkurang di suhu tinggi.

Pengukuran arus, tegangan, dan daya listrik juga dilakukan menggunakan watt meter digital yang dipasang pada sisi input PLN (AC 220V). Dari hasil pengujian dengan koil spiral horizontal, tercatat nilai tegangan sebesar 223 Volt, arus sebesar 2,177 Ampere, dan daya listrik sebesar 362 Watt. Nilai-nilai ini menunjukkan jumlah energi yang diambil dari jaringan listrik rumah atau industri, bukan energi yang langsung masuk ke modul pemanas (ZVS). Daya sebesar 362Watt ini mencakup seluruh konsumsi sistem, termasuk power

supply DC (PSU) untuk modul ZVS, power supply untuk kipas 48V, kehilangan daya akibat konversi AC ke DC dan efisiensi internal dari alat-alat elektronik.

Meskipun alat bekerja dengan sistem DC di sisi keluarannya (sekitar 22V dan 8–9A), energi yang dipakai dari sumber AC jauh lebih besar karena adanya proses konversi dan kerja simultan beberapa komponen. Nilai arus sebesar 2,177 Ampere menunjukkan beban listrik yang sedang ditarik dari jaringan saat alat bekerja. Ini termasuk normal untuk konsumsi peralatan elektronik berdaya sedang dan masih dalam batas aman penggunaan pada satu jalur listrik standar (450–900 Watt per jalur rumah tangga).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat *bearing heater* berbasis pemanasan induksi elektromagnetik berhasil dirancang dan direalisasikan dengan menggunakan komponen utama berupa modul ZVS, kumparan kerja berbentuk spiral, *temperature controller* W3230, *power supply* DC, dan sistem pendingin kipas 24/48 V. Alat ini mampu memanaskan bearing secara non-kontak hingga mencapai suhu kerja yang dibutuhkan dengan tingkat efisiensi yang memadai.

Pengujian menunjukkan bahwa bentuk kumparan berpengaruh signifikan terhadap performa pemanasan. Kumparan spiral horizontal memberikan waktu pemanasan tercepat, yakni 8 menit 56 detik, dibandingkan kumparan kerucut yang memerlukan 12 menit 14 detik. Namun demikian, konsumsi energi pada kumparan spiral horizontal relatif lebih tinggi, sehingga biaya operasionalnya juga meningkat. Sebaliknya, kumparan kerucut lebih unggul dalam efisiensi energi dan biaya, terutama pada pemanasan di suhu rendah hingga menengah, meskipun membutuhkan waktu pemanasan yang lebih lama. Dengan demikian, pemilihan bentuk kumparan dapat disesuaikan dengan prioritas kebutuhan: kecepatan pemanasan atau efisiensi energi.

Secara termal, kumparan spiral horizontal terbukti paling efektif karena mampu mencapai suhu tertinggi dalam waktu lebih singkat, dengan konsumsi daya rata-rata 362 Watt, arus 8,87 Ampere, dan tegangan 22 Volt pada sisi output PSU. Temuan ini mempertegas bahwa geometri kumparan merupakan faktor kunci dalam optimalisasi proses pemanasan induksi elektromagnetik.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknologi pemanas bearing portabel yang lebih aman, bersih, dan efisien dibandingkan metode konvensional, serta berpotensi diimplementasikan dalam praktik perawatan mesin, khususnya pada industri alat berat.

REFERENSI

- [1] P. Bosowa, A. Naro Parawangsa, and N. R. Wibowo, “Rancang Bangun Pemanas Bearing Dengan Metode Induksi Untuk Pemasangan Bearing,” *Journal of Electrical Enginering (Joule)*, vol. 2, no. 2, 2021.
- [2] Sutrisno, A. Anwari, and M. A. Pramudia, “Rancang Bangun Alat Pemanas Bearing untuk Perawatan Mesin Industri,” *Jurnal Infotex*, vol. 3, pp. 411–423, Oct. 2024.
- [3] I. Kurniawan, B. A. Girawan, I. Muasih, and Y. Susanto, “Rancang Bangun Alat Pemanas Induksi Proses Perlakuan Panas,” *Accurate: Journal of Mechanical Engineering & Science*, vol. 1, p. 2140, Apr. 2020, doi: 10.305970/accurate.v1i1.162.
- [4] SKF Group, *Rolling Bearings Mounting and Dismounting Instructions*. SKF Maintenance Handbook, 2018.
- [5] T. Mahardika and A. Warsito, “Perancangan Inverter Fullbridge Resonansi Seri Frekuensi Tinggi Untuk Aplikasi Induction Cooker”. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 2, no. 4, pp. 1018-1025, Feb. 2014.

- [6] R. Ismail, M. Tauviqirrahman, A. Warsito, and dan Abdul Syakur, “Pemanfaatan Mesin Pemanas Induksi Untuk Pengerasan Permukaan Roda Gigi Produk Ukm” 2011.
- [7] S. Purwanto and I. Setiawan, “Perancangan Sistem Pemanas Bearing Menggunakan Kontrol Pi Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535.” *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 1-5, Feb. 2012.
- [8] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: *Alfabeta*, 2019.