

Original paper

PEMANAS INDUKSI UNTUK *BALL BEARING* DIAMETER NOMINAL 15,17, DAN 20 MM

Febriyan Azril Mohamad, Dista Yoel Tadeus, Fakhruddin Mangkusasmito, Ari Bawono Putranto

Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Email: aribawonoputranto@lecturer.undip.ac.id

Received: 16 Mei 2023; revised: 2 Juli 2023; accepted: 9 Juli 2023

ABSTRACT

Bearing is an important component in supporting engine performance. However, according to a study by Svenska Kullager Fabriken (SKF), bearings are also one of the components that most often cause 40% of engine damage. Bearing damage occurs during installation which is still done manually, namely being hit which results in high friction on the wheel axles. To overcome this, a tool is made with the heating method to carry out bearing installation which utilizes expansion of the bearing. Induction heating device, is a solution for heating bearings which has not been produced in Indonesia. Therefore, an induction heating system was created for heating bearings using the NodeMCU ESP8266 microcontroller as a controller and using a type k thermocouple temperature sensor as a temperature detector with the PID method. The use of this PID method as a heating temperature control when it reaches the desired set point, the heating process will automatically stop. The objects used are bearings with inner rings of 15mm, 17mm and 20mm. By making this induction heater, the performance of the tool is obtained with an average heating time to reach a set point temperature of 100OC is 3.64 minutes.

Keywords: *Bearing, Induction Heater, NodeMCU ESP 8266, Temperature, PID, Inner Ring.*

PENDAHULUAN

Bearing adalah komponen yang berperan dalam mendukung kehandalan dan performa mesin. Kerusakan pada mesin dapat disebabkan 40% oleh kerusakan *bearing*. Studi *Svenska Kullager Fabriken (SKF)* produsen *bearing* dari Swedia, menunjukkan bahwa kasus kerusakan awal *bearing* yang disebabkan oleh pemasangan *bearing* secara sederhana (dengan cara dipukul) menyumbang 16 % dari total kerusakan pada *bearing* [1]. Kerusakan *bearing* dapat mengakibatkan peningkatan konsumsi dan gesekan yang tinggi, menyebabkan getaran

dan kebisingan yang berlebihan pada mesin dan generator. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan suatu metode pemasangan *bearing* yang meminimalkan kerusakan awal pada *bearing* [2].

Studi oleh SKF menunjukkan bahwa ia memiliki tiga metode pemasangan *bearing*, yaitu mekanik, hidrolik dan pemanasan [1]. Para ahli dari pabrikan (NSK & SKF) mengungkapkan metode pemanasan adalah metode tercepat dan paling sederhana untuk pemasangan *bearing*. Proses pemanasan ini meminimalkan terjadinya kerusakan awal *bearing* karena tidak ada paksaan saat dalam pemasangan *bearing*. Masalah ini

menunjukkan bahwa pemanas pada *bearing* tidak melebihi kriteria maksimal yaitu 120°C .

Berdasarkan penjelasan diatas, metode pemanasan *bearing* adalah metode yang paling direkomendasikan untuk mengurangi kerusakan awal *bearing* [3]. Ada beberapa metode pemanasan *bearing*. Metode pertama menggunakan las *asetilena*. Metode yang kedua adalah menggunakan *oil baths*. Cara ini adalah yang paling umum digunakan, tetapi memiliki beresiko licin. Metode ketiga adalah gunakan oven. Metode ini umum digunakan untuk memanaskan beberapa *bearing* secara bersamaan. Cara ini kurang efektif karena membutuhkan waktu karena proses ini membutuhkan waktu yang cukup lama perpindahan panas dalam oven. Metode keempat ini adalah pemanasan induksi. Metode ini untuk memanaskan *bearing* melalui proses induksi elektromagnetik. Cara ini memiliki keuntungan dibandingkan metode lainnya yaitu dengan proses pemanasan bisa lebih cepat, karena hanya sebagian dipanaskan secara terpusat *inner bearing* [4]. Pemanasan induksi harus memiliki sistem kontrol sehingga waktu pemanasan bisa mencapai suhu optimal dan pemanasan dapat dicapai. Dengan metode ke empat dapat dihasilkan sebuah produk yaitu alat pemanas induksi yang belum ada produksinya di Indonesia.

Penelitian ini dilakukan berdasarkan penelitian terkait pemanas induksi untuk *bearing* yang akan terjadi pemuaihan. Penelitian terkait pemanas induksi untuk *bearing* ini telah dilakukan oleh Naufal Mustofa dkk. [2], dimana sistem pemanas induksi dengan elemen pemanas berbentuk spring dan objek penelitian berupa *bearing* dengan *inner ring* berukuran besar dari 45mm – 80mm tempat peletakan *bearing* menggunakan penyangga tiang dan mikrokontrolernya menggunakan Arduino uno. Sementara itu, penelitian ini menggunakan *inner ring* berukuran 15mm –

20mm. Selain itu, tempat pelatakan *bearing* yang digunakan dalam penelitian ini berupa akrilik yang membentuk alas persegi sehingga mempermudah dalam pengambilan *bearing*. Unit proses dalam penelitian ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 V3 [5].

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah *Proportional – Integral - Derivative (PID)* terhadap *set point* suhu yang akan digunakan sebesar 100°C untuk memanaskan sebuah *bearing* sebagai objek pengujian [6]. Diagram blok sistem instrumentasi ini merupakan interkoneksi komponen yang akan menjadi sebuah system (Gambar 1).

Merujuk pada Gambar 1, terdapat diagram blok interkoneksi yang diawali dengan *keypad*, *thermocouple* dan sensor ACS 712 sebagai input yang akan masuk ke pin mikrokontroler yang digunakan yaitu NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengan output yaitu driver BTS 7960 [7] dan modul *heater* yang akan memberikan panas terhadap *coil (heater)*. Selain itu terdapat output yaitu LCD sebagai monitoring suhu yang dideteksi.

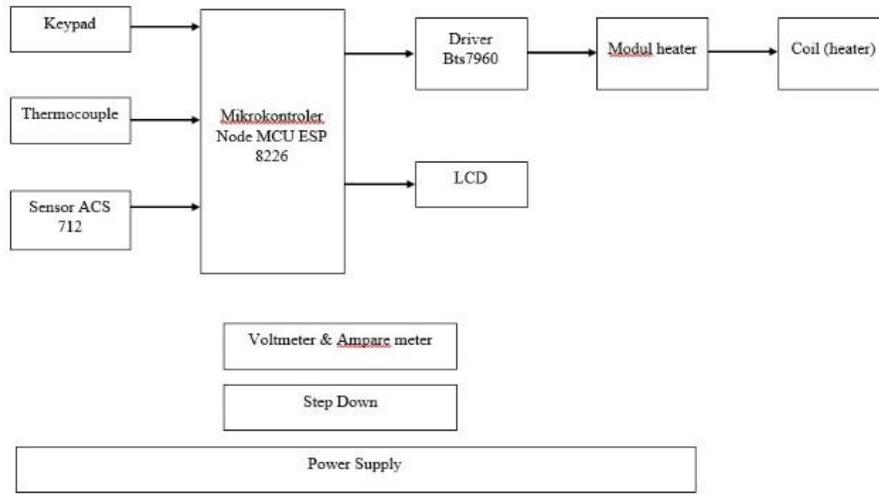
Rangkaian skematik pemanas induksi terdiri dari komponen yang tersusun secara terintegrasi satu sama lain sehingga membentuk sistem pemanas dengan memanfaatkan 220V AC sebagai sumber tegangan yang akan diubah menjadi tegangan 12V DC (Gambar 2).

Cara kerja pemanas induksi sesuai dengan rangkaian skematik pada Gambar 2 yaitu tegangan catu daya 12V 5A akan mengalirkan tegangan kepada rangkaian driver yang terdiri dari dua buah MOSFET. Kedua MOSFET tersebut adalah IRFP260. Fungsi rangkaian driver ini yaitu untuk mengendalikan arus agar yang positif diarahkan ke positif dan negatif diarahkan ke negatif [8]. Pada rangkaian ini, MOSFET bekerja sebagai switching untuk menghasilkan tegangan tinggi pada beban. Selanjutnya

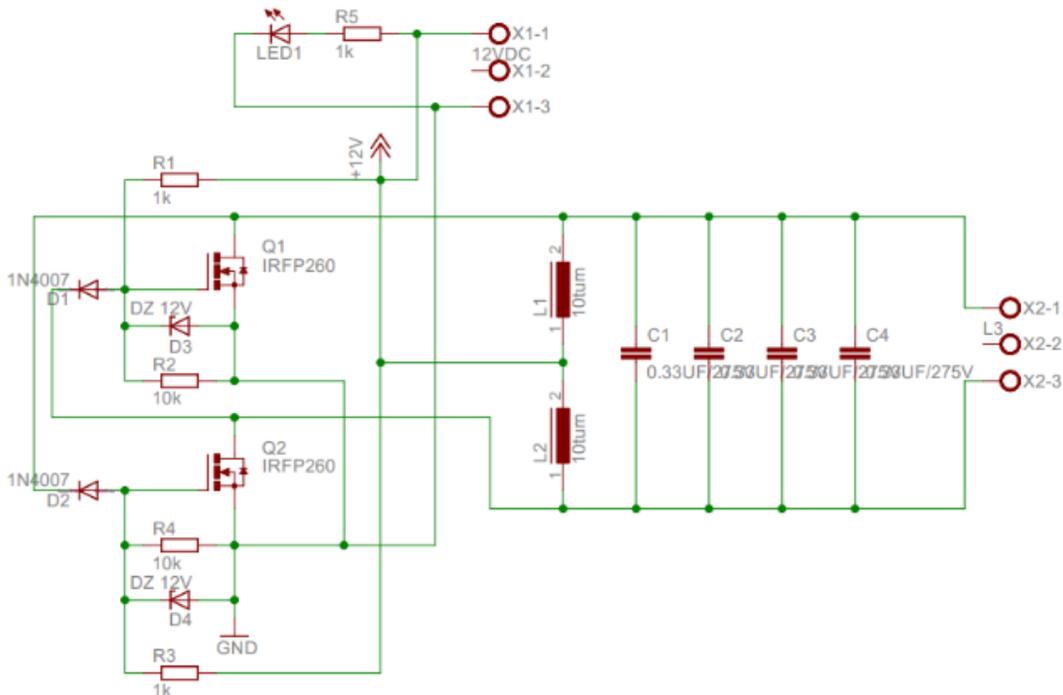
tegangan akan masuk ke rangkaian daya yang terdiri dari 2 buah induktor dan 4 buah kapasitor yang mampu untuk mengkonversi besaran listrik dari searah menjadi besaran listrik bolak-balik dan sebaliknya [9]. Sehingga dari output rangkaian tersebut, beban listrik akan dialirkan kepada inductor yang mengakibatkan induksi elektromagnetik

yang dapat memanaskan elemen pemanas yang berbentuk spiral.

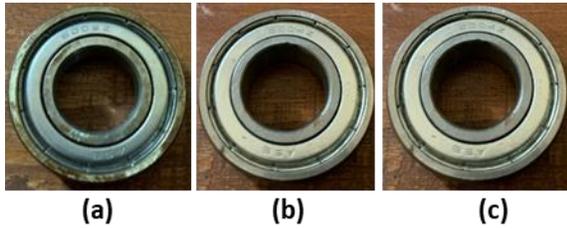
Objek penelitian ini menggunakan *beraring* dengan *inner ring* 15 mm (*bearing* 15), *beraring* dengan *inner ring* 17 mm (*bearing* 17) dan *beraring* dengan *inner ring* 20 mm (*bearing* 20) [10] (Gambar 3).



Gambar 1. Diagram blok alat.



Gambar 2. Rangkaian skematik pemanas induksi.



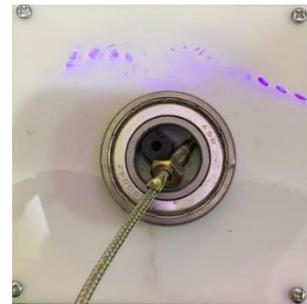
Gambar 3. Bearing (a) 6002Z (15mm); (b) Baring 6003RS (17mm); (c) Bearing B6004Z (20mm).

Dalam penelitian ini, *bearing* disimpan pada sebuah permukaan yang akan menghantarkan panas berbahan dasar akrilik tebal yang ditengahnya terdapan tabung kecil sebagai *centering bearing* yang akan dipanaskan. Terdapat sensor *thermocouple* diantara *bearing* dan *centering* tersebut untuk mendeteksi suhu *bearing* yang sedang dilakukan pemanasan seperti pada Gambar 4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini berupa data *inner bearing* sebelum dipanaskan (mm), suhu

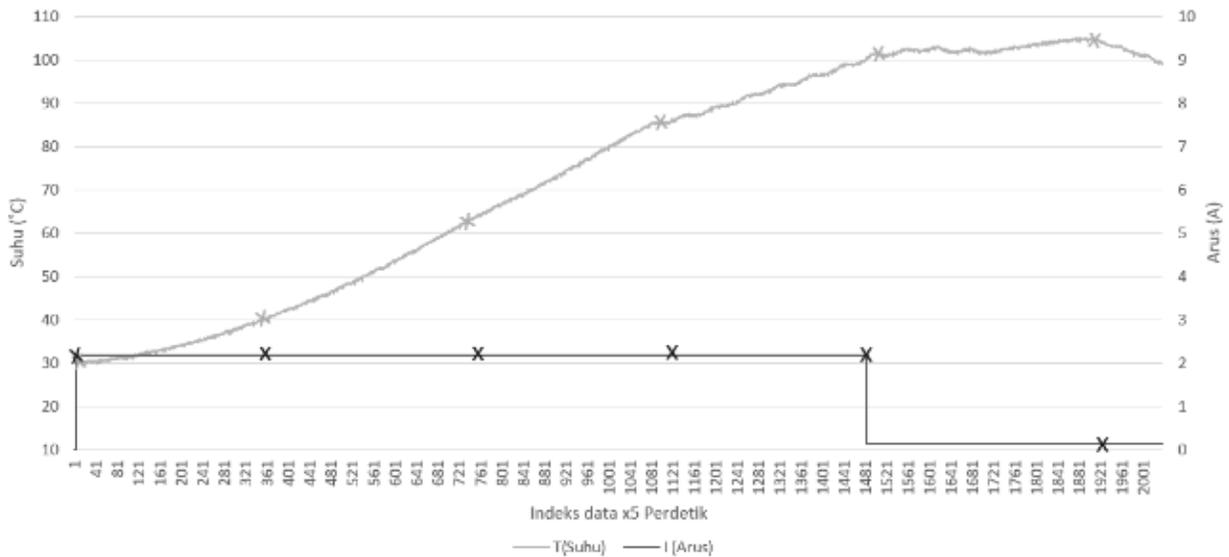
awal *bearing* ($^{\circ}\text{C}$), *inner bearing* setelah dipanaskan (mm), daya yang digunakan untuk memanaskan hingga suhu *set point* 100°C , waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu *set point* 100°C dan selisih *inner ring bearing* (mm) sebanyak 10 kali percobaan. Tabel 1 menampilkan contoh dari hasil pengujian pemanas induksi terhadap *bearing 15*. Pada pengujian ini, terdapat gambar grafik yang ditampilkan real-time untuk pengukuran suhu menggunakan sensor *thermocouple* type k dan pengukuran arus yang terdeteksi oleh Sensor ACS 712. Gambar 5 menunjukkan tren suhu dan arus pemanas bearing D15.



Gambar 4. Penempatan *bearing* yang akan dipanaskan.

Tabel 1. Hasil pengujian pemanasan terhadap *bearing 15*.

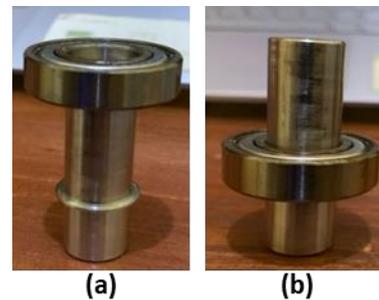
Uji ke	<i>Inner ring bearing</i> sebelum dipanaskan (mm)	Suhu awal ($^{\circ}\text{C}$)	<i>Inner ring bearing</i> setelah dipanaskan (mm)	Daya (Watt)	Waktu yang dibutuhkan	Selisih <i>inner ring bearing</i> (mm)
1	14.93	31,5	14.96	35,53	03:14	0,03
2	14.93	32	14.96	35,53	03:14	0,03
3	14.93	31,5	14.96	35,49	03:50	0,03
4	14.93	31	14.97	36,50	03:43	0,04
5	14.93	33	14.97	35,53	03:45	0,04
6	14.93	32	14.97	35,49	03:55	0,04
7	14.93	33	14.97	35,53	03:33	0,04
8	14.93	32,5	14.97	36,50	03:43	0,04
9	14.93	33	14.97	35,49	03:27	0,04
10	14.93	31,5	14.97	35,53	03:38	0,04
Rata-rata				35,71	03:32	0,037



Gambar 5. Grafik suhu dan arus pemanasan *bearing* 15.

Berdasarkan hasil uji *bearing* D15 sebelum dipanaskan inner ring *bearing* rata-rata berukuran 14,93 mm. *Bearing* ini diuji dengan cara dimasukkan terhadap *shaft* dengan ukuran diameter 14,93 mm, terjadi ketidaklancaran (*seret*) saat memasukkan *bearing* terhadap *shaft*. Hal ini disebabkan ukuran *inner ring bearing* sama dengan diameter *shaft* sebagai alat uji. Sementara itu, setelah dipanaskan, terjadi pemuaian volume pada *inner ring*, ditandai dengan bertambahnya ukuran *inner ring* dengan rata-rata 14,97 mm. Pada saat diuji dengan cara dimasukkan terhadap *shaft* dengan ukuran diameter 14,93 mm, *bearing* tersebut langsung masuk tanpa tersendat. Hal ini disebabkan ukuran *inner ring* sesudah dipanaskan lebih besar daripada ukuran *shaft* sebagai alat uji (Gambar 6).

Pada saat *bearing* D15 dipanaskan, suhu dideteksi oleh *thermogun* sebagai pembandingan dan pembuktian suhu yang terdeteksi oleh sensor *thermocouple* type K, seperti ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 6. *Bearing* 15 sebelum dipanaskan (a) dan *Bearing* 15 sesudah dipanaskan (b).



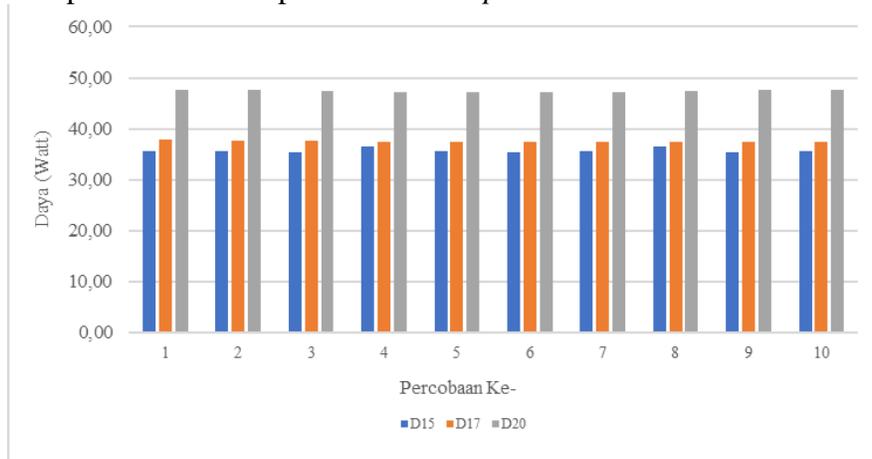
Gambar 7. Pengecekan suhu *bearing* 15 menggunakan *thermogun*.

Berdasarkan data hasil percobaan terhadap daya yang digunakan saat memanaskan *bearing* terdapat kenaikan berdasarkan ukuran *bearing*. Daya yang digunakan rata-rata pada *bearing* D15, D17, dan D20 adalah bernilai 35,571, 37,53, dan 47,43 Watt. Hal ini disebabkan karena

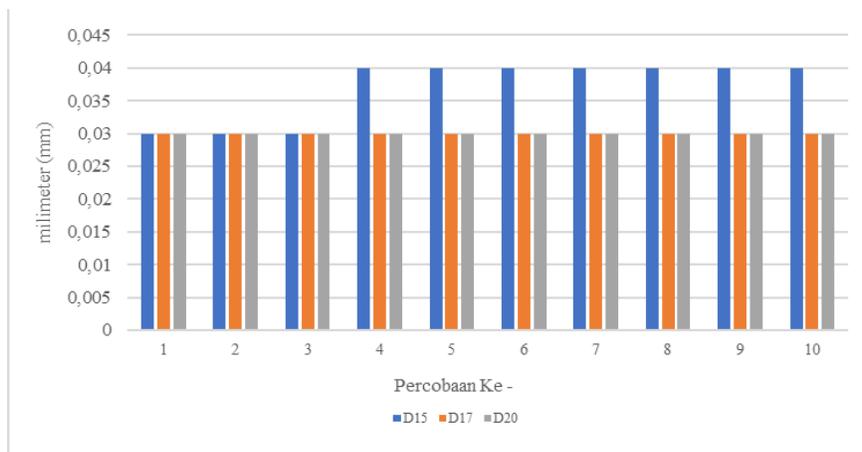
semakin besar ukuran bearing dan massa bearing, maka akan semakin besar daya yang dibutuhkan untuk memanskan bearing mencapai suhu set point yang sama yaitu 100°C. Selain itu suhu ruangan juga berpengaruh, semakin rendah suhu ruangan maka akan semakin besar daya yang digunakan untuk memanaskan bearing mencapai suhu set point yang sama yaitu 100°C yang membutuhkan waktu lebih lama. Gambar 8 menampilkan grafik penggunaan daya untuk memanaskan heater pada bearing 15, bearing 17 dan bearing 20.

Berdasarkan data hasil percobaan terhadap selisih perubahan *inner ring bearing* terdapat kenaikan pada data ke 4 percobaan

pengujian bearing D15 *inner ring bearing* sebelum dipanaskan dan sesudah dipanaskan pada suhu set point mencapai 100°C sebesar 0,01 mm. Hal ini di sebabkan karena pada saat percobaan ke 1 sampai ke 3 dilakukan pengukuran yang terlalu lama sehingga ukuran bearing menyusut. Sedangkan pada data hasil pengujian bearing D17 dan D20 saat dipanaskan mencapai suhu set point 100°C, didapatkan data selisih ukuran *inner ring bearing* sebelum dipanaskan dan sesudah dipanaskan sebesar 0,03 mm konstan dari percobaan ke 1 sampai ke 10. Gambar 9 menampilkan grafik selisih dimensi *inner ring bearing* setelah dipanaskan pada suhu *set point* 100°C.



Gambar 8. Grafik daya yang digunakan heater.



Gambar 9. Grafik selisih *inner ring bearing* setelah dipanaskan pada *set point* 100°C.

Berdasarkan dengan tabel standar tolerance for shaft ISO 286-2 yang terdapat pada lampiran dengan over up to D10 – D18, maka pemuaian bearing D15 dan bearing D17 dapat dimasukkan dalam kategori js5 dengan spesifikasi pemuaian $-4 +4$ yang memiliki ketelitian 0,001 mm. Sedangkan pada bearing D20 dengan over up to D18 – D30 dapat dimasukkan dalam kategori js5 dengan spesifikasi pemuaian $-4,5 +4,5$ yang memiliki ketelitian 0,001 mm.

KESIMPULAN

Performa alat pemanas induksi untuk mencapai suhu set point 100°C pada bearing D15 mencapai rata-rata waktu 3 menit 32 detik, pada bearing D17 mencapai rata-rata waktu 3 menit 47 detik dan pada bearing D20 mencapai rata-rata waktu 4 menit 14 detik. Selain itu, daya yang dibutuhkan untuk memanaskan hingga mencapai suhu set point 100°C pada bearing D15 sebesar 35,71 Watt, pada bearing D17 sebesar 37,53 Watt, dan pada bearing D20 sebesar 47,43 Watt.

Terdapat saran untuk perbaikan pada penelitian selanjutnya adalah sensor thermocouple type K ditempatkan secara konsisten agar tidak berubah penempatannya dan pemilihan *power supply* yang digunakan lebih besar. Ini dilakukan supaya bearing ukuran besar tidak kelebihan beban atau tidak terjadi konsleting.

UCAPAN TERIMA KASIH

Jurnal ini dapat terselesaikan tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu, perkenankan penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan jurnal ini. Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Sistem Kontrol Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Schoen RR, Habetler TG, Kamran F, Bartfield G. Motor bearing damage detection using stator current monitoring. *IEEE Transactions on Industry Applications*. 1995;31(6):1274-1279.
- [2] Mustoffa N, Rokhim I, Purnomo W. Perancangan dan Pembuatan Sistem Pemanas Induksi Untuk Bearing Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Tugas Akhir. Konsentrasi Teknik Elektromekanik, Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bandung. 2016.
- [3] Schiferl RF & Melfi MJ. Bearing current remediation options. *IEEE Industry Applications Magazine*. 2004;10(4):40-50.
- [4] Rokhim I, Harja HB, Purnomo W. Optimasi Zero Voltage Switching dan Buck Converter Sebagai Pemanas Induksi Untuk Pemasangan Bearing. Tugas Akhir. Teknik Mekatronika Politeknik Manufaktur Bandung. 2014.
- [5] Dewi NHL. Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet Of Things (Iot). Skripsi. Teknik Informatika Universitas Islam Majapahit. 2018.
- [6] Sumardi S, Setiawan I, Purwanto S. Perancangan Sistem Pemanas Bearing Menggunakan Kontrol Pi Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535. *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*. 2012;10(1):1-5.
- [7] Widiarto YD, Najooan MEI, Putro MD. Sistem Penggerak Robot Beroda Vacuum Cleaner Berbasis Mini Computer Raspberry Pi. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*. 2018;7(1):25-32.
- [8] Anggara S, Herawati A, Priyadi I, Anggraini IN. Analisis Perubahan Besaran Listrik Pada Pemanas Induksi

- Menggunakan Inverter Setengah Jembatan. *Jurnal Amplifier : Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro dan Komputer*. 2020;10(1):1-8.
- [9] Arpin RM, Rahmadi M, Siregar FM. Skematik Rangkaian Penyearah Setengah Gelombang Pada Rangkaian Elektronika Analog. *Dewantara Journal of Technology*. 2020;1(1):22-24.
- [10] Lubis F, Pane R, Lubis S, Siregar MA, Kusuma BS. Analisa Kekuatan Bearing Pada Prototype Belt Conveyor. *Jurnal Mesil (Mesin, Elektro, Sipil)*. 2021;2(2):51–57.