



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

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Oleh:

Febriyan Azril Mohamad

40040319650064

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA
OTOMASI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2023**

LEMBAR PENGASAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR
PEMANAS INDUKSI UNTUK *BALL BEARING* DIAMETER NOMINAL
15, 17 DAN 20mm

Diajukan oleh:

Febriyan Azril Mohamad

40040319650064

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK OLEH

DOSEN PEMBIMBING,



Dista Yoel T, S.T., M.T.
NIP. 198812282015041002

Semarang, Juli 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi
S.Tr- Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro



Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng.
NIP. 197009161998011001

Semarang, Juli 2023

LEMBAR PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR
PEMANAS INDUKSI UNTUK *BALL BEARING* DIAMETER NOMINAL
15, 17 DAN 20mm

Diajukan oleh:

Febriyan Azril Mohamad

40040319650064

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji Pada Tanggal

Agustus 2023

Tim Penguji,
Pembimbing

Dista Yoel T, S.T., M.T.

NIP. 198812282015041002

Penguji 1,

Penguji 2,

Yuniato, S.T., M.T.

NIP.197106151998021001

Luthfansyah Mohammad, S.Tr.T, M.T.

NIP.H.7.199609132022041001

Mengetahui,

Ketua Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknologi Industri

Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng.

NIP. 197009161998011001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang beranda tangan dibawah ini,

Nama : Febriyan Azril Mohamad

NIM : 40040319650064

Program Studi : S.Tr. Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi
UNDIP

Judul Tugas Akhir : **PEMANAS INDUKSI UNTUK *BALL BEARING*
DIAMETER NOMINAL 15, 17 DAN 20mm**

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian dalam suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat ini ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, Juli 2023

Yang membuat pernyataan,

Febriyan Azril Mohamad

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya yang saya cintai, Ibu Nuraini dan Ayah Junar, yang selalu memberikan do'a dan dukungan tiada habis nya untuk anak-anaknya.
2. Ade Dimas dan Raffi yang selalu menjadi penyemangat Kakak, semoga kelak pencapaian Kakak dapat memotivasi ade untuk mengejar impian.
3. Pinky Zalfa Octavianty sebagai penyemangat dan menjadi *support system* penulis dalam proses pembuatan tugas akhir ini.
4. Orang-orang terdekat dan teman-teman yang tidak bisa penulis tulis satu persatu namanya yang telah memberikan dukungan dan semangat.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik yang menjadi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar S.Tr pada Universitas Diponegoro Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Otomasi.

Penulis menyadari bahwa laporan ini tidak dapat terwujud dengan baik tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini perkenankan penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala nikmat yang telah diberikan kepada penulis.
2. Kedua orang tua, Ibunda Nuraini dan Ayahanda Junar yang selalu memberikan do'a, semangat, kasih sayang, dan dukungan yang tiada habisnya kepada penulis.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Bapak Dista Yoel S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu membimbing, mengarahkan dan memberi dorongan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
6. Teman-teman jurusan D-IV Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro angkatan 2019.
7. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih banyak yang kurang sempurna dalam penyusunan Tugas Akhir ini dikarenakan keterbatasan atas ilmu pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Semoga segala bantuan yang telah diberikan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulisan menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam Tugas Akhir ini. Maka dari itu

penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang membangun demi terwujudnya kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bisa bermanfaat dan dapat memberikan pembelajaran yang baik bagi yang membutuhkan.

Semarang, Juli 2023

Febriyan Azril Mohamad

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGASAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Tugas Akhir.....	2
1.4. Pembatasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Tugas Akhir.....	3
1.6. Sistematika Tugas Akhir	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1. Studi Literatur.....	5
2.2. Landasan Teori	5
2.2.1.Induksi Elektromagnetik.....	5
2.2.2.Arus <i>Eddy</i>	6
2.2.3.Pemanas Induksi	6
2.2.4. <i>Bearing</i>	13

2.2.5. Pemuaian.....	14
2.2.6. Sistem Pengendali <i>PID</i>	15
2.2.7. Motor <i>Driver</i> BTS7960.....	17
2.2.8. NodeMCU V3 ESP8266	18
2.2.9. <i>Power Supply Switching</i>	19
2.2.10. Sensor Termokopel Tipe K.....	21
2.2.11. Modul Max6675	22
2.2.12. Sensor ACS	23
2.2.13. Modul <i>Step Down</i> LM2596.....	24
2.2.14. LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>) 16x2	25
2.2.15. Modul I2C (<i>Inter Integrated Circuit</i>)	26
2.2.16. <i>Keypad</i> 1x4.....	27
2.2.17. <i>Fan DC</i>	28
2.2.18. <i>Push Button</i>	29
2.2.19. <i>Voltmeter</i>	30
2.2.20. <i>Amperemeter</i>	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	32
3.2. Alat dan Bahan	32
3.3. Diagram Blok Sistem	34
3.4. Rangkaian Modul Pemanas Induksi	36
3.5. Desain Skematik Elektrik Alat	38
3.6. Desain Perancangan Alat.....	39
3.7. Diagram Alir Sistem.....	40

3.8. Perancangan Pengendali <i>PID</i>	41
BAB IV PENGUJIAN DAN HASIL ANALISA	42
4.1. Pengujian	42
4.1.1. Hasil Pengujian Terhadap <i>Bearing</i> D 15	43
4.1.2. Hasil Pengujian Terhadap <i>Bearing</i> D 17	44
4.1.3. Hasil Pengujian Terhadap <i>Bearing</i> D 20	46
4.2. Analisa	47
4.2.1. Analisa Penggunaan Daya	47
4.2.2. Analisa Selisih Perubahan Diameter Dalam <i>Ball Bearing</i>	48
4.2.3. Analisa Uji <i>Bearing</i> Terhadap <i>Shaft</i>	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1. Kesimpulan.....	53
5.2. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Prinsip Kerja Arus Eddy dan Induksi Elektromagnetik.....	6
Gambar 2. 2. Prinsip Kerja Pemanas Induksi	8
Gambar 2. 3. Heatsink.....	9
Gambar 2. 4. MOSFET	9
Gambar 2. 5. Pin Kaki MOSFET	10
Gambar 2. 4. Rangkaian Toroid.....	10
Gambar 2. 5. Dioda 1N4007	11
Gambar 2. 6. Resistor.....	11
Gambar 2. 7. Kapasitor	12
Gambar 2. 8. PCB (<i>Printing Circuit Board</i>).....	12
Gambar 2. 9. Coil.....	13
Gambar 2. 10. Bantalan (<i>bearing</i>).....	13
Gambar 2. 11. Motor <i>Driver</i> BTS7960.....	17
Gambar 2. 12. NodeMCU V3 (ESP8266).....	18
Gambar 2. 13. <i>Power Supply Switching</i>	19
Gambar 2. 14. Termokopel Tipe K dan Max6675	21
Gambar 2. 15. Modul Max6675	22
Gambar 2. 16. Sensor Arus ACS 721	23
Gambar 2. 17. Sensor Arus ACS 721	23
Gambar 2. 18. Modul <i>Step Down</i> LM2596.....	24
Gambar 2. 19. <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	25
Gambar 2. 20. LCD dan Modul I2C	26
Gambar 2. 21. Keypad 1x4	27
Gambar 2. 22. <i>Fan DC</i>	28
Gambar 2. 23. <i>Push Button</i> ON/OFF	29
Gambar 2. 24. <i>Voltmeter</i> dan <i>Amperemeter</i>	30

Gambar 3. 1. Diagram Blok Alat Pemanas Induksi untuk <i>Bearing</i>	34
Gambar 3. 2. Rangkain Modul Pemanas Induksi.....	36
Gambar 3. 3. Desain Skematik Elektrik Alat.....	38
Gambar 3. 4. Desain Alat Pemanas Induksi Untuk <i>Bearing</i>	39
Gambar 3. 5. <i>Ball Bearing</i> (a) 6002Z (15mm); (b) <i>Ball Bearing</i> 6003RS (17mm); (c) <i>Ball Bearing</i> B6004Z (20mm).....	39
Gambar 3. 6. Diagram Alir Sistem.....	40
Gambar 3. 7. Blok diagram sistem perancangan kendali PID	41
Gambar 4. 1. Grafik Suhu dan Arus Pemanas <i>Bearing</i> D15.....	44
Gambar 4. 2. Grafik Suhu dan Arus Pemanas <i>Bearing</i> D17.....	45
Gambar 4. 3. Grafik Suhu dan Arus Pengujian <i>Bearing</i> D20.....	47
Gambar 4. 4. Grafik Daya yang Digunakan <i>Heater</i>	47
Gambar 4. 5. Grafik Selisih Ukuran Diameter Dalam <i>Ball Bearing</i>	48
Gambar 4. 6. <i>Bearing</i> D15 Sebelum dipanaskan (a); <i>Bearing</i> D15 Sesudah dipanaskan (b).....	49
Gambar 4. 7. Pengecekan Suhu <i>Bearing</i> D15 Menggunakan <i>Thermogun</i>	50
Gambar 4. 8. <i>Bearing</i> D17 Sebelum dipanaskan (a); <i>Bearing</i> D17 Sesudah dipanaskan (b).....	50
Gambar 4. 9. Pengecekan Suhu <i>Bearing</i> D17 Menggunakan <i>Thermogun</i>	51
Gambar 4. 10. <i>Bearing</i> D20 Sebelum dipanaskan (a); <i>Bearing</i> D20 Sesudah dipanaskan (b).....	51
Gambar 4. 11. Pengecekan Suhu <i>Bearing</i> D20 Menggunakan <i>Thermogun</i>	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Spesifikasi <i>MOSFET</i> IRFP260n	10
Tabel 2. 1. Tabel <i>Tolerances for Shaft</i> ISO 286-2	15
Tabel 2. 3. Spesifikasi NodeMCU V3 (ESP8266).....	19
Tabel 2. 3. Spesifikasi <i>Power Supply Switching</i>	20
Tabel 2. 4. Spesifikasi LCD 16x2	26
Tabel 3. 1. Penggunaan pin pada NODEMCU ESP8266	39
Tabel 4. 1. Hasil Pengujian Terhadap <i>Bearing</i> D 15	43
Tabel 4. 2. Hasil Pengujian Terhadap <i>Bearing</i> D 17	45
Tabel 4. 3. Hasil Pengujian Terhadap <i>Bearing</i> D 20	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Source Code Arduino Uno	58
Lampiran 2. Data Sheet NodeMCU ESP8266 v3	65
Lampiran 3. Data Sheet Step Down LM 2596.....	67
Lampiran 4. Data Sheet Modul Driver Bts7960	69
Lampiran 5. Data Sheet Power supply 12V 5A	72
Lampiran 6. Data Sheet Sensor Thermocouple type K.....	75
Lampiran 7. Data Sheet Modul max 6675	78
Lampiran 8. IRFP 260.....	82
Lampiran 9. Sensor ACS 712	84

INTISARI

Bearing merupakan salah satu komponen penting dalam mendukung performa mesin. Namun menurut studi *Svenska Kullager Fabriken (SKF) bearing* juga salah satu komponen yang paling sering menyebabkan 40% kerusakan mesin. Kerusakan *bearing* terjadi pada saat pemasangan yang masih dilakukan secara manual, yaitu dipukul yang mengakibatkan gesekan yang tinggi pada *shaft* roda. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dibuat alat dengan metode pemanasan untuk melakukan pemasangan *bearing* yang memanfaatkan pemuaian terhadap *bearing*. Alat pemanas induksi, merupakan solusi untuk memanaskan *bearing* yang belum ada produksinya di Indonesia. Maka dari itu dibuat sistem pemanas induksi untuk pemanasan *bearing* menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai kontroler dan menggunakan sensor suhu *thermocouple type k* sebagai pendeteksi suhu dengan metode PID. Penggunaan metode PID ini sebagai kontrol suhu pemanasan saat mencapai *set point* yang diinginkan, maka proses pemanasan akan otomatis berhenti. Objek yang digunakan berupa *ball bearing* dengan diameter dalam *ball bearing* 15mm, 17mm dan 20mm. Dengan pembuatan alat pemanas induksi ini didapatkan performa alat dengan waktu rata-rata pemanasan untuk mencapai suhu *set point* 100°C adalah 3,64 menit.

Kata Kunci : *Ball Bearing*, Pemanas Induksi, Suhu, *PID*.

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 ball 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 100°C is 3.64 minutes.

Keyword : *Bearing, Induction Heater, Temperature, PID.*