

**PERANCANGAN DAN PERHITUNGAN ELEMEN
MESIN PADA MESIN PEMANAS INDUKSI
UNTUK PERLAKUAN PANAS**

Tugas Akhir

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Ahli Madya Teknik



Diajukan oleh
ALLIP KURNIAWAN
190103039

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI**

2022

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN DAN PERHITUNGAN ELEMEN MESIN PADA MESIN PEMANAS INDUKSI UNTUK PERLAKUAN PANAS *DESIGN AND CALCULATION OF MACHINE ELEMENTS ON INDUCTION HEATING MACHINE FOR HEAT TREATMENT*

Dipersiapkan dan disusun oleh

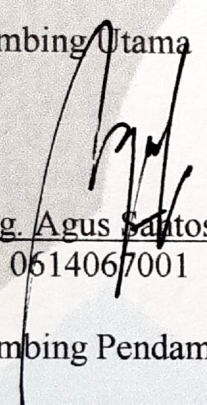
ALLIP KURNIAWAN

190103039

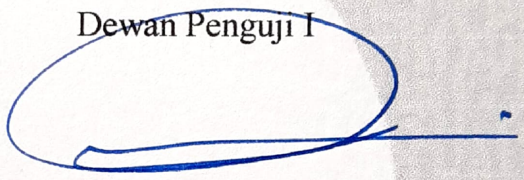
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada seminar Tugas Akhir tanggal 26 September 2022

Susunan Dewan Penguji

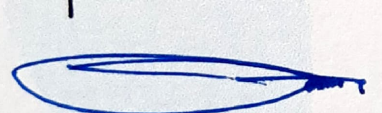
Pembimbing Utama


Dr. Eng. Agus Santoso, S.T., M.T.
NIDN. 0614067001

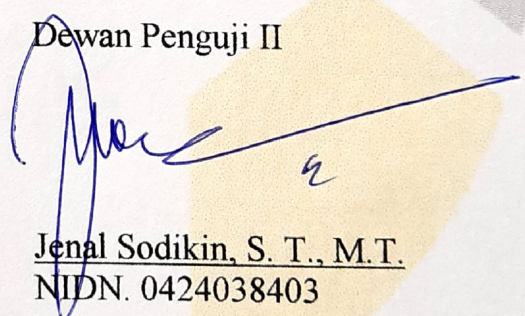
Dewan Penguji I


Pujono, S.T., M.Eng.
NIDN. 0521087801

Pembimbing Pendamping

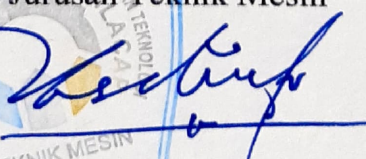

Mohammad Nurhilal, S.T., M.Pd., M.T.
NIDN. 0615107603

Dewan Penguji II


Jenal Sodikin, S.T., M.T.
NIDN. 0424038403

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk mendapatkan gelar Ahli Madya Teknik

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Joko Setia Pribadi, S.T., M. Eng
NIDN. 0602037702

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya pada bagian naskah dan daftar pustaka Tugas Akhir ini.

Cilacap, 20 September 2022

Penulis



Allip Kurniawan

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Cilacap, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Allip Kurniawan
NIM : 19.01.03.039
Progam Studi : Diploma III Teknik Mesin
Jurusan : Teknik Mesin

Demi mengembangkan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusif Royalti Free Right*)** atas karya ilmiah yang berjudul:

“PERANCANGAN DAN PERHITUNGAN ELEMEN MESIN PADA MESIN
PEMANAS INDUKSI UNTUK PERLAKUAN PANAS”

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada) dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*data base*), mendistribusikannya, dan menampilkan / mempublikasikan di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Cilacap, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Cilacap

Pada Tanggal : 20 September 2022

Yang Menyatakan



(Allip Kurniawan)

HALAMAN PERSEMBAHAN

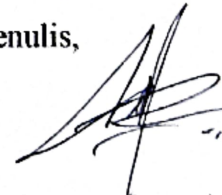
Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala dan tanpa mengurangi rasa hormat yang mendalam penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini, terutama kepada :

1. Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang.
2. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan semangat dan memfasilitasi segala hal dalam kehidupan saya sehingga mempermudah dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Dosen pembimbing Bapak Dr. Eng. Agus Santoso dan Mohammad Nurhilal, S.T., M.Pd., M.T. yang senantiasa membimbing penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir.
4. Fathul Imam selaku *partner* tugas akhir yang telah bekerja sama dengan baik.
5. Teman-teman Teknik Mesin yang telah membantu dalam pembuatan mesin dan laporan.

Semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala selalu memberikan limpahan berkat dan karunia kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Cilacap, 26 September 2022

Penulis,



(Allip Kurniawan)

ABSTRAK

Mesin pemanas induksi untuk perlakuan panas adalah mesin yang terdiri dari seperangkat pemanas induksi serta mekanisme penggerak untuk memberikan perlakuan panas tertentu pada baja. Perlakuan panas yang dapat diterapkan pada mesin ini yaitu hardening dan tempering. Material yang diberi perlakuan panas berupa baja poros dengan diameter maksimal 20 mm yang suhunya dideteksi oleh sensor termocouple tipe K yang kemudian diberikan perlakuan panas yang pergerakannya dikontrol menggunakan ATmega arduino. Tujuan dari perancangan mesin pemanas induksi perlakuan panas ini yaitu, membuat gambar kerja mesin pemanas induksi untuk perlakuan panas, menghitung elemen mesin, dan membuat bill of material. Metode perancangan menggunakan pendekatan VDI 2222 meliputi menentukan ide, membuat konsep, membuat desain, dan penyelesaian berupa rancangan. Mesin pemanas induksi untuk perlakuan panas ini mempunyai dimensi panjang 500 mm x lebar 500 mm x tinggi 1000 mm, menggunakan pemanas dengan daya 1800 W. Perhitungan elemen mesin didapat poros sistem penggerak yaitu Ø 12 mm dengan material stainless steel 304, motor stepper yang digunakan yaitu nema 23 dan perkiraan umur bantalan adalah 581,57 jam.

Kata kunci : Pemanas induksi, *Heating treatment*, Semi otomatis, *Hardening*, *Tempering*.

ABSTRACT

An induction heating machine for heat treatment is a machine consisting of a set of induction heating and a movement mechanism to provide a certain heat treatment on steel. Heat treatment that can be applied to this tool are hardening and tempering. Material which is given a heat is the from of a steel shaft with a maximum diameter of 20 mm whose temperature is detected by a type K thermocouple sensor which is then given heat treatment which has movement is controlled using an ATmega arduino. The purpose of designing a induction heating machine for heat treatment is to make a working drawing of a heat treatment induction heating device, to calculate machine elements, and make a bill of material. The design method using the VDI 2222 approach includes determining ideas, making concepts, making designs, and finalizing in the form of designs. This induction heating machine for heat treatment has dimensions of length 500 mm x width 500 mm x height 1000 mm, used a heater with a power of 1800 W. Calculation of the machine element can be obtained by the drive system shaft is 12 mm with 304 stainless steel material, the stepper motor used is nema 23 and the estimated bearing life is 581.57 hours.

Keywords : Induction heating, Heating treatment, Semi automatic, Hardening, Tempering.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “Perancangan dan Perhitungan Elemen Mesin pada Mesin Pemanas Induksi untuk Perlakuan Panas”.

Pembuatan dan penyusunan proposal tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi mahasiswa Program Studi D3 Teknik Mesin Politeknik Negeri Cilacap sebelum memasuki tahap pembuatan Laporan Tugas Akhir.

Tanpa mengurangi rasa hormat, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Aris Tjahyanto, M.kom. selaku kepala direktur di Politeknik Negeri Cilacap.
2. Bapak Joko Setia Pribadi, A.Md., S.T., M.Eng Ketua Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Cilacap.
3. Bapak Dr. Eng Agus Santoso, S.T., M.T selaku pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Mohammad Nurhilal, S.T, M.Pd., M.T selaku pembimbing II Tugas Akhir ini.
5. Seluruh dosen dan teknisi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Cilacap.

Penulis menyadari bahwa Proposal Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Cilacap, 26 September 2022

Penusun

(Allip Kurniawan)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH..	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 Baja	6
2.2.2 <i>Heat treatment</i>	6
2.2.3 <i>Diagram ITh (Pembentukan austenit)</i>	7
2.2.4 Media pendingin.....	8
2.2.5 Diagram TTT	9
2.2.6 Pemanasan induksi.....	9
2.2.7 <i>Arus eddy (Eddy curent)</i>	12

2.2.8	Metode perancangan menurut VDI 2222	12
2.2.9	Gambar teknik	13
2.2.10	Bantuan komputer pada proses perancangan	15
2.2.11	<i>SolidWorks</i>	16
2.2.12	Komponen elektronika	16
2.2.13	Komponen elemen mesin	18
BAB III METODOLOGI		24
3.1	Peralatan	24
3.2	Prosedur Perancangan	24
3.2.1	Merencana	25
3.2.2	Mengkonsep	25
3.2.3	Merancang	26
3.2.4	Penyelesaian	26
3.3	Perhitungan Elemen Mesin	26
BAB IV PEMBAHASAN.....		28
4.1	Proses Perancangan	28
4.1.1	Menentukan ide rancangan	28
4.1.2	Membuat konsep mesin pemanas.....	30
4.1.3	Membuat desain mesin pemanas.....	37
4.2	Perhitungan Bagian-Bagian Elemen Mesin	44
4.2.1	Perencanaan daya <i>motor stepper</i>	44
4.2.2	Perencanaan poros penggerak (<i>Linear actuator</i>)	48
4.2.3	Perhitungan usia bantalan	51
BAB V PENUTUP.....		54
5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA		55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram pemanasan <i>isothermal</i>	7
Gambar 2. 2 Hubungan antara diagram persen transformasi terhadap waktu dan pembuatan kurva s (Hadi, 2016: 160)	9
Gambar 2. 3 Pemanas induksi	10
Gambar 2. 4 Metode Perancangan Menurut VDI 2222.	12
Gambar 2. 5 Proyeksi Eropa	14
Gambar 2. 6 Proyeksi Amerika	14
Gambar 2. 7 Simbol proyeksi eropa	15
Gambar 2. 8 Simbol proyeksi amerika	15
Gambar 2. 9 Tampilan Awal <i>SolidWorks</i> 2020	16
Gambar 4. 1 a Desain wujud	37
Gambar 4. 1 b Desain wujud tanpa cover	38
Gambar 4. 2 Desain bagian	38
Gambar 4. 2 a Detail bagian rangka	40
Gambar 4. 2 b Detail bagian sistem penggerak	41
Gambar 4. 2 c Detail penutup (<i>Cover</i>)	43
Gambar 4. 3 Arah pergerakan sistem penggerak	46
Gambar 4. 4 Pembebanan terpusat pada poros	49
Gambar 4. 5 Momen diagram	50

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Daftar kebutuhan.....	26
Tabel 4. 1 Studi literatur.....	29
Tabel 4. 2 Catatan ide.....	30
Tabel 4. 3 Daftar kebutuhan.....	30
Tabel 4. 4 Kebutuhan rancangan.....	31
Tabel 4. 5 Alternatif fungsi bagian	31
Tabel 4. 6 Alternatif konsep.....	32
Tabel 4. 7 Penilaian konsep	34
Tabel 4. 8 Analisa konsep yang dipilih.....	35
Tabel 4. 9 Sketsa dan catatan dari konsep.....	36
Tabel 4. 10 Daftar bagian mesin pemanas induksi	39
Tabel 4. 11 Daftar detail bagian rangka	40
Tabel 4. 12 Detail bagian sistem penggerak	41
Tabel 4. 13 Daftar detail bagian <i>cover</i>	43
Tabel 4. 14 Spesifikasi motor <i>stepper nema 23</i>	48

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	<i>Standard Part</i>
LAMPIRAN 2	Dasar Perhitungan
LAMPIRAN 3	<i>Bill Of Material</i>
LAMPIRAN 4	<i>Detail Drawing</i>
LAMPIRAN 5	Biodata Penulis

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

F	: gaya (N)
m	: massa benda (kg)
g	: gaya gravitasi (m/s^2)
T	: torsi (N.m)
r	: jari-jari poros (m)
n	: kecepatan putaran (rpm)
P	: gaya motor (kW)
ω	: kecepatan sudut (rad/s)
ω	: omega
σ_b	: bending momen yang diijinkan (kg/mm)
M	: momen lentur pada poros (kg.mm)
I	: momen inersia (kg/mm^2)
y	: jari-jari poros (mm)
d	: diameter poros (mm)
R_a	: gaya rekasi (N)
L_t	: panjang poros total (mm)
L_p	: panjang poros tengah pembebanan (mm)
f_n	: faktor kecepatan
f_h	: faktor umur
f_n	: faktor kecepatan
C	: beban nominal dinamis spesifik (Kg)
P	: beban <i>equivalen dinamis</i> (Kg)
L_h	: umur bantalan (jam)