

PROSES PRODUKSI DAN PENGUJIAN MESIN PEMANAS INDUKSI UNTUK PERLAKUAN PANAS

Tugas Akhir
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Ahli Madya Teknik



Diajukan oleh
FATHUL IMAM
190103038

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

2022

TUGAS AKHIR

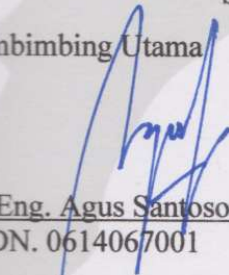
**PROSES PRODUKSI DAN PENGUJIAN MESIN PEMANAS INDUKSI
UNTUK PERLAKUAN PANAS
*PRODUCTION PROCESS AND TESTING OF INDUCTION HEATING
MACHINE FOR HEAT TREATMENT***

**Dipersiapkan dan disusun oleh
FATHUL IMAM
190103038**

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

Susunan Dewan Penguji

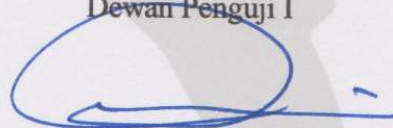
Pembimbing Utama


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

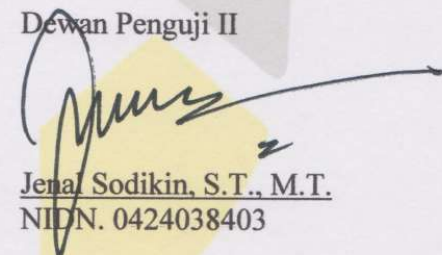
Pembimbing Pendamping


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

Dewan Penguji I


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

Dewan Penguji II


Jena 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

PERNYATAAN

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 oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dibagian naskah dan daftar pustaka Tugas Akhir ini.

Cilacap, 19 September 2022

Penulis



Fathul Imam

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

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

Nama : Fathul Imam

NIM : 19.01.03.038

Program 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 saya yang berjudul:

**“PROSES PRODUKSI DAN PENGUJIAN MESIN PEMANAS INDUKSI
UNTUK PERLAKUAN PANAS”**

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada) dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalih, media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), 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 : 19 September 2022

Yang menyatakan



(Fathul Imam)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa dan setelah itu tanpa menghilangkan rasa hormat yang mendalam, saya selaku penyusun dan penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan ridho dan barokah-Nya sehingga dapat terselesaikan Tugas Akhir ini.
2. Alm. Bapak Muslih dan Ibu Markhamah selaku orang tua penulis yang senantiasa memberikan semangat dan doa.
3. Seluruh teman-teman TM C yang selalu menghibur dan memberikan semangat.
4. Seluruh teman-teman angkatan 2019 yang selalu menghibur dan memberikan berbagi inspirasi dan ide-ide positif dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Kos Bapak Muslimin yang selalu memberikan tempat untuk menghibur diri dan mengerjakan Tugas Akhir.

Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa selalu memberikan perlindungan, rahmat dan nikmat-Nya bagi kita semua.

ABSTRAK

Mesin pemanas induksi merupakan mesin yang berfungsi untuk memanaskan atau melakukan proses perlakuan panas. Proses perlakuan panas yang dapat dilakukan dengan mesin pemanas induksi ini adalah proses *hardening* dan *tempering*. Tujuan dari proses produksi dan pengujian mesin pemanas induksi untuk perlakuan panas yaitu membuat langkah pengerjaan proses produksi, menghitung waktu proses produksi, menghitung biaya proses produksi, melakukan pengujian fungsi mesin, dan melakukan pengujian kekerasan material yang mengalami proses perlakuan panas dengan mesin pemanas induksi.

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini adalah menghitung waktu produksi dan menghitung biaya produksi. Melakukan pengujian fungsi mesin meliputi penggerak, pemanas dan pendingin. Melakukan pengujian kekerasan material dengan metode *rockwell type B*.

Hasil perhitungan di dapat total waktu produksi 1477,7 menit meliputi waktu pemotongan 101,86 menit, waktu pengelasan 128 menit, waktu gurdi 125,14 menit, waktu bubut 52,26 menit, waktu frais 136,48 menit, waktu kerja plat 282 menit, waktu *finishing* 275 menit, dan waktu perakitan 377 menit. Sedangkan total biaya produksi sebesar Rp. 5.414.428,12 meliputi biaya material Rp. 4.513.680,00, biaya tenaga kerja Rp. 624.097,80, biaya listrik 26.200,32, dan biaya sewa mesin Rp. 250.450,00. Hasil pengujian fungsi mesin menunjukkan penggerak dapat mengangkat dan menurunkan material uji, pemanas dapat memanaskan material baja sampai suhu 800⁰C, dan pendingin dapat mendinginkan material uji. Hasil pengujian kekerasan *rockwell* di dapat angka kekerasan material tanpa perlakuan panas 74,1HRB kemudian angka kekerasan material yang diberi perlakuan panas *hardening* temperatur 800⁰C dengan mesin pemanas induksi kekerasannya meningkat menjadi 93,4HRB. Namun setelah *tempering* temperatur 500⁰C dengan mesin pemanas induksi mengalami penurunan menjadi 82,6HRB.

Kata kunci : Mesin pemanas induksi, Proses produksi, Pengujian.

ABSTRACT

An induction heating machine is a machine that functions to heat or carry out a heat treatment process. The heat treatment process that can be carried out with this induction heating machine is the hardening and tempering process. The purpose of the production process and testing of induction heating machines for heat treatment is to make steps in the production process, calculate the time of the production process, calculate the cost of the production process, test the function of the machine, and test the hardness of the material undergoing the heat treatment process with an induction heating machine.

The method used to complete this final project is to calculate production time and calculate production costs. Conducting machine function testing includes actuating, heating and cooling. Testing the hardness of the material used the Rockwell type B method.

The calculation results obtained a total production time of 1477.7 minutes including cutting time of 101.86 minutes, welding time of 128 minutes, drilling time of 125.14 minutes, lathe time of 52.26 minutes, milling time of 136.48 minutes, plate working time of 282 minutes, finishing time of 275 minutes, and assembly time of 377 minutes. While, the total production cost of Rp. 5,414,428.12 includes material costs of Rp. 4,513,680.00, labor costs of Rp. 624,097,80, electricity costs of 26,200,32, and machine rental costs of Rp. 250,450.00. The results of the machine function test show that the drive can lift and lower the test material, the heater can heat the steel material to a temperature of 800⁰C, and the cooler can cool the test material. The results of the Rockwell hardness test showed that the hardness number of the material without heat treatment was 74.1HRB, then the hardness number of the material treated with heat hardening at a temperature of 800⁰C with an induction heating machine increased to 93.4HRB. However, after tempering the temperature of 500⁰C with an induction heating machine, it decreased to 82.6HRB.

Keywords: Induction heating machine, Production process, Testing.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur senantiasa kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat, kekuatan, taufik, dan hidayah-Nya. Atas kehendak Allah penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul :

“PROSES PRODUKSI DAN PENGUJIAN MESIN PEMANAS INDUKSI UNTUK PERLAKUAN PANAS”


Pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) di Politeknik Negeri Cilacap. Dengan penuh rasa syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala dan setelah itu tanpa menghilangkan rasa hormat yang mendalam, saya selaku penyusun dan penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr, Ir. Aris Tjahyanto, M.Kom selaku Direktur Politeknik Negeri Cilacap.
2. Bapak Joko Setia Pribadi, S.T., M.Eng selaku Ketua Program Jurusan Teknik Mesin, 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.
5. Seluruh dosen, asisten, teknisi, karyawan dan karyawan Politeknik Negeri Cilacap yang telah membekali ilmu.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan dan hambatan yang dijumpai selama pengerjaannya. Sehingga saran yang bersifat membangun sangatlah diharapkan demi pengembangan yang lebih optimal dan kemajuan yang lebih baik.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Cilacap, 19 September 2022


Fathul Imam

DAFATR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFATR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan 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 Perlakuan panas (<i>heat treatment</i>).....	6
2.2.2 <i>Hardening</i>	6
2.2.3 Pendinginan cepat (<i>quenching</i>).....	7
2.2.4 <i>Tempering</i>	7
2.2.5 Baja	8
2.2.6 Pengerasan induksi (<i>induction hardening</i>).....	8

2.2.7	Uji kekerasan (<i>hardness test</i>).....	9
2.2.8	Diagram $T - T - T$ (pendinginan).....	11
2.2.9	Pengukuran.....	12
2.2.10	Proses gerinda	12
2.2.11	Proses pengelasan.....	13
2.2.12	Proses bubut	14
2.2.13	Proses frais	16
2.2.14	Proses gurdi.....	18
2.2.15	Kerja plat.....	19
2.2.16	Proses <i>pra-finishing</i> dan <i>finishing</i>	19
2.2.17	Perhitungan biaya produksi.....	20
BAB III METODE PENYELESAIAN.....		23
3.1	Alat dan Bahan	23
3.1.1	Alat.....	23
3.1.2	Bahan.....	26
3.2	Metode Proses Produksi	32
3.3	Metode Pengujian Fungsi Mesin.....	34
3.4	Metode Pengujian Kekerasan Material	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Proses Pengerjaan.....	39
4.1.1	Proses pengerjaan rangka.....	40
4.1.2	Proses pengerjaan sistem penggerak.....	43
4.1.3	Proses pengerjaan dudukan komponen elektronik.....	45
4.1.4	Proses pengerjaan kerja plat.....	49
4.1.5	Proses perakitan	55
4.2	Perhitungan Waktu Proses Produksi	58
4.2.1	Perhitungan waktu proses pemotongan.....	62
4.2.2	Perhitungan waktu proses pengelasan.....	65
4.2.3	Perhitungan waktu proses gurdi.....	66
4.2.4	Perhitungan waktu proses bubut	69
4.2.5	Perhitungan waktu proses frais	72

4.2.6	Perhitungan waktu proses kerja plat	72
4.2.7	Perhitungan waktu proses <i>finishing</i>	80
4.2.8	Perhitungan waktu proses perakitan.....	81
4.3	Perhitungan Biaya Produksi	82
4.3.1	Perhitungan biaya material.....	82
4.3.2	Perhitungan biaya tenaga kerja	82
4.3.3	Perhitungan biaya listrik	83
4.3.4	Perhitungan biaya sewa mesin	83
4.3.5	Perhitungan biaya total.....	84
4.4	Pengujian Fungsi Mesin	85
4.5	Pengujian Kekerasan Material.....	85
BAB V PENUTUP		88
5.1	Kesimpulan.....	88
5.2	Saran	88

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram suhu-waktu untuk proses <i>hardening</i> dan <i>tempering</i>	6
Gambar 2. 2 Prinsip <i>induction hardening</i>	8
Gambar 2. 3 Prinsip utama pemanas induksi	9
Gambar 2. 4 Skala kekerasan <i>rockwell</i>	10
Gambar 2. 5 Diagram TTT untuk pendinginan suatu baja perkakas	11
Gambar 2. 6 Skala jangka sorong ketelitian 0.05 mm	12
Gambar 2. 7 Gerinda potong	12
Gambar 2. 8 Pengelasan busur dengan elektroda terbungkus	13
Gambar 2. 9 Skematis proses bubut	15
Gambar 2. 10 Skematis proses frais <i>vertical</i> dan frais <i>horizontal</i>	16
Gambar 2. 11 Skematis proses gurdi/ <i>drilling</i>	18
Gambar 3. 1 Diagram alir proses produksi	32
Gambar 3. 2 Diagram alir pengujian fungsi mesin	34
Gambar 3. 3 Diagram alir pengujian kekerasan material	36
Gambar 4. 1 Mesin pemanas induksi untuk perlakuan panas	39
Gambar 4. 2 Desain rangka mesin pemanas induksi	40
Gambar 4. 3 Sistem penggerak mesin pemanas induksi	43
Gambar 4. 4 Desain dudukan komponen elektronik	48
Gambar 4. 5 Kerja plat	54
Gambar 4. 6 Desain perakitan mesin pemanas induksi	58
Gambar 4. 7 Contoh material yang dilakukan proses pemotongan	62
Gambar 4. 8 Grafik kekerasan material	87

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat.....	23
Tabel 3. 2 Bahan	26
Tabel 3. 3 Parameter uji fungsi	35
Tabel 3. 4 Pengujian kekerasan.....	37
Tabel 4. 1 Bagian-bagian rangka mesin pemanas induksi.....	40
Tabel 4. 2 Proses pengerjaan rangka mesin pemanas induksi	41
Tabel 4. 3 Bagian-bagian sistem penggerak	43
Tabel 4. 4 Proses pengerjaan sistem penggerak.....	45
Tabel 4. 5 Bagian-bagian dudukan komponen elektronik	49
Tabel 4. 6 Proses pengerjaan dudukan komponen elektronik.....	49
Tabel 4. 7 Bagian-bagian kerja plat	54
Tabel 4. 8 Proses pengerjaan kerja plat.....	55
Tabel 4. 9 Bagian-bagian mesin pemanas induksi	58
Tabel 4. 10 Proses perakitan	59
Tabel 4. 11 Waktu proses pemotongan.....	64
Tabel 4. 12 Waktu proses pengelasan	66
Tabel 4. 13 Waktu proses gurdi	69
Tabel 4. 14 Waktu proses bubut.....	72
Tabel 4. 15 Waktu proses frais.....	78
Tabel 4. 16 Waktu proses kerja plat.....	79
Tabel 4. 17 Waktu proses <i>finishing</i>	80
Tabel 4. 18 Waktu proses perakitan	81
Tabel 4. 19 Biaya listrik	83
Tabel 4. 20 Biaya sewa mesin.....	84
Tabel 4. 21 Biaya total produksi	85
Tabel 4. 22 Parameter pengujian fungsi mesin	85
Tabel 4. 23 Data pengujian kekerasan material	86

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	Biodata penulis
LAMPIRAN 2	Perhitungan proses produksi
LAMPIRAN 3	Standar pengujian kekerasan material
LAMPIRAN 4	Dokumentasi proses produksi
LAMPIRAN 5	Dokumentasi pengujian mesin
LAMPIRAN 6	Dokumentasi pengujian kekerasan material
LAMPIRAN 7	Biaya operasional material

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

H	= Rata-rata nilai kekerasan terukur (HRB)
H_1	= Nilai kekerasan pengujian pertama (HRB)
H_2	= Nilai kekerasan pengujian kedua (HRB)
H_n	= Nilai kekerasan pengujian ke- n (HRB)
n	= Jumlah banyaknya kekerasan
T_c	= Waktu total pemotongan (menit)
T	= Waktu per satuan luas (detik/cm ²)
A	= Luas penampang (cm ²)
I	= Jumlah benda
P_1	= Percobaan 1 (detik)
P_2	= Percobaan 2 (detik)
P_3	= Percobaan 3 (detik)
G	= Jumlah bahan tambah (batang)
ΣP	= Total panjang las (mm)
P_k	= Panjang las per bahan tambah (mm/batang)
T_p	= Waktu pengelasan
T	= Waktu total panjang pengelasan (menit)
d_o	= diameter mula (mm)
d_m	= diameter akhir (mm)
l_t	= panjang pemotongan (mm)
X_r	= sudut potong utama/sudut masuk
a	= kedalaman potong (mm)
d	= diameter mata bor
v	= kecepatan potong (m/menit)
π	= nilai konstanta : 3,14
d	= diameter rata-rata benda kerja $((d_o+d_m)/2)$ (mm)
n	= putaran poros utama (putaran/menit)
v_f	= kecepatan makan (mm/menit)
f	= gerak makan (mm/putaran)

kr	= kemiringan sudut potong
t_c	= waktu pemotongan (menit)
w	= lebar pemotongan (mm)
z	= jumlah gigi/mata potong
f_z	= gerak makan per gigi (mm/putaran)
l_f	= panjang pemesinan (mm) = $l_v + l_w + l_n$
l_v	= panjang langkah awal pemotongan (mm)
l_w	= panjang pemotongan benda kerja (mm)
l_n	= langkah pengakhiran (mm)
BL	= Biaya Listrik (Rp)
TM	= Waktu pemakaian mesin (Menit)
P	= Daya listrik pada mesin yang digunakan (Watt)
B0	= Harga Daya / Kwh
BM	= Biaya Sewa Mesin (Rp)
TM	= Waktu Pemakaian Mesin (Jam)
B	= Harga Sewa Mesin/Jam (Rp)
BOJ	= Biaya Operator / Jam (Rp)
UMK	= Upah Minimum Karyawan Wilayah
JB	= Jam kerja dalam sebulan (Terhitung dari senin-sabtu selama 8 jam)
Wp	= Waktu Pengerjaan (Menit)