

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN DAPUR INDUKSI SKALA
LABORATORIUM DAN PENGUJIANNYA

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Strata-1 Pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Oleh:

Mad Sangadat

20120130213

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2016

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN DAPUR INDUKSI SKALA
LABORATORIUM DAN PENGUJIANNYA

Disusun Oleh :

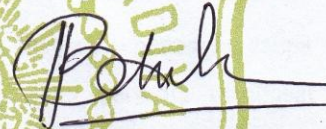
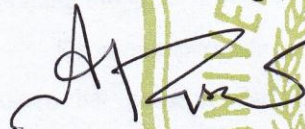
Mad Sangadat
20120130213

Telah dipertahankan didepan Tim Penguji
Pada tanggal 26 Februari 2016

Susunan Tim Penguji

Dosen Pembimbing I,

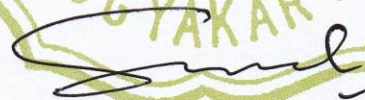
Dosen Pembimbing II



Ir. Aris Widyo Nugroho M.T., Ph.D.
NIK. 19700301199509 123 022

Muhammad Budi Nurrahman S.T., M.Eng.
NIP. 19790523 200501 1 001

Penguji



Sunardi, S.T., M.Eng
NIK.19770210201410123068

Tugas Akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal ..4.....03..... 2016

Mengesahkan
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Naval Caroko, S.T., M.Eng.
NIP. 197911132005011001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Mad Sangadat**

NIM : **20120130213**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul: **“PERANCANGAN DAN PEMBUATAN DAPUR INDUKSI SKALA LABORATORIUM DAN PENGUJIANNYA”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik bila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta, 26 Februari 2016

Yang menyatakan,

Mad Sangadat

NIM. 20120130213

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN DAPUR INDUKSI SKALA LABORATORIUM DAN PENGUJIANNYA

Oleh: Mad Sangadat

Abstrak

Dapur induksi merupakan salah satu alat peleburan logam di mana prosesnya tidak menggunakan sumber panas bahan bakar, tetapi menggunakan prinsip frekuensi tinggi untuk menghasilkan panas yang konduktif secara elektrik yang akan menginduksi benda kerja. Dapur induksi memiliki beberapa keunggulan di antaranya: lingkungan tetap bersih, tidak menimbulkan polusi asap akibat dari pembakaran, mudah dalam mengatur/mengendalikan temperatur, efisiensi penggunaan energi panas tinggi, dan dapat dipindah-pindah.

Perancangan dan pembuatan dapur induksi skala laboratorium ini dilakukan dengan merangkaikan komponen-komponen utama yang terdiri atas transformator, dioda *bridge*, dioda *schottky*, transistor mosfet, resistor, kapasitor dan induktor. Dapur induksi ini selanjutnya diuji coba untuk melakukan proses peleburan pada *specimen* aluminium dengan variasi masa 4, 8, 9, 12, 34 gram, *kowi* A berdiameter 15 mm tinggi 60 mm dan *kowi* B berdiameter 22 mm tinggi 65 mm. Temperatur pada *specimen* diukur menggunakan termokopel tipe K.

Hasil perancangan dan pembuatan dapur induksi besarnya daya tergantung pada benda yang akan dilebur, arus maksimum 40 A dengan tegangan 30 volt, kumparan kerja menggunakan 10 lilit diameter lilitan 40 mm, kapasitas lebur benda kerja 50 gram. Besarnya masa benda kerja dan *kowi* berbanding lurus terhadap daya dan waktu selama pengujian, semakin besar benda kerja maka semakin lama waktu peleburan dan semakin besar juga daya yang dihasilkan pada mesin dapur. Daya terbesar yaitu 265.275 watt, dihasilkan saat percobaan kelima dengan masa benda 34 gram, lama waktu peleburan 363.6 detik dan suhu pada benda terukur 755.9 °C. Sedangkan daya terendah sebesar 48.159 watt, terdapat pada percobaan pertama dengan masa benda 4 gram, waktu peleburan 214.8 detik dan suhu pada benda terukur 661 °C.

Kata kunci : *Dapur induksi, tungku induksi, induction heater, peleburan aluminium.*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

Assalaamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“PERANCANGAN DAN PEMBUATAN DAPUR INDUKSI SKALA LABORATORIUM DAN PENGUJIANNYA”**. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan S-1 untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Tidak lupa penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Novi Caroko, S. T., M. Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
2. Bapak Ir. Aris Widyono Nugroho, S.T.,M.T.,Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama tugas akhir.
3. Bapak Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama Tugas Akhir.
4. Bapak Sunardi, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir ini.
5. Koordinator Laboratorium, Kepala Laboratorium Prestasi Mesin, Kepala Laboratorium Proses Produksi, Staf Pengajar, Laboran dan Tata Usaha

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

6. Kedua orang tua yang telah membantu dalam terselesaikannya tugas akhir ini.
7. Dwiningsih Afriati, yang telah senantiasa mendukung serta mendoakan kelancaran tugas akhir ini.
8. Teman–teman mahasiswa seluruh angkatan jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
9. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna karena penulis juga mahluk-Nya yang selalu memiliki kekurangan. Semoga Laporan ini bermanfaat bagi kita semua. Amin

Wassalaamu'alikum Warahmatullahi Wabarokatuh.

Yogyakarta,2016

Penyusun

Mad Sangadat

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Perancangan.....	2
1.5 Manfaat Perancangan.....	3
1.6 Metode Pengumpulan Data.....	3
1.7 Sistematikan Penulisan	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 Pemanas induksi (<i>induction heater</i>).....	7
2.2.2 Prinsip kerja pemanas induksi	9
2.2.3 Pengertian arus Eddy	10
2.2.4 Macam-macam dapur induksi.....	11
2.2.5 Karakteristik dapur induksi.....	12

2.2.6 Keuntungan dapur induksi	12
2.2.7 Pengertian daya	13
2.2.8 Menghitung besarnya energi pemanas induksi	13
2.2.9 Menghitung daya	13
2.2.10 Menghitung laju perubahan suhu	14
2.2.11 Menghitung tegangan yang dihasilkan oleh penyearah gelombang penuh.....	14
BAB III METODOLOGI PERANCANGAN DAN PABRIKASI.....	15
3.1 Pendekatan Penelitian	15
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.3 Bahan Penelitian	15
3.4 Alat Penelitian.....	17
3.5 Diagram Alir Penelitian	18
3.6 Tahap Persiapan	18
3.7 Perancangan Mesin Dapur Induksi	18
3.8 Pembuatan Mesin Dapur Induksi	19
3.8.1 Rangkaian <i>power supply</i>	19
3.8.2 Rangkaian daya <i>inverter</i> frekuensi tinggi	21
3.8.2.1 Langkah perancangan inverter	22
BAB IV PENGUJIAN PERFORMA DAPUR INDUKSI.....	29
4.1 Hasil Pembuatan Mesin Dapur Induksi	29
4.1.1 Pengujian dengan <i>kowi</i> berdiameter 2 inch dan aluminium	30
4.2 Spesifikasi Mesin Dapur Induksi	31
4.3 Pengujian Terhadap Material Benda Kerja.....	32
4.4 Pengukuran Hasil Pengujian	33
4.5 Analisis Data.....	34
4.5.1 Hasil Perhitungan daya mesin dapur induksi	34

4.5.2 Hasil perhitungan energi pemanas induksi	34
4.5.3 Hasil perhitungan laju perubahan suhu	34
BAB V PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cara kerja tranformator dengan kumparan sekunder diganti....	8
Gambar 2.2 Proses induksi dari kumparan primer ke kumparan sekunder ..	8
Gambar 2.3 Arus Eddy	9
Gambar 2.4 Arus Eddy	10
Gambar 2.5 Thryisitor.....	10
Gambar 2.6 Kapasitor	11
Gambar 2.7 Tungku induksi	11
Gambar 2.8 Mesin tungku induksi.....	12
Gambar 3.1 Pipa kapiler tembaga.....	16
Gambar 3.2 Benda kerja aluminium	16
Gambar 3.3 Diagram alir tahap penelitian	18
Gambar 3.4 Diagram blok keseluruhan rangkaian mesin dapur induksi	19
Gambar 3.5 Rangkaian penyearah gelombang penuh satu fasa.....	20
Gambar 3.6 Rangkaian daya <i>inverter</i> frekuensi tinggi	21
Gambar 3.7 Mosfet IRFP260N	23
Gambar 3.8 Induktor toroid	24
Gambar 3.9 Pengukuran induktor toroid	25
Gambar 3.10 Koil pemanas.....	26
Gambar 3.11a LCR meter	26
Gambar 3.11b Hasil pengukuran kumparan kerja	26
Gambar 3.12 Kapasitor resonan.....	27
Gambar 4.1 Mesin dapur induksi.....	29
Gambar 4.2 <i>Coil</i> pemanas dan termo kopel.....	29
Gambar 4.3 Komponen mesin dapur induksi	30
Gambar 4.4a Skema mekanisme kerja pemanas induksi	31
Gambar 4.4b Mekanisme kerja pemanas induksi	31

Gambar 4.5 Hasil pengujian variasi masa benda aluminium.....	32
Gambar 4.6 Hasil pengujian dengan benda kerja 34 gram	33
Gambar 4.7 Pengukuran suhu dengan termokopel tipe K digital	34
Gambar 4.8 Grafik nilai laju perubahan suhu pada masa benda kerja <i>kowi A</i>	36
Gambar 4.9 Grafik nilai daya terhadap masa benda kerja <i>kowi A</i>	36
Gambar 4.10 Grafik nilai kalor terhadap masa benda kerja <i>kowi A</i>	37
Gambar 4.11 Diagram nilai laju perubahan suhu spesifik terhadap masa benda kerja <i>kowi A</i> dan B.....	38
Gambar 4.12 Diagram nilai kalor spesifik terhadap masa benda kerja <i>kowi</i> A dan B.....	38
Gambar 4.13 Diagram nilai daya spesifik terhadap masa benda kerja <i>kowi</i> A dan B.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi mesin dapur induksi yang sudah dibuat	28
Tabel 4.1 Spesifikasi mesin dapur induksi	31
Tabel 4.2 Kebutuhan daya, energi, dan laju perubahan suhu hasil pengujian Dengan variasi masa benda kerja dan <i>kowi</i>	35
Tabel 4.3 Data spesifik hasil pengujian dengan menggunakan kowi 1 dan 2	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data shett mosfet IRFP260N.....	44
Lampiran 2 Skema rangkaian induksi	52
Lampiran 3 Skema rangkaian penyearah 1 gelombang penuh	53
Lampiran 4 Dokumentasi.....	54

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

C	: masa jenis aluminium ($J.kg^{-1}.k^{-1}$)
LNG	: <i>Liquified Natural Gas</i>
LPG	: <i>Liquified Petroleum Gas</i>
LCR	: Lilitan Capacitor Resistor
m	: Massa benda (kg)
T ₁	: Suhu awal ($^{\circ}C$)
T ₂	: Suhu akhir ($^{\circ}C$)
P _m	: daya (watt)
Q	: Kalor (joule)
t	: Waktu permesinan (detik)
V _{DC}	: Tegangan DC keluaran (volt)
V _m	: Tegangan maksimum (volt)
V _{LN}	: Tegangan sebelum masuk dioda (volt)
Δt	: Laju perubahan suhu ($^{\circ}C/detik$)