



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENGARUH VARIASI *HOLDING TIME* PADA
PEMBUATAN MAGNET PERMANEN
DARI PASIR BESI KULON PROGO**

TUGAS AKHIR

ALBERT YANUAR SUSANTO

L2E007011

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

SEMARANG

2012

HALAMAN PERNYATAAN ORIGINALITAS TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

NAMA : Albert Yanuar Susanto

NIM : L2E007011

TANDA TANGAN : 

TANGGAL : 9 Maret 2012

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada : Nama : Albert Yanuar Susanto

NIM : L2E007011

Dosen Pembimbing I : Ir. Dwi Bazuki Wibowo, M.Si

Dosen Pembimbing II : Yusuf Umardani, ST, MT

Jangka Waktu : 6 (enam) Bulan

Judul : Pengaruh Variasi *Holding Time* Dalam Pembuatan Magnet Permanen dari Pasir Besi Kulon Progo

Isi Tugas : Melakukan pengujian pembuatan magnet permanen yang berbahan baku pasir besi Kulon Progo pada variasi holding time proses sintering untuk mengetahui densitas dan induksi remanen magnet permanen yang dihasilkan.

Semarang, 9 Maret 2012

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Dwi Basuki Wibowo, M.Si
NIP. 196204231987031033

Yusuf Umardani, ST, MT
NIP. 197006061998021001





HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Albert Yanuar Susanto
NIM : L2E007011
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Variasi *Holding Time* Dalam
Pembuatan Magnet Permanen dari Pasir Besi
Kulon Progo

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing I : Ir. Dwi Basuki Wibowo, M.Si ()
Pembimbing II : Yusuf Umardani, ST, MT ()
Penguji : Ir. Bambang Yuniyanto, M.Sc ()
Penguji : Dr. Sulardjaka, ST, MT ()

Semarang, 12 Maret 2012
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Sulardjaka, ST, MT
NIP. 1971042019980201001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Albert Yanuar Susanto
NIM : L2E007011
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“PENGARUH VARIASI *HOLDING TIME* DALAM PEMBUATAN
MAGNET PERMANEN DARI PASIR BESI KULON PROGO”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 9 Maret 2012

Yang menyatakan,



(Albert Yanuar Susanto)

ABSTRAK

Albert Yanuar Susanto⁽¹⁾

Dwi Basuki Wibowo⁽²⁾

Yusuf Umardani⁽²⁾

PENGARUH VARIASI *HOLDING TIME* DALAM PEMBUATAN MAGNET PERMANEN DARI PASIR BESI KULON PROGO

(xv + 68 halaman : 4 tabel ; 27 gambar; 7 lampiran)

Ketersediaan pasir besi di Indonesia sangat melimpah dan dapat dimanfaatkan lebih maksimal sebagai bahan baku dalam pembuatan magnet permanen. Hal ini didasari oleh keadaan dimana kebutuhan magnet permanen di dalam negeri meningkat sedangkan saat ini Indonesia masih mengimpor 80% dari kebutuhan magnet tersebut. Penelitian ini mengkaji percobaan pembuatan magnet permanen dari pasir besi Kulon Progo yang diharapkan akan membantu memenuhi kebutuhan magnet di Indonesia. Pembuatan magnet permanen dilakukan dengan teknik metalurgi serbuk menggunakan pasir besi ditambah BaCO_3 (6 : 1), tekanan kompaksi 150 MPa, dan suhu sintering 900°C selama 45, 60, dan 75 menit menghasilkan spesimen BaFe_2O_4 . Semakin lama *holding time* yang digunakan maka densitas spesimen akan meningkat dan struktur spesimen menjadi lebih rapat. Spesimen BaFe_2O_4 yang disintering selama 75 menit memiliki densitas 2,78 gr/ml. Namun, spesimen BaFe_2O_4 tidak berhasil digunakan sebagai magnet permanen karena tidak memiliki induksi remanen (0 Gauss). Pembuatan magnet permanen berbahan baku pasir besi harus diawali dengan penghilangan kandungan TiO_2 di dalam pasir besi. Di dalam penelitian ini juga digunakan spesimen pembanding yaitu spesimen besi cor dan spesimen uji komersial dimana spesimen besi cor juga tidak memiliki kekuatan magnet sedangkan spesimen uji komersial memiliki induksi remanen mencapai 231,05 Gauss.

Keywords : pasir besi, magnet permanen, metalurgi serbuk

Referensi : 17 (1996 – 2011)

ABSTRACT

Albert Yanuar Susanto⁽¹⁾

Dwi Basuki Wibowo⁽²⁾

Yusuf Umardani⁽²⁾

THE EFFECT OF HOLDING TIME VARIATION IN TERM OF PERMANENT MAGNETS MANUFACTURE FROM IRON SANDS OF KULON PROGO

(xv + 68 pages : 4 tables ; 27 figures; 7 appendixes)

Availability of iron sands in Indonesia is very abundant and can be more optimally utilized as raw materials in the manufacture of permanent magnets. This is based on the condition in which the needs of the permanent magnet in Indonesia increased, while Indonesia still imports 80% of the magnet needs. This study examines the experiment of manufacture a permanent magnet from the iron sands of Kulon Progo are expected to sufficient the needs of the magnet in Indonesia. Manufacture of permanent magnets made by powder metallurgy techniques using iron sands and BaCO₃ (6: 1), 150 MPa pressure for compaction, and sintering temperature of 900 °C for 45, 60, and 75 minutes that produced BaFe₂O₄ specimens. Increasement of density is directly proportional with holding time of sintering. Specimens BaFe₂O₄ from sintering process for 75 minutes has a density of 2.78 g/ml and more rigid structure. However, the specimens BaFe₂O₄ failed used as permanent magnets because they do not have induction remanent (0 Gauss). Manufacture of permanent magnets made from iron sands must be preceded by the removal of TiO₂ content of iron sands. Spesimens of cast iron and comercial specimens also used for comparison where the cast iron specimen did not have the induction remanent while the commercial specimen has induction remanent at 231.05 Gauss.

Keywords : iron sands, permanent magnet, powder metallurgy

References : 17 (1996 – 2011)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa bahwa dengan bimbingan-Nya dan penyertaan-Nya, akhirnya penulis berhasil menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul "Pengaruh Variasi *Holding Time* Dalam Pembuatan Magnet Permanen dari Pasir Besi Kulon Progo". Dalam pelaksanaan dan penulisan karya tugas akhir, penulis mendapatkan banyak sekali bantuan dari pihak-pihak lain yang mendukung penulis hingga laporan ini terselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. **Bapak Ir. Dwi Basuki Wibowo, M.Si**, sebagai pembimbing utama yang selalu memberikan perhatian dan dukungan kepada penulis, membimbing penulis dan memberikan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan karya tugas akhir ini.
2. **Bapak Yusuf Umardani, ST, MT**, sebagai co-pembimbing yang juga selalu memberikan perhatian dan dukungan kepada penulis, membimbing penulis dan memberikan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan karya tugas akhir ini.
3. **Bapak Joko Femax Istiyanto**, sebagai pihak yang turut membantu penelitian tugas akhir ini dan selalu memberikan masukan kepada penulis.
4. **Bapak Dr. Priyono, M.Si**, sebagai pihak yang turut membantu penelitian tugas akhir ini dan selalu memberikan masukan kepada penulis.
5. **Bapak Dr. Sulardjaka, ST, MT**, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro yang telah mengkoordinasi sistematika teknis

penelitian dan penulisan serta telah mengesahkan tugas akhir ini sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tugas akhir dengan baik.

6. Saudara Wahyu sebagai Laboran Laboratorium Metalurgi Fisik dan Saudara Arnes sebagai Laboran Laboratorium Proses Produksi, yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian tugas akhir.
7. Semua pihak lain yang turut berperan dalam mendukung dan menemani penulis dalam menyelesaikan karya tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa karya tugas akhir ini mungkin masih jauh dari sempurna. Atas kekurangan-kekurangan yang ada, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya dan mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terima kasih.

Semarang, 9 Maret 2012

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL LUAR

HALAMAN JUDUL DALAM

HALAMAN TUGAS SARJANA

HALAMAN PERNYATAAN ORIGINLITAS TUGAS AKHIR

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

ABSTRAK vi

***ABSTRACT* vii**

KATA PENGANTAR..... viii

DAFTAR ISI.....x

DAFTAR GAMBAR..... xiii

DAFTAR TABELxv

DAFTAR LAMPIRAN xvi

BAB I PENDAHULUAN.....1

1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Tujuan Penulisan3

1.3 Batasan Masalah3

BAB II	DASAR TEORI	5
2.1	Pengertian Magnet	5
2.2	Medan Magnet	6
2.2.1	Momen magnetik	6
2.2.2	Induksi magnetik	7
2.2.3	Kuat medan magnetik	7
2.2.4	Intensitas kemagnetan	8
2.3	Jenis Magnet	8
2.4	Bahan Magnetik	9
2.5	Material Magnetik	11
2.6	Magnet Keramik	12
2.7	Sifat-sifat Magnet Keramik	13
2.8	Jenis-jenis Magnet Permanen	18
2.9	Pasir Besi	19
2.10	Metode Pembuatan Magnet	20
2.10.1	Teknik metalurgi serbuk	20
2.10.1.1	Pencampuran bahan baku	21
2.10.1.2	Proses pembentukan	22
2.10.1.3	Proses sintering	24
2.10.2	<i>Hydrothermal oxidation</i>	31
2.10.3	<i>High Energy Milling</i>	31

2.10.4	<i>Powder Metallurgy and Rapid Solidification</i>	32
2.11	Pengujian Kekuatan Magnet	33
2.12	Aplikasi Komponen Magnet	34
2.12.1	Bidang elektrik	34
2.12.2	Bidang instrumentasi elektronika	35
2.12.3	Bidang telekomunikasi	35
2.10.4	Bidang mekanik	37
BAB III	METODE PENELITIAN	38
3.1	Bahan dan Alat	38
3.2	Prosedur Penelitian	40
3.2.1	Persiapan Spesimen	40
3.2.2	Analisis Sampel	42
3.3	Rancangan Percobaan	43
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1	Pembuatan Spesimen	45
4.2	Analisis Spesimen	50
4.2.1	Densitas magnet permanen	50
4.2.2	Induksi remanen magnet	52
4.2.3	Bentuk medan magnet	56
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1	Kesimpulan	57

5.2	Saran	57
	DAFTAR PUSTAKA	59
	LAMPIRAN.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Momen magnetik benda magnetik.....	7
Gambar 2.2	Momen magnetik benda non-magnetik.....	7
Gambar 2.3	Arah domain bahan paramagnetik sebelum diberi medan magnet luar	10
Gambar 2.4	Arah domain bahan paramagnetik setelah diberi medan magnet luar	10
Gambar 2.5 (a)	Material magnet lunak	11
Gambar 2.5 (b)	Material magnet keras	11
Gambar 2.6	Kurva histerisis saat proses magnetisasi	14
Gambar 2.7	Kurva histerisis material magnetik	15
Gambar 2.8	Kurva perbandingan sifat magnet dari beberapa jenis magnet permanen.....	16
Gambar 2.9 (a)	Arah partikel magnet permanen isotropi.....	18
Gambar 2.9 (b)	Arah partikel magnet permanen anistropi.....	18
Gambar 2.10 (a)	Sebelum sinter, partikel mempunyai permukaan masing-masing	29
Gambar 2.10 (b)	Setelah sinter hanya mempunyai satu permukaan	29
Gambar 2.11	Pengaruh suhu sintering pada (1) porositas, (2) densitas, (3) tahanan listrik, (4) kekuatan, dan (5) ukuran butir	30
Gambar 3.1 .	Diagram alir penelitian.....	40
Gambar 4.1	Pasir besi Kulon Progo (<i>raw materials</i>).....	45
Gambar 4.2	Pasir besi setelah melewati proses pencucian dan pengayakan.....	46
Gambar 4.3	Campuran pasir besi, BaCO ₃ , dan alkohol teknis	46
Gambar 4.4	Spesimen hasil kompaksi	47

Gambar 4.5	Spesimen hasil sintering.....	48
Gambar 4.6	Spesimen besi cor.....	50
Gambar 4.7	Spesimen uji komersial bentuk donat	50
Gambar 4.8	Pengaruh lama sintering terhadap densitas spesimen magnet $BaFe_2O_4$	51
Gambar 4.9	Densitas spesimen besi cor dan uji komersial.....	52
Gambar 4.10	Proses pemisahan besi dan titanium secara kimia	54
Gambar 4.11	Induksi remanen spesimen besi cor dan spesimen uji komersial.....	55
Gambar 4.12	Penampang vertikal medan magnet menunjukkan kutub – kutub magnet.....	56
Gambar 4.13	Penampang melintang medan magnet.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat magnet keras	16
Tabel 2.2	Sifat magnet lunak	17
Tabel 2.3	Kerapatan dari beberapa bahan ferit.....	18
Tabel 2.4	Perbandingan karakterisasi pasir besi Kulonprogo dengan pasir biasa	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Proses pengambilan bahan baku dari pantai Bugel, Kulon Progo, DIY	62
Lampiran 2	Proses kompaksi pasir besi dan alat – alat yang digunakan	63
Lampiran 3	Proses sintering dan alat – alat yang digunakan.....	64
Lampiran 4	Proses dan alat-alat magnetisasi	66
Lampiran 5	Proses pengukuran kuat medan magnet	67
Lampiran 6	Data pengukuran densitas.....	68
Lampiran 7	Data pengukuran kuat medan magnet	69