

## **TUGAS AKHIR**

# **FABRIKASI ALUMINIUM BERPORI MENGUNAKAN METODE METALURGI SERBUK DENGAN UREA SEBAGAI *SPACE HOLDER***

*Diajukan Sebagai Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Program S-1 Jurusan  
Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*



**DISUSUN OLEH :**

**SHOHIBUL FADLI**

**20060130023**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2013**

**FABRIKASI ALUMINIUM BERPORI MENGGUNAKAN  
METODE METALURGI SERBUK DENGAN UREA SEBAGAI  
SPACE HOLDER**

Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

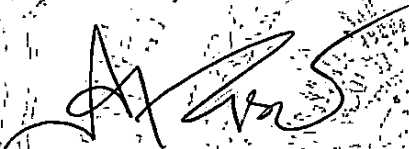
**Shohibul Fadli**  
**20060130023**

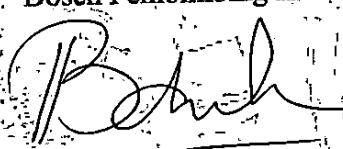
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
Pada Tanggal: 02 November 2013

Susunan Tim Penguji :

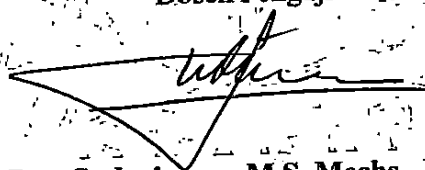
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

  
**Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D**  
**NIK. 123002**


  
**Muhammad Budi Nur Rahman, S.T.**  
**NIP. 19790523 200501 1 001**

Dosen Penguji

  
**Drs. Sudarisman, M.S. Mechs., Ph.D**  
**NIP. 19590502 198702 1 001**

Tugas Akhir ini telah diterima  
sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada  
Tanggal November 2013

Mengesahkan,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

  
**Novi Caroko, S.T., M.Eng**  
**NIP. 19791113 200501 1 001**

## **PERNYATAAN**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 02 November 2013

Shohibul Fadli

## **PERSEMBAHAN**

### ***TUGAS AKHIR INI KU PERSEMBAHKAN KEPADA:***

***Ayah dan Ibu dengan pengorbanannya yang tidak dapat terhitung nilainya, semenjak saya di kandungan sampai dengan hari ini.***

***Kakak dan adik serta seluruh keluarga besar yang saya banggakan, dukungan mereka yang selalu membuat saya semangat untuk meraih impian.***

***Sahabat-sahabat saya teknik mesin 2006 yang telah memberi motivasi dan dukungan untuk tetap berjuang yang selalu menginspirasi penulis.***

***Kedua dosen pembimbing Tugas Akhir Bpk Ir.Aris Widyo Nugroho M.T.,Ph.D dan Bpk Muhammad Budi Nurahman,S.T. yang selalu sabar dan tak bosan memberikan arahan maupun masukan selama pengerjaan tugas akhir.***

***Bapak dosen penguji Bpk Drs. Sudarisman, M.S. Mechs., Ph.D yang telah menyempatkan waktu guna menguji penulis, masukan dan saran yang diberikan sangatlah membangun bagi penulis.***

***Pak Parjito dan Pak Kadar atas segala pelayanan administrasi yang sangat baik.***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunia yang dilimpahkan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul "*Fabrikasi aluminium berpori menggunakan metode metalurgi serbuk dengan urea sebagai space holder*".

Laporan Tugas Akhir ini sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi Jurusan Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, penulis menghaturkan ucapan terima-kasih kepada:

1. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., PhD selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Muhammad Budi Nur Rahmat, S.T. selaku Dosen Pembimbing II.
4. Drs. Sudarisman, M.S. Mechs., Ph.D selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
5. Ayah dan Ibuku tercinta atas do'a, motivasi, dan dukungan kepada penulis selama ini yang tak henti-hetinya. Kakak dan adik serta seluruh keluarga besar yang saya banggakan, dukungan mereka yang selalu membuat saya semangat untuk meraih impian.
6. Untuk Riki pramono '06 teman mengerjakan tugas akhir ini, dan untuk teman-teman 2006 yang banyak membantu selama ini.
7. Semua pihak yang telah membantu penyusun dalam penulisan laporan ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun.

Penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat khususnya bagi kita civitas akademika dan umumnya bagi pembaca semua, Amin.  
Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

## **FABRIKASI ALUMINIUM BERPORI MENGGUNAKAN METODE METALURGI SERBUK DENGAN UREA SEBAGAI *SPACE HOLDER***

### **Intisari**

Perkembangan dunia industri mendorong perkembangan material, yang kemudian melatarbelakangi dilakukannya berbagai riset untuk menghasilkan material baru maupun modifikasi dari jenis material yang sudah ada. Salah satu material yang sudah dikembangkan saat ini adalah "*Metal Foam*" atau "Logam Busa". Penelitian ini bertujuan menggunakan metalurgi serbuk untuk menghasilkan aluminium foam dengan *space holder* urea untuk mengetahui porositas dan kekuatan tekan, oleh fraksi massa urea, morfologi dan juga densitas logam busa yang dihasilkan.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium serbuk dan urea. Dengan variasi perbandingan 10, 20, 30, 40, 50 dan 60% fraksi massa urea. Serbuk aluminium dan urea dicampur dengan alat drum mixer, parameter penekanan  $300 \text{ kg/cm}^2$  dan ditahan selama 3 menit, kemudian disinter pada dapur pemanas yang dilakukan dalam 2 tahap, yaitu  $200^\circ\text{C}$  selama 1 jam, dilanjutkan dengan temperature sintering  $550^\circ\text{C}$  dengan waktu penahanan selama 1 jam, didinginkan di dalam dapur pemanas sampai suhu kamar. Pengujian *aluminium foam* meliputi pengujian porositas, struktur makro, SEM dan kuat tekan. Pengujian kuat tekan menggunakan dengan alat UTM, sedangkan untuk struktur makro menggunakan mikroskop optik dan menggunakan kamera.

Hasil pengamatan struktur makro menunjukkan pori-pori yang terdistribusi secara merata pada setiap fraksi masa urea dengan bentuk pori sebagai *space holder*. Hasil pengujian porositas dan kuat tekan menunjukkan semakin tinggi komposisi *space holder* semakin tinggi porositasnya dan semakin rendah kekuatannya. Hasil penelitian menunjukkan struktur makro berubah seiring berubahnya komposisi *space holder*. Dari hasil pengujian pada fraksi massa spesimen 0% modulus elastisitas didapatkan hasil 2,71MPa dan porositas yang dihasilkan 8,90%, pada spesimen dengan fraksi massa 60%, didapatkan hasil 0,35MPa pada pengujian modulus elastisitas dan 49,66% pada pengujian porositas.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>MOTTO</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>INTISARI</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	3
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Metode Pemecahan Masalah .....	4
<b>BAB II DASAR TEORI</b> .....	5
2.1 Kajian Pustaka .....	5
2.2 Sejarah Aluminium.....	5
2.3 Aluminium.....	6
2.4 Sejarah Logam Busa (Metal Foam).....	7
2.5 Logam Busa.....	9
2.5.1 Definisi Logam Busa .....	9
2.5.2 Klasifikasi Logam Busa.....	9
2.5.3 Sifat-Sifat Dari Logam Berpori .....	10
2.5.3.1 Sifat Mekanik.....	10
2.5.3.2 Sifat Fisik.....	11

2.5.3.3 Sifat Thermal .....	12
2.5.3.4 Sifat Permeabilitas .....	12
2.5.3.5 Pembuatan Logam Busa .....	13
2.5.3.6 <i>Sintering and Dissolution Process (SDP)</i> .....	13
2.6 Urea ( $H_2NCONH_2$ ) .....	14
2.7 Proses Metalurgi Serbuk.....	15
2.8 Karakteristik Serbuk.....	16
2.8.1 Ukuran dan Distribusi Partikel Serbuk.....	16
2.8.2 Bentuk Partikel Serbuk.....	16
2.8.3 Mampu Alir Serbuk ( <i>Flowability</i> ).....	18
2.8.4 Mampu Tekan Serbuk ( <i>Compressibility</i> ) .....	18
2.8.5 Berat Jenis Serbuk .....	18
2.8.6 Proses Pembentukan Metalurgi Serbuk.....	19
2.9 Proses Sinter .....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1 Alat dan Bahan .....	23
3.1.1 Alat .....	23
3.1.2 Bahan .....	23
3.2 Persiapan Sample.....	24
3.3 Proses Sinter .....	27
3.4 Pengujian Foto Mikrostruktur .....	28
3.5 Penagamatan Struktur Makro .....	29
3.6 Scanning Electron Microscope (SEM).....	30
3.7 Pengujian .....	31
3.7.1 Pengujian Porositas.....	31
3.7.2 Pengujian kuat tekan.....	33
3.8 Prosedur Penelitian .....	35
3.8.1 Diagram Alir Penelitian.....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>36</b>
4.1 Hasil Kompaksi Aluminium Berongga .....	36
4.2 Hasil Proses Sinter Aluminium Berongga .....	37



4.3 Hasil Pengamatan Struktur Makro .....	38
4.4 Hasil Pengamatan Struktur Makro Dengan SEM.....	40
4.5 Pengaruh Massa Urea (Carbamide) Terhadap Porositas .....	41
4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Aluminium Berongga .....	42
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>46</b>
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>48</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Logam Berpori .....	8
<b>Gambar 2.2</b> Jenis-jenis metal foam .....	10
<b>Gambar 2.3</b> Kurva Tegangan-Regangan Dari Uniaxial Compression Test Pada Spesimen Aluminium Berpori (Porositas 90%) ...	10
<b>Gambar 2.4</b> Macam-macam metode pembuatan logam busa.....	13
<b>Gambar 2.5</b> Penggunaan aluminium <i>foam</i> pada komponen mobil.....	14
<b>Gambar 2.6</b> Bentuk Partikel Serbuk .....	17
<b>Gambar 2.7</b> Proses pembentukan metalurgi serbuk.....	19
<b>Gambar 2.8</b> Skema proses sinter serbuk logam.....	21
<b>Gambar 3.1</b> Aluminium serbuk .....	23
<b>Gambar 3.1</b> Urea (carbamide) .....	23
<b>Gambar 3.3</b> Timbangan digital .....	24
<b>Gambar 3.4</b> Cetakan (dies) kompaksi serbuk .....	25
<b>Gambar 3.5</b> Alat kompaksi .....	26
<b>Gambar 3.6</b> Nabertherm furnace .....	27
<b>Gambar 3.7</b> Mesin pengamplas .....	28
<b>Gambar 3.8</b> Foto makro .....	29
<b>Gambar 3.9</b> Foto SEM.....	30
<b>Gambar 3.10</b> Universal Testing Mechine.....	32
<b>Gambar 3.11</b> Diagram alir penelitian .....	34
<b>Gambar 4.1</b> Hasil kompasi .....	36
<b>Gambar 4.2</b> Foto spesimen hasil sinter.....	38
<b>Gambar 4.3</b> Spesimen fraksi.....	38
<b>Gambar 4.4</b> Struktur makro sampel 50% urea.....	39
<b>Gambar 4.5</b> Struktur makro SEM dengan fraksi berat 60% urea .....	40
<b>Gambar 4.6</b> Grafik porositas terhadap massa urea (carbamide) untuk masing-masing spesimen .....	41
<b>Gambar 4.7</b> Hasil uji tekan .....	42

<b>Gambar 4.8</b> Grafik hubungan % regangan dengan kuat tekan pada tiap variable .....	43
<b>Gambar 4.9</b> Grafik tegangan luluh terhadap porositas untuk masing-masing spesimen .....	44
<b>Gambar 4.10</b> Grafik modulus youngs terhadap porositas untuk masing-masing spesimen .....	45
<b>Gambar 4.11</b> Spesimen sampel	46

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Table 2.1</b> Sifat fisik aluminium .....	7
<b>Table 2.2</b> Karakteristik Urea .....	14
<b>Table 4.1</b> Massa urea (carbamide) dengan density untuk setiap spesimen.....	37
<b>Tabel 4.2</b> Massa urea (carbamide) dengan porositas untuk setiap spesimen.....	41
<b>Tabel 4.3</b> Tegangan luluh dengan porositas untuk setiap spesimen.....	44
<b>Tabel 4.4</b> Tabel perbandingan penelitian	45

## Daftar Lampiran

<b>Lampiran 1</b> Hasil Grafik pengujian tekan .....	48
<b>Lampiran 2</b> Hasil pengujian .....	49
<b>Lampiran 3</b> Hasil perhitungan .....	50
<b>Lampiran 4</b> Hasil perhitungan <i>Modulus Young</i> .....	51