

31072013  
169/FT/2013

## LAPORAN PENELITIAN STRATEGIS

TEMA  
Teknologi Berkelanjutan



**FABRIKASI ALUMINIUM FOAM MENGGUNAKAN  
METODE METALURGI SERBUK DENGAN  
MEMANFAATKAN PUPUK UREA ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO)  
SEBAGAI BAHAN *SPACE HOLDER***

Oleh :

**Ir. Aris Widyo Nugroho, MT (123022/0507037001)**

**Didanai melalui Mata Anggaran 01.01.05.01  
Sesuai SK Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**

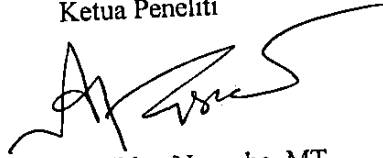
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

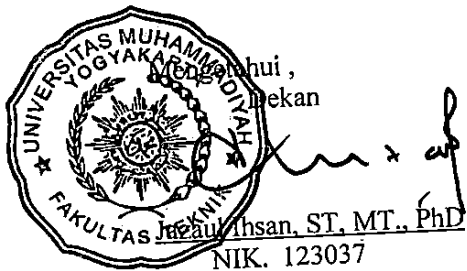
## Halaman Pengesahan

- a. Judul Penelitian : FABRIKASI ALUMINIUM BERPORI  
MENGUNAKAN METODE METALURGI  
SERBUK DENGAN MEMANFAATKAN UREA  
( $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ) SEBAGAI *SPACE HOLDER*
- b. Ketua Peneliti : Ir. Aris Widyo Nugroho, MT
- c. Nama Lengkap dan Gelar : Ir. Aris Widyo Nugroho, MT
- d. Golongan Pangkat dan NIP : IIIC/1230022
- e. Jabatan Fungsional : Lektor
- f. Jabatan Struktural : Sekretaris jurusan
- g. Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Mesin
- h. Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- i. Bidang Keahlian : Ilmu Bahan
- j. Waktu untuk Penelitian ini : 4 bulan
- k. Tema (*khusus KPD*) : Pengembangan Teknologi Material dan  
Manufaktur untuk mendukung kebijakan energi  
nasional
- l. Tenaga Laboran/Teknisi : Joko Suminto
- m. Biaya : Rp.. 5.000.000,- (lima juta rupiah)

Yogyakarta, 29 Juli 2013

Ketua Peneliti

  
Ir. Aris Widyo Nugroho, MT  
NIK. 123022



## Kata Pengantar

Alhamdulillah , puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, karena dengan limpahan rahmat dan hidayahnya sehingga Penelitian ini yang berjudul "FABRIKASI ALUMINIUM BERPORI MENGGUNAKAN METODE METALURGI SERBUK DENGAN MEMANFAATKAN UREA ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO) SEBAGAI *SPACE HOLDER* dapat diselesaikan sesuai dengan harapan.

Penelitian ini merupakan penelitian dasar yang diharapkan dapat memberikan wawasan baru dalam pembuatan aluminium berpori yang banyak digunakan dalam konstruksi keteknikan. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif produksi dari aluminium berpori yang dapat diproduksi di dalam negeri, sehingga ke depan dapat mengurangi import bahan aluminium berpori dan bernilai ekonomis.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dimana melalui LP3M memberikan dukungan dana penelitian kepada penulis dengan cara meraih kompetisi paket Hibah Penelitian Strategis ini.

Selanjutnya kami sampaikan banyak terima kasih kepada saudara Sohibul Fadli, Arif Prasetyo, Anung Setiawan atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian ini dan pengumpulan datanya. Juga tak lupa terima kasih atas bantuan dari Bapak Joko Suminto atas pengurusan administrasi sejak pembuatan proposal sampai dengan pengumpulan laporan penelitian ini.

Akhirkata, laporan penelitian ini masih jauh dari sempurna, ke depan dengan dukungan dari para pembaca maka penelitian ini akan lebih sempurna.

## Intisari

Penelitian untuk mengembangkan proses fabrikasi aluminium berpori dengan metalurgi serbuk dengan urea sebagai space holder telah dilakukan. Serbuk aluminium berbentuk flake dicampur dengan enam variasi fraksi massa urea sebagai space holder. Campuran tersebut kemudian di kompakasi dengan tekanan 300 kg/cm<sup>2</sup> sehingga membentuk green body. Spesimen diperoleh setelah sinterring dua tahap dilakukan atas green body yaitu sinterring suhu rendah, dan dilanjutkan dengan sinterring pada suhu mendekati titik leleh aluminium. Spesimen diuji struktur mikro dengan mikroskop optik dan ditentukan porositasnya dengan penimbangan dan pengukuran dimensinya. Sedangkan kekuatan tarik dan Modulus Young's diperoleh dari uji tekan menggunakan UTM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aluminium berpori saling berhubungan dapat diproduksi, dengan porositas mencapai 49.662% pada fraksi massa space holder sebesar 0.6. Kurva-kurva berbentuk plateau yang dihasilkan dari pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa nilai kekuatan dan modulus Young's menurun seiring dengan peningkatan porositas material

## **Simbol dan Singkatan**

<b>BE-SEM</b>	<b>Backscattered Electron- Scanning Electron Microscope</b>
<b>SE SEM</b>	<b>Secondary Electron Scanning Electron Microscope</b>

# Daftar Isi

Halaman Pengesahan .....	ii
Simbol dan Singkatan .....	iv
Daftar Isi .....	vi
Daftar Tabel .....	viii
Daftar Gambar .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Pendahuluan .....	5
2.2 Logam Berpori .....	5
2.3 Sifat-sifat Logam Berpori .....	7
2.3.1 Sifat-sifat Mekanik .....	7
2.3.2 Sifat Akustik .....	9
2.3.3 Sifat Termal .....	9
2.3.4 Sifat Permeabilitas .....	9
2.4 Aplikasi dari Logam Berpori .....	10
2.5 Fabrikasi dari logam Berpori .....	11
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>13</b>
3.1 Pendahuluan .....	13
3.2 Alat dan bahan .....	14
3.3 Prosedure Penelitian .....	14
3.3.1 Persiapan Sampel .....	14
3.3.2 Pengamatan Struktur .....	19
3.3.3 Pengujian Kuat Tekan .....	22
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>24</b>
4.1 Pendahuluan .....	24
4.2 Analisa Serbuk Aluminium yang Digunakan .....	24
4.3 Green Body (Serbuk setelah Dikompaksi) .....	25
4.4 Kesimpulan .....	26

4.5	Porositas dan morfologi dari lubang pori .....	29
4.6	Sifat mekanik .....	34
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>38</b>
5.1	Kesimpulan .....	38
5.2	Saran .....	38
<b>Daftar Pustaka .....</b>		<b>40</b>

## Daftar Tabel

Tabel 4. 1. Tegangan luluh dengan porositas untuk setiap spesimen.....	35
Tabel 4. 2. Tabel perbandingan penelitian	36



## Daftar Gambar

Gambar 2.1 : Jenis jenis logam berpori : (a) closed-cell foam; (b) open-cell foam.....	5
Gambar 2.2 : (a). Foto SEM dari titanium alloy berpori (porositas 50%) yang difabrikasi menggunakan amonium hidrogen carbonat((NH <sub>4</sub> )HCO <sub>3</sub> ) sebagai space holder (Wang et al., 2009), (b) Foto makro alumium dengan lubang pori memanjang saling berhubungan yang difabrikasi menggunakan paduan Pb-Sn sebagai space holder (Nugroho, 2012), (c) Salah satu penggunaan metal foam dalam <i>heat exchanger</i> yang difabrikasi menggunakan metoda <i>liquid state processing</i> ( <a href="http://www.exxentis.co.uk/metal-foam.html">http://www.exxentis.co.uk/metal-foam.html</a> ) .....	6
Gambar 2.3 Kurva tegangan-regangan dari uniaxial compression test pada specimen aluminium berpori (porositas 90%)(Ashby et al., 2000).....	8
Gambar 2.4 : Metode fabrikasi logam berpori (Banhart, 2001).....	12
Gambar 3.1 : Diagram alir penelitian .....	13
Gambar 3.2 Timbangan Digital.....	15
Gambar 3.3 Aluminium Serbuk .....	15
Gambar 3.4 Urea ( <i>Carbamide</i> ).....	15
Gambar 3.5 tabung mixer .....	16
Gambar 3.6 Alat Kompaksi .....	17
Gambar 3.7. Cetakan ( <i>dies</i> ) kompaksi serbuk .....	17
Gambar 3.8. Nabertherm Furnace .....	19
Gambar 3.9 Mesin Pengamplas.....	20
Gambar 3.10 Mikroskop Optik .....	20
Gambar 3.11 Mikroskop Stereo untuk Foto makro.....	20
Gambar 3.12 Universal Testing Mesin (UTM).....	22
Gambar 4.1 Bentuk dan ukuran dari serbuk aluminium yang digunakan (a), dengan perbesaran yang lebih tinggi (b).....	24

Gambar 4.3 Bentuk dan dimensi dari green body dengan beberapa variasi fraksi massa urea .....	27
Gambar 4.4. Bentuk ruang-ruang kosong yang ditinggalkan oleh space holder urea (dengan mikroskope stereo perbesaran 19 x).....	28
Gambar 4.5 Spesimen setelah proses sintering langsung diambil dari furnace dilihat dari samping dengan fraksi massa urea 70%. ....	29
Gambar 4.6 Spesimen setelah dipotong dan dibersihkan dilihat dari samping .....	30
Gambar 4.7 Struktur mikro dari alumunium yang disinter pada daerah tanpa <i>space holder</i> . ....	31
Gambar 4.8 Foto makro dari aluminium berpori dengan variasi bentuk lubang pori yang berasal dari space holder berbentuk (a) 10% (b) 20% (c) 30%, (d) 40%, (e) 50% dan (f) 60%.....	31
Gambar 4.9 Foto makro dari aluminium berpori dengan variasi bentuk lubang pori yang berasal dari space holder berbentuk (a) anyaman 0,8 mm, (b) gabungan 2 mm dan 0,8 mm, (c) spiral 2 mm .....	32
Gambar 4.10 Struktumikro dari aluminum foam dengna fraksi massa 60% urea H <sub>2</sub> NCONH <sub>2</sub> diambil menggunakan SEM.....	33
Gambar 4.11 Grafik perubahan porositas terhadap massa urea.....	33
Gambar 4.12 Kurva tegangan-regangan dari alumnium dengan variasi porositas .....	34
Gambar 4.13.Grafik tegangan luluh dan Modulus Young terhadap porositas untuk masing-masing spesimen.....	35
Gambar 4.14. Spesimenfraksi (a) 10% (b) 20% (c) 30% (d) 40% (e)	