

**PENGARUH PENAMBAHAN *BLOWING AGENT* CaCO₃ TERHADAP
POROSITAS DAN KEKUATAN TEKAN ALUMINUM
FOAM DENGAN CARA *MELT ROUTE PROCESS***

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1 Pada
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhamadiyah Yogyakarta



Oleh :

Dhani Setya Pambudi Nugroho

20120130199

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

2016

SURAT PERNYATAAN

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Dhani Setya Pambudi Nugroho
NIM : 20120130199
Jurusan/Prodi : Teknik Mesin

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Pengaruh Penambahan *Blowing Agent* CaCO₃ terhadap Porositas dan Kekuatan Tekan *Aluminum Foam* dengan Cara *Melt Route Process*” adalah benar-benar merupakan hasil karya penulis sendiri, bukan duplikasi ataupun saduran dari karya orang lain, kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebut dalam *bodynote* atau daftar pustaka. Apabila di lain waktu terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penulis.**

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi, dan dipergunakan sebagai mana perlunya

Wassalamu'alaikum Wr. Wb..

Yogyakarta, 10 November 2016

Penyusun

Dhani Setya Pambudi Nugroho
20120130199

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahahirabbil'aalamiin, segala puji dan syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah mencurahkan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya kepada Penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi atau tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya. Shalawat serta salam tak lupa Penulis haturkan kepada Sang Baginda sejati, Nabi Muhammad SAW, yang senantiasa kita tunggu syafa'atnya di *yaumul qiyamah*nanti. Setelah melalui berbagai proses yang cukup panjang, dengan mengucap syukur akhirnya skripsi atau tugas akhir ini dapat terselesaikan meskipun masih jauh dari kesempurnaan.

Penelitian ini merupakan tugas akhir pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sebagai syarat untuk memperoleh gelar strata satu. Untuk itu, Penulis dengan segala kerendahan hati mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Novi Caroko, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing utama Tugas Akhir atas pengarahan, motivasi dan bimbingannya selama pengerjaan Tugas Akhir.
3. Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng., selaku pembimbing kedua yang telah membimbing dan membantu selama proses pengerjaan Tugas akhir.
4. Seluruh pegawai dan staff TU Prodi, Jurusan, dan Fakultas di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Lilik Dwi Setyana, S.T., M.T., selaku laboran laboratorium Bahan Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada yang telah membantu penulis dalam melakukan pengujian Tugas Akhir.
6. Ayahanda Noor Sugihantoro Adi Nugroho beserta Ibunda Partini, keluarga besar H. Atmowiyadi atas segala do'a, dukungan, kasih sayang dan motivasi dan kehidupan terbaik bagi penulis.
7. Khilyati Zam Zam, S.E. yang mendampingi perjuangan, memberi motifasi dan semangat dari awal hingga akhir.

8. Seluruh teman-teman seperjuangan jurusan "Teknik Mesin 2012" yang telah berjuang bersama-sama menempuh pendidikan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta serta semua yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Teman seperjuangan "Teknik Mesin Kelas D 2012" yang telah berjuang bersama-sama menempuh pendidikan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, KALIAN ISTIMEWA.
10. Teman seperjuangan "Adi sulaiman, Putu, Syahrudiyanto, Achmad Zamhari, Sayogo, Adit, Wahyudin, Martin, Fakhrudin, Wahyu, Erwin" yang telah banyak membantu penulis dan semua pihak yang membantu penulis dalam penyusunan tugas akhir serta dalam menempuh studi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT memberikan barakah atas kebaikan dan jasa-jasa mereka semua dengan rahmat dan kebaikan yang terbaik dari-Nya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membaca dan mempelajarinya. Aamiin.

Yogyakarta, 10 Desember 2016

DhaniSetyaPambudiNugroho

NIM. 20120130199

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
INTISARI	iv
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Metode Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Metal Foam	8
2.3 Alumunium Foam	9
2.3.1 Aplikasi Aluminium Foam	9
2.3.1.1 Aplikasi Alumunium Foam Dalam Bidang Otomotif	9
2.3.1.2 Aplikasi Alumunium Foam Dalam Bidang Dirgantara ..	11
2.3.1.3 Aplikasi Alumunium Foam Dalam Bidang Perkapalan ..	11
2.3.1.4 Aplikasi Alumunium Foam Untuk Konstruksi Dan Bangunan	11
2.3.1.5 Aplikasi Alumunim Foam Dalam Industri Rumah Tangga Dan Furnitur	11
2.3.1.6 Aplikasi Alumunium Foam Teknik Rekayasa	12
2.3.2 Proses Pembuatan Alumunium Foam	12
2.3.2.1 Proses Pembuatan Alumunium Foam Dengan Solid Route Process	12
2.3.2.2 Proses Pembuatan Alumunium Foam Dengan Melt Route Process	15
2.4 Material	23
2.4.1 Alumunium	23
2.4.2 Foaming Agent	25
2.4.2.1 Penggunaan Foaming Agent	25
2.4.2.2 Kalsium Karbonat (CaCO ₃)	26
BAB III METODELOI PENELITIAN	27

3.1 Pendekatan Penelitian	27
3.2 Parameter Penelitian	27
3.3 Penyiapan Proses	28
3.3.1 Penyiapan Alat	28
3.3.2 Penyiapan Bahan	32
3.3.3 Penimbangan Dan Pencampuran bahan	33
3.3.4 Proses Pembuatan Alumunium Foam	34
3.4 Diagram Alir Penelitian	35
3.5 Karakterisasi Produk Alumunium Foam	37
3.5.1 Pengujian Porositas	37
3.5.2 Pengujian Metalografi	38
3.5.3 Pengujian Kuat Tekan	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Hasil Produk Alumunium Foam	42
4.2 Hasil Pengujian Densitas Dan Porositas	43
4.3 Hasil Pengamatan Struktur Makro Dengan Pembesaran 25x	46
4.4 Hasil Pengamatan Struktur Mikro Dengan Pembesaran 100x	49
4.5 Hasil Pengujian Tekan	51
4.5.1 Analisa Kelakuan Spesimen Alumunium Foam Saat Penekanan ...	52
4.5.2 Perhitungan Tegangan Luluh	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Produk <i>Alumunium Foam</i>	5
Gambar 2.2. Grafik Hasil Pengujian Densitas	6
Gambar 2.3. Grafik Variasi Penambahan Prosentase Berat (% Wt) CaCO_3	8
Gambar 2.4. <i>Closed-Cell Foam</i> Dan <i>Open-Cell Foam</i>	9
Gambar 2.5. Macam-Macam Rangka Mobil Dengan <i>Metal Foam</i>	10
Gambar 2.6. Profil Lembaran <i>Alumunium Sandwich Foam</i> (ASF)	10
Gambar 2.7. Jembatan Layang (<i>Foam Alporas</i> , Shinko Wire, Jepang)	11
Gambar 2.8. Peralatan Teknik Dari <i>Alumunium Foam</i>	12
Gambar 2.9. Skema Metode Kompaksi Antara Serbuk Alumunium Dengan <i>Foaming Agent</i>	13
Gambar 2.10. Skema <i>Foaming of Ingots Containing Foaming Agent</i>	14
Gambar 2.11. Skema Metode <i>Sintering Dissolution Process</i>	15
Gambar 2.12. Rentang Ukuran Dan Fraksi Volume Yang Diperbolehkan Untuk <i>Metal Foam</i>	16
Gambar 2.13. Skema Metode Injeksi Secara Langsung	17
Gambar 2.14. Skema Detail Injeksi Gas Secara Langsung.....	18
Gambar 2.15. Penampang Melintang Hasil Alumunium Foam Dengan Metode Injeksi Gas Secara langsung	18
Gambar 2.16. (a). Skema Metode <i>Solid-Gas Eutetix Solidification</i> Dan Hasil <i>Alumunium Foam</i> (b). Hasil Pori	19
Gambar 2.17. (a). Skema Metode <i>Investment Casting</i> Dengan Pola Garam Dan Hasil Alumunium Foam (b). Hasil <i>Alumunium</i> <i>Foam</i> Dengan Pola Garam.....	20
Gambar 2.18. (a). Skema Metode <i>Investment Casting</i> Dengan Pencampuran Serbuk Alumunium Dan Serbuk Garam (b). Hasil dari Pencampuran Serbuk Alumunium Dan Serbuk Garam	21
Gambar 2.19. (a). Skema Metode <i>Investment Casting</i> Dengan Pola Polymer (b). Hasil Dari <i>Investment Casting</i> Dengan Pola Polymer	22
Gambar 2.20. Skema Metode <i>Foaming Agent</i>	23
Gambar 2.21. Serbuk Kalsium Karbonat Sebagai <i>blowing agent</i>	26
Gambar 3.1. Tungku Dan Kowi	28
Gambar 3.2. Blower	29
Gambar 3.3. Termokopel Digital	29
Gambar 3.4. Timbangan Digital	30
Gambar 3.5. Batang Pengaduk.....	30
Gambar 3.6. Hand Drill	31
Gambar 3.7. Cetakan.....	31
Gambar 3.8. Alumunium.....	32
Gambar 3.9. CaCO_3	32
Gambar 3.10. NaCl	33
Gambar 3.11. Arang	33

Gambar 3.12. Diagram <i>Flowchart Aluminium Foam</i>	34
Gambar 3.13. Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 3.14. <i>Metallurgical Microscope Inverted</i>	39
Gambar 3.15. <i>Universal Testing Machine (UTM)</i>	41
Gambar 4.1.(a). <i>Bulk Material</i> Setelah Dicitak (b). <i>Bulk Material</i> Utuh.....	42
Gambar 4.2. Hasil sampel Aluminium Foam Dengan Variasi Fraksi Massa CaCO ₃	43
Gambar 4.3. Grafik Hubungan Fraksi Massa CaCO ₃ Terhadap Porositas.....	44
Gambar 4.4. Grafik Hubungan Antara Fraksi Massa CaCO ₃ Terhadap Densitas45	
Gambar 4.5.(a). Sampel 0%, (b). Foto Massa Sampel 0%	46
Gambar 4.6.(a). Sampel 3%, (b). Foto Massa Sampel 3%	47
Gambar 4.7.(a). Sampel 5%, (b). Foto Massa Sampel 5%	47
Gambar 4.8.(a). Sampel 8%, (b). Foto Massa Sampel 8%	48
Gambar 4.9.(a). Sampel 10%, (b). Foto Massa Sampel 10%	48
Gambar 4.10.(a). SpesimenA(0% CaCO ₃), (b). SpesimenB(10% CaCO ₃), (c). SpesimenC(5% CaCO ₃), (d). SpesimenD(8% CaCO ₃), (e). SpesimenE(10% CaCO ₃) Menggunakan Struktur Mikro <i>Aluminium Foam</i>	50
Gambar 4.11. Penekanan Spesimen Dengan (%) Reduksi Yang Bertahap	52
Gambar 4.12. Kurva Tegangan Regangan Pada Berbagai Variasi Massa CaCO ₃	54
Gambar 4.13. Spesimen Setelah Dilakukan Pengujian Tekan.....	55
Gambar 4.14. Grafik Hubungan Nilai Tegangan Luluh Dengan Fraksi Massa CaCO ₃	57
Gambar 4.15. Hubungan Antara Tegangan Luluh Terhadap Fraksi Massa CaCO ₃	58

DAFTAR TABEL

Tabel2.1. Hasil Pengujian Densitas	6
Tabel2.2. Analisa Kadar Mg Pada Aluminium Foam Terhadap Densitas Produk	6
Tabel2.3. Data Porositas Alumunium Foam	7
Tabel2.4. Karekterisasi Aluminium	24
Tabel2.5. Komposisi Bahan Aluminium Seri 6061	24
Tabel3.1. Parameter Proses Pembuatan Alumunium Foam	27
Tabel4.1. Hasil Pengujian Densitas Dan Porositas	44
Tabel4.2. Data Kurva Tegangan Regangan.....	54
Tabel4.3. Nilai Tegangan Luluh Dan Porositas Masing-Masing Spesimen	56