

HALAMAN JUDUL

**PENGARUH FRAKSI MASSA NaCl UKURAN MESH 4-16 PADA
FABRIKASI ALUMINUM FOAM DENGAN METODE MELT ROUTE**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Sarjana Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Disusun Oleh:

PUTU TRISNA SUDARMA

20120130217

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2016

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi / tugas akhir berjudul “**Pengaruh Fraksi Massa NaCl Ukuran Mesh 4-16 Pada Fabrikasi *Aluminum foam* Dengan Metode *Melt Route***” ini adalah asli 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, 09 Desember 2016
Yang menyatakan,

Putu Trisna Sudarma

MOTTO

“Dimanapun jangan pernah tinggalkan Sholat”

(Ayahanda)

*“Dalam hidup jangan pernah menyerah, Hanya saat sholatlah kamu
meyerah”*

(Prof. Inu Kencana)

*“Dan sebaik-baik manusia adalah orang yang paling bermanfaat bagi
manusia”*

(H.R. Jhabrani dan Daruquthni)

PERSEMBAHAN



Dengan penuh rasa syukur, tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

1. **Bapak dan Ibuku tercinta, Sugiyo, S.Pd dan Karmiyem, S.Pd.** Terimakasih atas dedikasi , pendidikan, kasih sayang, kesabaran, kepercayaan dan dukungan kalia selama ini, sehingga aku mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Insyallah aku akan menjadi anak yang sholeh dan berbakti kepada kalian.
2. **Ginangjar Atma Nugraha, S.Pd dan Putri Atma Sugesti.** Kakak dan adikku yang telah memberikan motivasi untuk sukses, saya harap kalian lebih sukses dari pada saya saat ini, semoga kalian bisa meraih apa yang kalian cita-citakan.
3. **Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D. dan Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng.** Selaku dosen pembimbing, terimakasih atas bimbingan bapak sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini sampai selesai.
4. **Dr. Harini Sosiati, S.T., M.Eng.** Selaku dosen penguji Tugas Akhir.
5. **Teman-teman Teknik Mesin UMY angkatan 2012 dan semua angkatan yang selalu memberi dukungan satu sama lain “M Forever”.**
6. **Teman – teman Pengurus BEM KMFT UMY terimakasih atas dukungan kalian “ We are Family”**

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian untuk Tugas Akhir sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana di Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam menyusun Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa 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 proses pengerjaan Tugas Akhir.
3. Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing kedua yang telah banyak membimbing dan membantu selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
4. Semua Bapak dan Ibu dosen Prodi Teknik Mesin yang telah memberikan bekal ilmu bagi penulis selama penulis mengikuti kuliah di Program Studi Teknik Mesin.
5. Seluruh karyawan, karyawan Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas bantuan yang telah diberikan selama masa kuliah.
6. Bapak 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.
7. Kepada Ayah - Ibu tercinta Bapak Sugiyo dan Ibu Karmiyem yang tidak pernah lelah untuk memberikan dukungan moril, materi, dan doa selama ini.

8. Kakak dan adik tercinta Ginanjar Atma Nugraha, Putri Atma Nugraha yang selalu mengingatkan dan memberikan semangat baru dalam menyelesaikan tugas - tugas selama masa studi.
9. Seluruh rekan seperjuangan Teknik Mesin Angkatan 2012 terutama kepada Dhani, Syahrudiyanto, Adi, Wahyudin, Rudi, Putu, Yusuf, Zamhari, Martin, Adit, Sayogo, Erwin dan semuanya yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang selalu memberikan kritik, saran serta motivasi untuk terus berjuang.
10. Seluruh rekan-rekan BEM KMFT UMY terutama Siska, Andriani, Andi, Erjati dan semuanya. Terima kasih telah berjuang bersama-sama untuk mencapai cita-cita kita.
11. Semua pihak yang telah berperan dalam seluruh proses pembelajaran yang tidak bisa penulis sebutkan satu - persatu.

Penulis sangat menyadari akan keterbatasan penulis, sehingga Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Harapan penulis adalah Tugas Akhir ini dapat menjadi sumbangan wawasan yang bermanfaat bagi siapapun yang membacanya. Aamiin.

Yogyakarta, 09 Desember 2016

Penyusun,

Putu Trisna Sudarma

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
INTISARI	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Metode Penulisan	3
1.6. Sistematika penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Dasar Teori.....	9
2.2.1. Pengertian <i>Metal Foam</i>	9
2.2.2. Porositas <i>Metal Foam</i>	10
2.2.3. Klasifikasi <i>Metal Foam</i>	10
2.2.4. Proses Fabrikasi <i>Metal Foam</i>	11
2.2.5. Fabrikasi <i>Aluminum foam</i>	13
2.2.6. Jenis Proses Pembuatan <i>Metal Foam dengan Liquid State (melt route)</i>	15
2.2.6.1. <i>Foaming</i> dengan Injeksi Gas (Cymat/Alcan and Hydro)	15
2.2.6.2. <i>Foaming Melts</i> dengan Zat Pengembang (<i>foaming agent</i>)	17
2.2.6.3. <i>Solid – Gas Eutectic Solidification (Gasars)</i>	19
2.2.6.4. Teknik <i>Powder Compact Melting</i>	21
2.2.7. Material	24
2.2.7.1. Aluminium	24
2.2.7.2. NaCl	25
2.2.8. Metode Karakteristik <i>Aluminum foam</i>	26
2.2.8.1. Pengukuran Porositas <i>Aluminum foam</i>	26
2.2.8.2. <i>Mechanical Testing</i>	26

2.2.8.3. <i>Energy Absorption</i>	27
2.2.8.4. Sifat <i>Thermal</i>	28
2.2.9. Aplikasi <i>Aluminum foam</i>	29
2.2.9.1. Industri Otomotif	29
2.2.9.2. Pembuatan Kapal	30
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1. Penentuan Parameter Eksperimen	31
3.2. Waktu dan Tempat Penelitian	32
3.3. Alat dan Bahan Penelitian	33
3.3.1. Alat Penelitian	33
3.3.2. Bahan Penelitian.....	37
3.4. Proses Pembuatan <i>Aluminum foam</i>	39
3.5. Tahapan Pengujian <i>Aluminum foam</i>	41
3.5.1. Pengujian Porositas	41
3.5.2. Pengujian Metalografi	42
3.5.3. Pengujian Kuat Tekan	43
3.6. Diagram Alir Penelitian	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1. Hasil Proses <i>Melting Route Aluminum foam</i>	46
4.2. Hasil Pengujian Porositas <i>Aluminum foam</i>	47
4.3. Hasil Pengamatan struktur Makro dengan pembesaran	51
4.4. Hasil Pengamatan Struktur Mikro Pembesaran	53
4.5. Hasil Pengujian Tekan	54
4.5.1. Analisa Spesimen <i>Aluminum foam</i> Pada Saat Penekanan	54
4.5.2. Kurva Pengujian Tekan Semua Spesimen	55
4.5.3. Perhitungan Tegangan <i>Plateu</i>	57
BAB V PENUTUP	59
5.1. Kesimpulan	59
5.2. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tahapan penyebaran <i>foam</i>	9
Gambar 2.2	Mikrograf sel tertutup dan sel terbuka logam selular	11
Gambar 2.3	Kisaran ukuran sel dan densitas relatif dengan metode yang berbeda	13
Gambar 2.4	Rute dasar <i>foaming</i> untuk <i>metal foam</i> dan manufaktur busa berbahan aluminium	14
Gambar 2.5	Metode produksi untuk bahan logam selular	14
Gambar 2.6	Manufaktur <i>aluminum foam</i> dengan metode injeksi gas	16
Gambar 2.7	Mikrograf optik dari produksi <i>Cymat foam</i> dengan metode injeksi gas	17
Gambar 2.8	Tahapan proses pembuatan <i>aluminum foam</i> (Alporas proses)	18
Gambar 2.9	Pengaruh waktu pemanasan terhadap viskositas aluminium cair setelah ditambahkan kalsium.....	19
Gambar 2.10	Tipe struktur sel Alporas	19
Gambar 2.11	Struktur pori “gasar”	20
Gambar 2.12	Proses manufaktur <i>gas metal eutectic solidification</i> ”gasar”	21
Gambar 2.13	Proses <i>powder compact melting</i>	22
Gambar 2.14	Laju pengembangan aluminium/TiH ₂ padat ketika berbusa pada suhu 750°C	23
Gambar 2.15	Penampang <i>foam</i> dengan <i>powder compact melting</i>	24
Gambar 2.16	Ikatan ion NaCl	25
Gambar 2.17	Kurva kompresif dari <i>metal foam</i>	28
Gambar 2.18	Aplikasi otomotif dari struktur <i>metal foam</i>	30
Gambar 3.1a	Tungku pembakaran	33
Gambar 3.1b	Kowi	33
Gambar 3.2	<i>Blower</i>	34
Gambar 3.3	Termokopel	34
Gambar 3.4	Timbangan digital	35
Gambar 3.5	Mesin <i>hand drill</i>	35
Gambar 3.6	Batang pengaduk	36
Gambar 3.7	Cetakan <i>aluminum foam</i>	36
Gambar 3.8	Gergaji tangan	36
Gambar 3.9	Mesin geinda tangan	37
Gambar 3.10	Ayakan (<i>US mesh</i>)	37
Gambar 3.11	Aluminium 6061-T651	38
Gambar 3.12	NaCl kristal	39
Gambar 3.13	Arang kayu	39
Gambar 3.14	Diagram alir proses <i>foaming</i>	40
Gambar 3.15	OLYMPUS PM3	42
Gambar 3.16	Mesin UTM SANS CHT4000	44
Gambar 3.17	Diagram alir penelitian	45
Gambar 4.1	<i>Bulk material aluminum foam</i>	46
Gambar 4.2	Spesimen <i>aluminum foam</i> setelah proses pemesinan	47
Gambar 4.3	Grafik hubungan antara fraksi massa NaCl terhadap porositas	48

Gambar 4.4	Spesimen <i>aluminum foam</i> dengan porositas yang berbeda	49
Gambar 4.5	Grafik hubungan antara fraksi massa NaCl terhadap densitas	50
Gambar 4.6	grafik hubungan antara fraksi massa NaCl terhadap relatif <i>density</i>	51
Gambar 4.7	Foto makro <i>aluminum foam</i>	52
Gambar 4.8	Foto mikro <i>aluminum foam</i>	53
Gambar 4.9	Penekanan dengan % reduksi bertahap	54
Gambar 4.10	Kurva beban dan pemampatan <i>aluminum foam</i> dengan variasi fraksi massa NaCl yang berbeda	55
Gambar 4.11	Spesimen setelah ditekan	56
Gambar 4.12	Grafik hubungan nilai tegangan <i>plateu</i> dengan persentase fraksi massa NaCl	58
Gambar 4.13	Grafik hubungan antara tegangan <i>plateu</i> terhadap fraksi massa NaCl (Pamungkas, 2015)	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai densitas dan % porositas <i>Al foam</i> yang diproduksi dengan metode yang berbeda.....	5
Tabel 2.2	Rincian material, kuantitas dan temperatur dengan metode yang berbeda.....	6
Tabel 2.3	Densitas <i>Al foam</i>	7
Tabel 2.4	Porositas <i>Al foam</i>	7
Tabel 2.5	Perbandingan nilai fraksi NaCl terhadap nilai densitas dan porositas	8
Tabel 2.6	Nilai tegangan luluh, modulus elastisitas dan porositas pada masing-masing spesimen	8
Tabel 2.7	Nilai porositas dari berbagai macam proses pembuatan <i>metal foam</i>	10
Tabel 2.8	Karakteristik logam aluminium	24
Tabel 2.9	Properti NaCl	26
Tabel 3.1	Parameter proses pembuatan <i>aluminum foami</i>	31
Tabel 3.2	Komposisi kimia aluminium 6061-T651	38
Tabel 4.1	Hasil pengujian porositas	47
Tabel 4.2	Nilai tegangan <i>plateu</i> dan porositas masing-masing spesimen.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tahapan Proses Pembuatan <i>Aluminum foam</i>	64
Lampiran 2. Perhitungan Densitas dan Porositas.....	65
Lampiran 3. Perhitungan Tegangan <i>Plateu</i>	66
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....	67
Lampiran 5. Hasil Pengujian Tekan.....	68
Lampiran 6. Pengukuran pori dengan Image J	72

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ρ	= densitas material (g/cm^3)
m	= massa bahan (gram)
V	= volume bahan (cm^3)
Al	= aluminium
E	= modulus elastisitas/ modulus <i>Young</i> (Mpa)
σ	= gaya tekan (N)
F	= gaya tekan (N)
A_o	= luas penampang (mm^2)
ε	= regangan (mm)
l_i	= panjang setelah ditekan (mm)
l_o	= panjang awal (mm)
σ_s	= tegangan luluh (kN/mm^2)
P_y	= beban di titik <i>yield</i> (kN)
A_o	= luas penampang awal (mm^2)
Δl	= perubahan panjang (mm)
TiH ₂	= titanium hidrida