

SKRIPSI
FABRIKASI ALUMINIUM BERPORI DENGAN
VARIASI MATERIAL SPACE HOLDER



MUHAMAD ARDIANSYAH
030512814119156

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

SKRIPSI
FABRIKASI ALUMINIUM BERPORI DENGAN
VARIASI MATERIAL SPACE HOLDER

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH:
MUHAMAD ARDIANSYAH
03051281419156

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

**FABRIKASI ALUMINIUM BERPORI DENGAN
VARIASI MATERIAL SPACE HOLDER**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

OLEH:

**MUHAMAD ARDIANSYAH
03051281419156**

**Indralaya, Juli 2018
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi,**



**Gunawan S.T., MT, Ph.D
NIP.19770507 200112 1 001**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin**

**Isyadi Yani, S.T., M.Eng, Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001**



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :**

SKRIPSI

NAMA : MUHAMAD ARDIANSYAH

NIM : 03051281419156

**JUDUL : FABRIKASI ALUMINIUM BERPORI DENGAN
VARIASI SPACE HOLDER**

DIBERIKAN : November 2017

SELESAI : Juli 2018

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Irsyadi Yuni, S.T., M.Eng, Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001**

**Inderalaya, Juli 2018
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi**



**Gunawan, S.T., M.T, Ph.D
NIP.19770507200112 1 001**

HALAMAN PERSETUJUAN

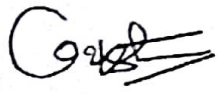
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Fabrikasi Aluminium Berpori dengan Variasi Material *space holder*” telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Seminar Proposal Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 25 Juli 2018 dan dinyatakan sah untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

Indralaya, 25 Juli 2018

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

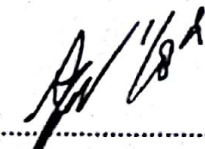
Ketua :

1. Gustini, S.T, M.T
NIP. 197808242 00212 2 001

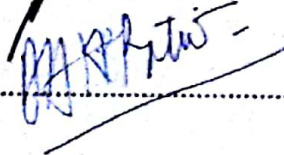

(.....)

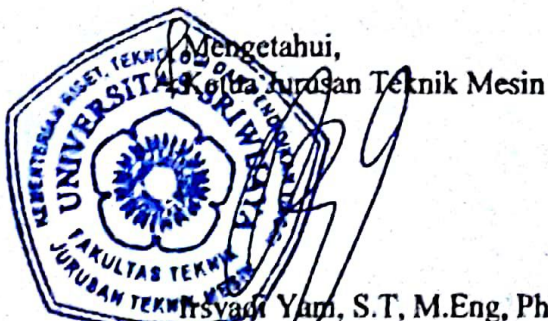
Anggota :

1. Agung Mataram, S.T, M.T, Ph.D
NIP. 197901052 00312 1 002



(.....)

2. Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T
NIP. 196307191 99003 2 001


(.....)



Pembimbing Skripsi,


Gunawan, S.T, M.T, Ph.D.
NIP. 19770507 200112 1 001

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhamad Ardiansyah

NIM : 03051281419156

Judul : Fabrikasi Aluminium Berpori Dengan Variasi Material Space Holder

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Juli 2018

Muhamad Ardiansyah
NIM. 03051281419156

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhamad Ardiansyah

NIM : 03051281419156

Judul : Fabrikasi Aluminium Berpori Dengan Variasi Material Space Holder

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Juli 2018



Muhamad Ardiansyah
NIM. 03051281419156

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat Rahmat, Ridho dan Karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi yang berjudul “FABRIKASI ALUMINIUM BERPORI DENGAN VARIASI MATERIAL SPACE HOLDER” ini dibuat sebagai salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat, anugerah, ilmu, kesempatan dan kesehatan dari-Nya.
2. Kedua Orang Tua penulis yang selalu mendukung baik dalam hal materil maupun doa yang tulus kepada penulis.
3. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Amir Arifin, S.T M.Eng, Ph.D selaku Sekertaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Gunawan, S.T, M.T, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membantu terlaksananya penulisan skripsi, penelitian dan pengetahuan serta segala informasi yang bersangkutan mengenai skripsi ini.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan informasi, pengetahuan dasar dan lanjutan, serta curahan motivasi untuk bekal penulis di dunia kerja nantinya.
7. Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Sriwijaya untuk segala ilmu yang telah diajar dan diberikan kepada penulis.
8. Bapak Dinito, Bapak Efri Firmansyah, dan Bapak Wawan Suherman serta seluruh karyawan Laboratorium Inspeksi Teknik PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang yang telah membantu terhadap penelitian skripsi penulis.

9. Seluruh rekan organisasi HMM, Sriwijaya Eco, dan Ikatan Pemuda Peduli Sosial (IKASA).
10. Teman-teman jurusan teknik mesin angkatan 2014, kakak tingkat angkatan 2011, 2012, 2013 serta adik- adik tingkat angkatan 2015, 2016, dan 2017 yang selalu membantu dalam pengerjaan skripsi dan tugas-tugas kuliah.
11. Saudara Asep, Rio, Fery, Willy, Jobol dan teman-teman kuliah yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
12. Semua pihak yang turut mengambil peran besar ataupun kecil, baik dalam terlaksananya penulisan skripsi maupun penelitan-penelitian yang dilakukan.

Penulis sadar dalam penulisan skripsi ini masih sangat jauh dari kata sempurna karena keterbatasan ilmu yang dimiliki, oleh karena itu pesan, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis butuhkan dan harapkan dengan segenap kerendahan hati.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis sebagai semangat meraih masa depan dan semoga dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dimasa yang akan datang.

Palembang, 9 Juli 2018

Penulis

RINGKASAN

FABRIKASI ALUMINIUM BERPORI DENGAN VARIASI MATERIAL SPACE HOLDER

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 10 Juni 2018

Muhamad Ardiansyah; Dibimbing oleh Gunawan, S.T, M.T, Ph.D.

Fabrication of Porous Aluminium With Space Holder Material Variation

Vii + 56 halaman, 9 tabel, 29 gambar, 8 lampiran.

RINGKASAN

Material yang dapat diciptakan dan dimodifikasi dengan berbagai bentuk dan struktur dengan tujuan demi keragaman fungsi dan kegunaannya dilakukan untuk menciptakan karakteristik yang berbeda dan dilakukan riset antara lain logam aluminium berpori. Aluminium digunakan dikarenakan memiliki bobot ringan dibandingkan logam baja pada umumnya dan memiliki sifat mekanik yang baik yakni, memiliki kekuatan tarik tinggi, tahan terhadap korosi dan proses pengerjaan aluminium yang mudah dibentuk. Namun karena pembuatan logam berpori rata-rata menggunakan biaya yang cukup tinggi maka dilakukan percobaan dan penelitian lebih lanjut. Penelitian ini dilakukan penulis dengan memanfaatkan metode metalurgi serbuk dengan menggunakan tiga variasi material space holder yang berfungsi sebagai pembentuk pori pada logam aluminium berpori. Pengujian dan pengamatan yang dilakukan antara lain X-Ray-flourensence (XRF) untuk mengetahui kandungan aluminium yang digunakan, Thermo Gravimetric Analyzer (TGA) untuk mengetahui penurunan massa space holder, X-Ray Diffraction (XRD) untuk mengetahui fasa kristalis yang terbentuk, pengujian kuat tekan untuk mengetahui sifat kekuatan mekanik serta pengamatan struktur mikro rongga aluminium dengan menggunakan alat Scanning Elctron Microscopy (SEM).

Kata Kunci: Aluminium, Logam Berpori, Space Holder, Porositas

SUMMARY

FABRICATION OF POROUS ALUMINIUM WITH SPACE HOLDER MATERIAL VARIATION

Scientific papers in the form of Undergraduate Thesis, 10 June 2018

Muhamad Ardiansyah; Supervised by Gunawan, S.T, M.T, Ph.D.

Fabrikasi Aluminium Berpori Dengan Variasi Material Space Holder

xvii 56 pages, 9 tables, 29 pictures, 8 attachments.

SUMMARY

Materials that can be created and modified in various shapes and structures with a purpose for the diversity of functions and their usefulness are performed to create different characteristics and conducted research, among other porous aluminum metal. Aluminum is used because it has a light weight compared to steel in general and has good mechanical properties that is, has a high tensile strength, resistant to corrosion and aluminum working processes are easily formed. However, because the manufacture of porous metal on average using a high enough cost then conducted further experiments and research. This research is conducted by the author using the method of powder metallurgy using three variations of space holder material that serves as a pore forming on porous aluminum metal. The X-Ray-flourensence (XRF) was used to determine the aluminum content used, Thermo Gravimetric Analyzer (TGA) to determine the decrease of mass space holder, X-Ray Diffraction (XRD) to find the crystallis phase formed, compressive strength to know the properties of mechanical strength as well as observation of micro cavity of aluminum cavity by using Elctron Microscopy Scanning tool (SEM).

Keywords: Aluminum, Porous Metal, Space Holder, Porosity.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN AGENDA.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN.....	vii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	ix
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xi
KATA PENGANTAR	xiii
RINGKASAN	xv
SUMMARY	xvii
DAFTAR ISI.....	xix
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL.....	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metode Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Aluminium.....	7
2.1.1 Klasifikasi dan Jenis Aluminium	8
2.1.2 Sifat-Sifat Aluminium	9
2.2 Logam Berpori	11
2.3 Fabrikasi Logam Berpori.....	12
2.4 Aplikasi Logam Berpori	13
2.5 Serbuk Karet.....	14
2.6 Serbuk Kacang hijau	15
2.7 Serbuk Ubi Jalar Ungu	15

2.8 Metalurgi Serbuk	16
2.8.1 Pencampuran.....	18
2.8.2 Kompaksi (Penekanan).....	19
2.8.3 Sintering.....	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Diagram Alur Penelitian	21
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
3.3 Persiapan Alat dan Bahan Penelitian	22
3.3.1 Persiapan Alat.....	22
3.3.2 Persiapan Bahan.....	23
3.4 Prosedur Penelitian	25
3.4.1 Pembuatan Space Holder	25
3.4.2 Pencampuran (<i>Mixing</i>).....	27
3.4.3 Pencetakan Sampel Uji	27
3.4.4 Sintering.....	29
3.4.5 Pengujian	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Pendahuluan.....	35
4.2 Pengujian Komposisi Aluminium	35
4.3 Pengujian TGA Serbuk Space Holder	37
4.4 Pengujian Densitas dan Porositas	40
4.5 Pengujian Kuat Tekan.....	43
4.6 Pengujian XRD	47
4.7 Pengamatan SEM.....	50
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR RUJUKAN	i
LAMPIRAN.....	i

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3.2 Proses Penghancuran Biji Kacang Hijau.....	25
Gambar 3.3 Proses Penyaringan Tepung Kacang Hijau	26
Gambar 3.4 Tepung Kacang Hijau	26
Gambar 3.5 Mesin Kompaksi	28
Gambar 3.6 Indikator Tekanan Kompaksi	28
Gambar 3.7 Furnace Elektrik	29
Gambar 3.8 Skema Perlakuan Sintering	30
Gambar 3.9 Thermo Gravimetric Analyzer	32
Gambar 3.10 Dimensi Spesimen Pengujian Tekan	33
Gambar 3.11 Hydraulic Universal Material Tester	33
Gambar 3.12 Alat Scanning Electron Microscopy	34
Gambar 4.1 Aluminium Berpori Setelah Sintering.....	35
Gambar 4.2 XRF Analyzer Niton XL2	36
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian TGA Serbuk Karet.....	37
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian TGA Serbuk Ubi Ungu.....	38
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian TGA Serbuk Kacang Hijau	39
Gambar 4.6 Massa Udara Massa Air Sampel Karet	40
Gambar 4.7 Grafik Porositas Aluminium Dengan Variasi Space Holder	43
Gambar 4.8 Grafik Hubungan SifatKuat Tekan Dengan Porositas	45
Gambar 4.9 Pola Spektrum XRD Serbuk Aluminium	47
Gambar 4.10 Pola Spektrum XRD Aluminium dan SH Karet	48
Gambar 4.11 Pola Spektrum XRD Aluminium dan SH Ubi Ungu	49
Gambar 4.12 Pengamatan Struktur Logam Aluminium + Space Holder Karet Pada Perbesaran	50
Gambar 4.13 Pengamatan Struktur Logam Aluminium + Space Holder Karet Pada Perbesaran	51
Gambar 4.14 Pengamatan Struktur Logam Aluminium + Space Holder Ubi Pada Perbesaran	51

Gambar 4.15 Pengamatan Struktur Logam Aluminium + Space Holder Ubi Pada Perbesaran	52
Gambar 4.16 Pengamatan Struktur Logam Aluminium + Space Holder Kacang Pada Perbesaran	52
Gambar 4.17 Pengamatan Struktur Logam Aluminium + Space Holder Kacang Pada Perbesaran	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Pengkodean Jenis Aluminium	8
Tabel 2. 2 Tabel Pengaruh Kadar Air dan Densitas Ubi Jalar	16
Tabel 3. 1 Uraian Kegiatan Selama Pelaksanaan Pengumpulan Data	35
Tabel 4. 1 Komposisi Serbuk Aluminium	35
Tabel 4. 2 Perbandingan Massa Sisa dari Beberapa Jenis <i>Space Holder</i>	39
Tabel 4. 3 Data Uji Densitas dan Porositas Aluminium Berpori	42
Tabel 4. 4 Data Pengujian Kuat Tekan Aluminium Berpori	45
Tabel 4. 5 Perbandingan Parameter dan Hasil Penelitian	46
Tabel 4. 6 Perbandingan XRD Aluminium Dengan Standar ICCD JCPDS No. 12041-17-0	48

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berbagai perkembangan yang dilakukan oleh manusia dan kebutuhan hidup manusia yang semakin meningkat terutama pada bidang transportasi sangat bergantung pada dunia industri. Manusia berkembang seiring perkembangan waktu dalam hal pembuatan material yang semakin hari sangat dibutuhkan dan dimanfaatkan sebagai aspek komersil sesuai kondisi dan kegunaannya.

Material yang dapat diciptakan dan dimodifikasi dengan berbagai bentuk dan struktur dengan tujuan demi keragaman fungsi dan kegunaannya dilakukan untuk menciptakan karakteristik yang berbeda dan dilakukan riset antara lain logam aluminium berpori. Penelitian tentang logam berpori terutama dengan menggunakan logam aluminium dikembangkan pertama kali pada tahun 50-an. Namun, secara luas dan umum mulai banyak di buat dan dikembangkan pada tahun 90-an dan juga di perkirakan akan semakin berkembang. Aluminium berpori memiliki sifat dan karakteristik yang sesuai untuk di aplikasi dan kembangkan pada bidang transportasi otomotif.

Aluminium merupakan logam dengan berat jenis ringan dibanding logam baja pada umumnya. Aluminium berpori atau biasa disebut dengan *aluminium foam* telah banyak digunakan oleh dari berbagai macam didunia industri dengan memiliki berbagai sifat antara lain kekuatan mekanik yang besar, kapasitas meyerap energi, sifat penyerapan panas, dan massa yang ringan serta mampu mempunyai sifat peredam yang unik. Pada dasarnya pembuatan material berpori yaitu dengan menggunakan berbagai teknik, antara lain teknik logam cair, teknik metalurgi serbuk, teknik deposisi elektrokimia dan teknik deposisi uap (Nugroho, 2015).

Sebagai cara lain pada pembuatan logam aluminium berpori dengan metode metalurgi serbuk, dikarenakan pada proses metalurgi serbuk dibutuhkan temperatur rendah dan dibawah titik leleh dibandingkan dengan proses logam cair.

Berdasarkan uraian diatas tersebut maka penulis mengambil tugas akhir/skripsi : “FABRIKASI ALUMINIUM BERPORI DENGAN VARIASI MATERIAL SPACE HOLDER”.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini akan dilakukan proses pembuatan aluminium berpori dengan menggunakan aluminium serbuk. Aluminium serbuk sebagai bahan utama serta serbuk kacang hijau, serbuk karet penghapus dan serbuk ubi jalar ungu sebagai *space holder* nya. Pada penelitian ini juga akan dipelajari mengenai fabrikasi aluminium berpori dengan variasi *space holder* terhadap sifat fisik benda yakni densitas dan porositas, sifat mekanik seperti kuat tekan serta sifat kimia dari material aluminium berpori tersebut.

1.3 Pembatasan Masalah

Penelitian ilmiah skripsi tidak terletak pada keluasan masalahnya namun terletak pada suatu kedalaman menganalisis masalah tersebut dibatasi. Adapun pembatasan masalah yang dilakukan disini adalah:

1. Logam yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aluminium serbuk dengan tingkat kemurnian diatas 95%.
2. *Space holder* yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk karet penghapus, *Beans Starch* (serbuk kacang hijau), dan *Sweet*

Potato Strach (serbuk ubi jalar ungu) dengan 25% berat dari total berat aluminium.

3. Menggunakan parameter sintering dengan temperatur 500°C , (*heating rate*) $4^{\circ}\text{C}/\text{menit}$, dan (*holding time*) selama 2 jam.
4. Menggunakan *Mixer* untuk menghaluskan sekaligus sebagai untuk mencampur bahan aluminium dengan *space holder*.
5. Variasi pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian densitas, pengujian TGA, pengujian komposisi, pengujian tekan dan pengamatan mikro.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan oleh penulis ini antara lain sebagai berikut ini:

1. Menghasilkan aluminium berpori dengan metode metalurgi serbuk.
2. Untuk mempelajari tahapan pembuatan aluminium berpori menggunakan metalurgi serbuk dengan variasi material *space holder*.
3. Untuk menganalisis sifat fisik, sifat mekanik dan sifat kimia serta variasi *space holder* terhadap porositas dan sifat kuat tekan terhadap aluminium berpori.
4. Untuk menganalisis pengaruh variasi *space holder* selama proses pembuatan aluminium berpori.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Mempelajari tahapan-tahapan proses dan pembuatan pada aluminium berpori dengan metode metalurgi serbuk.
2. Mempelajari pengaruh variasi *space holder* terhadap porositas aluminium berpori.
3. Mempelajari struktur mikro aluminium berpori.

1.6 Metode Penelitian

Metode dalam penulisan yang digunakan proses penulisan skripsi ini adalah:

1. Studi Literatur
2. Pengujian Laboratorium
3. Analisa Data

1.7 Sistematika Penelitian

Pada penulisan skripsi, sistematika penulisan terdiri dari bab-bab yang sangat berkaitan antara satu dengan yang lain dimana pada masing-masing bab tersebut terdapat uraian dan gambaran yang mencakup pembahasan skripsi ini secara keseluruhan. Adapun bab-bab tersebut antara lain sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab yang berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab yang berisikan tinjauan pustaka mengenai teori dasar yang melandasi pembahasan skripsi dan yang akan mendukung dalam melakukan penelitian berdasarkan literatur.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab yang berisikan diagram alir penelitian, alat, bahan, prosedur penelitian dan pengujian spesimen.

BAB 4 PEMBAHASAN

Bab yang berisikan pembahasan dari data yang didapat selama melakukan penelitian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab yang berisikan tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan saran tentang penelitian dari hasil yang didapat.

DAFTAR RUJUKAN

- Agustian, W. I., Isranuri, I., & Suprianto. (2013). Pengaruh Penambahan Magnesium Terhadap Densitas, Kekerasan, (Hardness) dan Kekuatan Tekan Aluminium Foam Menggunakan CaCO₃ sebagai Blowing Agent. *Universitas Sumatra Utara Medan*, 1-7.
- Boulevard, W., & Arlington. (2015). *International Alloy Designations and Chemical Composition Limits for Wrought Aluminium and Wrought Aluminium Alloys*. The Aluminium Association, Inc.
- Diyanto, R. I., & Sulardjaka. (2013). Kekerasan dan Struktur Mikro Komposit Aluminium yang Diperkuat Serbuk Besi Yang Mengalami Perlakuan Panas. *Teknik Mesin Universitas Diponegoro*, 1-7.
- Fasya, F., & Iskandar, N. (2015). MELST LOST DAN POROSITAS PADA ALUMINIUM HASIL DAUR ULANG. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Diponegoro*, 4-5.
- Honestin, T. (2007). *Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Ubi Jalar*. Bogor: Institute Pertanian Bogor.
- Internation Centre for Diffraction Data. (1981). *Standard X-Ray Diffraction Powder Pattern*. U.S: U.S Department Of Commerce.
- Khoesoema, E., Kamil, E., & Harahap, H. (2012). Pengaruh Pencucuan Alami Terhadap Produk Lateks Karet Alam Berpengisi Tepung Kulit Pisang Yang Diputihkan dengan Hidrogen Peroksida. *Jurnal Teknik Kimia USU Vol1*, 1-5.
- Masrukan, & Mujinem. (2016). Pengaruh Proses Sintering Terhadap Perubahan Densitas, Kekerasan dan Mikrostruktur Pelet U-ZrHx. *Pusat Teknologi Bahan Nuklir-BATAN Serpong*, 1-10.
- Mustika, T., Soegiyono, B., & Jujur, L. (2011). Pembuatan Komposit AC8A/SICP dengan Metode Hot Pressing Metalurgi Serbuk. *Material Science Program Universitas Indonesia*, 1-8.
- Nugroho, A. W. (2013). *Fabrikasi Aluminium Foam Menggunakan Metode Metalurgi Serbuk dengan Memanfaatkan Pupuk Urea ((NH₂)₂CO) Sebagai Bahan Space Holder*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Nugroho, A. W. (2014). Pengembangan Material Porous Aluminium Menggunakan Teknik Metalurgi Serbuk dengan Space Holder Paduan Pb-Sn. *Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*, 1-8.

- Nugroho, A. W. (2015). Morfologi dan Kuat Aluminium Berpori yang Diproduksi dengan Teknik Metalurgi Serbuk Menggunakan Urea sebagai Space Holder. *Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*, 1-8.
- Nurhidajah, Wasyima, & Wulandari, N. (2010). Kajian Teknologi Pembuatan Tepung Kacang Hijau Instan dan Sifat Fisik. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 1-7.
- Rusianto, T. (2009). Hot Pressing Metalurgi Serbuk Aluminium dengan Variasi Suhu Pemanasan. *Institue Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta*, 5-7.
- Sari, N. H., Sinarep, & Akhyaroni, A. (2013). Analisis Sifat Kekuatan Tekan dan Foto Mikro Komposit Urea Formaldehyde Diperkuat Serat Batang Kedelai. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 6, 1-8.
- Seprianto, D. (2010). Pengaruh Kompaksi dan Holding Time terhadap Densitas Paduan Aluminium / Fly Ash yang Dibuat dengan Metalurgi Serbuk. *Politeknik Negeri Sriwijaya*, 1-7.
- Sumpena. (2017). Pengaruh Paduan Serbuk Fe12% Pada Aluminium Terhadap Porositas Dan Struktur Mikro Dengan Metode Gravity Casting. *Jurnal Engine*, 1-6.
- Surdia, T., & Saito, S. (1999). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Zhou, Z., Wang, Z., Zhao, L., & Shu, X. (2014). Uniaxial and Biaxial Failure Behaviors Of Aluminium Alloy Foam. *Elsevier*, 1-10.