

SKRIPSI
FABRIKASI KOMPOSIT Al/Al₂O₃ BERPORI
DENGAN 10, 20 DAN 30 wt% *SPACE HOLDER*

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



OLEH
JONI WIBOWO
03051481619001

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

HALAMAN PENGESAHAN

FABRIKASI KOMPOSIT Al/Al₂O₃ BERPORI DENGAN
10, 20 DAN 30 wt% *SPACE HOLDER*

SKRIPSI

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

Oleh :

JONI WIBOWO
03051481619001



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda :
Diterima Tgl. :
Paraf :

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : JONI WIBOWO
NIM : 03051481619001
Jurusan : TEKNIK MESIN
Judul Skripsi : FABRIKASI KOMPOSIT Al/Al_2O_3 BERPORI
DENGAN 10, 20 DAN 30 wt% *SPACE HOLDER*
Dibuat Tanggal : Maret 2018
Selesai Tanggal : Juli 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irvadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Palembang, Juli 2018
Diperiksa dan disetujui
Pembimbing Skripsi,



Gunawan, S.T, M.T, Ph.D.
NIP. 197705072001121001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Skripsi dengan judul “FABRIKASI KOMPOSIT Al/Al_2O_3 BERPORI DENGAN 10, 20 DAN 30 wt% *SPACE HOLDER*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Palembang, 26 Juli 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi

Ketua Penguji :

1. Ir. Helmy Alian, M.T
NIP. 195910151987031006

(.....)

Penguji :

1. Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T
NIP. 196307191990032001
2. Agung Mataram, ST, MT, Ph.D
NIP. 197901052003121002

(.....)

(.....)

Palembang, Juli 2018

Dosen Pembimbing,

Gunawan, ST, MT, Ph.D
NIP. 197705072001121001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Irsvadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Joni Wibowo
NIM : 03051481619001
Judul : Fabrikasi Komposit Al/Al₂O₃ Berpori dengan 10, 20 DAN 30 wt% *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.

Palembang, Juli 2018

Penulis,



Joni Wibowo

NIM. 03051481619001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Joni Wibowo
NIM : 03051481619001
Judul : Fabrikasi Komposit Al/Al₂O₃ Berpori dengan 10, 20 DAN 30 wt% *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.



Palembang, Juli 2018

Penulis



Joni Wibowo

NIM. 03051481619001

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Segala puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunia yang telah diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi ini untuk memenuhi syarat mengikuti seminar proposal pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan Judul **“Fabrikasi Komposit Al/Al₂O₃ Berpori Dengan 10, 20 Dan 30 wt% Space Holder”**.

Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan Terima kasih Kepada Bapak Gunawan, S.T, M.T, Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan memberi bimbingan selama dalam penulisan proposal skripsi ini. Dan tak lupa juga penulis mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu Secara langsung dan tidak langsung, Baik tenaga dan pikiran, yaitu:

1. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D. selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
3. Bapak Amir Arifin S.T, M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
4. Bapak Gunawan, S.T, M.T, Ph.D Yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir (Skripsi) ini.
5. Bapak Ir. Helmy Alian, M.T Selaku Dosen Pembimbing Akademik Yang telah membimbing penulis selama menjalani perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin..
6. Kedua Orang tuaku dan saudara – saudaraku yang telah memberikan doa, dorongan dan semangat dalam menyelesaikan pendidikan di Universitas Sriwijaya.
7. Seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan wawasan dan ilmu yang bermanfaat

8. Seluruh teman-teman seperjuanganku di jurusan teknik mesin Khususnya angkatan 2016 Alih Program D3 Ke S1 yang bersama – sama dalam menyelesaikan Skripsi ini.
9. Para Karyawan Dan Staff Jurusan Teknik Mesin yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
10. Dan Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Selaku penulis menyadari bahwa Proposal skripsi yang saya buat ini jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun agar nanti dapat menjadi lebih baik lagi. Semoga Proposal Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi para pembaca dan pihak-pihak yang berkepentingan Amin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Palembang, Juli 2018



Penulis

RINGKASAN

FABRIKASI KOMPOSIT Al/Al₂O₃ BERPORI DENGAN 10, 20 DAN 30 wt% *SPACE HOLDER*

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, juni 2018

Joni Wibowo dibimbing oleh nama : Gunawan, S.T, M.T, Ph.D

Xvi + 82 halaman + 10 tabel + 50 gambar

COMPOSITE FABRICATION Al/Al₂O₃ FOAM WITH 10, 20 AND 30 wt% *SPACE HOLDER*

Penelitian ini bertujuan untuk membuat material komposit berpori dengan menggunakan metode metalurgi serbuk. Bahan yang digunakan adalah aluminium serbuk yang dicampur dengan alumina serbuk dan menggunakan kacang hijau sebagai bahan pembentuk pori pada komposit. Dilakukan pengujian TGA pada kacang hijau dengan berat 54,546 mg. Pada temperatur 500° kacang hijau sudah tidak mengalami penurunan berat hingga tersisa residu 1,72 mg atau sekitar 3,16%. Dengan menggunakan variasi penggunaan kacang hijau untuk mengetahui perbedaan pori yang terdapat pada masing – masing komposisi material. Terdapat 3 Proses yang akan digunakan yaitu Proses *mixing*, Proses *Compression* dan Proses *Furnace*. Pada saat sintering *heating rate* di setting menjadi 2 jam. Dari temperature ruangan 30°C - 500°C dengan *heating rate* 4°C/min. Kemudian dilakukan *holding time* selama 2 jam. Dan juga dilakukan pengujian fisik dan mekanik untuk lebih mengetahui kekuatan masing – masing variasi pada material uji. Dari pengujian densitas didapatkan hasil rata - rata pada setiap variasi space holder yaitu pada 10% space holder memiliki pori rata – rata 42,37% , pada 20% space holder memiliki pori rata – rata 37,96% dan pada 30% space holder memiliki pori rata – rata 29,65%. Pada pengujian kuat tekan didapatkan hasil yaitu pada 10% space holder memiliki kuat tekan rata – rata 23,20% , pada 20% space holder memiliki kuat tekan rata – rata 14,87% dan pada 30% space holder memiliki kuat tekan rata – rata 7,02%. Pada pengujian XRD yang dilakukan pada aluminium serbuk

didapatkan hasil peak utama aluminium ada pada posisi 38.486, 44.728, 65.101, 78.287 dan pada pengujian XRD yang dilakukan pada Aluminium serbuk yang telah dicampur alumina serbuk dan kacang hijau serbuk didapatkan hasil peak utama aluminium ada pada posisi 38.462, 44.674, 65.098, 78.183 sedangkan peak utama alumina ada pada posisi 25.579, 35.143, 37.77, 43.338, 45.81, 52.55, 57.470, 66.79, 76.91. Pada pengujian SEM Dari hasil pengamatan di 2 titik pada sampel uji, di temukan porositas yang diketahui adalah *space holder* dengan ukuran yang tidak sama. Ukurannya berkisaran antara $\pm 9,53 \mu\text{m}$ hingga $\pm 288,85 \mu\text{m}$.

Kata Kunci : komposit, metalurgi serbuk, aluminium berpori, TGA, uji kuat tekan, Uji densitas, XRD, XRF, SEM.

SUMMARY

COMPOSITE FABRICATION Al/Al₂O₃ FOAM WITH 10, 20 AND 30 wt% *SPACE HOLDER*

Scientists writing in the form of thesis, June 2018

Joni Wibowo is guided by the names: Gunawan, S.T, M.T, Ph.D

Xvi + 82 pages + 10 tables + 50 images

FABRIKASI KOMPOSIT Al/Al₂O₃ BERPORI DENGAN 10, 20 DAN 30 wt% *SPACE HOLDER*

The aim of this research is to make porous composite material by using powder metallurgy method. The material used is aluminum powder mixed with powder alumina and uses green beans as pore forming material on the composite. TGA was tested on green beans weighing 54.546 mg. At the temperature of 500° green beans have not decreased weight to the remaining residual 1.72 mg or about 3.16%. Using variations in the use of green beans to determine the pore differences present in each material composition. There are 3 Processes that will be used that is Process mixing, Compression Process and Furnace Process. At sintering heating rate in setting to 2 hours. From room temperature 30°C - 500°C with heating rate 4°C/min. Then held holding time for 2 hours. And also, do physical and mechanical test to know more about the strength of each variation in test material. From the density test the average yield on each space holder variation is 10% of space holder has average pores 42.37%, 20% of space holder has average pore 37.96% and 30% of space holder has pores averaged 29.65%. In the test of compressive strength, the result is that 10% of space holder have an average compressive strength of 23.20%, at 20% of space holder having an average compressive strength of 14.87% and at 30% of the space holder having an average compressive strength 7.02%. In the XRD test conducted on aluminum powder, the main aluminum peak results are in the position of 38.486, 44.728, 65.101, 78.287 and in the XRD test conducted on Aluminum powder which has been mixed powdered alumina and green bean powder found that the main aluminum peak is 38462 , 44.674, 65.098, 78.183

while the main peak of alumina is in position 25,579, 35,143, 37.77, 43.338, 45.81, 52.55, 57.470, 66.79, 76.91. In the SEM test From the observation at 2 points on the test sample, found the known porosity is a space holder with unequal size. The size ranges from $\pm 9.53 \mu\text{m}$ to $\pm 288.85 \mu\text{m}$

Keywords : composite, powder metallurgy, porous aluminum, TGA, compressive strength test, Density test, XRD, XRF, SEM.

Daftar Isi

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Agenda	v
Halaman Persetujuan	vii
Kata Pernyataan Persetujuan Publikasi	ix
Halaman Pernyataan Integrasi	xi
Kata Pengantar	xiii
Ringkasan	xv
Summary	xvii
Daftar Isi	xix
Daftar Gambar	xxiii
Daftar Tabel	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pengertian Komposit	7
2.2 Klasifikasi Bahan Komposit	8
2.2.1 Komposit Berdasarkan Matrik	8
2.2.2 Komposit Berdasarkan Bahan Penguatnya	11
2.3 Aluminium	20
2.3.1 Klasifikasi dan Penggolongan Aluminium.....	21
2.3.2 Sifat – Sifat Teknis Bahan	26
2.3.3 Standarisasi dan Kodifikasi	29
2.4 Aluminium Oxide (Alumina).....	31
2.5 Fabrikasi Komposit	34

2.5.1	Metalurgi Serbuk / Solid State Processing	34
2.5.2	Proses Keadaan Cair / Liquid State Processing.....	34
2.6	Material Berpori	35
2.7	Struktur Porous.....	36
2.8	Kelebihan dan Kekurangan Material Berpori	39
2.8.1	Kelebihan.....	39
2.8.2	Kekurangan.....	40
2.9	Space Holder	40
2.9.1	Garam (NaCl)	40
2.9.2	Urea	41
2.9.3	PVA (<i>Polyvinyl Alcohol</i>).....	42
2.9.4	PMMA (<i>Polymethymethacrylate/Acrylic</i>).....	43
2.10	Pengujian Sifat Fisik	43
2.10.1	Pengujian Densitas	44
2.10.2	Pengujian SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>).....	44
2.11	Pengujian XRF	47
2.11.1	Prinsip Dasar <i>X-RAY FLOURENSI</i> (XRF).....	47
2.12	Pengujian Sifat Mekanik	48
2.12.1	Pengujian Compressed	49
2.12.2	Pengujian Thermogravimetric Analysis (TGA)	49
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		53
3.1	Diagram Alir Penelitian	53
3.2	Study Literatur.....	54
3.3	Tahap Persiapan Bahan	54
3.4	Persiapan Peralatan	54
3.5	Pembuatan Sampel Benda Uji.....	55
3.5.1	Proses <i>Mixing</i>	55
3.5.2	Proses <i>Compression</i>	56
3.5.3	Proses <i>Furnace</i>	56
3.6	Pengujian Sampel Benda Uji.....	57
3.6.1	Pengujian TGA (<i>Thermogravimetric Analysis</i>)	57
3.6.2	Pengukuran dimensi	57
3.6.3	Pengujian Compression	58
3.6.4	Pengujian <i>Density</i>	58

3.6.5	Pengujian XRF (<i>composition</i>).....	59
3.6.6	Pengujian SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>).....	60
3.7	Analisa dan Pembahasan.....	60
3.8	Jadwal dan Tempat Pengujian.....	61
3.9	Hasil Yang Diharapkan.....	61
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN.....		63
4.1	Space Holder.....	63
4.2	Hasil Pengujian TGA (<i>Thermogravimetric Analysis</i>).....	64
4.3	Hasil Pengujian XRF.....	65
4.4	Sintering.....	66
4.5	Hasil Pengukuran <i>Dimensi</i>	68
4.6	Pengujian Densitas.....	70
4.7	Hasil Pengujian Tekan.....	73
4.8	Hasil Pengujian XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>).....	75
4.9	Hasil Pengujian SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>).....	77
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		81
5.1	Kesimpulan.....	81
5.2	Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA.....		84

Daftar Gambar

Gambar 2.1. Klasifikasi komposit Berdasarkan bentuk dari matriks-nya.....	8
Gambar 2.2 komposit dilihat dari bahan penguatnya.....	11
Gambar 2.3 perbedaan penguat pada komposit.....	12
Gambar 2.4 Flat flakes dan fillers	13
Gambar 2.5. Ketentuan fiber untuk membuat komposit	14
Gambar 2.6 Jenis serat di komposit.....	15
Gambar 2.7 komposit serat pendek	16
Gambar 2.8 Komposite menurut strukturnya :	18
Gambar 2.9 Struktur micro lamina.....	18
Gambar 2.10 komposit sandwich panels.....	20
Gambar 2.11. Campuran aluminium - silikon.....	22
Gambar 2.12 Campuran aluminium - mangan	23
Gambar 2.13 Campuran aluminium - tembaga	24
Gambar 2.14 Campuran aluminium - mangan	24
Gambar 2.15 Campuran aluminium - seng	25
Gambar 2.16 Konsep porositas:	37
Gambar 2.17 Tipe pori	38
Gambar 2.18 Perbandingan Hasil Mikroskop Cahaya dengan SEM	45
Gambar 2.19 Pantulan elastis dan pantulan non elastis.....	46
Gambar 2.20 Mekanisme Kerja SEM	47
Gambar 2.21 Prinsip Dasar XRF.....	48
Gambar 2.22 Penampilan kuantifikasi TGA baseline	50
Gambar 2.23 Skematis sistem kerja TGA	50
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	53
Gambar 3.2 Gambar <i>Moulding</i>	55
Gambar 3.3 Gambar Pencampuran Bahan	55
Gambar 3.4 Gambar <i>Compressed</i>	56
Gambar 3.5 Gambar <i>furnace</i> (Lab. Teknik kimia	56
Gambar 3.6 TA instrument TGA Q500.....	57
Gambar 3.7 Dimensi Spesimen Uji Compression (Zhou et al., 2014).....	58

Gambar 3.8 Alat uji tekan.....	58
Gambar 3.9 XRF analyzer Niton XL2	59
Gambar 3.10 Alat uji SEM.....	60
Gambar 4.1 Kacang hijau serbuk	63
Gambar 4.2 TA Instruments TGA Q500.....	64
Gambar 4.3 Diagram hasil pengujian TGA kacang hijau	64
Gambar 4.4 XRF analyzer Niton XL2	65
Gambar 4.5 Grafik Skema <i>Sintering</i> Spesimen pertama.....	66
Gambar 4.6 <i>Furnace</i> SHIMADZU.....	67
Gambar 4.7 Grafik Skema <i>Sintering</i> Spesimen kedua	67
Gambar 4.8 <i>Furnace</i> Nabertherm.....	68
Gambar 4.9 Spesimen sebelum di <i>Sintering</i>	68
Gambar 4.10 Diagram perbandingan densitas aktual dan densitas teoritis	72
Gambar 4.11 Diagram perbandingan porositas	73
Gambar 4.12 Grafik hasil uji XRD Aluminium	75
Gambar 4.13 Grafik hasil uji XRD Aluminium + alumina + kacang hijau	76
Gambar 4.14 Hasil SEM (variasi 80 - 20 - 10).....	78
Gambar 4.15 Hasil SEM (variasi 80 - 20 - 10).....	78
Gambar 4.16 Hasil SEM (variasi 80 - 20 - 30).....	79
Gambar 4.17 Hasil (variasi 80 - 20 - 30).....	79

Daftar Tabel

Table 2.1 menunjukkan sifat fisik aluminium.....	27
Tabel 2.2 Bentuk-bentuk pori.....	39
Tabel 4.1 Tabel hasil pengujian XRF serbuk aluminium.....	66
Tabel 4.2 Tabel hasil pengukuran spesimen pertama sesudah di <i>sintering</i>	70
Tabel 4.3 Tabel hasil pengukuran spesimen kedua sesudah di <i>sintering</i>	72
Tabel 4.4 Tabel hasil pengujian Densitas.....	74
Tabel 4.5 Tabel hasil pengujian Tekan	77
Tabel 4.6 Tabel perbandingan hasil pengujian.....	78
Tabel 4.7 Tabel hasil uji XRD Aluminium	80
Tabel 4.8. Tabel hasil uji XRD Aluminium + alumina + kacang hijau	81

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini dimana telah banyak teknologi yang ditemukan, manusia terus berusaha mendapatkan suatu material yang memiliki sifat-sifat unggul. Materialnya pun diharuskan memiliki ketentuan tertentu untuk memenuhi kebutuhan. Tidak jarang material yang ada tidak bisa memenuhi ketentuan yang diinginkan dikarenakan sifat mekanik dan karakteristik dari material tersebut. Semakin berkembangnya penelitian seperti di bidang komposit dapat menjadi alternatif untuk permasalahan yang timbul dan dapat memenuhi karakteristik dan sifat mekanik tertentu sesuai yang diinginkan.

Komposit dari logam yang paling sering dipakai yaitu komposit yang menggunakan aluminium sebagai matrik karena aluminium sangat mudah dan banyak ditemui di dunia. Bahan penguat yang biasanya digunakan yaitu dari bahan keramik, karbida, oksida dan nitrida contohnya: TiC, SiC, B₄C, Dan lainnya.

Komposit yang menggunakan aluminium sebagai matrik dan penguat berupa partikel memiliki beberapa kelebihan diantaranya: tahan panas yang tinggi, kekuatan spesifik tinggi, densitas rendah, koefisien ekspansi yang baik, kekakuan yang tinggi, ketahanan fatik, dan lainnya.

Dari beberapa teori dan penelitian yang telah dilakukan mendapatkan beberapa hasil yang menunjukkan bahwa sifat mekanis komposit yang menggunakan aluminium sebagai matrik dan beberapa jenis bahan penguat, berhubungan dengan hasil yang didapatkan pada struktur mikronya. Sehingga sangat penting dalam memilih jenis penguat yang akan digunakan sebagai campuran dari aluminium. Terdapat juga beberapa cara yang dapat digunakan dalam proses pembuatan komposit aluminium yaitu dengan menggunakan proses *casting*, pembentukan *semisolid*, proses *metalurgi* serbuk dan cara lainnya.

Komposit yaitu campuran dari dua atau lebih bahan yang dipilih sesuai dengan sifat dari material yang digunakan untuk mendapatkan hasil material yang lebih baik dari material yang sebelumnya. Terdapat penelitian yang menggunakan Al alloy yang digabungkan dengan SiCw sebagai penguat. Dan terdapat penelitian lainnya aluminium sebagai matrik dengan SiC dan alumina yang digunakan sebagai penguat. Untuk mendapatkan ikatan yang kuat antara matrik dan penguatnya maka proses dilakukan peroses perlakuan panas pada permukaan material komposit. Metode yang saat ini sering digunakan yaitu metode bonding diffusion atau menggabungkan bahan dengan menggunakan pemanasan dengan temperatur yang tinggi dengan tegangan mekanik yang besar. Namun metode yang digunakan memiliki kelemahan pada bentuk produk yang dihasilkan masih sangat terbatas dan memiliki biaya yang besar untuk melakukannya. Pencampuran bahan pada temperatur dingin dengan menggunakan proses *metalurgi* serbuk merupakan salah satu cara yang dapat digunakan dan merupakan salah satu alternatif yang sedang dikembangkan pada saat ini.

Proses *metalurgi* serbuk merupakan salah satu metode yang digunakan dalam membentuk suatu logam yang dapat dilakukan kontrol terhadap setiap variabelnya. Dan proses yang dilakukan dapat dalam bentuk fase padat. Ketelitian dalam proses – proses pengerjaannya merupakan hal yang menjadi penentu dalam mendapatkan hasil dengan kualitas produk yang baik. Pencampuran berupa serbuk logam dan menggunakan partikel keramik untuk membuat *Metal Matrix Composites* dirasa perlu dalam menentukan variabel yang akan digunakan. Setelah melakukan proses pencampuran bahan kemudian dilakukan proses selanjutnya yaitu *Cold Compaction*, *Degassing* dan perlakuan panas atau sintering. Proses kompaksi bertujuan untuk memadatkan campuran serbuk agar mendapatkan hasil yang diinginkan. Agar didapatkan dimensi yang sama, dan material yang tidak mudah rusak. Penelitian yang dilakukan sebelumnya pada bidang Metal Matrik Composite (MMC) yang menggunakan aluminium sebagai bahan utama dan silikon sebagai penguatnya. Dengan tujuan untuk mendapatkan karakteristik fisik dan mekaniknya yang lebih baik.

Pada Permukaan SiC partikel yang dilapisi dengan alumina cenderung dapat meningkatkan karakteristik material secara merata dan dapat menimbulkan ikatan interfasial antara komposit yang menggunakan aluminium sebagai *matrik* dan SiC sebagai penguat akan menjadi lebih baik. Dari penelitian yang telah dilakukan komposit aluminium yang menggunakan penguat SiC atau alumina telah banyak diteliti. Namun komposit yang menggunakan alumina yang ditambahkan *Space holder* berupa *beans starch* pada aluminium matrik masih belum ada yang melakukan penelitian. Sehingga dirasa harus perlu dilakukan penelitian sehingga mendapatkan suatu material yang baru. Yang memiliki sifat material serta kekuatan yang baik dan dapat digunakan sebagai alternatif untuk suatu pengaplikasian pada penggunaannya nanti. Penelitian ini berfokus pada pengaruh penggunaan alumina sebagai penguat yang ditambahkan *space holder* berupa *beans starch* dan aluminium sebagai matrik.

1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan yang sudah disampaikan pada latar belakang diatas, penulis merumuskan permasalahan yang dihadapi, yaitu seperti apa pengaruh komposisi penguat alumina (Al_2O_3) yang ditambah *space holder* berupa *beans starch* dengan Aluminium sebagai matrik.

1.3 Pembatasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan dituliskan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pada persentasi komposisi berapa benda uji dalam kondisi yang terbaik. Saat dilakukan pengujian meliputi:
 - a. Pengujian *density*.
 - b. Pengujian TGA (*thermogravimetric Analysis*) (hanya untuk *Bean Starch*)
 - c. Pengukuran dimensi.

- d. Pengujian *compression*.
 - e. Pengujian *micro structure (SEM)*.
 - f. Pengujian *composition*.
2. Untuk mengetahui pada presentasi berapa persen *space holder* yang terbaik.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat material komposite berpori Al/Al₂O₃.
2. Agar dapat menganalisis sifat mekanik dan fisik dari komposite logam Al/Al₂O₃ yang ditambahkan *beans starch* sebagai *space holder* dengan komposisi dari 80:20:10, 80:20:20, dan 80:20:30% wt.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. untuk menambah wawasan kita tentang material komposite Al/Al₂O₃ berpori.
2. Mengetahui karakteristik fisik dan mekanik komposite Al/Al₂O₃ berpori.
3. Mengatahui pengaruh penambahan *space holder* dengan komposisi dari 80:20:10, 80:20:20, dan 80:20:30% wt terhadap sifat fisik dan mekanik material.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan adalah sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

Bab ini membahas tentang latar belakang, tujuan, manfaat, perumusan dan batasan masalah, metode pengambilan data serta sistematika penulisan dari makalah.

BAB II : Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas tentang landasan teori yang menjadi acuan untuk proses pengambilan data, dan analisa data.

BAB III : Pembahasan

Bab ini membahas tentang waktu dan tempat penelitian, peralatan dan bahan penelitian, prosedur pembuatan sampel dan pengujian sampel

BAB IV : Hasil Penelitian

Bab ini membahas tentang hasil penelitian yang dilakukan pada sampel beda uji.

BAB V : Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, W. I., Isranuri, I. & Suprianto 2013. PENGARUH PENAMBAHAN MAGNESIUM TERHADAP DENSITAS, KEKERASAN (HARDNESS) DAN KEKUATAN TEKAN ALUMINIUM FOAM MENGGUNAKAN CaCO₃ SEBAGAI BLOWING AGENT. *e-dinamis*, 4, 7.
- Das, S., Behera, R., Datta, A., Majumdar, G., Oraon, B. & Sutradhar, G. 2010. Experimental Investigation on the Effect of Reinforcement Particles on the Forgeability and the Mechanical Properties of Aluminum Metal Matrix Composites. *Materials Sciences and Applications*, 2010, 7.
- Degischer, H. P. & Kriszt, B. 2002. Handbook of Cellular Metals. In: DEGISCHER, H. P. & KRISZT, B. (eds.). weinheim: wiley VCH verlag GmbH & Co. KGaA.
- Effendi, A. 2008. *Pembuatan aluminium busa melalui proses sinter dan pelarutan garam = Manufacturing aluminium foam by sintering and dissolution process* s 1, Universitas Indonesia.
- Fasya, F. & Iskandar, N. 2015. Melt Loss Dan Porositas Pada Aluminium Hasil Daur Ulang *Teknik Mesin*, 3, 7.
- Feret, F. R. & Roy, D. 2016. Determination of alpha and beta alumina in ceramic alumina by X-ray diffraction. *Research and Development Center*, 25.
- Gibson, R. F. 1994. *Principles of Composite Material Mechanics*, New York St. Louis San Francisco, McGraw-Hill, Inc.
- Hafizh, A., Andriyono, S., Sudiyanto, Y., Abidi, A. R. N., Yuliana, Irmayanti, R., Mardiansyah, R. & Eriska, A. 2009. *aluminium murni dan paduannya*. S 1, Institut pertanian Bogor.
- Jamal, N. A., Tan, A. W., Yusof, F., Katsuyoshi, K., Hisashi, I., Singh, S. & Anuar, H. 2016. Fabrication and Compressive Properties of Low to Medium Porosity Closed-Cell Porous Aluminum Using PMMA Space Holder Technique. *Materials (Basel)*, 9.
- Kurniyasari. 2012. *Sintesis dan karakterisasi membran komposit alumina silika berpori dan aplikasinya untuk pemisahan gas metanol - etanol*. S 1, universitas indonesia.
- Martha, M. 2012. *Pengujian Pada material kayu jati*. S 1, universitas diponegoro.
- Michailidis, N., Stergioudi, F., Viglaki, K. & Chatzinikolaidou, M. 2014. production of novel ceramic porous surfaces tailored for bone tissue engineering. 63, 4.
- Morris, M. C., Mcmurdie, H. F., Evans, E. H., Paretzkin, B., Parker, H. S. & Panagiotopoulos, N. C. 1981. Standard X-ray Diffraction powder patterns. Washington DC: Camden R. Hubbard.
- Nugroho, R. a. W. 2017. *Scanning Electron Microscope (SEM)* [Online]. Available: <http://anita-widynugroho.blogspot.co.id/2012/04/scanning-electron-microscope-sem.html> [Accessed 04/11/2017 2017].

- Parvina, N. & Rahimian, M. 2011. The Characteristics of Alumina Particle Reinforced Pure Al Matrix Composite. *Proceedings of the International Congress on Advances in Applied Physics and Materials Science*, 121, 3.
- Pertiwi, P. K., Leny, A., Yusro, K. & M.Si, G. P. 2015. Uji Densitas dan Porositas pada Batuan dengan Menggunakan Neraca O Houss dan Neraca Pegas. *fisika laboratorium - Lab. Material*, 2015, 5.
- Prabowo, T. A. 2017. *studi eksperimental pengaruh penambahan Al_2O_3 terhadap kekuatan tarik pada aluminium matrix composite*. S 1, institut teknologi sepuluh nopember Surabaya.
- Prasetyo, A. 2013. pengaruh variasi fraksi massa space holder urea dengan ukuran mesh 16/18 terhadap porositas dan kuat tekan aluminium foam. 7.
- Prof.Ir. Tata Surdia, M. M. E. & Saito, P. D. S. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta, Pt.pradnya paramitha.
- Putri, V. R. C. & Faza, M. G. 2012. “XRF (X-ray fluorescence spectrometry)”. S 1, Universitas Negeri Semarang.
- Ramnath¹, B. V., Elanchezhian¹, C., Annamalai¹, R., S.Aravind¹, Atreya¹, T. S. A., Vignesh¹, V. & C.Subramanian² 2013. Aluminium Metal Matrix Composites. *Rev.adv.Mater. Sci*, 2014, 6.
- Rusnoto, S. M. E. 2014. *studi ketangguhan retak pada komposit epoksi - alumina*. ST. M.Eng., Universitas pancasakti tegal.
- Sari, D. Y. 2015. *Pembuatan Komposit dari serat tandan kelapa sawit menggunakan penguat serat recycled polypropylene dengan variasi massa*. D 3, Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Shif. 2015. *Makalah Komposit*. S 1, Universitas Negeri Semarang.
- Subri, M. a. D. M. 2017. Pengembangan Material Komposit Keramik Berpori dari Bahan Clay yang diperkuat Bahan Kuningan dengan Menggunakan Metode Ekstrusi. *Implementasi Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Untuk Peningkatan Kekayaan Intelektual*, 2017, 6.
- Totten, G. E. & Mackenzie, D. S. 2003. Handbook of aluminum. *Alloy Production and Materials Manufacturing*. New york: Marcel Dekker, Inc.
- Xiaoyao Qu, Fucheng Wang, Chunsheng Shi□, Naiqin Zhao, Enzuo Liu & Chunnian He, F. H. 2017. In situ synthesis of a gamma- Al_2O_3 whisker reinforced aluminium matrix composite by cold pressing and sintering. *Materials Science & Engineering*, 709, 9.
- Yunior, S. W. 2012. *Thermogravimetric Analysis (TGA)* [Online]. Available: <http://fannowidy.blogspot.co.id/2012/01/definisi-tgamerupakan-suatu-teknik.html>.
- Zhou, Z., Wang, Z., Zhao, L. & Shu, X. 2014. Uniaxial and biaxial failure behaviors of aluminum alloy foams. *Composites Part B: Engineering*, 61, 340-349.