

SKRIPSI
PENGARUH VARIASI TEMPERATUR SINTERING
PADA FABRIKASI KOMPOSIT TEMBAGA:
COPPER METAL FOAM DENGAN EGG YOLK
SEBAGAI FOAMING AGENT



ARIAN ROMSYAH

03051381621085

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2020

SKRIPSI
PENGARUH VARIASI TEMPERATUR SINTERING
PADA FABRIKASI KOMPOSIT TEMBAGA:
COPPER METAL FOAM DENGAN EGG YOLK
SEBAGAI FOAMING AGENT

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



OLEH
ARIAN ROMSYAH
03051381621085

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR SINTERING PADA FABRIKASI KOMPOSIT TEMBAGA: *COPPER METAL FOAM DENGAN EGG YOLK* SEBAGAI FOAMING AGENT

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar sarjana Teknik Mesin
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

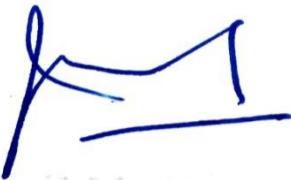
**ARIAN ROMSYAH
03051381621085**

Palembang, 28 Maret 2020



**Irsyadi Yam, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001**

Pembimbing



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

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

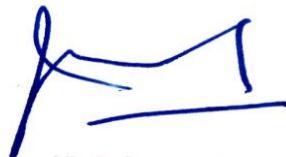
NAMA : ARIAN ROMSYAH
NIM : 03051381621085
JUDUL : PENGARUH VARIASI TEMPERATUR SINTERING
PADA FABRIKASI KOMPOSIT TEMBAGA:
COPPER METAL FOAM DENGAN EGG YOLK
SEBAGAI FOAMING AGENT
DI BUAT : SEPTEMBER 2020
SELESAI : MARET 2020

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yam, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

Palembang, Maret 2020
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Pengaruh Variasi Temperatur Sintering Pada Fabrikasi Komposit Tembaga: Copper Metal Foam Dengan Egg yolk Sebagai Foaming Agent” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Maret 2020

Palembang, 28 Maret 2020

Ketua penguji

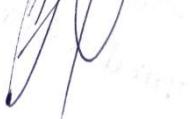
Irsyadi Yani, S.T., M.Eng, Ph.D

()

NIP. 197112251997021001

Anggota:

Ir.Firmansyah Burlian, M.T

()

NIP. 195612271988111001

Dr.Jr.Hendri Chandra, M.T

()

NIP. 196004071990031003

Astuti, S.T, M.T

()

NIP. 197210081998022001



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

Pembimbing


Gunawan, S.T, M.T, Ph.D
NIP. 19770507200111001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arian Romsyah

NIM : 03051381621085

Judul : Pengaruh Variasi Temperatur *Sintering* Pada Fabrikasi Komposit Tembaga: *Copper metal Foam Dengan Egg Yolk Sebagai Foaming Agent*

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

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



Palembang, Juli 2020



Arian Romsyah
NIM. 03051381621085

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis atas kehadiran Allah Swt. yang telah memberikan Rahmat, Nikmat, dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini

Skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Temperatur *Sintering* Pada Fabrikasi Komposit Tembaga: *Copper Metal Foam Dengan Egg Yolk Sebagai Foaming Agent*”, disusun untuk men lengkapi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

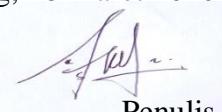
Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang tak terhingga atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
2. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya sekaligus sebagai dosen pengarah dalam pembuatan skripsi ini .
3. Gunawan, S.T, M.T, Ph.D selaku Pembina mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya sekaligus pembimbing skripsi yang telah banyak sekali memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini yang membantu dalam pembuatan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Sriwijaya untuk segala ilmu yang sangat bernilai bagi penulis.
5. Seluruh Keluarga Besar penulis dan keluarga besar Kos 315 (andro,yusuf,fakhri,ichsan,azim,gifari,zaki,farizi,fata,satria,taufik)yang telah membantu dalam pengerjaan skripsi ini dan memberikan saran.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini ke depannya akan sangat membantu.

Akhir kata penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang di kemudian hari.

Palembang, 28 Maret 2020



Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Arian Romsyah

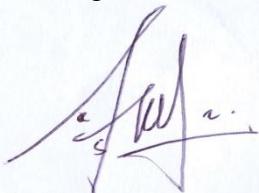
NIM : 03051381621085

Judul: Pengaruh variasi temperatur sintering pada Fabrikasi Komposit Tembaga: *Copper Metal Foam Dengan Egg Yolk Sebagai Foaming Agent.*

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, 28 Maret 2020



Arian Romsyah

NIM. 03051381621085

RINGKASAN

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR *SINTERING* PADA FABRIKASI KOMPOSIT TEMBAGA: *COPPER METAL FOAM* DENGAN *EGG YOLK* SEBAGAI *FOAMING AGENT*

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 26 Maret 2020

Arian Romsyah; Dibimbing oleh Gunawan, S.T, M.T, Ph.D

61 Halaman, 8 tabel, 49 gambar, 16 lampiran

RINGKASAN

Tembaga merupakan salah satu kelompok utama logam yang sering digunakan sebagai bahan rekayasa material. Keunggulan tembaga dibandingkan dengan material lain adalah konduktivitas listrik dan termal yang sangat baik, dan ketahanan luar biasa terhadap korosi. *Metal Foam* adalah struktur seluler yang terbuat dari logam padat yang sebagian besar berbentuk pori. Pada penelitian kali ini penulis akan memfabrikasi *metal foam* menggunakan serbuk Tembaga sebagai matriks, *Fly ash* yang berfungsi sebagai *Reinforced* dan kuning telur sebagai *foaming agent* dengan metode metalurgi serbuk dengan tiga variasi temperatur sintering. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkarakterisasi sifat mekanik, kekuatan material dan perubahan ukuran maupun masa serta menganalisis pengaruh variasi temperatur sintering dari *metal foam* yang dibuat. Proses pembuatannya melibatkan proses mixing, drying, dan sintering. Pengujian dan pengamatan yang dilakukan antara lain perhitungan penyusutan(*shrinkage*) untuk mengetahui persentase penyusutan yang terjadi pada spesimen dengan rata-rata penyusutan 37,948 % , mikroskop optic untuk mengetahui struktur yang terbentuk pada spesimen dengan pembesaran <200x yang hasilnya ditemukan bintik-bintik putih pada spesimen, pengamatan struktur mikro menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dengan hasil, terbentuknya pori-pori pada struktur tembaga dengan ukuran pori

berkisar $21,63 \mu m$ sampai $169,7\mu m$, Pengujian tekan untuk mengetahui kekuatan mekanik dengan hasil rata-rata kekuatan tekan(σ_R) pada spesimen dengan variasi 1:1,25 temperatur sintering $800^{\circ}C$ Heat Rate $10^{\circ}C/min$ sebesar $0,27206 \text{ MPa}$, XRF (*X-Ray Flouresences*) untuk mengetahui komposisi unsur yang terbentuk dengan nilai komposisi tembaga(Cu) sebesar 99,26% , Fe sebesar 0,473% dan Zr sebesar 0,035% , Pengujian densitas dan porositas untuk mengetahui masa jenis dan persentase porositas yang terjadi pada struktur *copper metal foam* dimana densitas terendah terdapat pada spesimen dengan variasi 1:1,5 temperatur sintering $800^{\circ}C$ heating rate $10^{\circ}C$ sebesar $1,2 \text{ g/cm}^3$ dan rata-rata porositas 84,32 %, serta XRD (*X-Ray Diffraction*) untuk mengetahui fasa dan senyawa yang terbentuk dengan hasil senyawa tembaga (Cu) dan *Fly ash* yang muncul dengan data acuan yang sesuai berdasarkan *Crystalllography Open Database* (COD).

Kata Kunci: Metal Foam, Komposit, Fly Ash, Tembaga, Kuning Telur, Foam

SUMMARY

THE INFLUENCE OF SINTERING TEMPERATURE VARIATION ON
COPPER COMPOSITE FABRICATION: COPPER METAL FOAM WITH
EGG YOLK AS FOAMING AGENT

Scientific papers in the form of Undergraduate Thesis, March 28th, 2020

Arian romsyah; Supervised by Gunawan, S.T, M.T, Ph.D.

Pengaruh variasi temperature *sintering* pada fabrikasi komposit tembaga: *fly ash metal foam* dengan *egg yolk* sebagai *foaming agent*

61 Pages, 8 tables, 49 pictures, 16 attachments.

SUMMARY

Copper is one of the main groups of metals that are often used as material engineering materials. The advantages of copper compared to other materials are excellent electrical and thermal conductivity, and exceptional corrosion resistance. Metal Foam is a cellular structure made of solid metal which is mostly pore shaped. In this research, the writer will fabricate metal foam using Copper powder as a matrix, Fly ash which functions as Reinforced and egg yolk as foaming agent with powder metallurgy method with three variations of sintering temperature. The purpose of this study is to characterize the mechanical properties, material strength and changes in size and time and analyze the effect of temperature variation on the sintering of metal foam made. The manufacturing process involves mixing, drying, and sintering. Tests and observations made include the calculation of shrinkage (shrinkage) to determine the percentage of shrinkage that occurs in specimens with an average shrinkage of 37.948%, optical microscopy to determine the structure formed in specimens with magnification <200x the results found white spots on specimens , observation of microstructure using SEM (Scanning Electron

Microscopy) with the results, the formation of pores in copper structures with pore sizes ranging from 21.63 μm to 169.7 μm , compressive testing to determine the mechanical strength with an average yield of compressive strength (σ_R) in specimens with a variation of 1: 1.25 sintering temperature of 800°C Heat Rate of 10°C / min of 0.27206 MPa, XRF (X-Ray Flouresences) to determine the composition of elements formed with a copper (Cu) composition value of 99.26%, Fe of 0.473% and Zr of 0.035%, testing the density and porosity to determine the density and percentage of porosity that occurs in a copper metal foam structure where the lowest density is found in specimens with a variation of 1: 1.5 sintering temperature of 800°C heating rate of 10°C of 1.2 g / cm³ and an average porosity of 84.32%, and XRD (X-Ray Diffraction) for find out the phases and compounds formed with the results of copper (Cu) and Fly ash compounds that appear with the appropriate reference data based on Crystallography Open Database (COD).

Key words: Metal Foam, Composite, Fly Ash, Copper, Egg Yolk, Foam

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	vii
Halaman Pengesahan	v
Halaman Persetujuan.....	ix
Halaman pernyataan integritas.....	xi
Kata Pengantar	vii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi.....	xv
Ringkasan	xvii
Summary.....	xvii
Daftar Isi	xxi
<u>Daftar Gambar</u>	xxv
Daftar Tabel	xxvii
Daftar Lampiran	xxix

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Batasan masalah	3
1.4 Tujuan penelitian.....	3
1.5 Manfaat penelitian.....	4
1.6 Metodologi penelitian.....	4

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Metal Foam.....	5
2.2 Dasar-dasar Material.....	7
2.2.1 Tembaga	7
2.2.2 Aplikasi Tembaga <i>Metal foam</i>	11

2.2.3	<i>Fly Ash sebagai Reinforced</i>	13
2.2.4	<i>Egg yolk sebagai Foaming Agent</i>	15
2.3	Metode pembuatan <i>Metal Foam</i>	16
2.3.1	Metalurgi serbuk	16
2.3.2	Metode Gas Injection	17
2.4	Sintering.....	18
2.5	Persamaan difusi (<i>Difusion Equation</i>).....	19

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Diagram Alir penelitian	23
3.2	Alat dan Bahan	24
3.3	Prosedur penelitian.....	24
3.4	Proses pembuatan <i>copper metal foam</i>	25
3.5	Jenis-jenis pengujian pada spesimen	26
3.5.1	Pengujian Tekan (<i>Compression</i>).....	26
3.5.2	Pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM).....	27
3.5.3	Pengujian X-Ray Difraction (XRD)	28
3.5.4	Pengujian Densitas	29
3.5.5	Pengujian X-Ray Flourescence (XRF)	31

BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1	Karakteristik material	32
4.2	Pencampuran(mixing).....	34
4.3	Drying	35
4.4	Sintering	38
4.5	penyusutan (Shrinkage)	40
4.6	hasil pengujian tekan	42
4.7	Pengamatan struktur makro dan mikro.....	46
4.8	Hasil pengujian XRF (X-Ray Flourence).....	53
4.9	Hasil pengujian XRD	53
4.10	Hasil pengujian densitas	56

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran	61
	DAFTAR RUJUKAN	62
	LAMPIRAN.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Metal Foam</i>	5
Gambar 2.2 <i>Closed Foam</i>	6
Gambar 2.3 <i>Open Foam/terbuka</i>	7
Gambar 2.4 Tembaga dalam bentuk padat	8
Gambar 2.5 Diagram Fasa <i>copper/Tembaga</i>	10
Gambar 2.6 Bubuk Tembaga	11
Gambar 2.7 <i>Copper Metal foam</i> Untuk menajemen termal	12
Gambar 2.8 <i>Heat sink</i>	12
Gambar 2.9 <i>Fly Ash</i> dan struktur mikro <i>Fly ash</i>	13
Gambar 2.10 Unsur kimia <i>Fly Ash</i>	14
Gambar 2.11 <i>Egg Yolk</i> Sebagai <i>Foaming agent</i>	15
Gambar 2.12 Metode metlurgi serbuk dalam proses fabrikasi <i>metal foam</i>	16
Gambar 2.13 pembuatan <i>metal foam</i> dengan <i>gas injection</i> Error! Bookmark not defined.	
Gambar 2.14 Proses perubahan struktur mikro pada saat proses <i>sintering</i>	19
Gambar 2.15 Zat aliran pada Hukum ficks.....	20
Gambar 2.16 Aliran fluks dari konsentrasi tinggi ke rendah.....	21
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	23
Gambar 3.2 Alat uji tekan	26
Gambar 3.3 Dimensi spesimen uji tekan	27
Gambar 3.4 Alat pengujian SEM	28
Gambar 3.5 Alat pengujian XRD	29
Gambar 3.6 Alat pengujian Densitas	30
Gambar 3.7 Alat pengujian XRF	31
Gambar 4.1 Pembesaran 1000x dari serbuk tembaga	33
Gambar 4.2 <i>Fly ash</i> dengan pembesaran 1000x	33
Gambar 4.3 Proses pencampuran (Tembaga+ <i>Fly Ash</i> : <i>Egg Yolk</i>) dan air	35
Gambar 4.4 Hasil proses drying dari masing-masing variasi (a) 1:1 temperatur sintering 750°C H/R 10°C (b) 1:1,25 temperatur sintering 800°C H/R 10°C (c)1:1,5 temperatur sintering 850°C H/R 10°C (d) 1:1,5 temperatur sintering	

800°C H/R 6°C (e) 1:1,5 temperatur sintering 800°C H/R 8°C (f) 1:1,5 temperatur sintering 800°C H/R 10°C	37
Gambar 4.5 <i>Copper metal foam</i> setelah proses <i>sintering</i>	38
Gambar 4.6 Grafik proses <i>sintering</i>	39
Gambar 4.7 Hasil Uji TGA pada Kuning Telur	39
Gambar 4.8 Perbandingan penyusutan rata-rata.....	42
Gambar 4.9 Alat uji tekan computer type universal testing machine type HT 9502	43
Gambar 4.10 Hasil pengujian tekan spesimen 1	44
Gambar 4.11 Hasil pengujian tekan spesimen 2	44
Gambar 4.12 Hasil pengujian tekan spesimen 3	45
Gambar 4.13 Grafik Hubungan antara Kekuatan Tekan dan Porositas spesimen dengan variasi 1:1,25	46
Gambar 4.14 Hasil pengamatan struktur makro <i>copper metal foam</i> dengan pembesaran 5x	47
Gambar 4.15 Hasil pengamatan mikroskop optik dengan pembesaran 50x ...	48
Gambar 4.16 Hasil pengamatan mikroskop optik dengan pembesaran 200x .	48
Gambar 4.17 Hasil pengamatan SEM dengan pembesaran 500x pada titik 1 .	49
Gambar 4.18 Hasil pengamatan SEM dengan pembesaran700x pada titik 1 .	50
Gambar 4.19 Hasil pengamatan SEM dengan pembesaran 3000x pada titik 1	50
Gambar 4.20 Hasil pengamatan SEM dengan pembesaran 500x pada titik 2 .	51
Gambar 4.21 Hasil pengamatan SEM dengan pembesaran 700x pada titik 2 .	51
Gambar 4.22 Hasil Pengamatan SEM dengan perbesaran 3000x pada titik 2 .	52
Gambar 4.23 Kondisi pengukuran awal pengujian XRD <i>copper metal foam</i> ..	54
Gambar 4.24 Hasil pengujian XRD pada <i>copper metal foam</i>	55
Gambar 4.25 Proses penimbangan (a) massa kering (b) massa basah	57
Gambar 4.26 Grafik porositas <i>copper metal foam</i>	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jenis-jenis tembaga dan sifat mekanik yang ada di dalamnya	9
Tabel 2.2	Koefisien difusi pada tembaga	22
Tabel 4.1	Data penyusutan (shrinkage) <i>copper metal foam</i>	41
Tabel 4.2	Data pengujian tekan <i>copper metal foam</i>	45
Tabel 4.3	Hasil pengujian XRF <i>copper metal foam</i>	53
Tabel 4.4	<i>Peak list</i> dari hasil pengujian XRD <i>copper metal foam</i>	55
Tabel 4.6	Hasil pengukuran rata-rata kristalin	56
Tabel 4.7	Hasil pengujian densitas dan porositas	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Metode perhitungan64
Lampiran A.2 Gambar proses fabrikasi pembuatan spesimen74

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR SINTERING PADA FABRIKASI KOMPOSIT TEMBAGA: *COPPER METAL FOAM DENGAN EGG YOLK* SEBAGAI FOAMING AGENT

Gunawan⁽¹⁾, Arian Romsyah

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya Indralaya,
Sumatera Selatan, Indonesia -30662

E-mail: Gunawan@unsri.ac.id

Abstrak

Tembaga merupakan salah satu kelompok utama logam yang sering digunakan sebagai bahan rekayasa material. Keunggulan tembaga dibandingkan dengan material lain adalah konduktivitas listrik yang sangat baik dan ketahanan yang luar biasa terhadap korosi. Penelitian kali ini proses fabrikasi *copper metal foam* menggunakan tembaga sebagai matriks, *fly ash* sebagai *reinforced*, dan *egg yolk* sebagai *foaming agent* dengan metode metalurgi serbuk menggunakan 3 variasi temperatur *sintering*. Penyusutan yang terjadi akibat proses *sintering* pada spesimen memiliki rata-rata penyusutan 37,948%, pada pengamatan mikroskop optik dengan pembesaran <200x terlihat bintik-bintik putih pada spesimen dan bentuk pori yang tertutup. Berdasarkan pengamatan SEM terlihat bentuk pori-pori dari *copper metal foam* dengan ukuran pori berkisar antara 21,63 μm -169,7 μm . Pada pengujian tekan hasil rata-rata kekuatan tekan (σ_R) pada spesimen dengan variasi 1:1,25 temperatur *sintering* 800°C *Heat rate* 10°C/min sebesar 0,27206 MPa. Pada pengujian XRF (X-Ray Fluorescence) komposisi unsur yang terbentuk yaitu tembaga(Cu) sebesar 99,26%, Fe sebesar 0,473% dan Zr sebesar 0,035%. Berdasarkan pengujian densitas dan porositas pada *copper metal foam* didapat densitas terendah dari 6 variasi spesimen yang dibuat yaitu variasi 1:1,5 dengan nilai densitas 1,2 g/cm³ dan rata-rata porositas spesimen 84,32% dan pada pengujian XRD di peroleh beberapa fasa yang terbentuk dari proses fabrikasi *copper metal foam*. Berdasarkan hasil OM dan SEM pori-pori dapat terbentuk dengan menggunakan *egg yolk* sebagai pembentuk pori. Pengaruh variasi temperatur sintering tidak terlalu berpengaruh pada bentuk spesimen *copper metal foam* yang telah di fabrikasi.

kata kunci: *Copper metal foam*, Uji Tekan, XRD, XRF, SEM,OM

Palembang, Juli 2020



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

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tembaga dan tembaga paduan merupakan salah satu kelompok material yang sering digunakan sebagai bahan rekayasa material. Hampir 500 paduan tembaga saat ini dikenal di Indonesia,Amerika Serikat, dan Negara lainnya yang diklasifikasikan di bawah standar internasional. Paduan tembaga juga diproduksi dalam semua bentuk produk umum yang terus berkembang dari waktu ke waktu. Tembaga yang baik biasanya dipilih secara khusus melalui sifat fisik atau sifat mekaniknya, dan Tembaga Jenis paduan dengan sifat yang diinginkan yang akan dengan mudah digunakan.

Tembaga banyak di gunakan sebagai konduktivitas listrik dan transmisi, pembuatan produk elektronik, dan produksi mesin dan industri kabel kendaraan dan juga pipa. Tembaga merupakan integral bagian dari peralatan sistem pemanas dan pendingin, dan komponen alat telekomunikasi yang dipakai setiap hari di rumah dan juga perbisnisan. Tembaga adalah komponen penting dalam kabel radiator, konektor rem, dan bantalan yang digunakan pada industri kendaraaan. Rata-rata kendaraan seperti mobil mengandung sekitar 1,5 kilometer kawat tembaga, dan jumlah total tembaga berkisar dari 20 kilogram pada mobil kecil hingga 45 kilogram pada mobil mewah dan kendaraan juga hybrid (Doebrick, 2009). Kegunaan tembaga yang bermacam-macam inilah yang membuat tembaga sangat cocok untuk dijadikan sebagai *metal foam*. Faktor lain yang menyebabkan tembaga dan paduan tembaga banyak di pakai karena tembaga memberikan mempunyai sifat yang sangat fleksibel saat di kombinasikan dengan material yang lainnya(Kundig, 2002) .

Metal foam merupakan bahan rekayasa material dengan kombinasi unik antara sifat mekanik dan fisiknya, menghasilkan suatu bahan yang menarik untuk digunakan di luar angkasa, otomotif, dan industri biomedis. Dibandingkan dengan bahan padat dan polimer, *Metal foam* menawarkan kekakuan spesifik yang tinggi, kekuatan tinggi tetapi ringan, peningkatan penyerapan energi yang bagus, dan penyesuaian terhadap suhu tinggi dan kondisi lingkungan yang merugikan. Dengan mengubah ukuran, bentuk, dan volume sel, sifat mekanik dapat direkayasa untuk memenuhi tuntutan berbagai aplikasi(Rabiei and O'Neill, 2005).

Pada penelitian kali ini, Tembaga akan berfungsi sebagai matriks, *fly ash* berfungsi sebagai *reinforced*, dan *Egg Yolk*(kuning telur) berfungsi sebagai *Foaming Agent* atau pembentuk pori-pori. Dimana nantinya spesimen yang telah jadi akan di *sintering* dengan variasi temperatur yang berbeda beda yaitu 750 °C, 800 °C, dan 850 °C.

Berdasarkan penjelasan tersebut, penulis mengambil tugas akhir/skripsi dengan judul “Pengaruh variasi temperature *sintering* pada fabrikasi komposit tembaga: *fly ash metal foam* dengan *egg yolk* sebagai *foaming agent*“.

1.2 Rumusan Masalah

Fabrikasi *Copper metal foam* dalam penelitian kali ini, dilakukan guna mendapatkan paduan tembaga yang diharapkan memiliki pori-pori dengan struktur *open cell* (terbuka). Pori-pori jenis ini dapat di aplikasikan sebagai *transport fenomena* yang dapat juga berpotensi sebagai penukar panas. Penelitian dilakukan untuk mengamati dan menganalisa bagaimana pengaruh penambahan foaming agent dan fly ash terhadap variasi-variasi temperature sintering pada *copper metal foam*. Dan bagaimana sifat mekanik, perubahan massa dan dimensi dari *copper metal foam*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Pada penelitian kali ini tembaga yang di gunakan berupa serbuk yang berfungsi sebagai Matriks.
- b. Pembetuk pori (*foaming agent*) yang di gunakan yaitu egg yolk
- c. *Fly Ash* sebagai *Reinforced*
- d. *Drying temperature* yang di gunakan 160 °C.
- e. Temperatur sintering yang di gunakan bervariasi 750, 800 dan 850 °C.
- f. Heating rate 6, 8, 10°C/min.
- g. Pengujian dan pengamatan yang di lakukan pada penelitian kali ini adalah perhitungan penyusutan (*Shrinkage*), pengamatan struktur makro dan mikro(SEM), pengujian tekan, pengujian XRF, pengujian XRD, pengujian densitas dan porositas.

1.4 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian kali ini adalah :

1. Memfabrikasi Komposit tembaga *foam* dengan *Copper* yang berfungsi sebagai matriks, *Fly ash* yang berfungsi sebagai *Reinforced*, dan *Egg Yolk* sebagai *Foaming Agent*.
2. Mengkarakterisasi kekuatan material, perubahan ukuran dan masa, serta sifat mekanik *dari copper metal foam* yang di buat.
3. Menganalisis mengenai pengaruh variasi temperatur *sintering* terhadap *copper metal foam*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dari penelitian kali ini adalah:

1. Memahami dan mempelajari proses fabrikasi *copper metal foam*
2. Mengetahui sifat-sifat dari komposit *copper metal foam* yang di buat
3. Mengetahui bagaimana pengaruh variasi temperature sintering terhadap *copper metal foam* yang di buat.

1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian yang di pakai penulis menggunakan beberapa sumber yang di pakai dalam proses pembuatan tugas akhir ini, antara lain;

- a. Literatur
- b. Eksperimental
- c. Analisis Data

DAFTAR RUJUKAN

- ASM International Handbook Committee (1990) ‘Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials was’, *ASM International*, 2(ASM international), p. 3470. Available at: <http://books.google.com.hk/books?id=eC-Zt1J4oCgC>.
- Auribis (2013) *The Copper Book for Architecture*.
- Banhart, J. (2001) ‘Manufacture , characterisation and application of cellular metals and metal foams’, 46, pp. 559–632.
- Banhart, J. (2005) ‘Aluminium foams for lighter vehicles’, *International Journal of Vehicle Design*, 37(2/3), p. 114. doi: 10.1504/ijvd.2005.006640.
- Banhart, J. (2007) ‘Metal Foams — from Fundamental Research to
- Banhart, J. and Baumeister, J. (1998) ‘Deformation characteristics of metal foams’, 3.
- Dejun, K. and Tianyuan, S. (2017) ‘Wear behaviors of HVOF sprayed WC-12Co coatings by laser remelting under lubricated condition’, *Optics and Laser Technology*. Elsevier, 89(September 2016), pp. 86–91. doi: 10.1016/j.optlastec.2016.09.043.
- Diani, A. et al. (2014) ‘Numerical analysis of air flow through metal foams’, *Energy Procedia*. Elsevier B.V., 45, pp. 645–652. doi: 10.1016/j.egypro.2014.01.069.
- Doebrich, J. (2009) ‘Copper — A Metal for the Ages’, *U.S. Geological Survey Fact Sheet*, 2009–3031(May), pp. 1–4. Available at: <http://pubs.usgs.gov/fs/2009/3031/>.
- Doljikov, Y. S. et al. (1986) ‘Raman probing of overtone and combination bands to study the vibrational energy distribution produced by multiple-photon excitation’, *Chemical Physics Letters*, 124(4), pp. 304–308. doi: 10.1016/0009-2614(86)85022-9.
- Edihar, M. (2016) *Viskositas dan Difusi Hukum Ficks*. Kendari.
- Ertu, B. (2013a) *Sintering Applications*, *Sintering Applications*. doi: 10.5772/56064.
- Ertu, B. (2013b) *Sintering Applications*. Croatia: Intech.
- Fleck, N. (2016) ‘Metal Foams : a Design Guide Metal Foams : A Design Guide’, 3069(FEBRUARY 2002), p. 264. doi: 10.1016/S0261-3069(01)00049-8.
- Hammond, C. R. (2004) ‘Ionic radii in crystals’, pp. 11–12.
- J.A.Kundig, K. (2004) ‘Chapter 5 copper and copper alloys’, (May), pp. 11–14.

- Junaidi, A. and Suhadi, A. (2013) ‘Pengembangan Metode Pembuatan Elektroda Tembaga – Karbon Dengan Metalurgi Serbuk Method Development on Copper-Carbon Electrode Production By Powder’, 15(2), pp. 68–77.
- Kundig, K. J. A. (2002) *Copper and Copper Alloys*. New Jersey: Randolph.
- Ondova, M., Stevulova, N. and Estokova, A. (2012) ‘The study of the properties of fly ash based concrete composites with various chemical admixtures’, *Procedia Engineering*, 42, pp. 1863–1872. doi: 10.1016/j.proeng.2012.07.582.
- ‘PT. Trouw nutrition Indonesia’ (no date).
- Rabiei, A. and O’Neill, A. T. (2005) ‘A study on processing of a composite metal foam via casting’, *Materials Science and Engineering A*, 404(1–2), pp. 159–164. doi: 10.1016/j.msea.2005.05.089.
- Rajan, T. P. D. *et al.* (2007) ‘Fabrication and characterisation of Al-7Si-0.35Mg/fly ash metal matrix composites processed by different stir casting routes’, *Composites Science and Technology*, 67(15–16), pp. 3369–3377. doi: 10.1016/j.compscitech.2007.03.028.
- Ramlan, R. and Bama, A. (2011) ‘Pengaruh Suhu dan Waktu Sintering terhadap Sifat Bahan Porselen untuk Bahan Elektrolit Padat (Komponen Elektronik)’, *Jurnal Penelitian Sains*, 14(3), pp. 22–25.
- Rao, Z., Wen, Y. and Liu, C. (2018) ‘Enhancement of heat transfer of microcapsulated particles using copper particles and copper foam’, *Particuology*. Chinese Society of Particuology. doi: 10.1016/j.partic.2017.12.010.
- Rehman, T.- *et al.* (2018) ‘International Journal of Heat and Mass Transfer Copper foam / PCMs based heat sinks: An experimental study for electronic cooling systems’, *International Journal of Heat and Mass Transfer*. Elsevier Ltd, 127, pp. 381–393. doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2018.07.120.
- Shin, H. and Liu, M. (2004) ‘Copper Foam Structures with Highly Porous’, (11), pp. 5460–5464.
- Topin, B. F. *et al.* (2006) ‘Experimental Analysis of Multiphase Flow in Metallic foam : Flow Laws , Heat Transfer and Convective Boiling **’, (9), pp. 890–899. doi: 10.1002/adem.200600102.
- Trigg, G. L. *et al.* (1992) ‘ENCYCLOPEDIA OF APPLIED PHYSICS’, 1, pp. 1–2.
- Tyler, D. E. and Black, W. T. (1990) ‘ASM Handbook Volume 2 Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials’.
- Young, D. A. (1975) *Phase diagrams of the elements*. Virginia: Lawrence Livermore Laboratory.