

SKRIPSI
STUDI PENGARUH TEMPERATUR *DRYING* PADA
FABRIKASI *COPPER FOAM* DENGAN KUNING
TELUR SEBAGAI *FOAMING AGENT*



MUHAMAD ADHITYA NUGRATAMA

03051381621078

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2019

SKRIPSI
**STUDI PENGARUH TEMPERATUR *DRYING* PADA
FABRIKASI *COPPER FOAM* DENGAN KUNING
TELUR SEBAGAI *FOAMING AGENT***

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



OLEH
MUHAMAD ADHITYA NUGRATAMA
03051381621078

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2019

HALAMAN PENGESAHAN

**STUDI PENGARUH TEMPERATUR *DRYING* PADA FABRIKASI
COPPER FOAM DENGAN KUNING TELUR SEBAGAI *FOAMING*
AGENT**

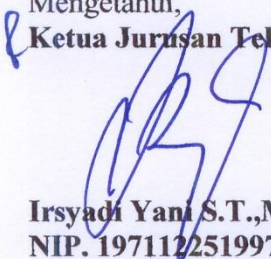
SKRIPSI

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

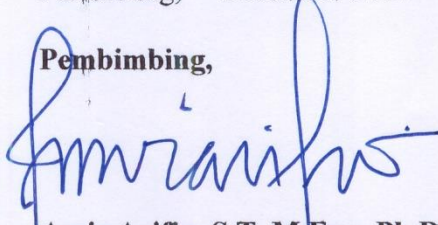
Oleh:
MUHAMAD ADHITYA NUGRATAMA
03051381621078

Palembang, Desember 2019

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


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

Pembimbing,


Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197909272003121004


JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

Nama : MUHAMAD ADHITYA NUGRATAMA
NIM : 03051381621078
Jurusan : TEKNIK MESIN
Judul Skripsi : STUDI PENGARUH TEMPERATUR *DRYING*
PADA FABRIKASI *COPPER FOAM* DENGAN
KUNING TELUR SEBAGAI *FOAMING AGENT*
Dibuat Tanggal : JULI 2019
Selesai Tanggal : DESEMBER 2019

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


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

Palembang, Desember 2019

Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing


Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D.
NIP. 197909272003121004

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “**Studi Pengaruh Temperatur Drying Pada Fabrikasi Copper Foam Dengan Kuning Telur Sebagai Foaming Agent**” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 28 Desember 2019 .

Palembang, 28 Desember 2019

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua

1. Prof. Dr. Ir. Nukman, M, T.
NIP. 195903211987031001

()

Anggota


2. Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.
NIP. 196307191990032001

()

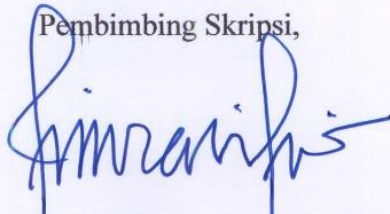
3. Gunawan, S.T, M.T, Ph.D.
NIP. 197705072001121001

()

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin


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

Pembimbing Skripsi,


Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D.
NIP. 197909272003121004

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan karunia-Nya, Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini berjudul **“Studi Pengaruh Temperatur Drying Pada fabrikasi *Copper Foam* Dengan Kuninga Telur Sebagai *Foaming Agent*”**.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak berkerja sendirian, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak terkait, antara lain :

1. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya yang telah memimpin Universitas Sriwijaya dengan sangat baik.
2. Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memimpin Fakultas Teknik dengan sangat baik.
3. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah mendukung dan banyak membantu segala bentuk kegiatan perkuliahan selama ini bagi mahasiswa Teknik Mesin.
4. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya, Dosen pembimbing akademik, sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Skripsi yang selalu memberikan ilmu yang bermanfaat, bimbingan,, nasihat, memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Gunawan, S.T, M.T, Ph.D selaku Dosen pengarah yang selalu memberikan Ilmu yang bermanfaat, bimbingan, nasihat dan membantu dalam pembuatan skripsi ini.

6. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Mesin Universitas Sriwijaya untuk segala ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat bagi penulis selama menjalankan perkuliahan.
7. Orang Tua ku, M. Fazari, S.H dan Mardalena, yang telah berjuang dengan sepenuh hati membesarkan, mendidik dengan penuh kasih sayang, mendoakan, dan menyemangati dalam segala hal, terima kasih atas segala bantuan, kebaikan, pengorbanan, dan perjuangan yang luar biasa sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih untuk cinta, kasih sayang, dan doa yang tiada henti. Semoga Allah SWT selalu memberikan kesehatan, kebaikan, dan memudahkan segala urusan papa dan mama.
8. Adikku Anandya Siti Ramadhani yang telah memberikan dukungan dan doanya kepadaku selama ini. Semoga kita berdua menjadi anak-anak yang sukses dan dapat membahagiakan kedua orang tua kita.
9. Keluarga Besar Penulis Nenek, Wak Cici, Wak E, Tante Epi, Aidil, Paknga, Maknga, ayuk Riri, kak Rusdi, kak Robby, abang Rio, ayuk Siska, adek Rayyan, Raniatu, Rumi, Arrasay, Pakwo, Makwo, ayuk Nely, kak Hafiz, yuk Rika, kak Rama, kak Arie, yuk Anggun, ayuk Fitri kak Febry, adek Habibi, Hamzi, Clarissa, Medina, om Zul, wak Zul betino, mbak Vivi, kak Beny, Bude, om Boy adek Fabyan, Keanu, Tante Ida, om Ijal, tante Tety, om Han, tante Fitri, adek Dika, Rizki, om Pepen, tante Rina, adek Erza, Farel, Puan, Gunwo yang selalu memberikan dukungan, doa, dan nasihat selama ini.
10. Kekasihku Dea Putri Falizah, S.E, yang selalu mensupport, memberikan dukungan dan doanya kepadaku serta setia membantu dan menemani dengan tulus hingga sekarang. Terimakasih atas cinta, dan kasih sayang karena selalu mensupport, mendukung, membantu, menemangati dalam menyelesaikan berbagai masalah, dan setia dengan babo dari dahulu hingga sekarang. semoga Allah SWT selalu memberikan kebaikan untuk sayang dan dimudahkan dalam segala urusan.
11. Kakak-kakak pengurus jurusan akademik Teknik mesin kampus Palembang, kak Jery, kak Daus, kak Indra, kak Andi yang selalu

membantu penulis dalam mengurus hal perkuliahan, persyaratan, maupun hal akademik lainnya, terkadang ketika mereka ingin pulang atau tenggat waktu sudah mepet selalu di sempatkan oleh mekeka berempat.

12. Kak Anang, dan kiyai Bambang yang selalu membantu dalam kegiatan di luar perkuliahan, membantu mencarikan dosen, mencarikan slot parkir motor, dan mobil, terkadang membukakan tanda larangan parkir yang ada di jalan agar penulis bisa parkir.
13. Sahabat-sahabatku di perkuliahan Team Suma (Rizki, Yudha, Stephen, Fajri, Aldi, Bayu, Iqbal, Niko, Rupi,Surya) , dan Team Selu (Adi, Waldo, Vernanda, Yoga, Edo, Iyan, Agam, Izaaz, Dede, Dera, Samuel, Jainal, Wahyu) yang telah memberikan hiburan, dukungan, dan doa yang tiada henti, membuat hari-hari dimasa perkuliahan menjadi lebih berwarna.
14. Team Resque Yudha, Adi, Waldo, Rizki, Stephen, Edo, Iyan, Yoga, Dede yang selalu memantu penulis dalam menyelesaikan permasalahan di motor maupun mobil.
15. Yudha, Stephen, Rizki, sahabatku yang selalu mendampingi perjuangan skripsi ini dan tidak lupa memberikan semangat kepadaku terimakasih untuk segala motivasi dan dukungannya.
16. Team Porous Structure (Ghaly, Surya, Arian, Faried, Fathan, Agung, Metta) yang selalu membantu penulis, memotivasi, dan memberikan semangat kepada penulis.
17. Teman – Teman Teknik Mesin 2016 atas kenangan, pengalaman, bantuan, canda tawa, dan kerjasama selama ini, Terimakasih telah menjadi teman seperjuang selama menjalani perkuliahan. Semoga kita sukses semua. Sampai jumpa dalam waktu dan cerita indah masing-masing.
18. Semua pihak yang membantu dan memberikan dukunga baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses penyusutan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan pengetahuan, dan pengalaman yang

dimiliki. 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 yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang di kemudian hari.

Palembang, 28 Desember 2019

Muhamad Adhitya Nugaratama
NIM. 03051381621078

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhamad Adhitya Nugratama

NIM : 03051381621071

Judul : Studi Pengaruh Temperatur *Drying* Pada Fabrikasi *Copper foam*
Dengan Kuning Telur 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, Desember 2019



Muhamad Adhitya Nugratama
NIM. 03051381621078

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhamad Adhitya Nugratama

NIM : 03051381621071

Judul : Studi Pengaruh Temperatur *Drying* Pada Fabrikasi *Copper foam*
Dengan Kuning Telur Sebagai *Foaming Agent*.

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, Desember 2019



Muhamad Adhitya Nugratama
NIM. 03051381621078

RINGKASAN

STUDI PENGARUH TEMPERATUR *DRYING* PADA FABRIKASI *COPPER FOAM* DENGAN KUNING TELUR SEBAGAI *FOAMING AGENT*

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, 28 Desember 2019

Muhamad Adhitya Nugratama; Dibimbing oleh Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D

STUDY THE EFFECT OF DRYING TEMPERATURE ON FABRICATION *COPPER FOAM* WITH EGG YOLK AS *FOAMING AGENT*

xxix + 65 Halaman, 12 tabel, 50 gambar, 5 lampiran

RINGKASAN

Seiring dengan perkembangan zaman teknologi telah mengalami banyak perkembangan dan juga berpengaruh terhadap berbagai manufaktur dalam bidang industri untuk menghasilkan komponen dengan kualitas unggul, struktur yang kuat, dan nilai ekonomis yang baik. *Metal foam* banyak digunakan karena memiliki banyak keunggulan, diantaranya bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bentuk metalnya yang padat, ketangguhan serta kekuatan yang baik, dan tahan aus yang lebih baik. penggunaan *metal foam* telah menyebar ke berbagai macam aplikasi, seperti struktur sayap pesawat terbang untuk industri dirgantara, permukaan katalitik untuk reaksi kimia, struktur inti untuk panel kekuatan tinggi, otomotif, dan lain-lainnya. Metal foam dapat di kelompokkan berdasarkan dua jenis yaitu open foam dan closed foam. Closed foam ialah spesimen *metal foam* yang pori-porinya tertutup dan mempunyai tingkat kekuatan yang baik. Sedangkan *open foam* merupakan material yang setiap pori-porinya saling berhubungan dan memiliki kekuatan yang lemah di bandingkan *closed foam*. Penelitian yang penulis lakukan menggunakan matriks yaitu serbuk tembaga, dan menggunakan bahan pembentuk pori (*foaming agen*) yaitu kuning telur yang memiliki fungsi untuk membentuk foam yang akan di lakukan dengan proses *drying* dengan variasi temperatur 140°C, 160°C, dan 180°C, serta dengan temperatur sintering 800°C. Tembaga merupakan logam yang cukup umum ditemui terutama dalam bidang kelistrikan. Tembaga memiliki aplikasi yang berbeda dalam masyarakat modern karena konduktivitas termal yang sangat baik, sifat listrik, ketahanan terhadap korosi yang baik. Sifat paduan yang sangat baik dari tembaga membuatnya sangat berguna ketika dikombinasikan dengan logam lain. Paduan

ini masih terus dikembangkan yang berguna untuk aplikasi khusus. *Foaming agent* merupakan suatu bahan yang digunakan untuk membuat pori. Kuning Telur dipilih karena mudah didapat dan memiliki harga yang ekonomis, selain itu telur juga kaya nutrisi yang menjadikannya makanan pokok bagi banyak orang di seluruh dunia. Pada penelitian ini bagian telur yang diambil hanya kuningnya saja. Fungsi dari kuning telur sendiri sebagai pengembang. Kuning telur ini nantinya akan dicampurkan dengan matrix yang berupa serbuk tembaga sampai membentuk busa. Sebuah busa tercipta karena adanya udara yang terperangkap, udara yang terperangkap ini akan membentuk gelembung-gelembung kecil. Saat busa dipanaskan sel-sel udara kecil yang terbentuk akan mengembang dan membentuk tekstur berpori ke matrix tembaga. Pada proses fabrikasi tembaga berporos dengan proses *powder metalurgy* ada proses sintering. Ketika proses sintering berlangsung, akan terjadinya difusi (terjadinya ikatan antar partikel) antara matrix dan bahan *foaming agent*. Tahapan sintering yaitu menyatunya partikel pada bahan matrix dengan bahan pembentuk poros dikarenakan terjadinya pembakaran di temperatur dibawah 20% dari titik leleh senyawa matrix yang di sinter. Metode *powder metalurgy* dengan proses sintering merupakan metode yang akan dipakai untuk membuat *Copper foam* pada penelitian ini. Memakai serbuk tembaga dengan nilai kemurnian 99.5 % sebagai bahan dasarnya, dan *Egg yolk* sebagai bahan pembentuk poros. Untuk mencapai tujuan penelitian ini pengujian yang akan dilakukan antara lain *X-Ray Diffraction* untuk mengetahui senyawa yang terbentuk, *X-Ray Fluoresence* untuk mengetahui komposisi kimia, pengujian densitas untuk mengetahui massa jenis, pengujian tekan untuk mengetahui kekuatan mekanik, pengujian *Scanning Electron Microscope* untuk mengamati struktur mikro melalui, dan pengujian *Optical Microscope* untuk mengamati Struktur makro. Dari data hasil pengujian dan pengamatan yang sudah dilakukan maka didapatkan kesimpulan bahwa fabrikasi *copper foam* dengan kuning telur sebagai *foaming agent* dapat di lakukan, Pada temperatur *drying* 140°C spesimen tidak mendapatkan kekuatan mekanik yang baik dan hasil bentuk spesimen yang tidak baik, pada temperatur 160°C kekuatan mekanik sedikit lebih baik dari variasi *drying* sebelumnya, dan pada temperatur *drying* 180°C didapatkan bentuk hasil spesimen dan kekuatan mekanik yang terbaik dari seluruh variasi temperatur *drying*, variasi terbaik dari fabrikasi tembaga berpori atau *copper foam* adalah variasi dengan perbandingan Matriks tembaga dan Kuning Telur dengan perbandingan 1:1,25, pada hasil pengamatan struktur makro dan mikro menunjukkan pori-pori yang dihasilkan pada *copper foam* secara umum berbentuk bulat dan berjenis *open cell foam*, pada uji XRF yang dilakukan di sampel tembaga berpori terdapat 2 jenis zat yang terbaca yakni Cu sebesar 99,95%, dan Pb sebesar 0.033%, spesimen dengan *stirring time* yang lebih lama memiliki kekuatan mekanik yang lebih baik, Rata-rata *shrinkage* berkisar dari 37,14% sampai 50,34%, rata-rata porositas berkisar 56,11% sampai 72,80%, dan rata-rata kekuatan mekanik dari spesimen yang di uji yaitu 0,02635Mpa.

Kata Kunci : Teknologi, logam, poros, tembaga, serbuk, pengeringan, XRF, XRD, tekan, SEM, densitas, tekan mikroskop.

SUMMARY

STUDY THE EFFECT OF DRYING TEMPERATURE ON FABRICATION
COPPER FOAM WITH EGG YOLK AS FOAMING AGENT.

Scientific Writing in the form of Thesis, 28 Desember 2019

Muhamad Adhitya Nugratama; Suvervised by Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D

STUDI PENGARUH TEMPERATUR *DRYING* PADA FABRIKASI
COPPER FOAM DENGAN KUNING TELUR SEBAGAI *FOAMING AGENT*

xxix + 65 Pages, 12 tables, 50 picture, 5 attachment

SUMMARY

Along with the development of the technological age has experienced many developments and also influenced various manufacturing in the industrial field to produce components with superior quality, strong structure, and good economic value. Metal foam is widely used because it has many advantages, including lighter weight compared to its solid metallic shape, good toughness and strength, and better wear resistance. the use of metal foam has spread to various applications, such as aircraft wing structures for the aerospace industry, catalytic surfaces for chemical reactions, core structures for high strength panels, automotive, and others. Metal foam can be classified based on two types, namely open foam and closed foam. Closed foam is a metalfoam specimen whose pores are closed and have a good strength level. Whereas open foam is a material in which each pore is interconnected and has weak strength compared to closed foam. The research conducted by the author uses a matrix of copper powder, and uses a pore forming agent (foaming agent) that is egg yolk which has the function to form foam that will be carried out with a drying process with temperature variations of 140°C, 160°C, and 180°C , as well as with a sintering temperature of 800 ° C. Copper is a metal that is quite commonly found, especially in the field of electricity. Copper has different applications in modern society because of its excellent thermal conductivity, electrical properties, good corrosion resistance. The excellent alloy properties of copper make it very useful when combined with other metals. This alloy is still being developed which is useful for special applications. Foaming agent is a material used to make pores. Egg Yolk was chosen because it is easy to obtain and has an economical price, besides eggs are also rich in nutrients

which makes it a staple food for many people around the world. In this study, the egg was taken only from the yolk. The function of the egg yolk itself as a developer. This egg yolk will be mixed with a matrix of copper powder to form foam. A foam is created because of the trapped air, this trapped air will form small bubbles. When the foam is heated the small air cells that are formed will expand and form a porous texture to the copper matrix. In the copper porous fabrication process with the powder metallurgy process there is a sintering process. During the sintering process, diffusion (bonding between particles) occurs between the matrix and the foaming agent. Sintering stage is the joining of particles in the matrix material with the shaft forming material due to combustion at temperatures below 20% from the melting point of the sintered matrix compound. The powder metallurgy method with the sintering process is a method that will be used to make Copper foam in this study. Using copper powder with a purity value of 99.5% as the base material, and Egg yolk as the shaft forming material. To achieve the objectives of this research, tests that will be carried out include X-Ray Diffraction to determine the compounds formed, X-Ray Fluorescence to determine chemical composition, density testing to determine density, compressive testing to determine mechanical strength, Scanning Electron Microscope testing to observe microstructure through, and Optical Microscope testing to observe macro structure. From the test results and observations that have been carried out, it can be concluded that copper foam fabrication with egg yolk as a foaming agent can be done. At a drying temperature of 140°C the specimens do not get good mechanical strength and results of bad specimen shape, at a temperature of 160°C mechanical strength is slightly better than previous drying variations, and at a drying temperature of 180°C obtained the best form of specimens and mechanical strength from all variations of drying temperature, the best variation of porous copper or copper foam fabrication is variation with copper matrix ratio and Egg Yolk with a ratio of 1: 1.25, the results of observations of macro and micro structures show the pores produced in copper foam in general are round and open cell foam type, in the XRF test conducted in porous copper samples there are 2 types of substances that read the Cu of 99.95%, and Pb of 0.033%, the specimen with a longer stirring time has better mechanical strength, average shrinkage ranges from 37.14% to 50.34%, average porosity ranges from 56.11% to 72.80%, and average mechanical strength of the specimen tested is 0.02635MPa.

Key Word : technology, foam, copper, powder, drying, XRF, XRD, SEM, Density, compression, microscope.

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	iii
Halaman Pengesahan	v
Halaman Pengesahan Agenda	vii
Halaman Persetujuan	ix
Kata Pengantar.....	xi
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	xv
Halaman Pernyataan Integritas	xvii
Ringkasan	xix
Summary.....	xxi
Daftar Isi.....	xxiii
Daftar Gambar	xxvii
Daftar Tabel.....	xxix

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	2
1.3	Batasan Masalah.....	2
1.4	Tujuan Penelitian.....	3
1.5	Manfaat Penelitian.....	3
1.6	Metode Penelitian.....	4

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Metal Foam	5
2.2	Dasar-dasar Material	7
2.2.1	Tembaga.....	8
2.2.2	Karakteristik Tembaga.....	9
2.2.3	<i>Foaming Agent</i> (Kuning Telur)	12
2.3	Metode Pembuatan <i>Copper Foam</i>	14
2.3.1	Powder Metalurgy	14
2.4	Sintering	15

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Diagram Alir Penelitian	17
3.2	Persiapan Alat dan Bahan	18
3.3	Prosedur Penelitian.....	18
3.3.1	Persiapan Material Matriks	19
3.3.2	Proses Persiapan <i>Foaming Agent</i>	19
3.4	Pembuatan Spesimen Copper Foam	20
3.5	Metode Pengujian.....	23
3.5.1	Pengujian Tekan	23
3.5.2	Pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM)	25
3.5.3	Pengujian X-Ray Diffraction (XRD).....	26
3.5.4	Pengujian Densitas	27
3.5.5	Pengujian X-Ray Fluorescence (XRF).....	28
3.5.6	Pengujian Optical Microscope (OM).....	29

BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1	Karakteristik Bahan.....	31
4.2	Hasil Pencampuran (<i>Mixing</i>).....	33
4.3	Hasil <i>Drying</i> dan Sintering.....	34
4.3.1	<i>Drying</i>	34
4.3.2	Sintering	35
4.4	Hasil Perhitungan penyusutan (<i>Shrinkage</i>).....	37
4.5	Hasil Pengujian <i>X-Ray Fluoroscene</i> (XRF).....	41
4.6	Hasil Pengujian Densitas.....	42
4.7	Hasil Pengujian Tekan	46
4.8	Hasil Pengujian <i>X-ray Diffraction</i> (XRD)	50
4.9	Hasil Pengujian <i>Optical Microscope</i> (OM)	54
4.10	Hasil Pengujian SEM	55
4.11	Aplikasi Copper Foam Dalam Dunia Mekanikal.....	59

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran.....	62

DAFTAR PUSTAKA..... 63

LAMPIRAN..... 67

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Metal Foam.....	5
Gambar 2.2 Closed Cell Foam	6
Gambar 2.3 <i>Open Cell Foam</i>	7
Gambar 2.4 Tembaga (Cu)	8
Gambar 2.5 Diagram Fasa Tembaga Murni (Young, 1975).....	11
Gambar 2.6 Bubuk Tembaga.....	11
Gambar 2.7 Kuning Telur.....	12
Gambar 2.8 Proses fabrikasi <i>Metal Foam</i>	14
Gambar 2.9 Tahap Sintering Antar Partikel	16
Gambar 2.10 Tahap difusi atom antar partikel	16
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	17
Gambar 3.2 Serbuk Tembaga	19
Gambar 3.3 Timbangan Digital	20
Gambar 3.4 Stiring Magnetic	20
Gambar 3.5 Cetakan (<i>Molding</i>).....	21
Gambar 3.6 <i>Electric furnice</i>	22
Gambar 3.7 Spesimen Hasil Sintering.....	23
Gambar 3.8 Alat Uji Tekan	24
Gambar 3.9 Dimensi Spesimen Uji tekan	24
Gambar 3.10 Alat uji SEM.....	25
Gambar 3.11 Alat uji X-Ray <i>Diffraction</i>	27
Gambar 3.12 Alat Uji X-Ray <i>Fluoroscene</i>	29
Gambar 3.11 Alat Uji <i>Optical Microscope</i>	30
Gambar 4.1 Tembaga Dengan Perbesaran 1000X.....	32
Gambar 4.2 Tembaga Dengan Perbesaran 3000X.....	32
Gambar 4.3 Proses Pencampuran Matriks dan Foaming Agent.....	33
Gambar 4.4 Hasil Proses <i>Drying</i>	34

Gambar 4.5 Hasil Proses Sintering.....	.35
Gambar 4.6 Grafik Uji TGA Kuning Telur.....	.36
Gambar 4.7 Diagram Hasil Perhitungan <i>Shrinkage</i> Rata-rata41
Gambar 4.8 Massa kering dan massa basah42
Gambar 4.9 Diagram Hasil Perhitungan Porositas Rata-rata45
Gambar 4.10 Alat Uji Tekan46
Gambar 4.11 Grafik Hasil Uji Tekan Spesimen 1.....	.47
Gambar 4.12 Grafik Hasil Uji Tekan Spesimen 2.....	.47
Gambar 4.13 Grafik Hasil Uji Tekan Spesimen 3.....	.48
Gambar 4.14 Diagram Hasil Uji Tekan.....	.49
Gambar 4.15 Alat Uji X-Ray Diffraction.....	.50
Gambar 4.16 XRD Peak Pada Sample Tembaga Berpori51
Gambar 4.17 Hasil Pola Spektrum XRD.....	.51
Gambar 4.18 Spesimen Uji <i>Optical Microscope</i>54
Gambar 4.19 Hasil Uji Struktur Makro perbesaran 50X.....	.54
Gambar 4.20 Hasil Uji Struktur Makro Perbesaran 50054
Gambar 4.21 Pengamatan di titik 1 perbesaran 150X.....	.55
Gambar 4.22 Pengamatan di titik 1 perbesaran 500X.....	.56
Gambar 4.23 Pengamatan di titik 1 perbesaran 2000X.....	.56
Gambar 4.24 Pengamatan di titik 2 perbesaran 150X.....	.57
Gambar 4.25 Pengamatan di titik 2 perbesaran 500X.....	.57
Gambar 4.26 Pengamatan di titik 2 perbesaran 2000X.....	.58
Gambar 4.27 Grafik perbandingan aplikasi <i>copper foam</i>60

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sifat Fisik Tembaga	9
Tabel 2.2 Jenis Tembaga beserta sifat mekanik	10
Tabel 2.3 Komposisi isi kandungan kimia telur	13
Tabel 4.1 Karakteristik Bahan Matriks.	31
Tabel 4.2 Data Perhitungan <i>Shrink Age</i>	39
Tabel 4.3 Data Komposisi yang terkandung Pada Spesimen.	41
Tabel 4.4 Data Uji Densitas Dan Porositas.	44
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Tekan.	49
Tabel 4.6 Kondisi Pengukuran XRD.....	50
Tabel 4.7 Hasil <i>Peak list</i> .Spesimen Tembaga Berpori	52
Tabel 4.8 Perhitungan Rata-rata Ukuran Kristalin.	53
Tabel 4.9 Aplikasi <i>copper foam</i> dalam dunia mekanikal.	60

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tahukah anda dengan seiring berkembangnya zaman, jika di lihat hingga sekarang, teknologi sudah mengalami banyak perkembangan dari waktu ke waktu, dan tentu itu telah membantu berbagai kegiatan manusia menjadi lebih efisien dan juga berpengaruh terhadap berbagai manufaktur dalam bidang industri-industri untuk menghasilkan komponen dengan kualitas yang unggul, struktur yang kuat, dan memiliki nilai ekonomis yang tidak mahal. Dengan kebutuhan manufaktur akan kualitas yang unggul tadi maka banyak dilakukan berbagai macam penelitian mengenai ilmu material untuk menyesuaikan perkembangan di bidang industri, salah satunya yaitu material logam berpori (*metal foam*). *Metal foam* banyak digunakan karena memiliki banyak keunggulan, diantaranya bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bentuknya yang padat, ketangguhan serta kekuatan yang baik, dan tahan aus yang lebih baik.

Sebagai bahan baru, *metal foam* semakin menarik perhatian untuk digunakan dalam berbagai variasi untuk pengaplikasiannya. Keuntungan dari *metal foam* terletak pada densitas masa jenis yang rendah, luas permukaan yang besar dalam volume yang terbatas dan struktur kekuatan tinggi (Lu, Zhao and Tassou, 2006).

Belakangan ini, penggunaan *metal foam* telah menyebar ke berbagai macam aplikasi, seperti struktur sayap pesawat terbang untuk industri dirgantara, permukaan katalitik untuk reaksi kimia, struktur inti untuk panel kekuatan tinggi, otomotif, dan lain-lainnya (Lu, Zhao and Tassou, 2006).

Metal foam dapat di kelompokkan berdasarkan dua jenis yaitu *open foam* dan *closed foam*. *Closed foam* ialah spesimen *metalfoam* yang pori-porinya tertutup dan mempunyai tingkat kekuatan yang baik (Prasetyo, 2008).

Sedangkan *open foam* merupakan material yang setiap pori-porinya saling berhubungan dan memiliki kekuatan yang lemah di bandingkan *closed foam* (Prasetyo, 2008).

Penelitian yang penulis lakukan menggunakan matriks yaitu serbuk tembaga, dan menggunakan bahan pembentuk pori (*foaming agen*) yaitu kuning telur yang memiliki fungsi untuk membentuk foam yang akan di lakukan dengan proses *drying* dengan variasi temperatur 140°C, 160°C, dan 180°C, serta dengan temperatur sintering 800°C.

Dari latar belakang yang telah di tulis di atas, penulis mengambil skripsi atau tugas akhir yang berjudul “Studi Pengaruh Temperatur Drying Pada Fabrikasi *Copper Foam* Dengan kuning Telur Sebagai *foaming agen*”.

1.2 Rumusan Masalah

Kebutuhan industri terhadap bahan yang bermassa ringan dan memiliki kualitas yang lebih baik adalah hal yang perlu untuk di lakukan perkembangan yang lebih lanjut. *copper foam* memilki sifat ringan, penyerapan energi yang baik, ketahanan korosi yang baik dan mudah di temukan. Metode fabrikasi *Copper foam* dengan kuning telur sebagai bahan pembentuk pori (*Foaming Agent*) belum tergali lebih dalam sehingga di butuhkan analisis lebih lanjut untuk fabrikasi *copper foam* dengan kuning telur sebagai foaming agent.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan karya ilmiah diperlukan kedalaman pengkajian mengenai masalah yang akan dibahas. Untuk mempermudah hal tersebut maka masalah tersebut perlu dibatasi. batasan masalah pada penelitian ini :

- a. Matriks yang dipakai yaitu bubuk tembaga dengan kemurnian 99.5%.
- b. Bahan pembentuk yang di gunakan yaitu *Egg yolk*.

- c. *Drying* temperature di gunakan bervariasi 140°C, 160°C, dan 180 °C.
- d. Temperatur sintering di gunakan 800 °C.
- e. Laju kenaikan panas 6°C, 8°C, dan 10°C/min.
- f. Pengujian yang akan di lakukan yaitu uji XRF, pengujian *density*, pengujian tekan, uji SEM, uji XRD, dan pengamatan *Optical Microscope*..

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Memfabrikasi *copper foam*, dan *egg yolk* sebagai bahan pembentuk poros (*foaming.agent*).
2. Mengkaji sifat mekanik, perubahan dimensi, dan masa dari *copper foam*.
3. Mengkaji pengaruh variasi temperatur *drying* terhadap *copper foam*.
4. Menghasilkan material yang bisa di manfaatkan dalam kehidupan manusia

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah, yaitu :

1. Dapat dijadikan sebagai bahan acuan untuk penelitian berikutnya, khususnya dalam penerapan fabrikasi logam Tembaga berpori dengan variasi material *space holder*.
2. Memanfaatkan material lokal sebagai *space holder* dalam campuran fabrikasi logam Tembaga berpori, seperti Kuning telur (*Egg-yolk*).
3. Sebagai bentuk kontribusi untuk perkembangan ilmu pada konsentrasi Material khususnya dibidang *Metal Foam*.

4. Mempelajari proses fabrikasi *metal foam* menggunakan serbuk tembaga.
5. Mengetahui sifat-sifat dari *metal foam*.
6. Mengetahui pengaruh perubahan variasi *drying* temperatur terhadap *metal foam* yang dibuat.

1.6 Metode Penelitian

beberapa sumber yang penulis gunakan untuk proses pembuatan skripsi ini, yaitu :

- a. Literatur

Mempelajari dan mengambil data dari berbagai jurnal, referensi dan media elektronik.

- b. Eksperimental (Pengujian Laboratorium)

yaitu percobaan dan penelitian guna mendapatkan *sample* uji dan data-data di lapangan hingga melakukan pengujian dan mengambil data di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboraia, M., Sharkawi, R. and Doheim, M. A. (2011) 'Production of aluminium foam and the effect of calcium carbonate as a foaming agent', *Journal of Engineering Sciences*.
- Association, C. D. (2007) 'A Guide to Working With Copper and Copper Alloys', *The Copper Advantage*, 5(2), p. 8. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-3482-2_14.
- Banhart, J. (2000) 'Manufacturing Routes for very low specific', (December).
- Banhart, J. (2007) "Metal Foams—from Fundamental Research to Applications", *Frontiers in the Design of Materials*, pp. 279–289.
- Banhart, J. (2007) *Metal Foams from Fundamental Research to Applications*. Berlin: Department of Materials Science.
- Banhart, J. and Baumeister, J. (1998) 'Deformation characteristics of metal foams', 3. doi: 10.1023/A:1004383222228.
- Board, A. E. (2012) *The Incredible Edible EggTM Eggcyclopedia*. Fifth Edit. Illinois.
- Boegger Industrial Limited, n.d. Metallic Foams - Ultra-Lightweight, Good Conductivity [WWW Document]. URL <https://www.filter-elements.org/filter-elements/metallic-foams.html>
- Bunaciu, A.A., Udriștioiu, E. gabriela, and Aboul-Enein, H.Y., 2015. X-Ray Diffraction: Instrumentation and Applications. *Critical Reviews in Analytical Chemistry* 45, 289–299. <https://doi.org/10.1080/10408347.2014.949616>.
- Derlet, P.M., 2011. Sintering Theory. *Solutions*.
- Ertu, B. (2013) *Sintering Applications*. Croatia: Intech.
- Fadli, A., and Sopyan, I., 2011. Porous ceramics with controllable properties prepared by protein foaming-consolidation method 195–203. <https://doi.org/10.1007/s10934-010-9370-8>.
- Hadi, S., 2016. Teknologi Bahan. CV. Andi Offset, Yogyakarta.

- Hammond, C. R. (2004) *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. New York: CRC Press.
- Hunt, C. V. and Hunt, C. V. (2009) “A method to reduce smearing in the milling of metal foams”, pp. 1–104.
- Institute, E.C., 2018. Introducing copper [WWW Document]. URL <https://copperalliance.eu/about-copper/copper-and-its-alloys/properties/>
- Kundig, K. J. A. (2002) *Copper and Copper Alloys*. New Jersey: Randolph.
- Leblanc, G. E. (1999) *The measurement, instrument and sensors handbook, Smrc*.
- Lu, W., Zhao, C. Y. and Tassou, S. A. (2006) ‘Thermal analysis on metal-foam filled heat exchangers. Part I: Metal-foam filled pipes’, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 49(15–16), pp. 2751–2761. doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2005.12.012.
- Mackenzie, J. K. and Shuttleworth, R. (1949) *A Phenomenological Theory of Sintering*. England: H.H Wills Physical Laboratory University of Bristol.
- Olevsky, E.A., 2011. *Sintering theory*. California, USA.
- Rajeshkanna, S. and Nirmalkumar, O. (2014) ‘Synthesis and Characterization of Cu Nanoparticle Using High Energy Ball Milling Route and Compare with Scherrer Equation’, 2(12), pp. 30–35.
- 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.
- Setiabudi, A., Hardian, R. and Muzakir, A. (2012) *Karakterisasi Material ; Rifan Hardian*. Bandung: Gedung Penerbitan dan Percetakan UPI.
- Sopyan, I., Fadli, A. and Mel, M. (2012) ‘Porous alumina – hydroxyapatite composites through protein foaming – consolidation method’, *Journal*

of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials. Elsevier Ltd, 8, pp. 86–98. doi: 10.1016/j.jmbbm.2011.10.012.

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*. New York: VCH.

Tyler, D. E. and Black, W. T. (1990) *ASM Handbook Volume 2 Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials*. ASM International.

U.S. Geological Survey, 2009. Copper — A Metal for the Ages; USGS Mineral Resources Program. *Distribution*.

Wang, J. *et al.* (2019) ‘Experimental investigation of heat transfer and flow characteristics in finned copper foam heat sinks subjected to jet impingement cooling’, *Applied Energy*. Elsevier, 241(November 2018), pp. 433–443. doi: 10.1016/j.apenergy.2019.03.040.

Young, D.A., 1975. Phase diagrams of the elements. United States of America.

Zhang, L., Mullen, D., Lynn, K., and Zhao, Y., 2009. Heat transfer performance of porous copper fabricated by the lost carbonate sintering process, in: *Materials Research Society Symposium Proceedings*. pp. 213–218. <https://doi.org/10.1557/proc-1188-1104-07>.

**STUDI PENGARUH TEMPERATUR *DRYING* PADA
FABRIKASI *COPPER FOAM* DENGAN KUNING TELUR
SEBAGAI *FOAMING AGENT***

Amir Arifin*, Muhamad Adhitya Nugratama
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang – Prabumulih km 32 Indralaya, Ogan Ilir
E-mail* : amir@unsri.ac.id

Abstrak

Seiring dengan perkembangan zaman teknologi telah mengalami banyak perkembangan dari waktu ke waktu dan juga berpengaruh terhadap berbagai manufaktur dalam bidang industri untuk menghasilkan komponen dengan kualitas unggul, struktur yang kuat, dan nilai ekonomis yang tidak mahal. Material komposit banyak di gunakan karena memiliki banyak keuntungan diantaranya, bobot yang lebih ringan, ketanguhan, kekuatan yang baik dan tahan aus yang lebih baik pula. Sebagai bahan yang baru metal foam semakin banyak menarik perhatian dikarenakan densitas masajenis yang rendah, luas permukaan yang besar dalam volume yang terbatas, dan struktur kekuatan yang tinggi. Pada penelitian ini penulis akan memfabrikasi *copper foam* dengan metode metalurgi serbuk dengan variasi temperatur *drying* dan *foaming agent* berupa kuning telur yang digunakan untuk pembentukan pori pada matrix tembaga. Pengujian dan pengamatan yang dilakukan diantaranya adalah *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengkarakterisasi fasa kristalin yang terbentuk, *X-Ray Fluoresences* untuk mengetahui komposisi kimia pada *copper foam*, pengujian viskositas untuk mengetahui nilai kekentalan dari fluida, pengujian densitas untuk mengetahui massa jenis, pengujian tekan (*Compression*) untuk mengetahui kekuatan mekanik serta pengamatan struktur mikro melalui pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Kata Kunci : Teknologi, logam, poros, tembaga, serbuk, pengeringan, XRF, XRD, Tekan, Densitas, SEM, mikroskop.


Palembang, Desember 2019

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Dosen Pembimbing



Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D.
NIP. 197909272003121004