

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi yang cepat sangat membutuhkan material baru yang memiliki sifat-sifat unggul. Mendapatkan sifat-sifat unggul dari berbagai material dapat dilakukan dengan membuat komposit. Komposit merupakan kombinasi dua atau lebih material yang memiliki hubungan antarmuka antara material penyusunnya sehingga diperoleh sifat material yang baru. Komposit dapat dikelompokkan menurut jenis material matrik komposit, seperti Komposit Matrik Logam, Komposit Matrik Polimer, Komposit Matrik Keramik.

Komposit Matrik Logam (KML) dengan penguat partikel banyak diterapkan pada bidang keteknikan dikarenakan memiliki performan yang baik seperti kekuatan tinggi, kekerasan tinggi, sifat tahan aus, koefisien ekspansi panas rendah, harga kompetitif. Material yang banyak digunakan di industri pada saat ini adalah paduan aluminium. Salah satu jenis paduan aluminium tersebut adalah paduan aluminium-tembaga (AlCu) yang bila dikombinasikan dengan alumina atau karbida silikon dari jenis keramik yang kuat dan keras akan membentuk suatu material baru berupa komposit matrik logam.

Komposit matrik aluminium dengan penguat partikel memberikan sejumlah alternatif penggunaan karena komposit ini memiliki keunggulan dari sisi kapasitas panas spesifik dan konduktivitas panas tinggi, densitas rendah, kekuatan spesifik tinggi, kekakuan spesifik tinggi, koefisien ekspansi baik, ketahanan fatik, dan kestabilan dimensi.¹

Sejumlah teori dan penelitian menunjukkan bahwa sifat mekanis komposit aluminium dengan perbedaan jenis matrik dan penguat, berhubungan dengan struktur mikronya. Sehingga pemilihan jenis, geometri dan volume fraksi penguat sangat penting dalam menentukan kombinasi terbaik dari sifat-sifatnya dan harga yang murah. Proses pembuatan komposit aluminium dapat dilakukan dengan metalurgi serbuk, infiltrasi cairan logam, *squeeze casting*, pembentukan *semisolid*, dan lain-lain¹.

Penggunaan alumina sebagai penguat pada komposit matrik aluminium 7075 dengan proses squeeze casting menunjukkan peningkatan kekerasan secara linier terhadap fraksi volume alumina dan meningkatkan sifat tahan aus². Untuk meningkatkan sifat pembasahan antar matrik aluminium dengan penguat Al₂O₃ maka ditambahkan unsur magnesium sebagai wetting agent kedalam lelehan aluminium³. Paduan AlCu dengan kandungan Cu kurang dari 5,65 persen memiliki kemampuan untuk ditingkatkan kekerasannya dengan mekanisme pengerasan presipitasi. Proses perlakuan panas T6 yang dilakukan pada paduan AlCu dengan persentase Cu sebesar 5% menunjukkan bahwa kekerasan Al5Cu meningkat secara signifikan pada *aging* 28 jam dengan temperatur 190 °C, yaitu 96 VHN⁴.

Suatu penelitian terhadap sifat mekanis komposit matrik Al5Cu/Al₂O₃ dengan proses tempa dapat menaiknya kekerasan sebesar 92,8%, menurunkan laju keausan 33,15%. Setelah mengalami proses perlakuan panas T6, kekuatan tarik maksimum dicapai pada fraksi volume 10 % alumina sebesar 184,2 N/mm² dan kekerasan 141 HB.⁵

Pencegahan cacat mikrosegregasi dan *shrinkage* pada proses *squeeze casting* Al4,5Cu menunjukkan bahwa *sound casting* hanya dapat dicapai jika tekanan yang diberikan pada saat pembekuan (P) berada pada kondisi $P_{sc} < P < P_{ms}$. Dari pengujian yang dilakukan diketahui bahwa *sound casting* dicapai pada temperatur cetakan yang tinggi dan temperatur cairan pada saat penuangan yang rendah (650-680 °C), pada tekanan 12-18 MPa dengan temperatur cetakan 250-300 °C. Jika tekanan $P > P_{sc}$ maka akan terjadi cacat mikrosegregasi, dan jika $P < P_{ms}$ maka akan terjadi cacat *shrinkage*⁶. Akan tetapi pengaruh temperatur cetakan lebih kecil dibanding pengaruh temperatur penuangan.

Standar *solution treatment* untuk aluminium 2014 (1 jam pada suhu 500°C) tidak menghasilkan homogenitas sempurna pada proses *thixoforming*. Dibutuhkan waktu *solution treatment* yang lebih lama untuk pelarutan CuAl₂ yaitu 5 dan 17 jam. Sifat mekanis terbaik diperoleh dengan melakukan *solution treatment* selama 17 jam pada temperatur 500°C, dilanjutkan dengan *quench* di air dan *aging* selama 24 jam

pada temperatur 160°C ⁷. Proses pembentukan dalam kondisi *semisolid* secara garis besar terbagi menjadi dua, yaitu *thixoforming* dan *rheoforming*. *Thixoforming* adalah proses pembentukan material dalam kondisi *semisolid* dengan pemanasan ulang ingot yang berstruktur mikro globular. Kondisi struktur logam *semisolid* merupakan perbandingan jumlah butir dari dendrit yang terputus. Hal ini terjadi karena selama proses pembekuan dibentuk aliran yang menyebabkan lengan dendrit mencair atau terputus, sehingga yang terbentuk selanjutnya adalah partikel inti kedua. Tingginya densitas partikel yang terbentuk membuat bertambah banyaknya partikel non dendritik sehingga dihasilkan *semisolid* logam ⁸.

Pada penelitian tentang fraksi volume solid paduan A356 dan Al4.4Cu diketahui kecilnya rentang temperatur 40-60% solid untuk paduan Al4.4Cu, yaitu pada rentang temperatur $625-635^{\circ}\text{C}$.⁹

Produk yang dibuat dengan proses pembentukan *semisolid* memiliki beberapa keunggulan dalam sifat mekanis, porositas rendah, dapat diterapkan pada pengecoran berbagai paduan, menghasilkan komponen yang tipis, memperpanjang umur cetakan, dapat dilas dengan las laser, MIG atau TIG, dapat dikenakan perlakuan panas dari $T_0 - T_7$, *near-net shape part production*, kondisi permukaan sangat baik ¹⁰.

Uraian di atas menunjukkan sejumlah keunggulan proses *thixoforming* pada pembuatan Komposit Matrik Logam. Dengan pertimbangan tersebut maka penelitian pembuatan Komposit Matrik Logam ini dilakukan dengan metode *thixoforming* dengan variabel penambahan fraksi volume penguat alumina (Al_2O_3) pada matrik Al5Cu. Proses *thixoforming* dilanjutkan dengan *solution heat treatment* dan *artificial aging* pada waktu yang berbeda untuk mendapatkan waktu perlakuan panas optimum dengan sifat mekanis terbaik.

1.2. PERUMUSAN MASALAH

Proses *thixoforming* dilakukan pada suhu material diantara garis *solidus* dan *liquidus* dan struktur butir sferoidit tersebar merata dalam matrik liquid sebelum proses forming. Nukleasi dan solidifikasi forming cairan eutektik adalah faktor penting untuk mendapatkan mikrostruktur ideal tanpa cacat maupun sifat mekanis yang baik pada proses *thixoforming*⁷.

Pembuatan komponen dengan *semisolid* terdiri dari tiga tahap. Tahap pertama adalah pembuatan billet. Pembuatan billet ini ditujukan untuk membuat billet dengan mikrostruktur berupa butiran halus berbentuk bulatan kecil. Tahap kedua adalah pemanasan ulang untuk mencapai kondisi semi solid. Pemanasan billet harus cepat pada jumlah fasa tertentu dan homogen. Tahap ketiga adalah operasi pembentukan *semisolid*. Setelah pemanasan ulang, billet *semisolid* dibentuk menjadi bentuk akhir dengan satu operasi pembentukan¹¹.

Berdasarkan uraian diatas maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan pada proses pembuatan komposit matrik logam dengan proses *thixoforming* sebagai berikut:

- Penambahan fraksi volume alumina dapat meningkatkan sifat mekanis komposit terutama kekerasan dan ketahanan aus².
- Rendahnya sifat pembasahan alumina terhadap matrik dapat ditingkatkan dengan menambahkan magnesium³.
- Proses pembuatan komposit dengan memberikan tekanan yang besar dapat meningkatkan sifat mekanis secara signifikan⁵.
- Pencegahan cacat mikrosegregasi dan *shrinkage* pada proses *squeeze casting* Al4,5Cu menunjukkan bahwa *sound casting* hanya dapat dicapai pada temperatur cetakan yang tinggi dan temperatur cairan pada saat penuangan yang rendah⁶.
- Sifat mekanis terbaik pada aluminium 2014 diperoleh dengan melakukan *solution treatment* lebih lama dibanding waktu standar perlakuan panas T6.⁷

Fraaksi volume solid paduan pada Al4.4Cu sulit untuk dicapai secara tepat dikarenakan kecilnya rentang temperatur 40-60% solid yaitu pada rentang temperatur 625-635 °C.⁹

1.3. RUANG LINGKUP PENELITIAN

Untuk kelancaran proses penelitian pembuatan material komposit ini maka hal-hal seperti bahan baku komposit, parameter proses dan karakterisasi material ditentukan sebagaimana berikut.

1.3.1. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah :

- Aluminium murni
- Tembaga (berasal dari kabel listrik)
- Ingot magnesium sebagai *wetting agent*.
- Al₂O₃ (99,91%) ± 8,89-68,75 µm sebagai penguat (*reinforcement*)

1.3.2. Parameter Proses

Untuk memperlancar proses pembuatan komposit dan sebagai pedoman dalam pelaksanaan proses pembuatan komposit maka ditetapkan parameter proses sebagaimana berikut.

Parameter Proses :	Keterangan :
Proses pembuatan	: Tempa semi solid
Jenis <i>semisolid</i>	: <i>thixoforming</i>
Prosentase Magnesium	: ± 4% berat
Prosentase Tembaga	: ± 5 % berat
Prosentase penguat Alumina (Al ₂ O ₃)	: 0, 5, 10, 15 dan 20 % berat
Temperatur proses pencairan	: 700 °C
Temperatur proses <i>semisolid</i>	: 625-635 °C

Parameter *thixoforming*

Pouring temperatur	: 635 °C
Dies temperatur	: 300 °C
Pressure load	: 20 Ton
Pressure duration	: 3 detik
Temperatur pengerjaan panas	
- Solution heat treatment	: 540 °C selama 4 jam
- Media quench	: Air dengan suhu 26 °C
- Temperatur <i>aging</i>	: 200 °C
Waktu <i>aging</i>	: 16 dan 28 jam

1.3.3. Karakterisasi

Karakterisasi material pada beberapa tahapan dilakukan pada sejumlah sampel untuk mengetahui keadaan dan pengaruh proses pembentukan dan perlakuan panas yang diberikan pada material komposit adalah.

Jenis Pengujian :	Standart pengujian :
1 Uji komposisi kimia OES (Optical Emission Spectroscopy)	: ASTM 227-90 (1996)
2 Uji tarik	: ISO / TTA2 (1997)
3 Uji kekerasan Brinnel	: ASTM E 10-84 dan JIS Z 2243
4 Uji laju keausan	: Manual book mesin Ogoshi
5 Uji Berat jenis dan porositas	: ASTM C 20-00
6 Metalografi	: ASTM E 407-93
7 Analisa SEM dan EDS	: Manual book JEOL-JSM-6390A

1.4. TUJUAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk :

- a. Membuat komposit matrik logam dimana Al5Cu sebagai matrik dan Al₂O₃ sebagai penguat melalui proses *semisolid*
- b. Mengetahui karakteristik komposit Al5Cu/Al₂O_{3(p)} yang dibuat dengan metode *semisolid*.
- c. Mendapatkan parameter proses *semisolid* dan *aging* yang optimal.

1.5. SASARAN PENELITIAN

Sasaran dari penelitian ini adalah :

- a. Mempelajari proses pembuatan material baru dengan menggunakan paduan Al5Cu sebagai matrik dengan Al₂O₃ sebagai penguat melalui proses *semisolid*.
- b. Mengetahui pengaruh perbedaan fraksi volume penguat terhadap karakteristik komposit Al5Cu/ Al₂O₃ hasil proses *semisolid*.
- c. Mengetahui pengaruh distribusi partikel Al₂O₃ terhadap sifat mekanik komposit.
- d. Mengetahui pengaruh perbedaan temperatur dan lamanya waktu penahanan (*holding time*) pada saat proses *aging* terhadap sifat mekanik komposit dan fasa-fasa yang terjadi.
- e. Mengetahui kelebihan dan kekurangan dari proses pembuatan komposit dengan proses *semisolid*

1.6. HASIL YANG DIHARAPKAN

Penelitian ini diharapkan dapat menentukan parameter dari proses pembentukan *thixoforming* dan menghasilkan material komposit yang memiliki sifat mekanis yang lebih baik dibanding material monolitik.