



PERUBAHAN BENTUK DAN DIMENSI KOMPOSIT ALUMINIUM- ABU DASAR BATUBARA SETELAH PERLAKUAN PANAS T6

Angga Yusuf Priyanto, Harjo Seputro, ST., MT.

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: anggayusufp25@gmail.com

ABSTRAK

Dalam sebuah komponen mesin diperlukan sifat mekanik yang baik antara lain kekerasannya tinggi, kekuatannya tinggi dan ketangguhannya tinggi untuk meningkatkan umur pemakaian. Sifat mekanik dipengaruhi oleh strukturmikro yang terbentuk sedangkan strukturmikro bisa direkayasa oleh perlakuan panas. Perlakuan panas dapat menimbulkan tegangan sisa yang mampu membuat spesimen mengalami perubahan bentuk dan dimensi (distorsi). Tegangan sisa timbul akibat pembekuan cairan coran di dalam cetakan mendingin secara bertahap.

Dalam penelitian ini coran komposit dihasilkan dengan metode *squeeze casting*, parameter yang berpengaruh pada *squeeze casting* diantaranya waktu tuang dan beban penekanan. Tujuan penelitian untuk mengetahui variasi waktu tuang dan beban penekanan terhadap perubahan bentuk, dimensi dan kristalografi komposit aluminium paduan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6. Pada Proses T6 ini dilakukan *solution heat treatment* pada temperature 450°C selama 30 menit lalu didinginkan cepat media pendingin air dengan suhu 100°C dan *aging* pada temperature 100°C selama 60 menit.

Dari hasil pengukuran dan pengujian perubahan bentuk dan dimensi yang tidak beraturan dengan variasi waktu tuang 5 detik dan beban penekanan 100 kg, menghasilkan perubahan bentuk paling kecil 150,5 mm² serta memiliki struktur kristal dengan nilai hkl tertinggi (311). Untuk waktu tuang 15 detik dan beban penekanan 80 kg menghasilkan perubahan bentuk yang paling besar 1,536 mm² serta memiliki struktur kristal dengan nilai hkl terendah (008).

Kata kunci : komposit aluminium, squeeze casting, waktu tuang, beban penekanan, perlakuan panas, bentuk dan dimensi, kristalografi HRD.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam sebuah komponen mesin diperlukan sifat mekanik yang baik antara lain kekerasannya tinggi, kekuatannya tinggi dan ketangguhannya tinggi untuk meningkatkan umur pemakaian. Sifat mekanik dipengaruhi oleh strukturmikro yang terbentuk sedangkan

strukturmikro bisa direkayasa oleh perlakuan panas. Perlakuan panas dapat menimbulkan tegangan sisa yang mampu membuat spesimen mengalami perubahan bentuk dan dimensi (distorsi). Tegangan sisa timbul akibat pembekuan cairan coran di dalam cetakan mendingin secara bertahap (D. Novoselovic, dkk, 2015). Dalam penelitian

ini coran komposit dihasilkan dengan metode *squeeze casting*, parameter yang berpengaruh pada *squeeze casting* diantaranya waktu tuang dan beban penekanan. Tujuan penelitian untuk mengetahui variasi waktu tuang dan beban penekanan terhadap perubahan bentuk, dimensi dan kristalografi komposit aluminium paduan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6.

II. Dasar Teori

2.1. Squeeze Casting

Pengecoran *squeeze* adalah proses pengecoran di mana logam cair dibekukan di bawah tekanan tinggi di antara cetakan dan plat hidrolis yang tertutup. Proses ini pada dasarnya menggabungkan keuntungan dari proses tempa dan pengecoran, dengan jalan memvariasikan waktu tuang dan beban penekanan. Laju pendinginan material akibat pengaruh waktu tuang dan beban penekanan sangat signifikan pengaruhnya terhadap strukturmikro. Pada saat penekanan memungkinkan terjadinya perpindahan panas yang cukup cepat, ini akan menghasilkan strukturmikro yang lebih homogen serta perbaikan sifat mekanik sedangkan waktu tuang sendiri semakin lambat akan memungkinkan terkontaminasinya cairan coran dengan oksigen yang dapat mengakibatkan cacat coran atau porositas coran (G. N. Lokesh, dkk, 2013).

2.2. Beban Penekanan

tekanan optimum dalam pengecoran untuk mendapatkan mikrostruktur yang baik dan perbaikan sifat mekanik adalah 100 Mpa karena semakin kecil ukuran butir, semakin berkurang perubahan bentuk dan dimensi yang terjadi (M. Dhanashekar, dkk, 2014). Tekanan optimum dalam pengecoran untuk mengurangi porositas dan tegangan sisa yang terjadi serta mendapatkan mikrostruktur yang lebih baik menggunakan beban penekanan seberat 100 kg. Pada proses pengecoran dengan metode *squeeze casting*, suhu sangat mempengaruhi laju pendinginan dan sifat mekanik dari komposit matriks aluminium. Secara teoritis, cairan coran yang telah leleh dituangkan dalam cetakan akan mengalami transformasi fasa. jika tekanan diterapkan ketika suhu leleh dalam cetakan lebih rendah daripada suhu cairannya, ketika suhu leleh cairan coran

yang berada didalam tungku mencapai suhu 780°C kemudian diangkat untuk dituangkan kedalam cetakan yang sudah disiapkan. Dengan begitu suhu yang semula 780°C berkurang menjadi 730°C lalu dituangkan kedalam cetakan coran dan suhu berubah menjadi 680°C. Hal ini dipengaruhi oleh udara yang ada disekitar serta suhu ruangan yang dapat menurunkan suhu cairan coran, namun dari penurunan suhu yang didapat memungkinkan strukturmikro dengan secara bertahap menjadi lebih halus dan biji-bijian menjadi lebih kecil. Namun jika penurunan lebih lanjut dari suhu leleh ke 630°C juga dapat menghasilkan pembentukan butir-butir *equiaxed* yang sangat halus dan seragam. Ukuran butir meningkat ketika cairan coran yang telah dituangkan kedalam cetakan menerima beban sebesar 100 kg, yang memungkinkan laju pendinginan menurun

2.3. Waktu Tuang

Waktu atau kecepatan penuangan yang dibutuhkan untuk memenuhi cetakan, Kecepatan penuangan yang berbeda akan mempengaruhi sifat mekanik produk coran. Kecepatan saat menuangkan aluminium cair, V dapat didefinisikan sebagai aliran aluminium per satuan waktu. Dalam menentukan kecepatan saat penuangan, parameter V bisa disebut jarak ideal saat alat tuang diatas permukaan cetakan per satuan waktu penuangan aluminium cair. Ini bisa dinyatakan sebagai : $V = \frac{H}{T} \left(\frac{cm}{s} \right)$ dimana : V = kecepatan penuangan (cm/s) ; H = Tinggi ideal alat tuang coran diatas permukaan cetakan (cm) ; T = Waktu untuk menuangkan logam cair (detik). Penuangan yang baik juga dipengaruhi oleh suhu saat penuangan cairan coran kedalam cetakan (Mohammad B. Ndaliman, dkk, 2013). Pengetahuan tentang suhu leleh logam dan paduan sangat diperlukan untuk dapat memperkirakan suhu penuangan yang sesuai. Dalam pengecoran dengan metode *squeeze casting*, dengan bahan aluminium paduan rentan suhu leleh adalah 660°C dengan temperature penuangan yang sesuai diantara suhu 700°C – 750°C. Upaya yang dilakukan dalam pengecoran dengan metode *squeeze casting* paduan aluminium dengan ukuran dan bentuk yang sama pada suhu dan waktu tuang yang terpilih. Hasil paduan cor diperiksa untuk perbaikan sifat mekanik. Untuk menentukan waktu tuang dimana parameter ini dapat menghasilkan coran yang berkualitas, didalam pengecoran *squeeze casting* saat menuangkan

cairan coran kedalam cetakan suhu cairan coran harus melebihi cetakan coran begitu sebaliknya.

2.4. Alat Ukur Perubahan Bentuk dan Dimensi

Coordinate Measuring Machine (CMM) adalah perangkat untuk mengukur sudut karakteristik geometris fisik suatu objek atau benda. Mesin ini dapat dikendalikan secara manual oleh operator atau mungkin dikendalikan computer. Pengukuran didefinisikan oleh probe. ketepatan pengukuran koordinat tiga dimensi pada CMM. Perlu diingat bahwa CMM pada umumnya digunakan untuk mengukur parameter dimensional misalnya diameter, sudut, jarak antartitik, kelurusan, kesejajaran, kebundaran, dan parameter dimensional lainnya. Artinya, besaran yang diukur bukanlah besaran panjang pada satu dimensi, melainkan besaran pada tiga dimensi. Pengujian yang mengacu kepada metode ISO 10360 pada dasarnya menguji parameter dimensional yang disebut di atas, tetapi tidak memberikan ketertelusuran langsung terhadap hasil pengukuran yang dilakukan oleh CMM tersebut nantinya. Contoh: jika CMM tersebut digunakan untuk mengukur diameter sebuah objek, sebetulnya CMM mengukur koordinat dari beberapa titik, lalu menghitung koordinat tersebut dalam matriks tiga dimensi untuk menentukan nilai diameter tersebut. Pengujian parameter-parameter CMM seperti di atas baru dapat memberikan ketertelusuran jika nilai penyimpangan pada setiap parameter dimasukkan ke dalam perangkat lunak CMM dan otomatis diperhitungkan sebagai kompensasi. Namun, tidak ada hubungan langsung antara, misalnya, kesalahan pada posisi 10 mm di skala sumbu x, dengan pengukuran diameter sebesar 10 mm. Secara teknis, maka pengujian CMM yang mengacu ke ISO 10360 hanya dapat disebut sebagai pengujian, jika hasil pengujian tersebut hanya penilaian kesesuaian terhadap batasan kesalahan yang diizinkan untuk tiap parameter secara terpisah. Pengujian CMM seperti disebut di atas baru bisa disebut sebagai kalibrasi jika semua hasil pengukuran pada setiap

parameter tersebut dimasukkan ke dalam perangkat lunak, dan perangkat lunak tersebut melakukan *error mapping* sehingga semua kesalahan tersebut terkompensasi dengan benar. Pada kenyataannya, jarang sekali sistem CMM yang mempunyai fasilitas ini; umumnya hanya CMM di lembaga metrologi kelas tinggi yang melakukannya. Jika pun hal tersebut dapat dilakukan, umumnya hanya dapat dilakukan oleh perusahaan yang memproduksi CMM tersebut atau agen/distributornya, bukan lab kalibrasi umum. Pada pengujian kali ini, pengujian menggunakan mesin CMM (*Coordinate Measuring Machine*) untuk melakukan pengujian terhadap baut untuk mengetahui perubahan bentuk dan dimensi sebelum dan sesudah mendapat perlakuan panas T6.

Keunggulan CMM:

1. Kordinat manapun dari benda kerja dapat ditentukan dengan mudah.
2. Presisi pengukuran yang tinggi.
3. Unit pengelolah data dapat mengolah data secara cepat dan langsung bisa dicetak.
4. Waktu seting pengukuran yang singkat.

Kekurangan CMM:

1. Harganya cukup mahal.
2. Membutuhkan skill khusus untuk bisa mengoprasikannya.



Gambar 2.1. Mesin CMM (*Coordinate Measuring Machine*).

2.5. Perubahan Bentuk Akibat Distorsi

Salah satu kerugian yang dihasilkan dari proses perlakuan panas adalah terjadinya distorsi pada bahan setelah mendapat perlakuan panas. Hal ini biasanya terjadi setelah proses pendinginan (*Quenching*) pada

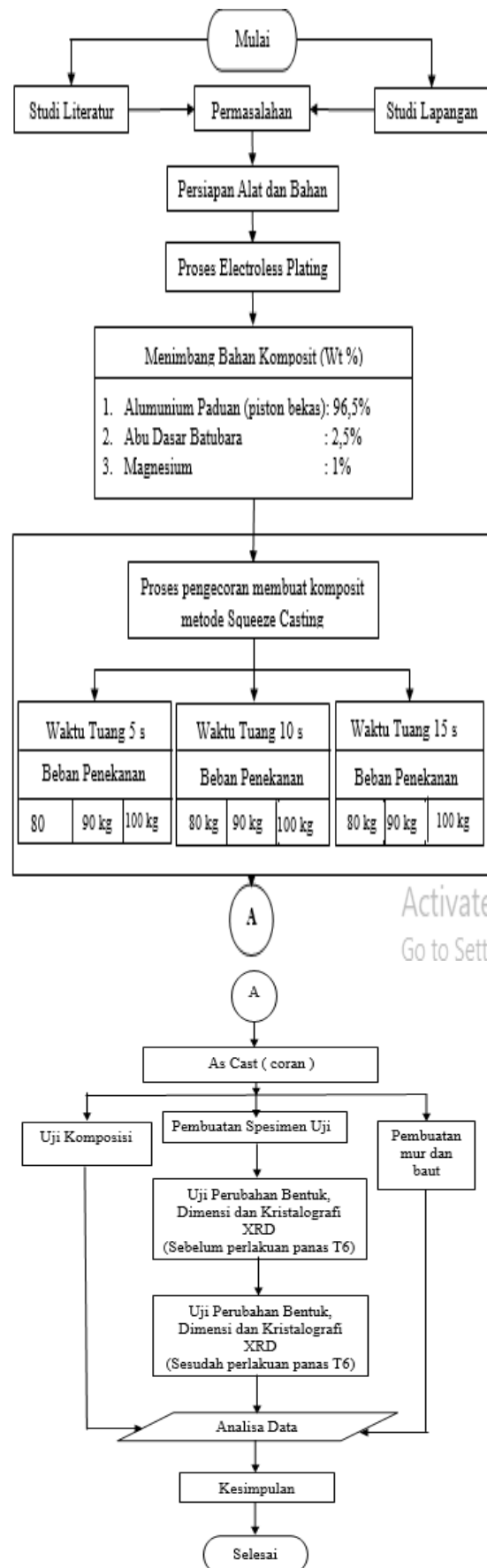
proses pengerasan. Pengertian distorsi secara mikro adalah perubahan yang melibatkan perubahan volume spesifik akibat transformasi fasa. Sedangkan secara makro, distorsi merupakan suatu perubahan dimensi yang bersifat *irreversible* (tidak dapat berubah kebentuk semula). Pada dasarnya distorsi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu distorsi bentuk (*shape distortion*) dan distorsi ukuran (*size distortion*). Secara umum distorsi dapat disebabkan oleh beberapa factor, antara lain:

1. Kesalahan desain.
 - Adanya perbedaan ukuran pada part/specimen.
 - Adanya bentuk yang rumit dan mempunyai sudut-sudut yang tajam.
2. Kesalahan bahan.
 - Material yang akan dilakukan perlakuan panas mempunyai cacat seperti inklusi, kekosongan atom dan sebagainya.
3. Proses saat pengecoran
 - Akibat laju pendinginan yang tidak seragam saat cairan dituangkan kedalam cetakan.
4. Pengaruh pengerjaan permesinan.
 - Adanya tegangan permukaan (teganagn sisa)
 - Timbulnya konsentrasi tegangan pada tempat-tempat tertentu.
5. Transformasi selama proses perlakuan panas.
 - Adanya gradien temperatur yang dapat menyebabkan terjadinya pemuaihan dan penyusutan yang tidak seragam.
 - Adanya transformasi fasa yang dapat merubah volume spesifik dari fasa tersebut.

III. Metodologi Penelitian

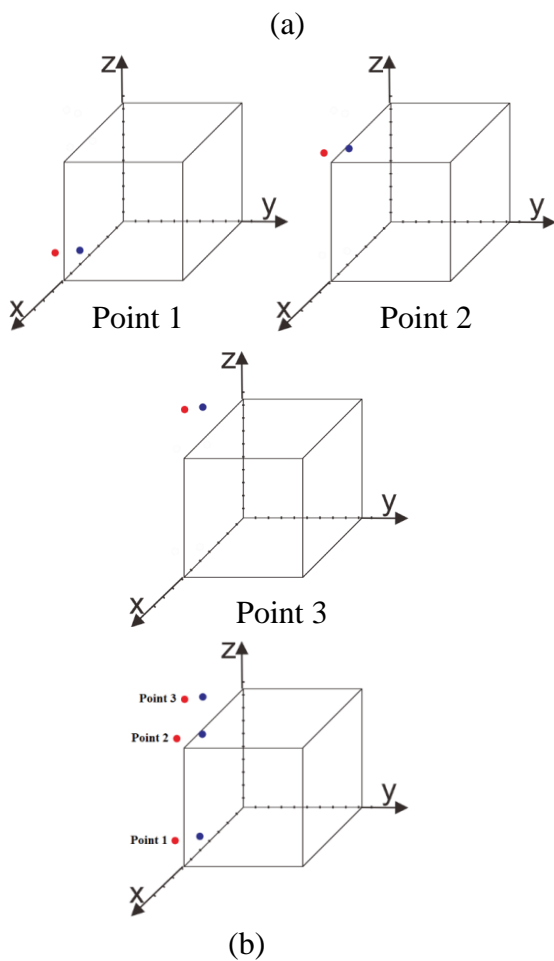
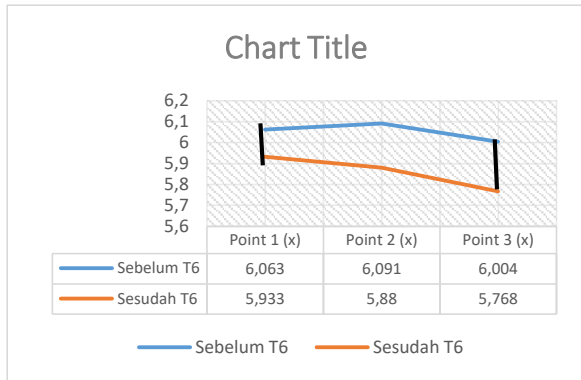
3.1. Diagram Alir Penelitian

Metode penellitan yang sistematis dan terstruktur disusun dalam bentuk diagram alir. Berikut adalah langkah - langkah diagram alir :



IV. Analisa & Data

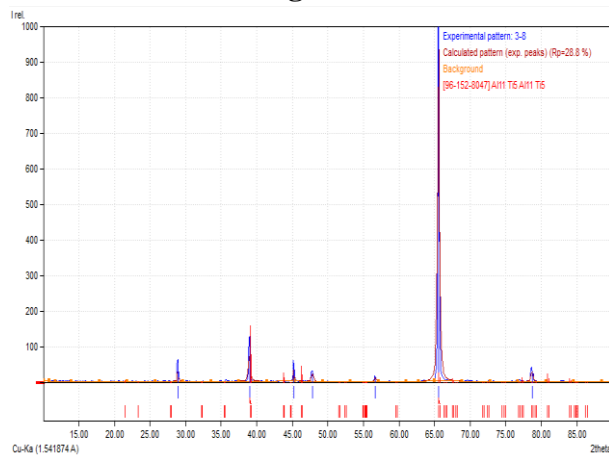
4.1. Hasil Perubahan Bentuk dan Dimensi Spesimen C3



- Warna merah menunjukan sebelum T6
- Warna biru menunjukan sesudah T6

Gambar 4.1. (a) adalah diagram pengukuran nilai perubahan bentuk, dimensi sesudah dan sebelum perlakuan panas T6. (b) adalah selisih perubahan bentuk spesimen C3 yang terjadi sebelum dan sesudah T6.

4.2. Hasil Kristalografi HRD



Gambar 4.2. Grafik specimen C3 dari uji XRD sesudah perlakuan panas T6

Dari Gambar 4.2. Grafik diatas menunjukkan bahwa spesimen C3 sesudah perlakuan panas T6 memiliki nilai hkl (008). Semakin kecil nilai hkl yang dihasilkan semakin besar perubahan bentuk dan dimensi yang terjadi. Karena jarak antar butir atom semakin renggang atau jauh hal ini disebabkan adanya muai dan penyusutan yang terjadi saat proses perlakuan panas T6. Sehingga spesimen C3 mengalami perubahan bentuk dan dimensi yang kecil.

V. Kesimpulan Dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Pengaruh beban penekanan terhadap perubahan bentuk dan dimensi ialah, dengan penerapan tekanan 100 kg pada cairan coran semi padat tersebut bisa mengubah titik cair paduan yang meningkatkan kecepatan pembekuan pada coran dan mengurangi perubahan bentuk dan dimensi yang terjadi.
2. Perubahan bentuk dan dimensi tidak beraturan karena pemuai dan penyusutan yang terjadi akibat laju pendinginan yang tidak seragam pada proses pengecoran. Akan tetapi perubahan bentuk dan dimensi yang terjadi pada spesimen C3 menunjukkan bahwa dengan variasi beban penekanan 80 kg dan waktu tuang 15 detik sebesar 1,536 mm².

5.2. Saran

Berikut Saran yang diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Peneliti selanjutnya diharap untuk menghitung benar-benar berapa kebutuhan penguat saat proses pengecoran, agar tidak melakukan *electroless plating* lagi saat akan melakukan proses pengecoran.

Daftar Pustaka

1. Novoselovic, D., Budic, I., & Samardzi, I. (2015). Residual stresses in castings produced by press die casting technology. *Metalurgija*, 54 (1). 119-122. Mechanical Engineering Faculty in Slovonski Brod, University of Osijek, Croatia.
2. Mohammad, B,N., & Akpan, P,P. (2007). Behavior of Aluminum Alloy Castings under Different Pouring Temperatures and Speeds. *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies*, (p, 71-80). Mechanical Engineering Department, Federal University of Technology, Minna, Nigeria.
3. Dhanashekar, M., Sentil Kumar, V,S. (2014). Squeeze casting of aluminium metal matrix composite-an overview. *Procedia Engineering*, (97, 412-420). Anna Institute of Higher Technology , Anna University, Chennai, India.
4. Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif R&D)*. Penerbit CV. Alfabeta : Bandung.
5. Lokesh, G,N., Ramachandra, M., Mahendra, K,V., Sreenith, T. (2013). Characterization of Al-Cu alloy reinforced fly ash metal matrix composites by squeeze casting method. *International Journal of engineering, Science and technology* Vol. 5, No, 4, (pp. 71-79). India
6. Mohandass, M., Venketasen, A., Karthikeyen, S., Prasanth, P,S. & Vinuvarshith, S,K. (2014). Effect of Cooling Rate on Mechanical Behaviour of Bulk Cast of A380 Aluminium Alloy. *International Journal of Engineering and Technology (IJET)*, Vol 6 No 1, ISSN : 0975-4024. Department of Mechanical Engineering, Sri Venkateswara College of Engineering, Sriperumbudur, India.