

**ABSTRAK dan EXECUTIVE SUMMARY
PENELITIAN DISERTASI DOKTOR**



JUDUL PENELITIAN

**PENGEMBANGAN *SEAMLESS PIPE* BERBASIS KOMPOSIT
ALUMINIUM SEBAGAI MATERIAL ALTERNATIF YANG
RINGAN DAN BERKEKUATAN TINGGI**

PENGUSUL

Salahuddin Junus, ST.MT. (0006107505)

UNIVERSITAS JEMBER

FEBRUARI, 2015



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
LEMBAGA PENELITIAN

Alamat : Jl. Kalimantan No. 37 Jember Telp. 0331-337818, 339385 Fax. 0331-337818
e-Mail : penelitian.lemlit@unej.ac.id

Pengembangan *Seamless Pipe* Berbasis Komposit Aluminium Sebagai Material Alternatif Yang Ringan Dan Berkekuatan Tinggi

Peneliti : Salahuddin Junus¹

Sumber Dana : Hibah Doktor (Desentralisasi)

¹ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember

ABSTRAK

Dalam penelitian ini akan dibuat material komposit aluminium berpenguat Al_2O_3 yang mempunyai kekuatan tinggi dan ringan yang nantinya akan digunakan sebagai material alternatif *Seamless Pipe*. Metode pembuatan *Seamless Pipe* berbahan komposit aluminium berpenguat Al_2O_3 adalah melalui proses *Stir Casting* dan *Centrifugal Casting*.

Hasil penelitian menunjukkan penambahan penguat meningkatkan sifat mekanik pada kondisi *as-cast*. Nilai laju keausannya menurun seiring dengan pertambahan penguat pada kondisi *as-cast*. Pengaruh dari variabel proses pada penelitian ini di analisa dengan pengamatan struktur mikro, SEM-EDX, XRD dan DSC. Dari hasil pengamatan terlihat munculnya fasa baru MgO, $MgAl_2O_4$ dan Mg_2Si yang akan meningkatkan *wettability* dan sifat mekanik komposit. Dengan meningkatnya Vf Al_2O_3 dan % wt Mg, akan meningkatkan kekuatan, kekerasan dan menurunkan laju keausan komposit. Kekuatan tertinggi dicapai sebesar 202 Mpa dengan 10% Al_2O_3 -10% wt Mg.

Diharapkan dari hasil penelitian komposit aluminium berpenguat partikel keramik ini diperoleh suatu desain material komposit yang mempunyai sifat mekanik unggul, seperti kekuatan dan tahan temperatur tinggi serta ringan sehingga dapat diaplikasikan untuk bahan alternatif material tabung dan pipa yang awalnya berbahan baja diganti dengan komposit Al/ Al_2O_3

Kata Kunci : *seamless pipe*, pengurangan berat, kekuatan tinggi, komposit Al/ Al_2O_3 , *stir casting* dan *centrifugal casting*

ABSTRACT

In this study will be made of aluminum composite material Al_2O_3 reinforcement having high strength and light weight which will be used as an alternative material seamless pipe. Method of making seamless pipe aluminum composite material Al_2O_3 reinforcement is through the process stir casting and centrifugal casting.

The results showed the addition of reinforcement increases the mechanical properties of the as-cast condition. Value of wear rate declines with the reinforcement in the as-cast condition. Influence of process variables in this study analyzed the microstructure observation, SEM-EDX, XRD and DSC. From the observation seen the emergence of a new phase of MgO , MgAl_2O_4 and Mg_2Si which will increase the wettability and mechanical properties of the composite. With increasing V_t wt% Al_2O_3 and Mg, will increase the strength, hardness and decrease the wear rate of the composite. Achieved the highest strength of 202 MPa with 10% Al_2O_3 -10 wt% Mg.

Expected from the results of aluminum composite ceramic particles reinforcement obtained a composite material design that has superior mechanical properties, such as strength and high temperature resistant and lightweight so that it can be applied to alternative materials tube and pipe materials were originally made of steel is replaced with composite $\text{Al}/\text{Al}_2\text{O}_3$.

Keywords: seamless pipe, reduced weight, high strength, composite $\text{Al}/\text{Al}_2\text{O}_3$, stir casting and centrifugal casting.

Executive Summary

1. Latar Belakang

Industri logam merupakan industri strategis yang produknya digunakan untuk sektor konstruksi, minyak dan gas bumi serta otomotif. Saat ini, konsumsi logam masih sangat rendah dan di bawah konsumsi negara-negara di Asia Tenggara. Sehingga pengembangan industri logam perlu mendapatkan perhatian yang serius dan didukung oleh instansi pemerintah dan industri terkait lainnya.

Seamless pipe telah banyak digunakan dalam teknologi kedirgantaraan, kimia, nuklir, kedokteran, perlindungan lingkungan, industri semikonduktor dan, dll Secara umum, bahan pipa dapat dimanfaatkan dalam situasi padat-cair, cair-cair dan gas-pemisahan cair dan filtrasi. Ada banyak metode praktis untuk fabrikasi bahan pipa seperti bubuk metalurgi, teknik deposisi logam, sintesis suhu tinggi menyebarkan diri, proses cair-padat dan sebagainya. Seamless pipes juga memainkan peran penting dalam banyak bidang sebagai filter, pendukung katalis, peredam energi, penukar panas, dll semacam ini pipa harus memiliki dinding tipis macrostructure, dan porositas tinggi dan pori distribusi homogen ukuran mikro (Shi-Bo Lia, 2007).

Pengembangan komposit aluminium berpenguat keramik selama beberapa tahun ini berkembang dengan pesat sehingga banyak negara yang sudah menggunakan komposit aluminium untuk material luar angkasa, militer dan industri otomotif (Sajjad Amirkhanlou, 2012). Pada saat ini banyak difokuskan pada upaya pengembangan metode baru untuk produksi dan pengujian komposit aluminium yang cocok di bidang pertahanan dan industri otomotif (A.Rutecka, 2011).

Penelitian yang diajukan melalui skema Penelitian Hibah Doktor ini adalah aspek pengembangan material Komposit Aluminium menjadi topik utama yang akan dilakukan terutama pada pengembangan material pipa tanpa sambungan (*Seamless Pipe*). Saat ini, *seamless pipe* menggunakan baja yang berat, sehingga mempersulit proses pemasangan dan biaya pemasangan cukup besar dengan umur pemakaian yang pendek. Untuk itu, perlu dikembangkan material alternatif yang mempunyai sifat mekanik tinggi dan ringan. Solusinya adalah pengembangan komposit aluminium berpenguat Al_2O_3 , dimana aluminium memiliki densitas sepertiga dari

densitas besi/baja ($2,7 \text{ g/cm}^3$ dibanding $7,8 \text{ g/cm}^3$) dan mempunyai kekuatan spesifik serta modulus spesifik lebih tinggi dibandingkan baja (ASM,1990).

Pengembangan komposit aluminium untuk aplikasi *seamless pipe* merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya yang telah dilakukan dengan sukses yaitu membuat komposit aluminium Al.6061 berpenguat partikel Al_2O_3 dengan metode *stir casting* dan akan dilanjutkan dengan metode *centrifugal casting* untuk menghasilkan pipa yang mempunyai sifat mekanik yang baik dibanding paduan aluminium tanpa penguat partikel Al_2O_3 . Komposit aluminium dipilih karena merupakan material yang banyak dikembangkan karena sifat mekanik yang unggul dan ringan, oleh karena itu peneliti ingin mengembangkan material ini untuk aplikasi *seamless pipe*. Disamping itu, aluminium merupakan logam yang telah diproduksi secara mandiri di Indonesia, sehingga pengembangannya akan memberdayakan industri dalam negeri.

Tujuan penelitian adalah memperoleh material alternatif pipa tanpa sambungan (*Seamless Pipe*) berbahan komposit Al/ Al_2O_3 . Dengan target mencapai kekuatan diatas 200 MPa, sehingga memiliki aplikasi yang luas sebagai material alternatif untuk pipa tanpa sambungan (*Seamless Pipe*). Dan juga untuk ikut mendukung program pemerintah dalam penggunaan komponen lokal pada industri pipa (*Seamless Pipe*).

2. Metodologi Penelitian

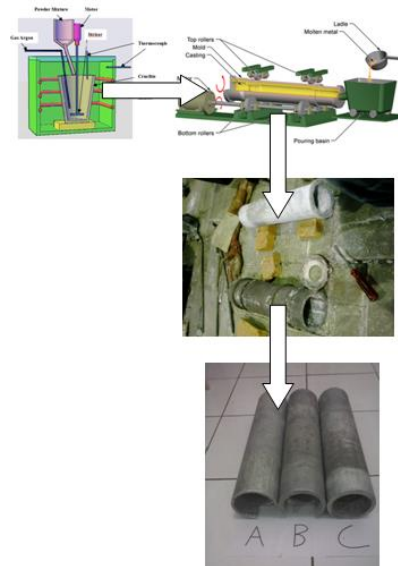
Aluminium paduan (Al.6061 billet) dipotong dengan ukuran (6x3x1) cm dan diletakkan didalam crucible. Partikel Al_2O_3 yang digunakan, memiliki kemurnian 97.1 %, *spherical shape*, dan diameter rata-rata 63 μm . Sebelum dilakukan proses *stir casting*, partikel keramik Al_2O_3 dengan 10% vf dipanaskan pada suhu 1100°C selama 1 jam. Paduan aluminium dipanaskan pada suhu 800°C dan ditahan selama 2 menit dalam kondisi aluminium cair. Gas inert (Ar) dialirkan kedalam aluminium cair selama 2 menit. Partikel keramik Al_2O_3 dan Mg 8 wt % ditambahkan kedalam cairan paduan. Pencampuran dilakukan dengan pengadukan pada kecepatan konstan sebesar 1000 rpm selama 2 menit agar menghasilkan aliran vortex yang sempurna. Setelah melalui metode *stir casting* dilanjutkan ke metode *centrifugal casting* untuk menghasilkan prototype tabung komposit Aluminium.

3. Hasil Penelitian

Penelitian ini merupakan awal dari pengembangan *Seamless Pipe* produk dalam negeri.

Selama ini kita selalu impor ke negara lain untuk memperoleh pipa dengan diameter diatas 10 cm. Dari penelitian ini dihasilkan prototype *Seamless Pipe* (dengan diameter 10 cm) berbahan Komposit Aluminium.

Karakteristik pipa komposit aluminium ini sangat unggul, bila dibandingkan dengan pembuatan pipa dengan cara *grafity casting*. Selain itu, pembuatan pipa komposit dengan metode ini sangat mudah dan hampir tanpa proses *machining*, karena pembuatannya disesuaikan dengan dimensi dari cetakan tabungnya.



Gambar 1. Desain pengembangan *Seamless Pipe* berbahan Komposit Aluminium

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada variasi prosentase magnesium yang diteliti terhadap Komposit Matrik Logam Al/Al₂O₃ dapat ditarik kesimpulan :

1. Metode *stir casting* menghasilkan aliran *vortex* yang berhasil menyebarkan partikel keramik alumina ke dalam matrik Al-Mg-Si, akan tetapi dengan semakin meningkatnya Vf alumina mengakibatkan meningkatnya porositas dan *clustering* pada komposit.
2. Semakin tinggi volume fraksi alumina akan mempersulit matrik aluminium untuk membasahi partikel keramik. Sehingga diperlukan perbandingan yang

sesuai untuk meningkatkan karakteristik komposit. Perbandingan Mg/Al₂O₃ terbaik yaitu : 1, dengan nilai kekerasan optimum 55 HRB (as-cast).

3. Metode pengadukan terbaik dalam penelitian ini yaitu menggunakan pengadukan *single blade* arah lurus dengan (10% Al₂O₃-10% Mg).
4. Dari analisa struktur mikro dengan menggunakan mikroskop optik dan SEM-EDX, terlihat bahwa semakin tingginya Vf alumina dan %wt Mg akan mengakibatkan partikel keramik semakin terlihat merata, akan tetapi juga mengalami peningkatan porositas sehingga akan menurunkan sifat mekanik komposit.
5. Dari analisa XRD nampak hadirnya fasa baru MgO, MgAl₂O₄ dan AlFeO₃. Kehadiran MgAl₂O₄ akan meningkatkan sifat mekanik komposit. Akan tetapi dengan kehadiran fasa intermetalik AlFeO₃ akan menurunkan sifat mekanik komposit.
6. Dengan metode *centrifugal casting*, akan memudahkan pembuatan produk pipa tanpa sambungan dan juga menurunkan porositas komposit Al/Al₂O₃

Bahan penyusun komposit Al-Mg-Si/Al₂O₃ terdiri dari Billet Al.6061 sebagai matrik, Al₂O₃ sebagai penguat dan Mg sebagai *wetting agent*. Dalam pembuatan komposit menggunakan metode *stir casting* agar menghasilkan aliran *vortex* yang berguna untuk menyebarkan partikel keramik secara merata kedalam matrik aluminium. Dengan semakin meningkatnya %Vf Alumina dan % Mg akan meningkatkan mekanik komposit Al/Al₂O₃. Dengan metode *centrifugal casting*, akan memudahkan pembuatan produk pipa tanpa sambungan dan juga menurunkan porositas komposit Al/Al₂O₃

Kata Kunci : *seamless pipe*, pengurangan berat, kekuatan tinggi, komposit Al/Al₂O₃, *stir casting* dan *centrifugal casting*

Daftar Pustaka

- A.Rutecka, Z. L. Kowalewski, K. Pietrzak, L. Dietricha, K. Makowska, J. óźniak, M. Kostecki, W. Bochniak, and A. Olszyna, Damage development of Al/SiC metal matrix composite under fatigue, creep and monotonic loading conditions, *Procedia Engineering* 10 (2011) 1420–1425.
- ASM International Hand Book Committee, 1990, *Engineered Material Handbook Volume 4, Ceramics and Glasses*. Forth Printing. Printing in USA.
- Sajjad Amirkhanlou, Behzad Niroumand, Fabrication and characterization of Al356/SiCp semisolid composites by injecting SiCp containing composite, *Journal of Materials Processing Technology* 212 (2012) 841–847.
- Shi-Bo Lia, Jian-Xin Xie, Fabrication of thin-walled 316L stainless steel seamless pipes by extrusion technology, *ScienceDirect-Journal of Materials Processing Technology* 183 (2007) 57–61.