

PENGEMBANGAN MEKANISME DAN KUALITAS PRODUKSI SEPATU KAMPAS REM BERBAHAN ALUMINIUM DAUR ULANG DENGAN METODE PENGECORAN SQUEEZE

Darmanto*, Sri Mulyo Bondan Respati, Helmy Purwanto

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang
Jl. Menoreh Tengah X/22 Sampangan Semarang

*Email : darmanto_uwh@yahoo.co.id

Abstrak

Sepatu kampas rem merupakan salah satu komponen kendaraan bermotor yang diproduksi melalui proses pengecoran umur pemakaian relatif pendek dan dapat mengalami kegagalan. Pengembangan mekanisme pengecoran dilakukan dengan menggunakan sistem hidrolis dua arah untuk sistem penutupan dan pembukaan cetakan maupun pengeluaran coran dari dalam cetakan. Temperatur cetakan dan tekanan squeeze divariasikan untuk mendapatkan kapasitas produksi, spesimen metalografi dan kekerasan dari bahan paduan aluminium silikon daur ulang. Pengamatan dan analisa hasil penelitian menunjukkan mekanisme yang dikembangkan dapat bekerja secara optimal mulai dari penutupan cetakan, pembukaan cetakan dan pelepasan coran dapat dilakukan secara otomatis dengan menggunakan sistem hidrolis. Kecepatan produksi sangat tergantung dari pemanasan cetakan, semakin panas cetakan yang diberikan semakin rendah kecepatan produksi. Pada temperatur cetakan lebih tinggi jumlah porositas menurun, SDAS semakin halus, kekerasan menurun. Penambahan tekanan squeeze menghasilkan porositas menurun, SDAS semakin halus dan kekerasan meningkat.

Kata kunci: mekanisme pengecoran squeeze, aluminium daur ulang, sifat fisis dan mekanis

1. PENDAHULUAN

Ketertinggalan Indonesia dibandingkan dengan negara tetangga seperti Malaysia, India dan Thailand pada pengembangan mobil atau motor nasional perlu mendapat perhatian khusus. Program mobil atau motor nasional tidak akan terwujud jika masih mengantungkan produk import baik secara utuh maupun komponen atau suku cadangnya. Dukungan industri hulu pembuatan komponen perlu dikembangkan dengan memperhatikan kondisi alam dan sosial industri masyarakat Indonesia. Indonesia dengan struktur industri yang dikembangkan yaitu industri kecil dan menengah, serta bahan daur ulang yang cukup berlimpah harus mampu mendukung program nasional.

Proses pengecoran tuang (*gravity casting*) ditemukan banyak porositas yang merupakan faktor inisiasi retak. Aluminium daur ulang mengandung unsure Fe (besi). Fe dalam paduan merupakan unsur pengotor yang menyebabkan turunnya kekuatan dan ketahanan terhadap korosi (Smith, 1993), dan ini merupakan masalah yang utama dalam industri pengecoran aluminium daur ulang (Mondolfo, 1976).

Sepatu kampas rem merupakan salah satu komponen kendaraan bermotor yang umur pakai relatif pendek dan dapat mengalami kegagalan yaitu patah pada bagian pengait atau pada bagian tengah. Karakteristik fisis dan mekanis diperlukan sepatu kampas rem yang berbahan aluminium pada proses pengecoran dalam produksinya.

Biji aluminium tersedia melimpah di bumi tetapi proses pemurniannya memerlukan energi dan biaya tinggi. Daur ulang aluminium merupakan alternatif tetapi pengecoran kembali pada aluminium daur ulang akan menurunkan kualitas fisis dan mekanis. Pengecoran squeeze merupakan salah satu metode untuk meningkatkan kualitas hasil pengecoran. Hasil pengecoran squeeze dapat menghasilkan produk dengan penyusutan kecil atau tanpa penyusutan dengan bentuk mendekati ukuran akhir atau bentuk kesempurnaannya (*near-net shape*), Tjitro dan Firdaus (2000) dan Sedangkan struktur mikro hasil pengecoran squeeze lebih padat dibandingkan dengan hasil pengecoran dengan cara tuang (Yue dan Chadwick, 1995).

Pengecoran *squeeze* pada sepatu kampas rem telah menunjukan hasil yang signifikan terhadap peningkatan sifat fisis dan mekanis dan dapat bersaing dengan sepatu kampas rem yang beredar dipasaran (Darmanto, dkk. 2012).

Tulisan ini melaporkan pengembangan mekanisme pengecoran *squeeze* dalam pembuatan sepatu kampas rem yang telah dilakukan untuk meningkatkan dan mengetahui kapasitas produksi, sifat fisis dan mekanisnya.

2. METODOLOGI

Sepatu kampas rem bekas dari salah satu merek tertentu di lebur ulang dan dijadikan ingot. Ingot di lebur pada temperatur 700°C dan dituang pada cetakan dan diberi tekanan *Squeeze* yang ditahan antara 75 hingga 100 detik. Adapun variasi penelitian sesuai dengan tabel 1.

Tabel 1. Variabel penelitian

No	Temperatur Cetakan ($^{\circ}\text{C}$)	Tekanan (MPa)
1	0	
2	200	
3	300	
4	400	
5		0
6		104
7	300	149
8		194

Mekanisme dirancang dan dibuat dengan menggunakan sistem hidrolis dua arah untuk sistem penutupan dan pembukaan cetakan maupun pengeluaran coran dari dalam cetakan dan mekanisme hidrolis proses penekanan dan penarikan penekan. Sistem hidrolis ini digerakkan oleh pompa hidrolis menggunakan motor listrik yang dapat diatur waktu dan kecepatan gerakan piston hidrolisnya seperti terlihat pada gambar 1. Hasil pengecoran diamati secara makro dan mikro pada setiap bagian tengah dan di uji kekerasan dengan menggunakan alat uji kekerasan brinell pada bagian atas tengah dan bawah dari proses posisi pengecoran.



Gambar 1. Mekanisme pengecoran *squeeze* yang dikembangkan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mekanisme pengecoran dapat berjalan secara efektif dimana logam cair dapat dituangkan kedalam cetakan, sementara hidrolis penekan langsung dapat bekerja dan selanjutnya pembukan cetakan dijalankan secara otomatis coran dapat keluar dari dalam cetakan yang selanjutnya cetakan ditutup kembali dan proses pengecoran dapat diulang.

3.1. Kecepatan Produksi Dan Hasil Pengecoran

Kecepatan produksi hanya tergantung pada perubahan temperatur cetakan, semakin tinggi temperatur cetakan maka kecepatan produksi semakin rendah, hal ini disebabkan oleh pembekuan semakin lambat sehingga dibutuhkan waktu pelepasan coran dari dalam cetakan semakin lama. Dalam percobaan dibutuhkan waktu 30 detik per produk, sedangkan dengan pemanasan cetakan maksimal 400°C produksi per produk selama 10 menit. Sedangkan penambahan penghalus butir dan tekanan tidak berpengaruh terhadap kecepatan produksi.

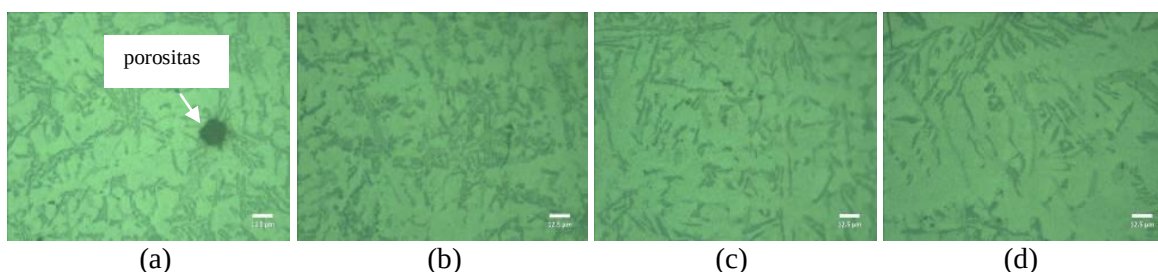
Secara makro hasil pengecoran dalam setiap percobaan masih menunjukkan beberapa cacat diantaranya cacat rongga tidak terisi dan cacat penyusutan. Penambahan temperatur cetakan dan tekanan dapat mengurangi cacat rongga tidak terisi, hal ini disebabkan karena semakin tinggi temperatur cetakan dan tekanan maka fluiditas naik dan efek penekanan pada logam cair dapat bekerja efektif sehingga logam cair dapat mengisi seluruh rongga cetakan. Sedangkan penambahan TiB tidak terlihat berpengaruh terhadap hasil pengecoran secara makro. Adapun hasil pengecoran seperti terlihat pada gambar 2.



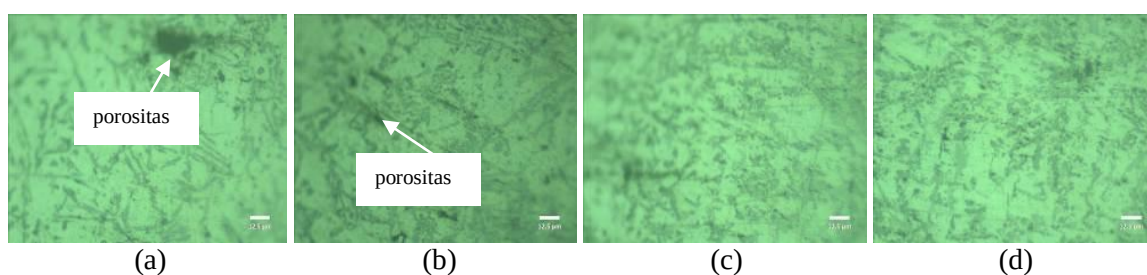
Gambar 2. Hasil pengecoran

3.2. Struktur Mikro

Struktur mikro hasil pengecoran diperlihatkan pada gambar 3 sampai dan gambar 4. Terlihat cacat porositas pada variabel tanpa pemanasan dan tanpa tekanan.



Gambar 3. Struktur mikro yang diambil pada bagian tengah sepatu kampas rem (a) Temperatur cetakan 0; (b) 200 °C; (c) 300 °C dan (d) 400 °C

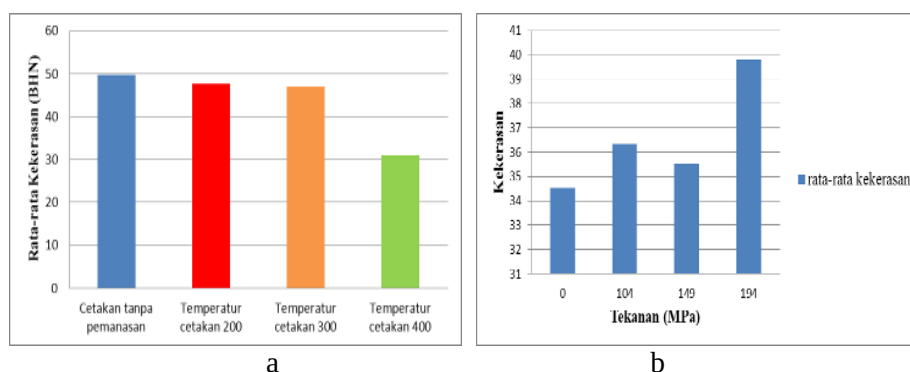


Gambar 4. Struktur mikro yang diambil pada bagian tengah sepatu kampas rem pada tekanan (a) 0; (b) 104 MPa; (c) 149 MPa dan (d) 194 MPa

Porositas akan semakin berkurang pada penambahan temperatur cetakan dan penambahan tekanan. Pada temperatur cetakan 0, porositas terjadi karena gas yang terjebak dalam rongga cetakan belum sempat keluar oleh efek penekanan, logam cair terlalu cepat membeku karena panas langsung di serap cetakan yang tanpa dipanaskan. Sedangkan pada temperatur cetakan yang lebih tinggi terdapat kesempatan efek penekanan squeeze sesat sebelum logam cair membeku karena laju pembekuan yang lambat, hal ini disebabkan perpindahan panas dari logam cair ke cetakan semakin lambat dengan diberikan peningkatan temperatur cetakan. Seperti yang dilaporkan bahwa fraksi porositas terkecil didapat pada temperatur cetakan 400°C (Firdaus, 2002).

Fenomena ini menunjukkan dengan meningkatnya laju pendinginan, pertumbuhan fasa silikon terhalang akibat terbentuknya kristal aluminium yang membungkus kristal silikon sehingga menghasilkan penyebaran terhadap pertumbuhan matrik seperti yang dilaporkan Duskiardi dan Tjitro (2002)

Hal serupa juga terjadi pada peningkatan tekanan *squeeze*, dengan bertambahnya besar tekanan gaya dorong pada logam cair untuk dimampatkan dan mengeluarkan gas porositas juga semakin besar, sehingga porositas gas akan semakin berkurang dengan peningkatan tekanan *squeeze*. Seperti yang dilaporkan Yue, (1997) pada material AA7010 pada tekanan 50 MPa masih ditemukan porositas sedangkan pada penambahan tekanan 104 MPa, 149 MPa dan 194 MPa sedikit atau tidak ditemukan porositas gas.



Gambar 5. Kekerasan Brinell hasil penecoran a. Variasi temperatur cetakan dan b. Penambahan tekanan

Kekerasan rata-rata hasil pengecoran pada variabel penambahan temperatur cetakan dan tekanan seperti terlihat pada gambar 6. Hasil pengujian kekerasan brinell menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur cetakan kekerasan menurun. Penurunan kekerasan ini disebabkan oleh laju pembekuan yang semakin lambat, dimana semakin lama atau semakin lambat laju pembekuan maka kekerasan akan semakin menurun. Peningkatan rata-rata kekerasan juga dipengaruhi oleh tekanan, semakin tinggi tekanan *squeeze* maka kekerasan brinell semakin besar. Penambahan tekanan mengakibatkan struktur yang lebih rapat dan karena tekanan berefek pada laju pembekuan yang semakin cepat pula. Hasil berbeda berbeda seperti yang dilaporkan oleh Diskiardi dan Tjitro (2002) pada material piston komersial lokal bahwa kekerasan turun pada tekanan 100 MPa setelah mencapai titik optimum pada tekanan 75 MPa. Yue dan Chadwick (1995) juga mengungkapkan bahwa pada tekanan 100 MPa sifat fisis dan mekanis akan mencapai titik optimum sehingga penambahan tekanan lebih dari 100 MPa tidak akan memperbaiki keunggulan material.

4. KESIMPULAN

Dari percobaan dan analisa hasil yang dilakukan pada maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Mekanisme yang dikembangkan dapat bekerja secara optimal mulai dari penutupan cetakan, pembukaan cetakan dan pelepasan coran dapat dilakukan secara otomatis dengan menggunakan sistem hidrolis.
2. Kecepatan produksi sangat tergantung dari pemanasan cetakan, semakin panas cetakan yang diberikan semakin rendah kecepatan produksi yang disebabkan oleh waktu pembekuan coran yang lama. Tanpa pemanasan cetakan produksi sepatu kampas rem dapat dilakukan selama 30 detik per produk, sedangkan dengan pemanasan cetakan maksimal 400°C produksi per produk selama 10 menit.
3. Pada temperatur cetakan lebih tinggi terlihat struktur mikro semakin halus, jumlah porositas pada produk coran semakin rendah, dan ukuran atau butir SDAS semakin halus, serta produk yang dihasilkan mendekati bentuk akhir cetakan. Semakin tinggi temperatur cetakan maka nilai rata-rata kekerasan akan semakin turun sehingga produk sepatu kampas rem tidak getas atau mudah patah dalam menerima beban pada saat pengereman. Rata-rata porositas terkecil pada bagian tepi dan tengah terjadi pada temperatur cetakan 400 °C yaitu sebesar 1,48 %, rata-rata

SDAS terkecil juga terjadi pada temperatur cetakan 400 °C yaitu 9,065 µm dan kekerasan tertinggi pada perlakuan tanpa pemanasan cetakan yaitu 49,77 BHN.

4. Penambahan tekanan *squeeze* dapat menurunkan rata-rata prosentase porositas, merapatkan SDAS dan meningkatkan kekerasan pada spesimen uji. Rata-rata porositas terkecil didapat pada tekanan 194 MPa yaitu 3,11%, SDAS terkecil terlihat juga pada tekanan 194 MPa yaitu 7,18 µm dan kekerasan terbesar juga pada tekanan 194 MPa yaitu sebesar 35,40 BHN

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesiatahun anggaran 2013, terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmanto, SMB Respati, H. Purwanto, 2012, Pengembangan Metode Pengecoran Squeeze Untuk Meningkatkan Kualitas Sepatu Kampas Rem Kendaraan Bermotor Berbahan Aluminium Daur Ulang, Laporan Penelitian Hibah Bersaing.
- Duskiardi dan Tjitro, S., 2002, Pengaruh Tekanan dan Temperatur Die Proses Squeeze Casting terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro pada Material Piston Komersial Lokal, Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra, Vol. 4, hal. 1-5.
- Firdaus, 2002, "Analisis Parameter Proses Squeeze Casting Terhadap Cacat Porositas Produk Flens Motor Sungai", Jurnal Teknik Mesin Universitas kristen Petra, vol. 4, hal. 6-12.
- Mondolfo, L.F., 1976, "Aluminium Alloys: Structure and Properties", Butterworths, London
- Smith, W.F., 1993, "Structure and Properties of Engineering Alloys", McGraw-Hill inc, Second Edition.
- Soejono Tjitro dan Firdaus, 2001, Pengecoran Squeeze, Jurnal Teknik Mesin Vol. 2, No. 2, Oktober 2000: 109 – 113
- Yue, T.M., 1997, "Squeeze Casting of High-Strength Alumunium Wrought Alloy AA7010", Journal of Material Processing Technology vol. 66, pp. 179-185.
- Yue, T.M., and Chadwick G.A., 1995, "Squeeze Casting of Light Alloys and Their Composites", Journal of Material Processing Technology, vol. 58, pp. 302-307.