

ANALISIS PENGARUH VARIASI TEKANAN PADA PENGECORAN SQUEEZE TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN PRODUK SEPATU KAMPAS REM BERBAHAN ALUMINIUM SILIKON (Al-Si) DAUR ULANG DENGAN PENAMBAHAN 0,05% UNSUR TITANIUM (Ti)

Ihsan Fauzi*, Helmy Purwanto dan Sri Mulyo Bondan Respati

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim

Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236.

*Email: h454n_87@yahoo.com

Abstrak

Pengecoran squeeze atau yang sering juga disebut penempaan logam cair adalah proses dimana logam cair dibiarkan membeku dalam cetakan yang diberi tekanan eksternal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tekanan terhadap struktur mikro dan kekerasan pada proses pembuatan kampas rem dengan penambahan titanium (Ti) paduan aluminium daur ulang. Paduan dilebur pada dapur peleburan dan dituang pada temperatur 700 °C kedalam cetakan yang telah dipanaskan pada temperatur 300 °C selanjutnya diberi tekanan dengan variasi tanpa tekanan, tekanan 104MPa, 149Mpa dan 194MPa selama 8 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan yang diberikan porositasnya semakin sedikit, SDAS semakin kecil, dan nilai kekerasan naik.

Katakunci: Pengecoran squeeze, daur ulang, tekanan.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri otomotif sekarang ini berkembang dengan pesat. Komponen yang memiliki karakteristik unggul diperlukan untuk mendukung sebuah kendaraan, salah satunya adalah sepatu kampas rem. Untuk itu dalam pembuatan sepatu kampas rem membutuhkan material yang kuat, tetapi juga harus ringan, tahan korosi, dan penghantar panas baik. Sepatu kampas rem dibuat dengan cara pengecoran, maka bahan yang digunakan harus mempunyai kemampuan cor yang baik. Saat ini masih terus dilakukan penelitian untuk mengembangkan proses manufaktur pembuatan kampas rem dengan menggunakan bahan aluminium (Al) silikon (Si) daur ulang.

Pengecoran (*casting*) adalah suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan bagian dengan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi. Dimana bahan dalam kondisi cair dituang atau dicetak dengan ditekan dalam sebuah rongga cetakan dengan bentuk tertentu dan dibiarkan sampai berubah menjadi padat atau membeku. Salah satu metode pengecoran yang digunakan untuk meningkatkan kualitas produksi adalah pengecoran *squeeze*.

Pengecoran *squeeze* dikenal dengan istilah penempaan logam cair. merupakan suatu proses dimana logam cair didinginkan di dalam cetakan yang sudah ada dan ditutup sambil diberi tekanan luar yang biasanya berasal dari tenaga hidrolik. Tekanan yang diberikan serta

kontak langsung antara logam cair dengan dinding cetakan akan menyebabkan terjadi perpindahan panas secara cepat yang memungkinkan untuk menghasilkan produk cor dengan porositas rendah serta memiliki ukuran butir yang halus dengan sifat mekanik yang mendekati produk tempa umumnya. Supaya tidak terjadi kegagalan dalam proses pengecoran sepatu kampas rem maka ditambahkan penghalus butiran Ti (Titanium) dan Boron (Firdaus, 2002).

Hasil proses pengecoran *squeeze* adalah produk yang mendekati ukuran standarnya (*near-net shape*) dengan kualitas yang baik, sehingga dapat meminimalkan pengerjaan mesin selanjutnya. Sedangkan struktur-mikro hasil pengecoran *squeeze* tampak lebih padat dibandingkan dengan hasil pengecoran dengan cara tuang atau *gravity* (Yue dan Chadwick, 1996).

Struktur mikro terjadi perubahan bentuk butiran, dimana setelah mendapatkan penambahan titanium strukturnya menjadi halus dan berbentuk *equiaxed*. dari uji kekerasan didapatkan bahwasanya penambahan titanium yang memberikan pengaruh *significant* adalah penambahan Ti dengan nilai kekerasan.

Kekerasan (*hardness*) adalah ketahanan material terhadap deformasi plastis yang terlokalisasi (lengkungan kecil atau goresan).

Porositas adalah suatu cacat (*void*) pada produk cor yang dapat menurunkan kualitas bentuk tuang. Salah satu terjadinya porositas

pada penuangan paduan aluminium adalah gas hydrogen.

METODOLOGI

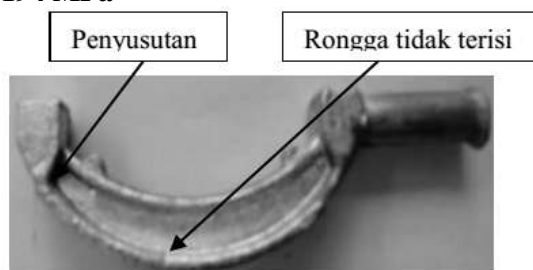
Bahan yang dipakai dalam penelitian ini yaitu paduan aluminium daur ulang (Al-Si) berasal dari sepatu kampas rem bekas dari salah satu merek kendaraan bermotor tertentu dan penambahan *master alloy* Titanium Boron (TiB).

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : *Mold* atau cetakan logam, Alat press hidrolis otomatis, Thermometer infra red, Dapur peleburan, kowi, Ladel, Tang penjepit, Sarung tangan, Batu bara, Elpiji, Alat uji kekerasan, Alat uji struktur mikro, Amplas, Autosol, Kain lap, Stop watch. Pembuatan ingot sepatu kampas rem bekas dilebur dengan kowi dengan temperatur 700 °C, selanjutnya diaduk dan dipisahkan kotoran kemudian dituang kedalam cetakan yang sudah disediakan. Proses Penambahan unsur TiB, Peleburan, Penuangan dan Penekanan, Proses awal ingot dicampur dengan TiB dengan penambahan 0,05%, dilebur didalam dapur peleburan menggunakan batu bara dan elpiji. Peleburan hingga mencapai suhu temperatur 700°C, cetakan logam dipanaskan dengan elpiji hingga mencapai suhu temperatur 300°C kemudian diaduk supaya rata antara aluminium dengan unsur TiB. Sebelum penuangan alat hidrolik dipersiapkan selanjutnya dilakukan penuangan dan penekanan dengan variasi tanpa tekanan, tekanan 104 MPa, 149 MPa, 194 MPa. Kemudian ditahan selama 8 menit dan hasil coran dilepas.

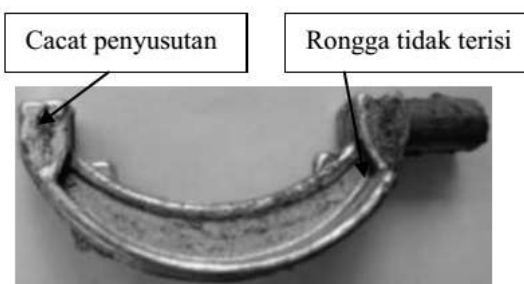
Hasil pengecoran didokumentasikan dan dibuat sempel uji kekerasan, dan metalografi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

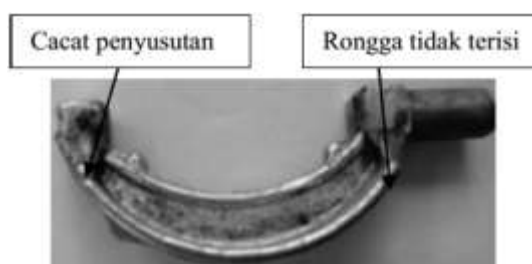
Hasil pengecoran *squeeze* dengan variasi tanpa tekanan, tekanan 104 MPa, 149 MPa, 194 MPa



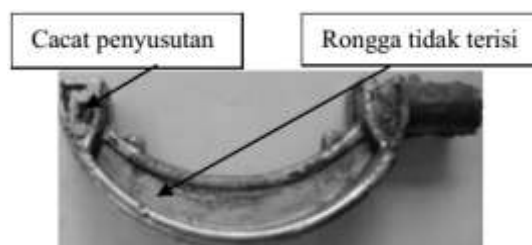
Gambar 1. Hasil pengecoran *squeeze* tanpa tekanan dengan tambahan TiB 0,05% suhu coran 700°C suhu cetakan 300°C.



Gambar 2. Hasil pengecoran *squeeze* tekanan 104 MPa dengan tambahan TiB 0,05% suhu coran 700°C suhu cetakan 300°C.



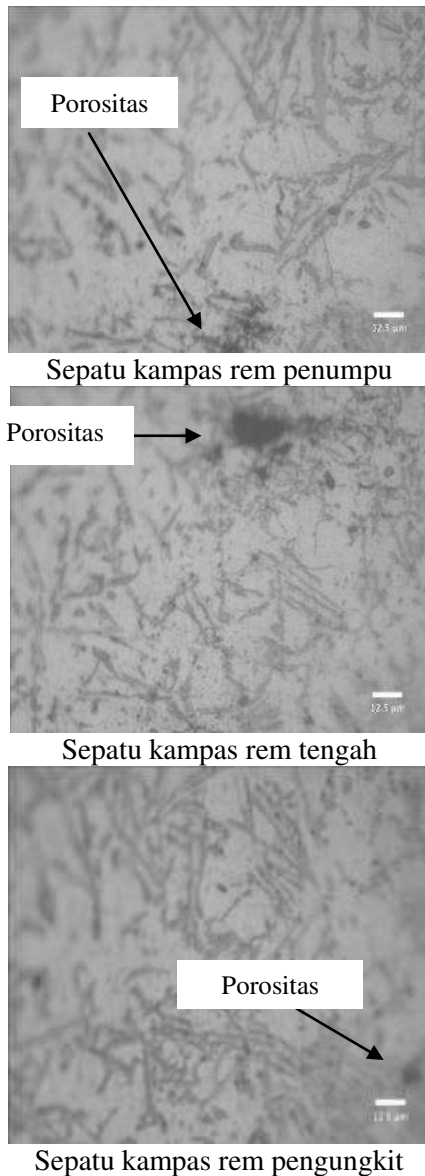
Gambar 3. Hasil pengecoran *squeeze* tekanan 149 MPa dengan tambahan TiB 0,05% suhu coran 700°C suhu cetakan 300°C



Gambar 4. Hasil pengecoran *squeeze* tekanan 194 MPa dengan tambahan TiB 0,05% suhu coran 700°C suhu cetakan 300°C.

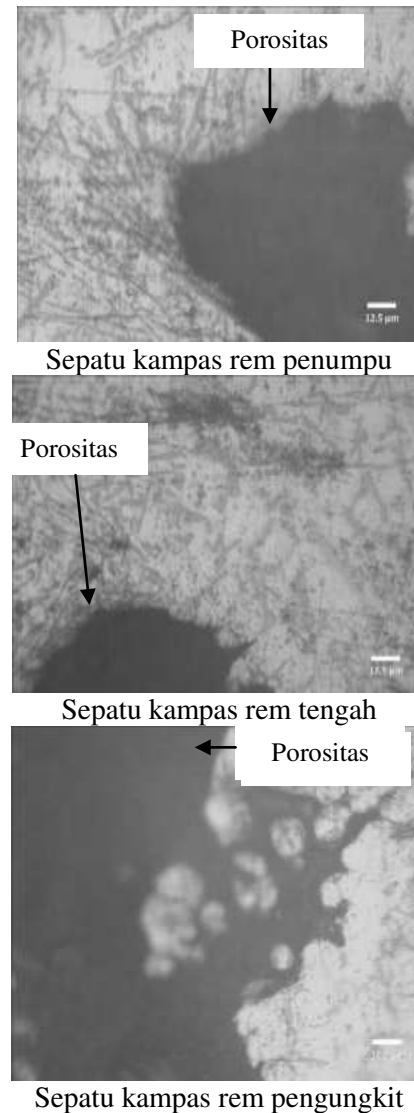
Dari hasil pengecoran *squeeze* Menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan cacat pengecoran sedikit dan hasil coran lebih baik. Hal ini dipengaruhi oleh gaya dorong saat penekanan yang tinggi sehingga rongga cetakan terisi penuh dan cacat pengecoran semakin berkurang dibandingkan dengan tanpa tekanan.

Struktur Mikro
a. Tanpa tekanan



Gambar 5. Struktur mikro tepi spesimen tanpa tekanan

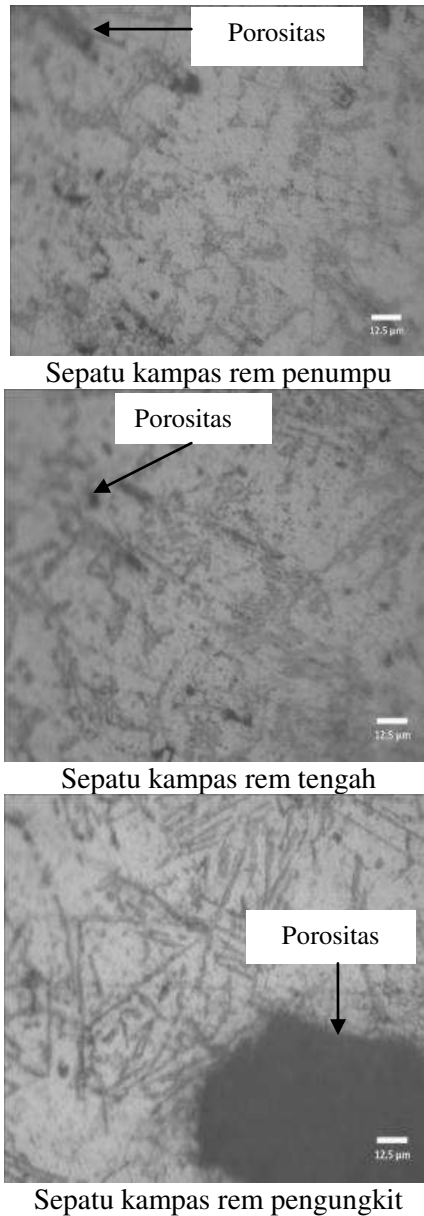
Gambar 5. Memperlihatkan foto struktur mikro dengan tanpa tekanan diambil dari tepi spesimen dibagian penumpu tidak ada cacat porositas, bagian tengah dan pengungkit sedikit ada cacat porositas. Dilihat dari struktur dendritnya pada bagian kanvas penumpu, tengah, pengungkit jarak antara dendrit jauh.



Gambar 6. Struktur mikro tengah spesimen tanpa tekanan

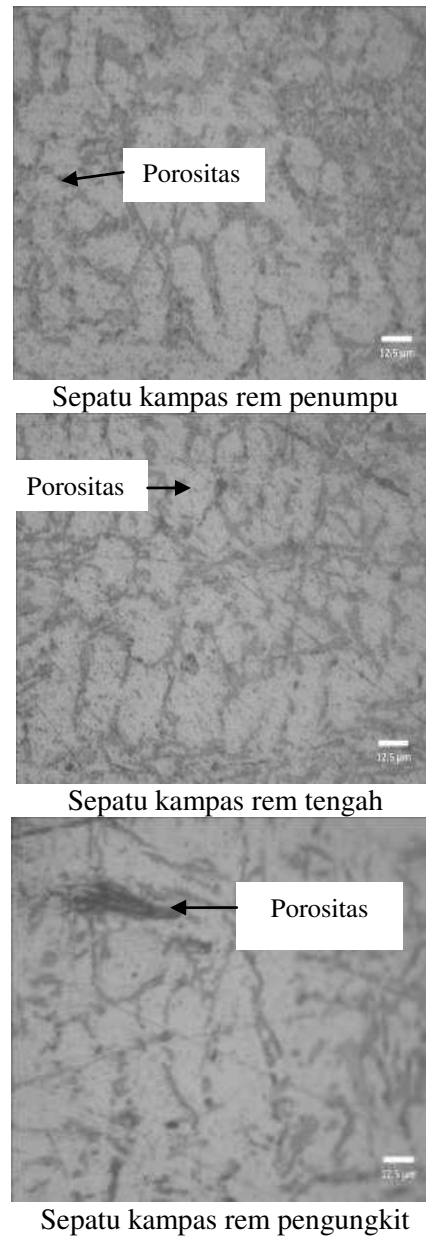
Gambar 6. Memperlihatkan foto mikro coran pada tanpa tekanan yang diambil dari tengah spesimen bahwa dibagian kanvas penumpu, tengah dan pengungkit terdapat banyak cacat porositas. Dilihat dari dendritnya bagian kanvas penumpu dan tengah dendritnya rapat. Pada bagian kanvas pengungkit dendritnya mengumpul.

Dari hasil semua spesimen yang diambil bagian tengah spesimen terdapat banyak cacat porositas dibandingkan dengan dibagian tepi spesimen. Jumlah dendrit dari bagian semua bagian spesimen hampir sama.

b. Tekanan 104 MPa.

Gambar 7. Struktur mikro tepi spesimen tekanan 104 MPa.

Gambar 7. Memperlihatkan foto mikro coran pada tekanan 104 MPa yang diambil dari tepi spesimen pengungkit dibagian penumpu dan tengah terdapat sedikit porositas. Sedangkan dibagian pengungkit cacat porositasnya banyak dan mengumpul. dilihat dari struktur dendritnya pada bagian penumpu dan pengungkit jarak dendritnya jauh, pada bagian tengah jarak dendritnya rapat.

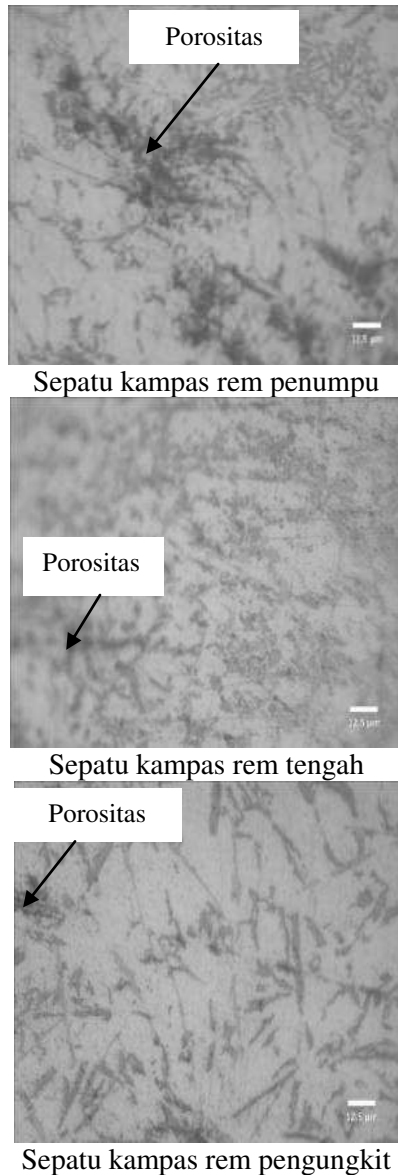


Gambar 8. Struktur Mikro Tengah Spesimen Tekanan 104 MPa.

Gambar 8. Memperlihatkan foto mikro coran pada tekanan 104 MPa yang diambil dari tengah spesimen bahwa bagian atas dan tengah cacat porositasnya sedikit, Sedangkan bagian bawah porositasnya mengumpul. dilihat dari struktur dendritnya pada bagian penumpu dan tengah dendritnya mengumpul, pada bagian pengungkit jarak dendritnya jauh.

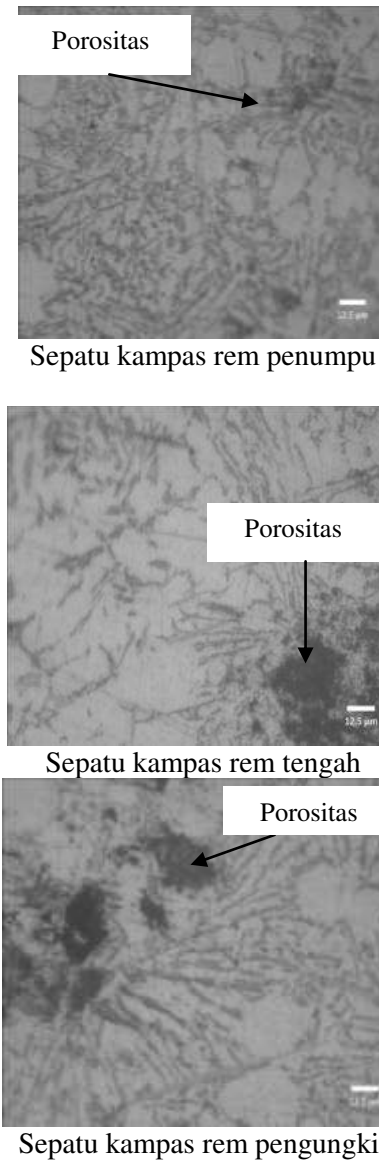
Dari semua spesimen yang diambil bagian tepi spesimen lebih banyak terdapat cacat porositas dari pada di bagian tengah spesimen. Jumlah dan bentuk dendritnya dari semua bagian spesimen menunjukkan hampir sama.

c. Tekanan 149 MPa.



Gambar 9. Struktur Mikro Tepi Spesimen Tekanan 149 MPa.

Gambar 9. Memperlihatkan foto mikro coran pada tekanan 149 MPa yang diambil dari tepi spesimen bahwa bagian penumpu porositasnya banyak sedangkan bagian tengah dan pengungkit sedikit porositasnya. dilihat dari struktur dendritnya bagian penumpu dan tengah jarak dendritnya sangat rapat sedangkan pada bagian pengungkit jarak dendritnya jauh.

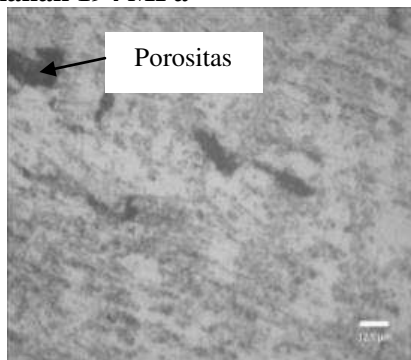


Gambar 10. Struktur mikro tengah spesimen tekanan 149 MPa.

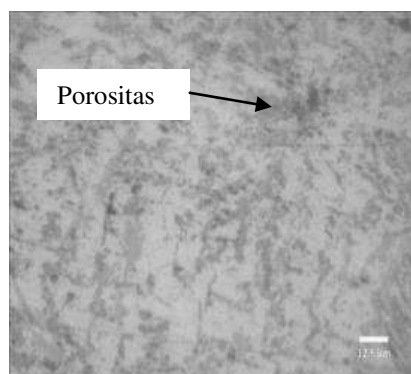
Gambar 10. Memperlihatkan foto mikro coran pada tekanan 149 MPa yang diambil dari tengah spesimen bahwa bagian penumpu cacat porositasnya sedikit dibandingkan dengan bagian tengah dan pengungkit banyak porositasnya. dilihat dari struktur dendritnya pada bagian penumpu dan pengungkit rapat, bagian tengah jarak dendritnya jauh.

Dari semua spesimen yang diambil struktur mikro coran dilihat dari cacat porositasnya memperlihatkan bahwa pada bagian tengah spesimen lebih banyak cacat porositasnya dibandingkan ditepi. Jumlah dan bentuk dendritnya bagian tengah lebih rapat dibandingkan ditepi spesimen.

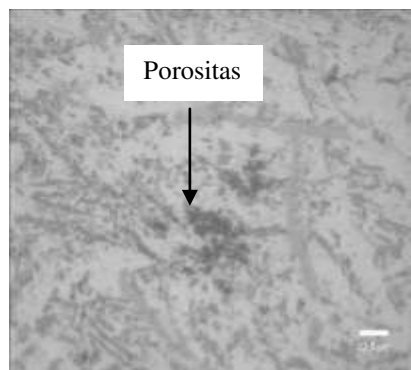
d. Tekanan 194 MPa



Sepatu kanvas rem penumpu



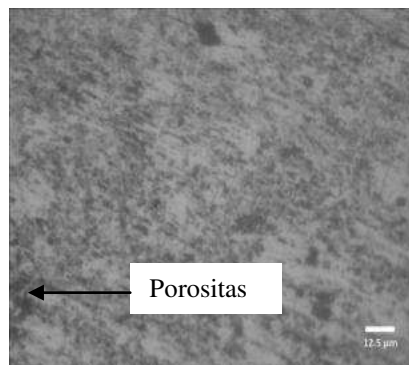
Sepatu kanvas rem tengah



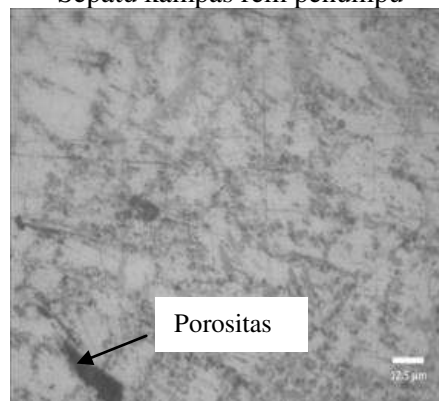
Sepatu kanvas rem pengungkit

Gambar 11. Struktur mikro tepi spesimen tekanan 194 MPa.

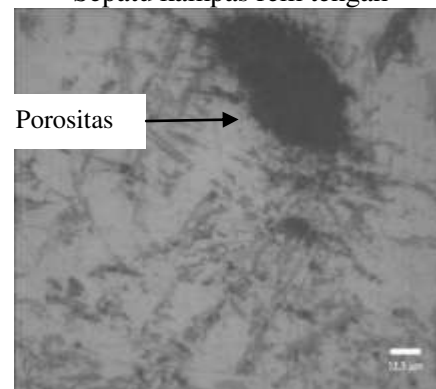
Gambar 11. Memperlihatkan foto mikro coran pada tekanan 194 MPa yang diambil dari tepi spesimen bahwa bagian penumpu, tengah dan pengungkit terdapat sedikit cacat porositas. dilihat dari struktur dendritnya pada bagian penumpu dan tengah jarak dendritnya rapat sedangkan di bagian pengungkit jarak dendritnya jauh.



Sepatu kanvas rem penumpu



Sepatu kanvas rem tengah



Sepatu kanvas rem pengungkit

Gambar 12. Struktur mikro tengah spesimen tekanan 194 MPa.

Gambar 12. Memperlihatkan foto mikro coran pada tekanan 194 MPa yang diambil dari tengah spesimen bahwa bagian penumpu dan tengah terdapat cacat porositas sedangkan bagian pengungkit terdapat cacat porositas yang besar. dilihat dari struktur dendritnya pada bagian penumpu dan tengah jarak dendritnya lebih rapat, pada bagian pengungkit jarak dendritnya jauh.

Dari semua foto spesimen yang diambil struktur mikro coran dilihat dari terdapat cacat porositas bahwa bagian tepi spesimen sedikit cacat porositasnya dibandingkan dengan bagian tengah spesimen yang banyak cacat

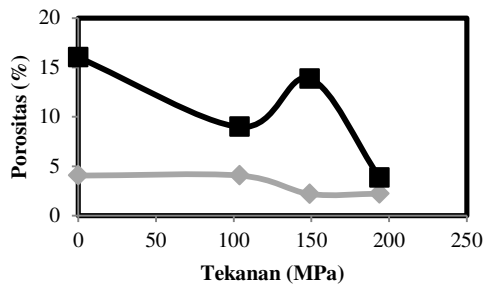
porositasnya. Jumlah dendritnya dari semua bagian spesimen menunjukkan hampir sama.

Dari gambar 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12., menunjukkan struktur mikro pengecoran *squeeze* dengan tanpa tekanan, tekanan 104MPa, 149MPa, 194MPa dan penambahan unsur TiB 0,05% hasil struktur mikro semakin tinggi tekanan dendritnya rapat.

Porositas

Adalah suatu cacat (*void*) pada produk cor yang dapat menurunkan kualitas bentuk tuang.

Gambar 15. menunjukkan hasil rata-rata ukuran Porositas.

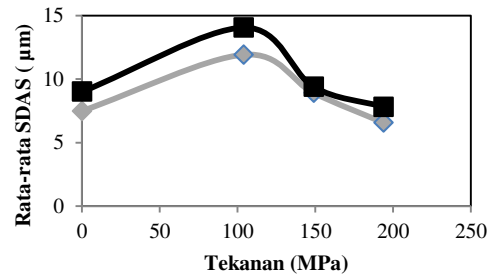


Gambar 13. Grafik jumlah porositas pengecoran *squeeze* dengan variasi tekanan.

Gambar 13. Memperlihatkan hubungan antara jumlah porositas dengan variasi tanpa tekanan, tekanan 104 MPa, 149 MPa, 194 MPa dan penambahan unsur TiB 0,05% dari pengecoran *squeeze* sepatu kampas rem menunjukkan variasi tanpa tekanan terdapat porositas pada bagian tepi rata-rata 4,056% sedangkan porositas dibagian tengah rata-rata 16,007%. variasi tekanan 104 MPa terdapat porositas pada bagian tepi rata-rata 4,06% sedangkan porositas dibagian tengah rata-rata 9,147%. variasi tekanan 149 MPa terdapat porositas pada bagian tepi rata-rata 2,2% sedangkan porositas dibagian tengah rata-rata 13,867%. variasi tekanan 194 MPa terdapat porositas pada bagian tepi rata-rata 2,4 % sedangkan porositas dibagian tengah rata-rata 3,833%. hal ini disebabkan karena pada saat penekanan dengan tekanan tinggi lebih cepat padat.

Secondary Dendrite Arm Spacing (SDAS)

Gambar 15. menunjukkan hasil rata-rata ukuran SDAS.

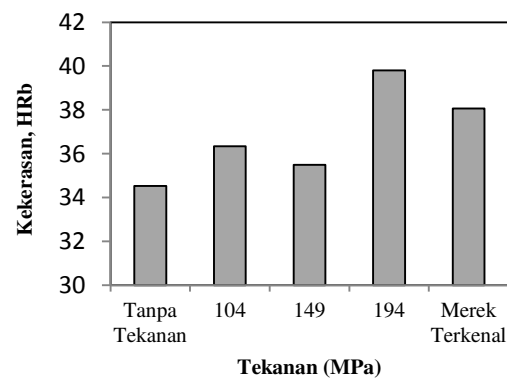


Gambar 14. Grafik rata-rata SDAS dengan variasi tekanan

Gambar 14. Memperlihatkan hasil rata-rata SDAS pengecoran *squeeze* sepatu kampas rem dengan variasi tanpa tekanan Pada bagian tepi spesimen ukuran SDAS 9,01µm, bagian tengah spesimen ukuran SDAS 7,492 µm. variasi tekanan 104 MPa Pada bagian tepi spesimen ukuran SDAS 14.05µm, bagian tengah spesimen ukuran SDAS 11.916µm. variasi tekanan 149 MPa Pada bagian tepi spesimen ukuran SDAS 9.387µm, bagian tengah spesimen ukuran SDAS 8.911µm. variasi tekanan 194 MPa Pada bagian tepi spesimen ukuran SDAS 7.813µm, bagian tengah spesimen ukuran SDAS 6.562µm.

Kekerasan

Gambar 15. Menunjukkan nilai kekerasan pada pengecoran *squeeze* dengan variasi tekanan.



Gambar 15. Grafik rata-rata harga kekerasan pengecoran *squeeze* dengan variasi tekanan.

Gambar 15. Memperlihatkan hubungan antara Kekerasan sepatu kampas rem dengan variasi tekanan dan penambahan unsur TiB 0,05% yang paling tinggi dengan variasi tekanan 194 MPa sebesar 39.86 HRB, dibandingkan dengan variasi tekanan lainnya.

Pada variasi tanpa tekanan sebesar 35.4 HRB, untuk kekerasan variasi tekanan 104 MPa sebesar 36.33 HRB. untuk kekerasan variasi tekanan 149 MPa sebesar 35.4 HRB.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian analisis pengaruh variasi tekanan pada pengecoran *squeeze* terhadap struktur mikro kekerasan produk sepatu kampas rem berbahan aluminium silikon (Al-Si) daur ulang dengan penambahan 0,05% unsur Titanium (Ti). Maka dapat disimpulkan:

Jumlah porositas pada pengecoran *squeeze* dengan tanpa tekanan terdapat porositas pada bagian tepi rata-rata 4,056% sedangkan porositas dibagian tengah rata-rata 16,007%. variasi tekanan 104 MPa terdapat porositas pada bagian tepi rata-rata 4,06% sedangkan porositas dibagian tengah rata-rata 9,147%. variasi tekanan 149 MPa terdapat porositas pada bagian tepi rata-rata 2,2% sedangkan porositas dibagian tengah rata-rata 13,867%. variasi tekanan 194 MPa terdapat porositas pada bagian tepi rata-rata 2,4 % sedangkan porositas dibagian tengah rata-rata 3,833%. Ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan jumlah porositasnya semakin rendah. Hal ini disebabkan karena pada saat penekanan udara keluar lebih cepat.

Hasil rata-rata SDAS pengecoran *squeeze* sepatu kampas rem dengan variasi tanpa tekanan Pada bagian tepi spesimen ukuran

SDAS 9,01 μ m, bagian tengah spesimen ukuran SDAS 7,492 μ m. variasi tekanan 104 MPa Pada bagian tepi spesimen ukuran SDAS 14,05 μ m, bagian tengah spesimen ukuran SDAS 11,916 μ m. variasi tekanan 149 MPa Pada bagian tepi spesimen ukuran SDAS 9,387 μ m, bagian tengah spesimen ukuran SDAS 8,911 μ m. variasi tekanan 194 MPa Pada bagian tepi spesimen ukuran SDAS 7,813 μ m, bagian tengah spesimen ukuran SDAS 6,562 μ m. ini menunjukkan bahwa semakin tinggi variasi tekanan semakin kecil SDAS nya.

Hasil kekerasan pada pengecoran *squeeze* dengan variasi tanpa tekanan sebesar 35.4 HRB, untuk kekerasan variasi tekanan 104 MPa sebesar 36.33 HRB, untuk kekerasan variasi tekanan 149 MPa sebesar 35.4 HRB, variasi tekanan 194 MPa sebesar 39.86 HRB. Ini menunjukkan bahwa semakin tinggi variasi tekanan semakin tinggi pula nilai kekerasannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Firdaus., (2002). Analisis Parameter Proses Pengecoran *Squeeze* Terhadap Cacat Porositas Produk Flens Motor Sungai”, *Jurnal Teknik Mesin* Vol. 4, No. 1, pp. 6 – 12.
- Yue, T.M., and Chadwick G.A., 1996, *Squeeze Casting of Light Alloys and Their Composites*, *Journal of Material Processing Technology*, vol. 58, pp. 302-307