

## ANALISIS STRUKTURMIKRO, POROSITAS DAN KEKERASAN PADUAN AISi HASIL COR PERAH

Sulistioso G. S<sup>1</sup>., M. Dani<sup>1</sup>, Wagiyo<sup>1</sup>, Elman P<sup>1</sup>, Sunardi<sup>1</sup> dan Firdaus<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Puslitbang Iptek Bahan (P3IB) – BATAN  
Kawasan Puspiptek, Serpong, Tangerang 15314

<sup>2</sup> Jurusan Mesin–Universitas Sriwijaya  
Palembang

### ABSTRAK

**ANALISIS STRUKTURMIKRO, POROSITAS DAN KEKERASAN DARI PADUAN AISi HASIL COR PERAH** Telah dilakukan penelitian dan analisis sifat fisis dan mekanik dari paduan AISi yang dibuat dengan metoda cor perah. Kegagalan dari produk yang sekarang digunakan yang dibuat dengan cetakan pasir, adalah keausan (*wear*) yang terjadi di bagian lubang tempat penyangga poros baling-baling, di ujung dari flens. Untuk mendapatkan karakteristik yang sesuai dengan bentuk aslinya, maka dibuat spesimen yang bentuknya menyerupai ujung dari *flens* tersebut dengan cara cor perah. Spesimen dibuat dengan parameter sebagai berikut suhu *die* 450°C, 500°C, 550°C, dengan tekanan 70 MPa, 100 MPa dan 130 MPa untuk masing-masing suhu *die*. Karakterisasi yang dilakukan meliputi uji komposisi, uji keras, analisis strukturmikro dan densitas. Kekerasan sampel uji yang merupakan produk cetakan pasir (CP) = 76,51 Kg/mm<sup>2</sup>, dan kekerasan spesimen produk cor cara perah (SQ) = 88,270. Porositas CP = 6,53 %, porositas SQ = 0,79%. Dari hasil foto strukturmikro didapat bahwa sampel produk cor perah mempunyai denrit yang lebih halus. Kesimpulan dari penelitian ini adalah cara cor perah dapat menaikkan kekerasan, menurunkan porositas, dan memperbaiki strukturmikro.

**Kata kunci** : Cor perah, *flens*, strukturmikro, porositas, kekerasan

### ABSTRACT

**ANALYSIS OF HARDNESS, POROSITY, AND MICROSTRUCTURE ON AISi ALLOYS PRODUCED BY SQUEEZED CASTING TECHNIQUE.** A research on physical and mechanical properties of AISi alloy was achieved out using squeezed casting technique. Flens which is commonly produced by sandcasting technique can wrap out easily. The end part of flens is susceptible to wearing. To overcome this weakness, another technique is called squeezed casting applied to generate some specimens of the flens. The parameters of the specimen productions are temperatures at 450°C, 500°C, and 550°C and pressures at 70 MPa, 100 MPa, and 130 MPa for each temperatures of die. Characterization produced conducted include composition test, hardness test, density and microstructure analysis. The hardness of the sample made by sandcasting (CP) is 76.57 Kg/mm<sup>2</sup> and the hardness sample made by squeezed casting (SQ) is 88.270 Kg/mm<sup>2</sup>. Meanwhile the porosity of CP is 6.53% and the porosity of SQ is 0.79%. Microstructure analysis indicated that the analysis produced by squeezed casting consists of finer dendrite. This research concludes that the squeezed casting technique improves specimen's hardness and microstructure and reduces its porosity

**Key words** : Squeeze casting, flens, microstructure, porosity, hardness

### PENDAHULUAN

Angkutan sungai dengan menggunakan perahu motor di Sumatera-Selatan masih memegang peranan penting, terutama bagi daerah-daerah yang transportasi daratnya tidak lancar. Angkutan yang digunakan pada umumnya berupa perahu yang dilengkapi dengan motor bakar.

*Flens* adalah salah satu komponen pada mesin perahu motor sungai, yang fungsinya sebagai rumah bantalan dan penyangga poros penghubung antara mesin dan baling-baling. *Flens* dipasang secara tetap pada badan perahu motor dengan ditopang oleh tiga buah baut, keunikan dari *flens* ini adalah mampu mengakomodasikan

beban aksial maupun beban radial. Beban utama yang dialami oleh *flens* ialah beban gesek dan tekanan bidang, sehingga kegagalan yang sering terjadi pada flens adalah keausan. Penyebab utama dari keausan ini adalah gesekan antara poros baling-baling dengan bagian tengah dari *flens*.

Situasi ekonomi yang tidak menguntungkan saat ini menyebabkan industri komponen otomotif banyak menurunkan kapasitas produksinya. Salah satu penyebabnya adalah mahalnya bahan baku dan tingginya biaya produksi. Karena itu penggunaan bahan daur ulang banyak dilakukan oleh industri kecil dan menengah dalam

negeri, dengan bahan baku daur-ulang dan didukung oleh teknologi sederhana, sehingga produk yang dihasilkan akan bermutu rendah baik dari segi bahan maupun dimensi.

Produk cor *flens* hasil pengecoran pasir yang ada saat ini kualitasnya kurang baik. Permasalahan yang akan dipecahkan pada penelitian ini adalah memperbaiki kualitas produk *flens* yang ada melalui suatu proses pengecoran alternatif, yaitu proses pengecoran *squeeze* tanpa mengubah parameter bahan yang digunakan, yaitu paduan aluminium daur ulang yang sudah ada, berupa *flens* yang sudah rusak.

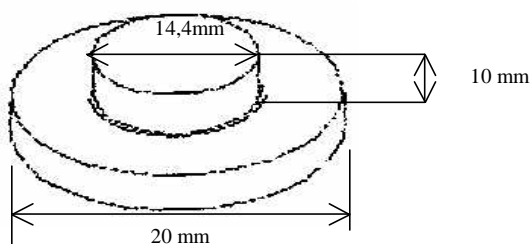
Sebelum peleburan, dilakukan karakterisasi awal terhadap produk yang sudah ada meliputi uji komposisi, uji kekerasan, uji kekasaran dan strukturmikro, kemudian paduan tersebut dilebur pada suhu 750°C lalu dibuat beberapa spesimen percobaan dengan cara *squeeze casting* melalui beberapa kombinasi parameter pengecoran seperti tekanan *squeeze*, temperatur penuangan dan suhu *dies*. Spesimen-spesimen tersebut kemudian satu persatu dikarakterisasi yang mencakup uji komposisi, uji kekerasan, uji kekasaran dan strukturmikro. Data yang diperoleh dari pengamatan berupa strukturmikro dan kekerasan, lalu dibandingkan dengan data karakterisasi awal dan dianalisa.

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah paduan daur ulang yang terdiri dari komponen *flens* yang telah rusak. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan kekerasan, dan strukturmikro yang lebih baik dari variasi parameter proses yang diberikan. Dengan demikian kualitas produk *flens* hasil pengecoran cetakan pasir, yang ada di pasaran saat ini dapat diperbaiki kualitasnya.

## METODA PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Langkah pertama metoda penelitian ini adalah karakterisasi sampel yang berupa *flens* yang sudah rusak, karakterisasinya meliputi uji komposisi, uji keras dan uji porositas. Langkah selanjutnya adalah pembuatan sampel dengan *squeeze casting*, bentuk sampel yang dibuat menyerupai bentuk *flens*, tapi dengan ukuran yang lebih kecil, hal ini dimaksudkan agar tekanan dari *punch* dapat mencapai seluruh bagian benda uji.



Gambar 1. Bentuk sampel yang dibuat dengan *squeeze casting*

Bentuk sampel yang dibuat untuk penelitian ini adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Bentuk tersebut menyerupai bentuk bagian dari *flens* yang sering mengalami keausan.

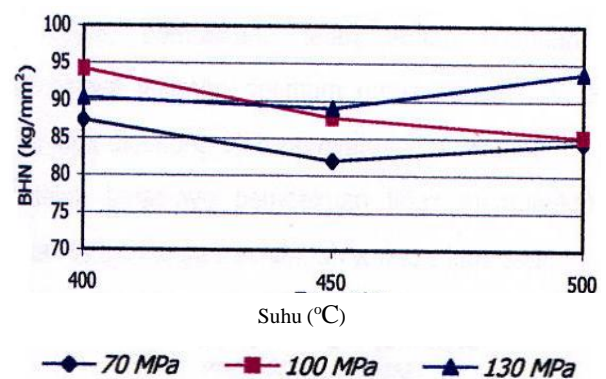
Tahapan dari pembuatan sampel adalah Ingot yang berupa *flens* yang sudah rusak di lebur pada tungku dengan suhu 750°C, dan ditahan selama 30 menit, agar ingot lebur semua. *Die* dan *Punch* juga dipanaskan di dalam tungku yang berbeda dengan suhu 400°C, dan ditahan selama 10 menit. Kemudian ingot yang sudah cair dituang ke dalam *dies*, proses penuangan dilakukan di dalam tungku, kemudian *punch* dimasukkan ke dalam *dies*, setelah itu *dies* yang berisi logam cair dibawa ke alat kompaksi hidrolik, dan ditekan dengan tekanan 70 MPa, lama penekanan 75 detik.

Proses tersebut diatas diulangi lagi tapi tekanannya diubah menjadi 100 MPa dan 130 MPa. Langkah selanjutnya *die* dan *punch* dipanaskan pada suhu 450°C dan 500°C, kemudian dilakukan lagi proses penuangan dan kompaksi seperti diatas dengan masing-masing suhu diberi tekanan 100 dan 130 MPa. Total sampel yang dibuat sebanyak 9 buah. Waktu yang dibutuhkan selama proses penuangan logam cair ke dalam *dies* sampai kompaksi akan sangat mempengaruhi hasil *squeeze casting*. Hal ini bisa terjadi sewaktu *punch* ditekan, sebagian logam cair di dalam *dies* sudah membeku, atau bisa juga terjadi ketika *punch* ditekan bagian atas dari logam cair tumpah keluar. Waktu yang optimum untuk menghasilkan sampel yang baik adalah antara 60 sampai dengan 100 detik.

Bahan baku dari sampel ini berupa *flens* yang sudah rusak. Alat yang digunakan untuk karakterisasi adalah Mikroskop optik Nikon FX-35DX/UX-DX. Bahan *Polishing* digunakan *grinding paper* dengan *grit* 500, 800, 1000, 1500, 2000 dan alumina suspension dengan *grit* 0,1  $\mu$ . Untuk menghasilkan strukturmikro yang jelas digunakan bahan *etsa* yang berupa larutan 1 gram NaOH yang dicampur dengan 100 ml H<sub>2</sub>O. Pengujian keras dilakukan dengan *hardness test*, metoda *Brinell*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

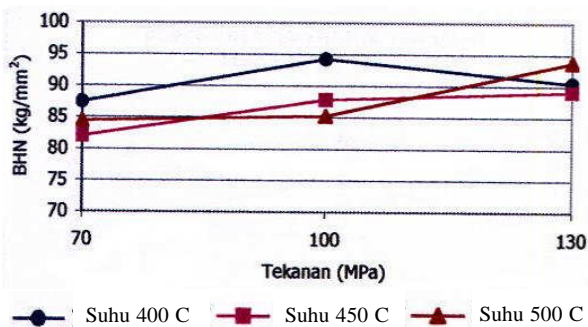
### Pengaruh Suhu dan Tekanan Terhadap Kekerasan



Gambar 2. Pengaruh suhu terhadap kekerasan paduan

Untuk membahas pengaruh tekanan dan suhu terhadap kekerasan dan porositas produk, dibawah ini ditampilkan grafik dari hasil pengujian kekerasan dan porositas. Kekerasan paduan pada tekanan konstan ditunjukkan pada Gambar 2.

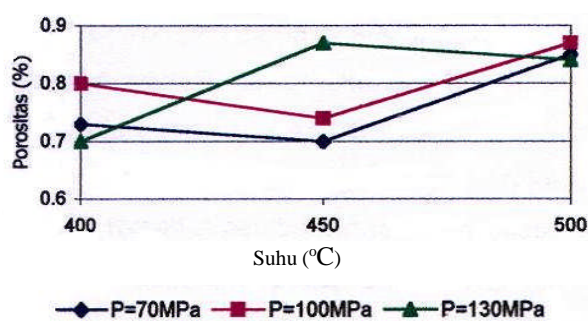
Tampak bahwa angka kekerasan paduan mempunyai kecenderungan menurun pada tekanan 70 dan 100 MPa. Sedangkan pada tekanan 130 MPa grafik menunjukkan kecenderungan menaik. Grafik kekerasan paduan pada suhu *die* konstan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh tekanan terhadap kekerasan paduan

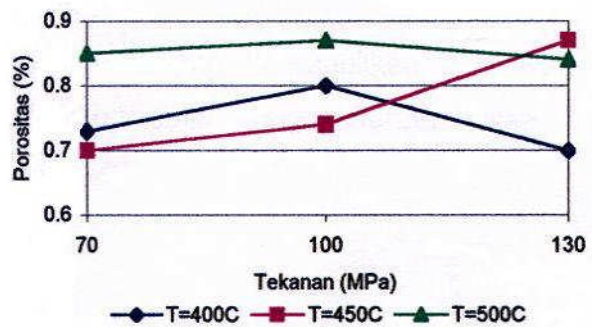
Pada suhu *dies* 400°C, kekerasan sampel menunjukkan kenaikan sampai tekanan 100 MPa, tapi jika tekanan dinaikan menjadi 130 MPa, maka kekerasan menurun, hasil ini disebabkan karena pada kondisi ini porositas sampel relatif tinggi. Pada suhu *dies* 450°C dan 500°C, angka kekerasan menunjukkan kenaikan dengan naiknya kekerasan.

### Pengaruh Suhu dan Tekanan Terhadap Porositas



Gambar 4. Pengaruh tekanan terhadap porositas paduan

Pada Gambar 4 berikut menunjukkan pengaruh tekanan terhadap porositas paduan, pada gambar tersebut tampak bahwa grafik mempunyai kecenderungan yang sama untuk tekanan 70 MPa dan 100 MPa. Penyimpangan kecenderungan terjadi pada grafik untuk tekanan 130 MPa. Diduga bahwa fenomena ini merupakan fenomena yang sama seperti yang terjadi pada grafik kekerasan. Bahwa pada batas tekanan 130 MPa, pada



Gambar 5. Pengaruh suhu terhadap porositas paduan

saat tekanan tercapai pembekuan telah terjadi.

Dari Gambar 4 menunjukkan bahwa persentase porositas menurun pada suhu *die* 450°C dan persentase porositas akan naik kembali pada saat *die* dipanaskan sampai 500°C. Grafik pengaruh suhu terhadap porositas paduan ditunjukkan pada, Gambar 5 berikut, pada grafik tersebut tampak kecenderungan yang sama untuk suhu 400°C dan 500°C. Hal menarik jika diamati kecenderungan yang terjadi untuk suhu *die* 450°C. Tampak pada grafik bahwa untuk suhu 450°C kecenderungan grafik menaik pada tekanan 130 MPa. Artinya pemberian tekanan 130 Mpa pada suhu 450°C justru akan menaikkan persentase porositas saja. Diduga bahwa hal ini disebabkan oleh karena pada parameter suhu *die* 450°C tersebut pemberian tekanan sudah terlambat. Selain itu kenaikan nilai tekanan *squeeze* pada suhu tersebut tidak banyak memberikan dampak signifikan terhadap perubahan persentase porositas yang terjadi. Fenomena ini sesungguhnya mirip dengan fenomena kekerasan paduan pada suhu konstan.

### Struktur mikro

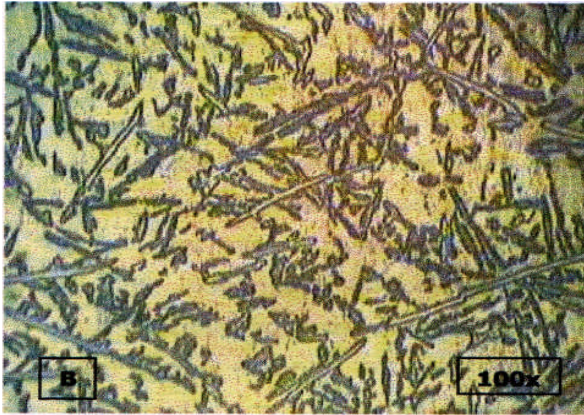
Gambar struktur mikro yang ditampilkan berikut ini diambil dengan alat mikroskop optik. Material untuk *flens* ini adalah paduan aluminium-silikon dengan kandungan 13,5 wt% silikon. Jenis paduan ini dapat dikategorikan sebagai paduan Al-Si *hyper-eutectic*, dengan fasa silikon primer yang dominan dan dilatar belakang tampak fasa



Gambar 6. Struktur mikro flens hasil sandcasting

silikon *eutektik*.

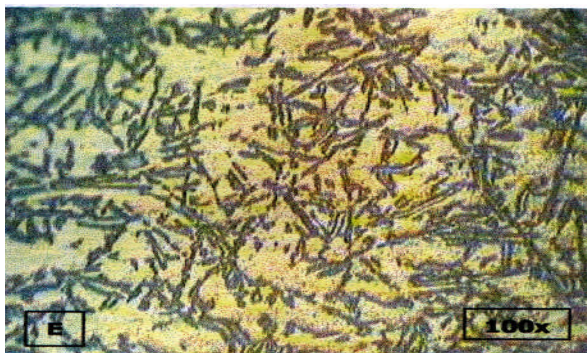
Merujuk pada referensi [18] dikatakan bahwa pada kondisi pembekuan normal hasil pengecoran paduan aluminium yang tidak menggunakan penghalus butir (*grain refiner*) biasanya menunjukkan struktur yang *columnar* atau *equiaxed* yang kasar (*coarse columnar or equiaxed structure*). Hal ini terbukti dari foto strukturmikro *sand casting* berikut (Gambar 6) tampak bahwa struktur paduan mempunyai bentuk seperti pohon cemara dengan jarak antar cabang-cabangnya renggang



Gambar 7a. Strukturmikro flens hasil cor perah dengan T=400°C dan P=70 MPa

dan bentuknya relatif kasar.

Foto strukturmikro hasil proses *squeeze casting* seperti tampak pada Gambar 7a dan 7b, menunjukkan bentuk yang sama dengan strukturmikro hasil *sand casting*, tapi jarak antar cabang-cabangnya lebih rapat dan ukurannya pun tampak lebih kecil dibanding hasil



Gambar 7b. Strukturmikro flens hasil cor perah dengan T=500°C dan P=100 MPa

*sand casting*

Hal ini disebabkan oleh proses pembekuan yang lebih cepat pada proses *squeeze casting* dibandingkan pada proses *sand casting*. karena pada proses *squeeze casting* ada tekanan yang bekerja pada cairan logam didalam *die*. Bentuk butir yang lebih halus dan jarak antar lengan *dendrit* yang lebih pendek inilah yang menyebabkan kekerasan paduan meningkat. Fenomena ini dapat didekati dengan teori dislokasi. Pada saat terjadi deformasi, dislokasi akan bergerak pada bidang *slip* dan

dari sampel. Konsekuensinya adalah bahwa untuk menggerakkan dislokasi agar menyebrangi batas butir diperlukan tegangan yang lebih besar. Dengan demikian maka batas butir dapat dianggap sebagai penghalang gerakan dislokasi. Karena gerakan dislokasi terhambat maka kerapatan dislokasi akan meningkat sehingga kekerasan paduan akan naik. Fenomena ini disebut juga sebagai *grain refinement strengthening*.

Hasil yang diperoleh secara visual tidak jauh berbeda dengan hasil yang diperoleh pada tekanan yang berbeda. Jika hasil ini dikaitkan dengan hasil pengamatan terhadap pengujian kekerasan dan porositas, maka hasil ini lebih mendukung kesimpulan bahwa sebenarnya pemberian tekanan di atas 100 MPa pada penelitian ini, tidak memberikan pengaruh yang signifikan, hal ini dikarenakan proses pembekuan material telah tercapai sebelum tercapainya tekanan tersebut.

## KESIMPULAN

1. Salah satu cara untuk mendapatkan hasil yang baik dalam *direct squeeze casting* ialah pengaturan waktu dari saat logam cair mulai dituang ke dalam *die* hingga *punch* dilepaskan dari benda cetak.
2. Proses pengecoran *squeeze*, khususnya *direct squeeze casting* terbukti mampu meningkatkan kekerasan sebesar 15,3 % dan juga mereduksi secara kuantitatif jumlah porositas yang terjadi pada produk cor dengan cetakan pasir dari 6,53% menjadi 0,79%
3. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada parameter temperatur 400°C dan tekanan 70 MPa yaitu sebesar 94,273 kg/mm<sup>2</sup>.

## DAFTARACUAN

- [1]. BEELEY,P.R, *Foundry Technology*, Butterworth Scientific, London (1982).
- [2]. *Metal Handbook 9<sup>th</sup> edition*, 15. Casting , ASM, (1993)
- [3]. *Alumunium and Alumunium Alloys*, ASM Specialty Handbook, (1994).
- [4]. EL MAHALLAWY N.A., TAHA M.A. and M.LOTFI ZAMZAM, *Journal Of Material Processing, on the Microstructure and Mechanical Properties of squeeze cast Al- 7wt%Si alloy*, 40, (1994).
- [5]. SAVAS, M.A. and ERTURAN, H, *Metallurgical And Material Transanction A*. Vol 28: Effect of Squeeze Casting on the Properties of Zn-Bi monotectic alloy, (1997)