

## Kekuatan Tarik Dan Porositas Silinder Al-Mg-Si Hasil *Die Casting* Dengan Variasi Tekanan

Yudy Surya Irawan, Tjuk Oerbandono, Dian Fitria Agus Aristiyono, Pratikto  
Laboratorium Pengecoran Logam, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas  
Brawijaya  
Jalan Mayjen Haryono 167 Malang, 65145  
E-mail : yudysir@ub.ac.id

### Abstract

*Tensile strength and porosity of die-casted Aluminum Alloys Al-Mg-Si with various applied pressure were investigated. Al-Mg-Si was melt in the electric induction crucible with temperature of 850 degree Celsius. Melt aluminum was poured in the metallic mould that pre-heated in 150 degree Celsius. Melt aluminum was pressed by the plunger with pressure of 0.1, 10, 30, and 50 MPa and held for 5 minutes. After aluminum was solidified, specimens for tensile strength and porosity test were machined. Tensile strength, porosity test and microstructure observation were conducted. Results of tensile strength and porosity test show that the higher plunger pressure, porosity becomes lower and tensile strength of specimens to be higher. Maximum tensile strength occurs in the specimens that pressed in 50 MPa. It occurs due to minimum porosity and small grains of microstructure in the specimens.*

**Keywords** : Aluminum, Die casting, Pressure, Tensile Strength, Porosity, Microstructure

### PENDAHULUAN

Teknologi pengecoran logam merupakan salah satu teknologi manufaktur tertua dan masih banyak dimanfaatkan di dalam industri karena mampu memproduksi komponen-komponen yang rumit dan sangat ekonomis. Hal ini menyebabkan proses pengecoran berperan penting dalam industri manufaktur.

Salah satu metode pengecoran logam yang dapat menghasilkan coran yang unggul adalah pengecoran *die casting*. Proses pengecoran ini memanfaatkan tekanan yang dikenakan pada logam cair yang telah dituangkan dalam cetakan. Besar tekanan yang diterapkan berkisar antara 0.7 hingga 700 MPa. Pengecoran *die casting* ini cukup luas aplikasinya diantaranya pada proses pembuatan karburator, motor, perkakas tangan dan lain-lain [1]. Pengecoran jenis ini biasanya beroperasi dengan produktivitas yang tinggi atau pengecoran massal dengan kualitas produk yang baik, dan ekonomis. Akan tetapi permasalahan yang sering timbul adalah adanya cacat dari hasil pengecoran atau coran, yang mana dapat mempengaruhi karakteristik maupun sifat mekanis dari coran tersebut. Permasalahan

tersebut adalah penyusutan (*shrinkage*), porositas gas (*gas porosity*) dan struktur mikro, tetapi yang sering terjadi adalah penyusutan dan porositas gas yang muncul di coran hasil proses *die casting* maupun *squeeze casting* [2].

Porositas maupun penyusutan merupakan masalah cacat utama hasil pengecoran. Porositas dapat terjadi karena terjebaknya gelembung-gelembung gas di dalam logam cair ketika dituangkan ke cetakan [3]. Adanya cacat porositas ini akan memberikan pengaruh terhadap kualitas produk hasil pengecoran yang salah satunya adalah kekuatan tarik silinder. Dengan adanya porositas, bila coran tersebut mendapat beban operasional maka porositas tersebut akan menjadi pemusat tegangan sehingga retak akan lebih mudah muncul pada pori-pori tersebut. Oleh sebab itu, maka perlu dilakukan suatu kontrol terhadap absorpsi gas selama proses pengecoran berlangsung.

Pada proses pengecoran *die casting*, struktur pembekuan logam (*solidification structure*) dari coran mempunyai pengaruh yang besar terhadap hasil coran tersebut. Parameter-parameter yang mempengaruhi *solidification structure* dalam *die casting*

diantaranya adalah besar tekanan, waktu penahanan penekanan, suhu pemanasan awal cetakan, waktu antara penguangan dan penekanan, temperatur penuangan logam dan temperatur peleburan dari logam tersebut [4][5]. Dari sini dapat diketahui bahwa salah satu parameter penting untuk menurunkan porositas dan meningkatkan kekuatan coran adalah besar penekanan pada logam cair yang berada dalam cetakan logam atau permanen yang disertai pula dengan pemanasan awal pada cetakan logam. Hal ini juga telah dikonfirmasi oleh Yudha [6] dalam penelitian tentang pengaruh gaya tekan *plunger* pada *die casting* terhadap kualitas hasil produk *cylinder head cover* berbahan paduan Al-Si-Mg. Namun dalam penelitian ini masih memberikan gaya tekan yang masih kecil dengan besar tekanan maksimal 30 bar atau 3 MPa. Sedangkan untuk besar penekanan di atas itu masih belum dilakukan terutama untuk produk silinder tahan karat berbahan Aluminium paduan Al-Mg-Si.

Skolianos dkk (1997) juga telah meneliti tentang pengaruh tekanan yang dikenakan pada logam cair terhadap mikrostruktur dan kekuatan tarik Aluminium A6061 dengan proses *squeeze casting* [7]. Dan ditemukan bahwa semakin tinggi tekanan kekuatan tarik semakin meningkat. Namun, penerapan tekanan pada produk *billet*, dan masih belum mengevaluasi karakteristik porositas dan struktur mikro dari produk hasil *squeeze casting*.

Dari uraian di atas, maka dilakukan penelitian tentang kekuatan tarik dan porositas silinder Aluminium Al-Mg-Si hasil proses *die casting* dengan variasi tekanan. Dari penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan silinder berkualitas baik dengan porositas minimal dan kekuatan tarik yang maksimal.

Dalam artikel ini dibahas mengenai porositas dan kekuatan tarik pada Al-Mg-Si yang dipengaruhi variasi tekanan berdasarkan hasil pengujian porositas, uji tarik dan struktur mikro.

**METODE EKSPERIMEN**

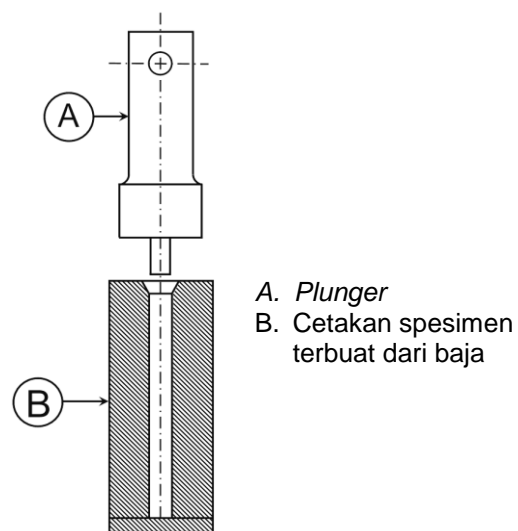
Material yang digunakan merupakan

Aluminium paduan Al-Mg-Si. Material ini memiliki komposisi kimia seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia Aluminium Paduan Al-Mg-Si (% berat)

Al	Mg	Si	Fe	Cu	Zn
97.634	1.023	0.661	0.248	0.187	0.055
Mn	Cr	Pb	Ti	Ni	Sn
0.034	0.107	0.008	0.010	0.017	0.004

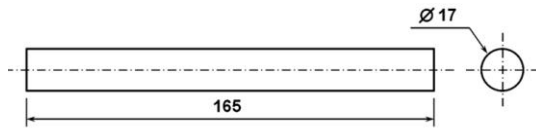
Dalam penelitian ini, Al-Mg-Si dicairkan pada suhu 850 derajat Celsius, kemudian dituangkan ke dalam cetakan logam yang sebelumnya dipanaskan pada suhu 150 derajat Celsius dan dilapisi serbuk grafit. Selanjutnya, logam cair ditekan dengan variasi tekanan 0, 10, 30, 50 MPa dan ditahan selama 5 menit hingga coran membeku. Instalasi untuk proses *die casting* ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Diagram instalasi proses *die casting*

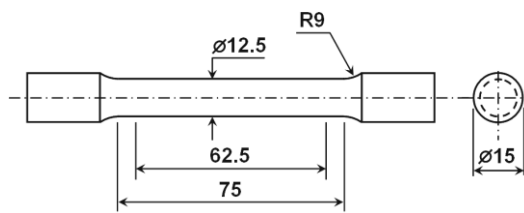
Setelah itu aluminium cair yang sedang ditekan didinginkan di udara selama 10 menit, hingga kemudian dibongkar dari cetakan logam. Setelah itu, coran diuji porositasnya dengan standard ASTM B311-93 [8]. Gambar 2 menunjukkan

bentuk spesimen uji porositas. Pengujian porositas dilakukan dengan tiga kali pengulangan.



Gambar 2. Bentuk dan dimensi spesimen untuk pengujian porositas (satuan: mm)

Kemudian, coran diproses permesinan untuk membuat spesimen uji tarik, seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Pengujian kekuatan tarik dilakukan pada mesin uji tarik universal dengan kecepatan penarikan 3 mm/menit dan pengulangan pengujian sebanyak tiga kali.



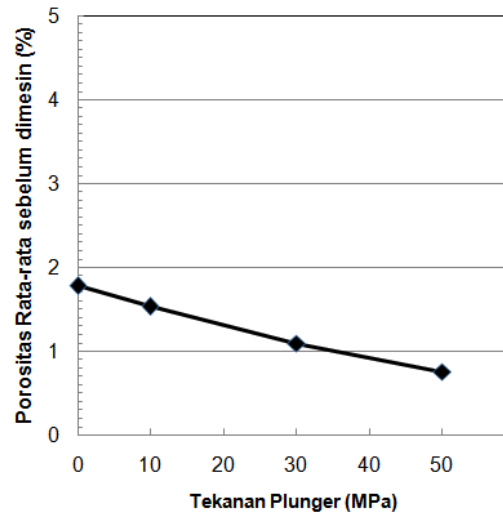
Gambar 3. Bentuk dan dimensi spesimen untuk pengujian tarik (satuan: mm).

Pengujian struktur mikro dilakukan pada penampang bagian tengah spesimen untuk mengetahui efek dari tekanan *plunger* terhadap struktur mikro serta menganalisa hubungan antara kekuatan tarik, porositas dan struktur mikro.

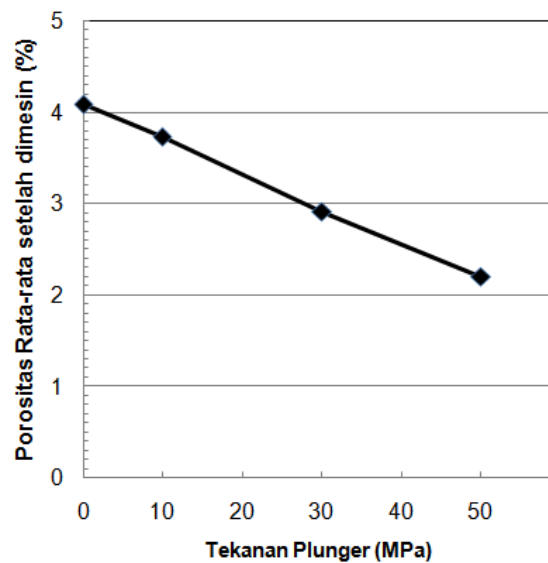
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan *plunger*, porositas coran *die casting* semakin menurun. Hal ini menunjukkan adanya efek penekanan dari luar oleh *plunger* kepada logam cair sehingga struktur atom menjadi lebih padat dan menghasilkan porositas coran yang semakin menurun.

Sedangkan untuk porositas coran setelah dimesin menjadi spesimen uji tarik ditunjukkan dalam Gambar 5. Tampak pula bahwa semakin tinggi tekanan *plunger* hingga 50 MPa, porositas coran semakin



Gambar 4. Grafik hubungan antara tekanan plunger dan porositas rata-rata coran *die casting* sebelum dimesin.



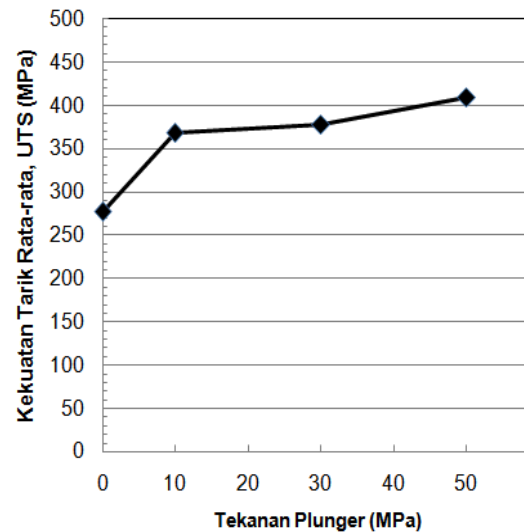
Gambar 5. Grafik hubungan antara tekanan plunger dan porositas rata-rata coran *die casting* setelah dimesin menjadi spesimen uji tarik.

menurun. Namun, terdapat peningkatan porositas setelah dimesin. Hal ini dapat dipikirkan bahwa pada bagian tengah coran mengalami pembekuan terakhir sehingga terjadi porositas penyusutan mikro (*micro shrinkage*) yang lebih banyak di bagian tengah daripada di bagian dinding coran yang mengalami pembekuan lebih cepat

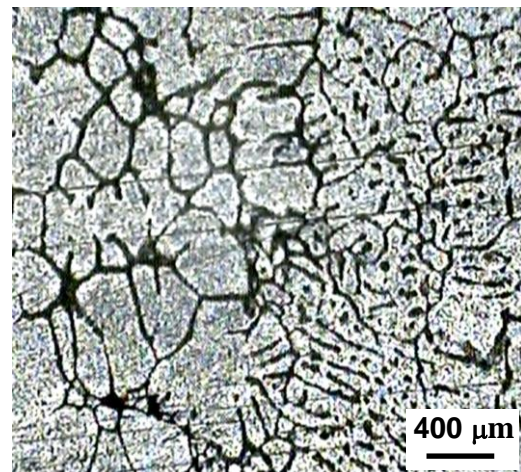
dengan porositas yang lebih sedikit. Kondisi inilah yang menyebabkan porositas spesimen setelah dimesin memiliki porositas yang lebih tinggi daripada porositas coran sebelum dimesin.

Gambar 6 adalah grafik hubungan antara tekanan *plunger* dan kekuatan tarik rata-rata coran *die casting* Al-Mg-Si dalam skala MPa. Grafik menunjukkan tren bahwa semakin tinggi tekanan *plunger* kekuatan tarik coran semakin meningkat. Gradien peningkatan yang tinggi terjadi antara spesimen yang dibuat dengan tekanan 0.1 MPa atau pada tekanan atmosfer dan tekanan 10 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa dengan memberi tekanan dari luar melalui *plunger* memberikan efek lebih dalam dalam pematatan dan penurunan porositas yang dapat meningkatkan kekuatan tarik spesimen. Sedangkan untuk spesimen dengan tekanan *plunger* 10, 30 dan 50 MPa memiliki gradien lebih rendah karena kondisi pematatan yang terbatas oleh jarak antar atom itu sendiri maupun kemampuan logam cair untuk dipadatkan. Namun demikian, secara umum semakin tinggi tekanan oleh *plunger* pada logam cair Aluminium mengakibatkan semakin tingginya kekuatan tarik yang disebabkan salah satunya oleh semakin menurunnya porositas coran seperti tampak pada Gambar 4. Porositas secara fisik adalah rongga-rongga yang bila mendapat tegangan tarik akan berperan sebagai pemusatan tegangan, sehingga akan memicu munculnya retak lebih cepat. Dengan kondisi dan sifat porositas terhadap kekuatan material maka dapat dipahami bahwa semakin tinggi porositas maka semakin rendah kekuatan tarik material tersebut.

Selain itu Gambar 8, 9, 10 dan 11 menunjukkan hasil pengamatan struktur mikro pada bagian tengah coran. Bagian tengah ini merupakan bagian yang mewakili penampang spesimen uji tarik yang dapat digunakan untuk menjelaskan perilaku kekuatan tarik spesimen. Dari hasil pengamatan struktur mikro dapat diketahui bahwa semakin tinggi penekanan *plunger* akan memberikan efek mekanis yang membuat pembentukan *dendrite* terhambat



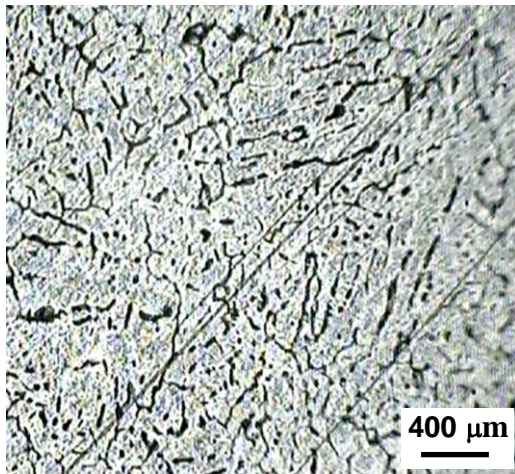
Gambar 6. Grafik hubungan antara tekanan plunger dan kekuatan tarik rata-rata coran *die casting*.



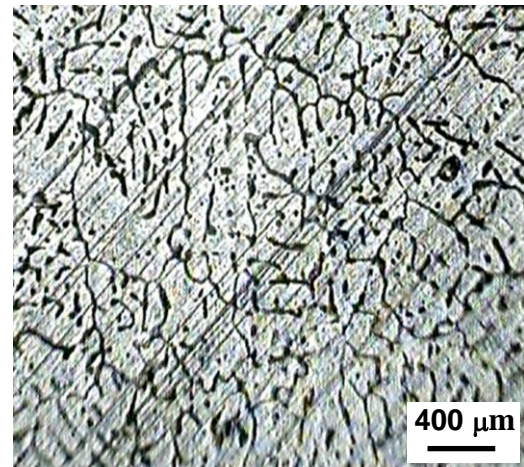
Gambar 8. Foto struktur mikro bagian tengah penampang coran dengan tekanan 0.1 MPa.

dan membuat struktur butiran menjadi lebih kecil. Dari hasil-hasil pengamatan ini maka dapat diketahui bahwa semakin tinggi penekanan *plunger*, kekuatan tarik coran *die casting* Al-Mg-Si semakin meningkat yang disebabkan oleh semakin menurunnya porositas dan semakin mengecilnya ukuran butir struktur mikro coran.

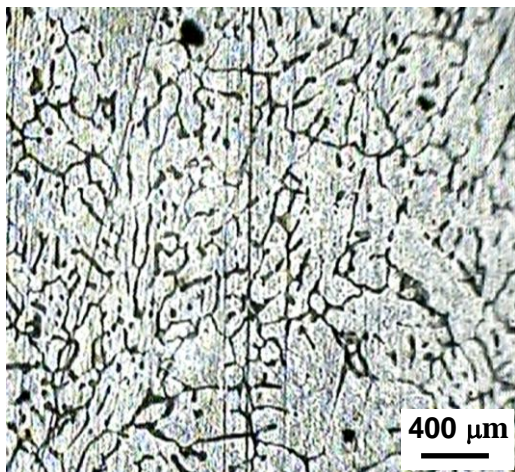




Gambar 9. Foto struktur mikro bagian tengah penampang coran dengan tekanan 10 MPa.



Gambar 11. Foto struktur mikro bagian tengah penampang coran dengan tekanan 50 MPa.



Gambar 10. Foto struktur mikro bagian tengah penampang coran dengan tekanan 30 MPa.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa kekuatan tarik, porositas, dan struktur mikro coran Al-Mg-Si hasil *die casting* dipengaruhi oleh tekanan yang diberikan pada coran dengan variasi tekanan 0.1 hingga 50 MPa dengan temuan sebagai berikut:

- porositas terendah pada spesimen dengan tekanan 50 MPa dan semakin

tinggi tekanan, porositas semakin menurun.

- semakin tinggi tekanan *plunger* maka semakin tinggi kekuatan tarik spesimen.
- kekuatan tarik maksimum terdapat pada spesimen dengan penekanan 50 MPa.
- tingginya kekuatan tarik pada spesimen-spesimen ini disebabkan oleh minimalnya porositas coran dan semakin mengecilnya ukuran butir struktur mikro coran.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kalpakjian, S., Schmid, S., 2009. *Manufacturing Engineering and Technology*. Massachusetts: Prentice-Hall.
- [2] Wisambodo, Harry, E. 2008. Pengaruh Tekanan Terhadap Porositas Dan Kekerasan Aluminium Paduan (Al-Cu) Pada Proses Direct Squeeze Casting. *Skripsi Teknik Mesin*. Malang: Universitas Brawijaya.
- [3] Budinsky, K. 1996. *Engineering Materials, Properties and Selection*, Prentice Hall.
- [4] Gomashchi, M.R., Vikhrov, A., 2000, Squeeze casting: an overview, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 101., pp.1-9, Elsevier.

- 
- [5] Yang, L.J., 2003, The effect of casting temperature on the properties of squeeze cast aluminium and zinc alloys, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 140., pp.391-396, Elsevier.
- [6] Yudha, A.P.. 2012. Pengaruh Gaya Tekan *Plunger* pada *Die Casting* terhadap Kualitas Hasil Produk Cover Cylinder Head Berbahan Paduan Al-Si-Mg. *Skripsi Teknik Mesin*. Malang: Universitas Brawijaya.
- [7] Skolianos, S.M., Kiourtsidis, G., Xatzifotou, 1997, Effect of applied pressure on the microstructure and mechanical properties of squeeze-cast aluminium, *Materials Science and Engineering A*, Vol. 231., pp.17-24, Elsevier.
- [8] ASTM Standard B 311 - 93.2002. *Test Method for Density Determination for Powder Metallurgy (P/M) Materials Containing Less Than Two Percent Porosity*. Philadelphia, PA: American Society for Testing Materials.