

repository.ub.ac.id

PENGARUH VARIASI TEKANAN *PLUNGER* PADA *SQUEEZE CASTING* TERHADAP KEKERASAN PADA Al-6061 DENGAN PENAMBAHAN 10% E-GLASS

Angga Kurnia Mahardika, Endi Sutikno., Khairul Anam,
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
E-mail: kloworpepeng@gmail.com

ABSTRAK

Komposit Matrik Logam (*Metal Matrix Composite, MMC*) dengan matrik aluminium sebagai komposit dan serbuk *E-glass* sebagai penguat. Komposit ini mempunyai keunggulan terutama dalam kekuatan dan ketahanan terhadap aus. Faktor penguat juga harus diperhatikan dalam pembuatan *Metal Matrix Composites* ini. Penguat ditinjau dari jenisnya pada *casting* ada 2, yaitu penguat serat dan penguat partikel. Kedua jenis serat tersebut digunakan sesuai kebutuhan untuk menciptakan kekuatan komposit yang lebih baik. Komposit bisa dikatakan salah satu bahan alternatif yang banyak digunakan untuk menggantikan bahan-bahan membuat suatu produk karena alasan bahan baku mahal dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas dan kualitas bahan yang akan dihasilkan. Salah satu bahan komposit yang dimaksud adalah aluminium (Al), yang dikenal sebagai bahan yang memiliki sifat ringan, plastis dan tahan terhadap korosi. Metode *squeeze casting* dengan pengaturan pada tekanan plunger dan penambahan komposit *e-glass*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan tekanan dan presentase campuran 10% *e-glass* yang tepat agar diperoleh kekerasan yang tinggi dan porositas yang rendah. Tekanan plunger yang digunakan adalah 0, 10, 30 dan 50 MPa dengan variasi komposit 10% *e-glass* fraksi berat. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah aluminium paduan Al-6061 dan komposit *e-glass*. Komposit *E-glass* berfungsi sebagai material campuran (*filler*) dan penguat. Pada penelitian ini tekanan *plunger* berpengaruh dalam meningkatkan kekerasan dan menekan porositasnya, sedangkan komposit *e-glass* menunjukkan adanya pengaruh terhadap kekerasan dan porositas. Tetapi dalam hal ini adanya penyimpangan dipengaruhi oleh adanya gas dan udara pada proses *stir casting*, penyebaran komposit *e-glass* kurang merata, penggumpalan komposit *e-glass*, fluiditas rendah dan solidifikasi dini.

Kata kunci : kekerasan, tekanan *plunger*, komposit *e-glass*, aluminium.

PENDAHULUAN

Di era globalisasi saat ini, industri yang berbasis logam seperti industri yang bergerak dibidang produksi, misalnya piston untuk industri otomotif, mesin turbin, body pesawat terbang, peralatan mekanik dan lain lain. Biasanya di negara Indonesia misalnya, masih mengimpor bahan jadi atau bahan mentah dari luar negeri karena beberapa faktor, selain karena barang impor mempunyai kualitas yang lebih baik daripada di Indonesia juga karena bahan baku yang dijual di Indonesia masih relatif mahal. Umumnya, material untuk membuat piston, velg dan komponen lainnya terbuat dari material *casting* berbasis besi (ferro), padahal ada beberapa material alternatif baru yang harganya lebih murah jika dibandingkan *casting* berbasis ferro namun kekuatannya bisa disetarakan atau bahkan lebih kuat[1].

Komposit bisa dikatakan salah satu bahan alternatif yang banyak digunakan untuk menggantikan bahan-bahan

membuat suatu produk karena alasan bahan baku mahal dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas dan kualitas bahan yang akan dihasilkan. Salah satu bahan komposit yang dimaksud adalah aluminium (Al), yang dikenal sebagai bahan yang memiliki sifat ringan, plastis dan tahan terhadap korosi. Aluminium yang mempunyai sifat plastis, bila diberi penguat serbuk *E-glass* dengan sifat yang keras, akan mempunyai sifat baru yaitu diantaranya plastis dan keras. Hal ini dapat terjadi apabila perpaduan antara aluminium dan serbuk *E-glass* bercampur dengan baik pada saat melakukan *casting*[2].

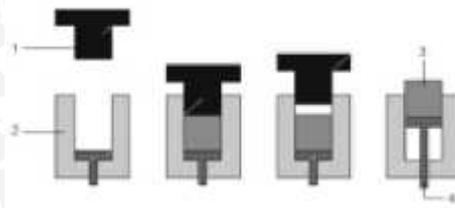
Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi dan hantaran listrik yang baik. Aluminium memiliki kekuatan yang baik, bahkan beberapa aluminium paduan kekuatannya melebihi baja. Aluminium sangat cocok sebagai bahan konstruksi, meskipun

kekuatan aluminium murni agak rendah akan tetapi kekuatan itu dapat ditingkatkan dengan penambahan unsur paduan pada aluminium tersebut (aluminium *alloy*) [3].

Harry (2008) meneliti tentang pengaruh tekanan terhadap porositas dan kekerasan aluminium paduan (Al-Cu) pada proses direct squeeze casting. Tekanan yang diberikan sebesar 15, 25, 35, dan 45 MPa diperoleh hasil bahwa semakin besar tekanan yang diberikan, maka prosentase porositas yang terjadi semakin berkurang. Namun akan mengalami peningkatan pada saat punch sudah tidak menekan logam cair lagi. Hal ini terjadi karena punch telah menekan dies meskipun belum mencapai tekanan yang diberikan.

Bondan dan Purwanto (2010) melakukan penelitian tentang pengaruh tekanan dan temperatur cetakan terhadap struktur mikro dan kekerasan hasil pengecoran pada material aluminium daur ulang. Penelitian ini menggunakan metode pengecoran *direct squeeze casting*. Cetakan dipanaskan dengan suhu 300°C dan 400°C. Tekanan yang diberikan sebesar 0, 10, 20, 30 Mpa. Dari penelitian tersebut didapat bahwa semakin bertambahnya tekanan maka kekerasannya semakin meningkat. Begitu pula dengan temperatur cetakan pada temperatur 300°C kekerasannya lebih tinggi daripada cetakan yang dipanaskan dengan temperatur 400°C. Hal ini disebabkan karena struktur silikon pada cetakan yang dipanaskan 300°C lebih halus daripada cetakan yang dipanaskan dengan suhu 400°C sehingga menambahkan kekerasannya.

Squeeze casting adalah salah satu proses penekanan yang dilakukan pada logam cair dengan tujuan menambah kekuatan atau kepadatan dari spesimen. Pengecoran *squeeze* sering digambarkan sebagai suatu proses dimana logam cair dibekukan di bawah tekanan eksternal yang relatif tinggi. Proses ini mengkombinasikan proses *forging* dan *casting*.



Gambar :1 Mekanisme *Direct Squeeze Casting*.

Sumber : Taufikurrahman, 2013 : 2

Dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Harry meneliti tentang pengaruh tekanan terhadap porositas dan kekerasan aluminium pada proses *direct squeeze casting*. Bondan dan Purwanto meneliti tentang pengaruh tekanan dan temperatur cetakan terhadap struktur mikro dan kekerasan hasil pengecoran pada material aluminium daur ulang. Dan saya disini meneliti tentang pengaruh variasi tekanan plunger pada *squeeze casting* terhadap kekerasan pada Al-6061 dengan penambahan 10% *e-glass*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh serat *e-glass* pada komposit aluminium terhadap makrostruktur hasil *Squeeze casting*. dan Untuk menganalisis pengaruh serat *e-glass* pada komposit aluminium terhadap kekerasan hasil *Squeeze casting*.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh tekanan *plunger* pada *squeeze casting* dan penambahan 10% *e-glass* terhadap kekerasan produk coran berbahan Al-6061. Dengan asumsi variabel yang lain konstan. Kajian literatur dari berbagai sumber baik dari buku, jurnal yang ada di perpustakaan maupun dari internet juga dilakukan untuk menambah informasi yang diperlukan.

Ada tiga Variabel dalam penelitian ini yaitu terdiri dari variabel bebas, variabel terikat, dan variabel

terkontrol. Variabel bebas yang pertama yaitu tekanan plunger 0MPa, 10MPa, 30MPa, dan 50MPa yang kedua komposit *e-glass*. variabel terikatnya yaitu kekerasan dan variabel terkontrolnya yang pertama yaitu proses *solution treatment* pada suhu 530°C *holding* selama 8 jam dan proses *precipitation hardening* pada suhu 200°C *holding* selama 8 jam. Yang kedua temperatur penuangan logam cair 900°C yang ketiga temperatur logam cair 150°C yang ke empat *volume* dan waktu penuangan *constant* yang kelima lama penekanan dan waktu tunggu bongkar cetakan 15 menit yang ke enam kecepatan putar pengadukan 2200 rpm yang terakhir ukuran serat *e-glass* 50µm - 60µm.

Material yang di gunakan dalam penelitian ini adalah Alumunium seri AL-6061 dan serat *E-glass*. Properties material dapat di lihat pada Tabel 1. Untuk alumunium AL-6061.

Tabel 1. Sifat mekanis Al-Mg-Si

Sifat	Nilai
Composition	1Mg;0,6Si 0,27Cu,0,2Cr
Modulus of Elasciticity	67Gpa
Yield Strenght	241 Mpa
Tensile Strenght	290 Mpa
Elongation	10%

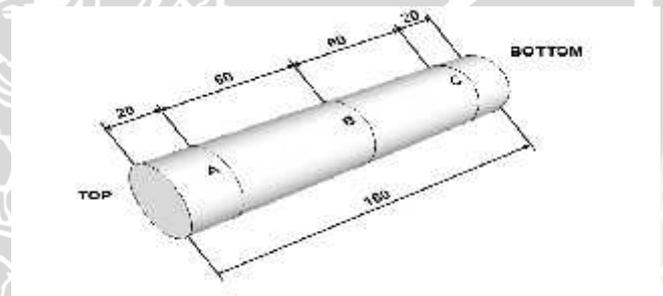
Serat gelas mempunyai karakteristik yang berbeda antara satu dengan yang lain. Pada penggunaannya, serat gelas disesuaikan dengan sifat atau karakteristik yang dimilikinya. Serat gelas terbuat dari silica, alumina, lime, magnesia dan lain-lain. Keunggulan serat gelas terletak pada rasio (perbandingan) harga dan performance yaitu biaya produksi rendah, proses produksi sangat sederhana, serat gelas banyak digunakan di industri-industri otomotif. Sifat dari beberapa penguat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Sifat dari beberapa penguat

	Density ρ (Mg/m ³)	Tensile Strength σ _T (GPa)	Elongation ε _T (%)	E ₁₁ (GPa)	E ₂₂ (GPa)	ν ₁₂
Asbestos	2.52	160	11.0	1.9	61	4.54
E-glass	2.54	70	2220	3.1	27.2	3.29
Aramid (Kevlar 49)	1.43	130	2920	3.3	89.7	7.36
SIC (Nicalon)	2.65	290	2220	0.9	90.2	0.58
Alumina	3.95	380	1420	0.4	67.4	4.59
Boron	2.63	420	3520	0.8	158.5	7.73
Polystyrene (5100)	0.91	22	2924	1.7	177.3	13.5
Carbon (HM)	1.84	380	2750	0.7	204.3	10.5

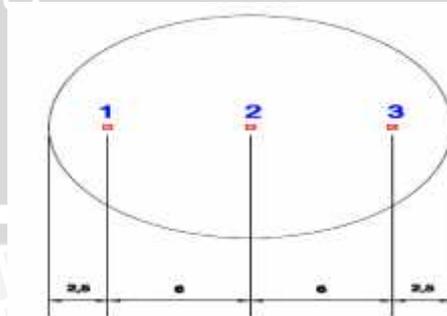
Sumber: Matthews and Rawlings

Sedangkan pada pengambilan hasil pengujian kekerasan spesimen di bagi menjadi 3 bagian yaitu atas, tengah, dan bawah seperti ditunjukkan pada gambar. 2



Gambar. 2 Gambar spesimen(ukuran dalam mm).

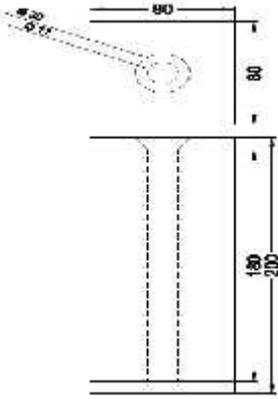
Pada masing masing bagian diambil 3 titik pengujian kekerasan, titik pengambilan data pengujian kekerasan dapat dilihat pada gambar. 3



Gambar. 3 titik pengambilan data (ukuran dalam mm).

Langkah – langkah yang dilakukan pada saat penelitian tentang

squeeze casting terdiri dari delapan tahapan yang pertama persiapan percobaan, yaitu menyiapkan cetakan logam dan menyiapkan alat-alat yang digunakan. Yang kedua membuat cetakan produk yang akan digunakan. Cetakan produk pada *squeeze casting* seperti terlihat pada Gambar 3.

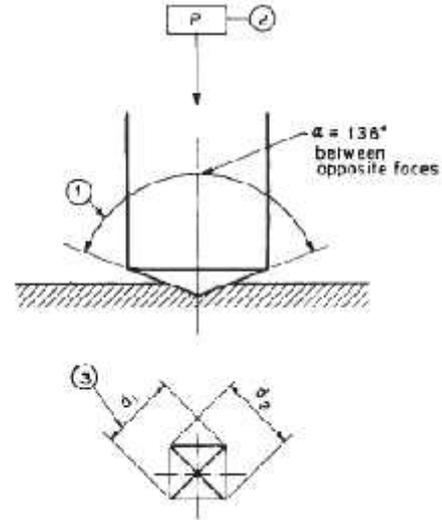


Gambar. 4 Cetakan produk *squeeze casting* (ukuran dalam mm).

Yang ketiga meleburkan Al-Mg-Si hingga mencair dengan suhu pada 900°C dapur listrik. Yang ke empat memasang cetakan logam ke dalam alat *squeeze casting*. Yang kelima memanaskan cetakan logam hingga suhu 200°C kemudian cek dengan *infrared thermometer* pada semua titik cetakan. Langkah selanjutnya yang ke enam mematikan alat pemanas (*burner*) kemudian menuang logam cair ke dalam saluran masuk dari alat *squeeze casting* secukupnya. Langkah yang ke tujuh memberikan tekanan menggunakan hidrolis sebesar 0MPa, 10MPa, 30MPa, 50MPa dengan *time delay* 5 menit. Langkah yang terakhir yaitu membuka cetaknya dan lepas benda kerja secara perlahan setelah temperature pada logam cair sudah turun.

Pengujian kekerasan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian *Vickers*. Metode pengujian ini menggunakan indenter yang berbentuk piramid beraturan bujur sangkar dengan sudut puncak antara dua sisi berhadapan 136°,

tapak tekan berbentuk bujur sangkar. Beban yang diberikan antara lain 5, 10, 20, 30, 50, 100 atau 120 kg. Perhitungan kekerasan didapatkan dari rumus:



Gambar: 5 Pengujian Kekerasan *Vickers*

$$VHN = \frac{1,8544 P}{d^2}$$

Dimana:

VHN = angka kekerasan (kg/mm²)

P = beban yang ditetapkan (kgf)

d = panjang diagonal jarak berlian

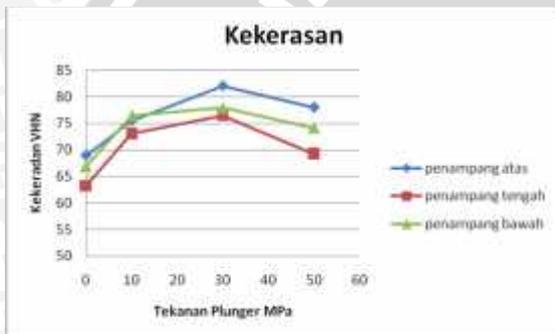
Sumber : Voort. 2000: 470 (2-1)

Cara ini merupakan cara pengujian kekerasan yang paling sensitif. Cara ini memiliki satu skala kontinyu untuk semua material dan angka kekerasan *vickers* tergantung dari beban yang diberikan. Sangat memungkinkan sekali penggunaan beban yang ringan pada pengujian cara *vickers* oleh karena itu cara ini bisa digunakan untuk pengujian kekerasan pada material yang tipis sampai 0,005in.

Langkah – langkah yang dilakukan pada saat pengujian kekerasan terdiri dari lima tahapan. Yang pertama melakukan *finishing* benda kerja. Yang kedua pengambilan data menyiapkan alat

uji kekerasan, menyiapkan specimen yang akan diuji dengan dimensi sebagai berikut, melakukan pengujian kekerasan pada 3 titik sepanjang diameter luas penampang. Langkah selanjutnya yang ketiga melakukan pengulangan langkah 1 sampai 3 pada specimen lainnya dengan variasi tekanan plunger 0MPa, 10MPa, 30MPa, dan 50MPa. Langkah yang ke empat mengolah data hasil pengujian. Langkah yang ke lima melakukan analisa dan pembahasan dari data yang diperoleh. Langkah yang terakhir mengambil kesimpulan.

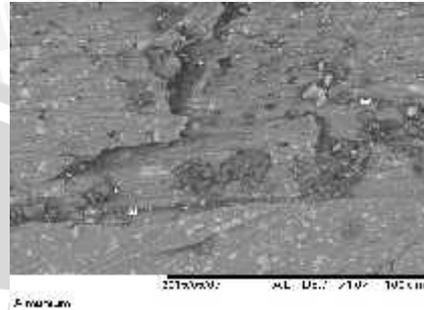
HASIL DAN PEMBAHASAN
Hasil Pengujian Kekerasan dengan variasi tekanan plunger.



Gambar. 6 Hubungan antara variasi tekanan *plunger* terhadap kekerasan dengan penambahan komposit E-GLASS 10% Pengecoran *Squeeze* AL-6061

Gambar diatas menunjukkan bahwa rata-rata kekerasan yang dihasilkan dengan bertambahnya tekanan *plunger* cenderung meningkat karena semakin bertambahnya tekanan *plunger* maka porositas yang terjadi semakin kecil, karena udara tidak terjebak dalam coran, sehingga kekerasan AL-6061 akan meningkat. Tetapi pada tekanan 50 MPa cenderung menurun hal ini disebabkan oleh AL-6061 dan komposit serat e-glass tidak terdistribusi secara merata sehingga campuran serat *e-glass* tidak mengisi pada rongga antar butir logam AL-6061. Sedangkan perbedaan penampang kekerasan yang paling tinggi adalah

penampang atas dan perbedaan penampang yang paling rendah adalah penampang bawah dikarenakan pada waktu penuangan logam sudah mengalami solidifikasi dini sebelum terkena oleh tekanan *plunger*.



A
 Gambar. 7 Foto SEM specimen dengan variasi komposit *E-Glass* 10% tekanan 50Mpa

Dari foto SEM yang telah dilakukan pada hasil coran AL-6061 dapat dilihat bahwa Serat *e-glass* tidak terdistribusi secara merata sehingga campuran serat *e-glass* tidak mengisi pada cetakan yang di gunakan saat melakukan *squeeze casting*. Disamping itu, pada saat proses peleburan serat *e-glass* kurang lama sehingga proses pencampuran antara serat *e-glass* dan AL-6061 tidak merata hal ini dapat menimbulkan lebih banyak rongga-rongga kecil pada hasil coran AL-6061. Rongga-rongga kecil yang terbentuk pada hasil coran akan mempengaruhi hasil uji kekerasan vickers pada tekanan 50 Mpa, sehingga menyebabkan permukaan yang diindentasi tidak cukup kuat menahan gaya tekan sehingga membuat nilai kekerasan menurun.

Selain itu pembentukan rongga juga terjadi karena pada saat penuangan logam cair mengalami solidifikasi dini sebelum memenuhi cetakan. Solidifikasi dini adalah pembekuan logam cair pada saat melewati cetakan.



KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Tekanan *plunger* berpengaruh terhadap kekerasan dan porositas karena proses solidifikasi lebih cepat dari pada proses penekanan.
2. Dengan penelitian yang telah dilakukan dengan pencampuran 10% serat *e-glass* dan AL-6061 tidak berpengaruh terhadap hasil kekerasan dikarenakan serat *e-glass* bersifat tidak mengikat dengan logam Al-6061, akibatnya menimbulkan lebih banyak rongga rongga kecil pada hasil coran Al-6061. Sehingga Rongga yang terbentuk mempengaruhi hasil dari pengujian kekerasan *Vickers*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Duskiardi. 2002. *Pengaruh Tekanan dan Temperatur Die proses Squeeze Casting Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Material Piston*. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknologi Industri. Universitas Kristen Petra.
- [2] Supriyanto. 2009. Diktat Pengecoran Logam. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Janabadra Yogyakarta
- [3] Firdaus. 2002. Analisis Parameter Proses Pengecoran *Squeeze* Terhadap Cacat Porositas Produk *Flens* Motor Sungai. Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya
- [4] De Garmo, E. P. 1990. *Materials and Processes In Manufacturing*. John Wiley and Sons, Inc
- [5] Lim, S.C., Gupta, M., Ng., W.B. 1997. *Friction and Wear Characteristics of Al-Cu*.
- [6] Van der Voort DJ. *Construction of an algorithm for quick detection of patients with low bone mineral density and its applicability in daily general practice*.2000;470

