



SIFAT MEKANIK KEKERASAN DAN KETANGGUHAN KOMPOSIT ALUMINIUM PADUAN-ABU DASAR BATUBARA SETELAH PROSES PERLAKUAN PANAS T6

Muhammad Subesto, Harjo Seputro, ST., MT

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: subestomuhammad@gmail.com

ABSTRAK

Pengecoran squeeze casting adalah suatu pengecoran dengan menuangkan logam cair ke dalam cetakan. Dalam penelitian ini temperatur cairan saat dituangkan 700°C dan volume cairan yang divariasikan yaitu 450ml; 500ml; 550ml dengan waktu tuang 15 detik dan variasi durasi penekanan 60 detik; 90detik; 120 detik dengan beban penekanan 100kg. Dari hasil pengujian kekerasan dapat dilihat bahwa nilai kekerasan optimum terjadi pada durasi penekanan 120 detik dengan volume cairan 500 ml dengan nilai kekerasan 68,9 HRF, sedangkan nilai kekerasan terendah terletak pada volume cairan 550 ml pada durasi penekanan 60 detik dengan nilai kekerasan 60,8 HRF. pada uji ketangguhan impak energi terbesar yang dibutuhkan terletak pada durasi penekanan 60-90 detik dengan nilai 0,34 joule/mm². Setelah dilakukan proses perlakuan panas T6 terjadi perbaikan dalam sifat mekanik kekerasan dan ketangguhan impak, hal ini dibuktikan bahwa setelah dilakukan proses perlakuan panas T6 sifat mekanik kekerasan dan ketangguhan impak semakin meningkat.

Kata kunci: aluminium, *double quenching*, kekerasan, oli SAE40, Rockwell.

PENDAHULUAN

Komposit aluminium merupakan salah satu kebutuhan yang mendasar dalam suatu konstruksi, terutama sifat mekanik yang meliputi kekerasan dan ketangguhan impak. Maka dari itu suatu material harus mempunyai sifat mekanik yang kuat, keras dan tangguh sehingga dalam pengaplikasian baut dan mur tidak akan mudah rusak/aus serta tahan lama.

Kegunaan baut dan mur itu sendiri ialah sebagai penahan dua objek/pengikat sehingga akan mengalami beberapa pembebanan seperti beban tekan, beban puntir dan beban geser. Maka untuk

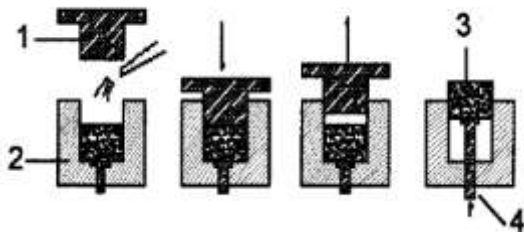
meningkatkan sifat material yang keras dan kuat harus dilakukan proses perlakuan panas T6, sehingga dapat mempengaruhi struktur mikro dalam material tersebut. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah komposit aluminium paduan – abu dasar batubara dengan menggunakan metode pengecoran *squeeze casting*. Parameter yang berpengaruh pada proses squeeze casting diantaranya adalah volume cairan dan durasi penekanan

Proses pengecoran squeeze casting dengan parameter volume cairan dan durasi penekanan akan mempengaruhi struktur mikro pada hasil coran yang disebabkan

adanya perlambatan pada laju pembekuan. Maka kemungkinan bahan komposit dengan variasi volume cairan sedikit dan durasi penekanan yang lama akan meningkatkan sifat mekanik hasil coran.

Squeeze Casting

Squeeze casting adalah proses dimana logam cair yang semi padat di dinginkan dalam cetakan tertutup yang di beri tekanan dari luar dengan variasi pengecoran yang berbeda-beda. Penerapan tekanan pada logam cair yang semi padat tersebut dapat mengubah titik cair coran dengan begitu dapat meningkatkan laju pembekuan dan mengurangi porosity pada coran tersebut.



Gambar 1. Mekanisme Squeeze Casting

Durasi Penekanan (Pressure Duration)

Menurut (P. Senthilkumar, 2016) Kualitas hasil coran tergantung pada paramater yang digunakan, diantaranya durasi penekanan, beban penekanan dan suhu cetakan yang digunakan. Durasi penekanan dan beban penekan yang diterapkan akan membuat gas di dalam coran terperangkap dalam larutan ketika cairan dimasukkan cetakan suhu tinggi maka akan mendorong perpindahan panas yang cepat.

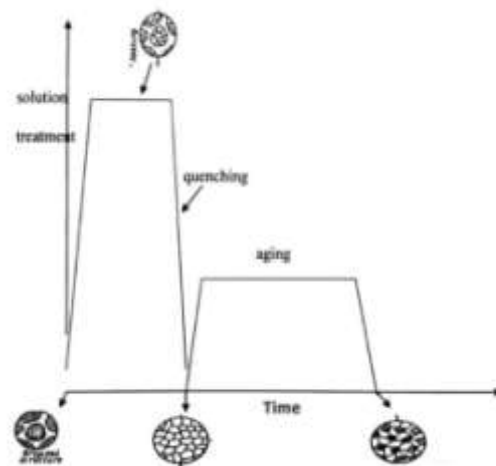
Volume Cairan (Melt volume)

Volume cairan sangat berpengaruh pada hasil coran yang berhubungan dengan laju pembekuan coran. Diperlukan kontrol yang kuat untuk mengatur akurasi pada saat cairan logam dituangkan kedalam rongga cetak (*die cavity*). Pada hasil produk coran, laju pembekuan yang lambat menyebabkan terbentuknya porositas serta butir – butir kristal yang besar, sedangkan pada laju

pembekuan yang cepat tidak ditemukan porositas dan butir – butir kristal kecil.

Perlakuan panas T6

Perlakuan panas pada aluminium paduan dilakukan dengan memanaskan sampai terjadi fase tunggal kemudian ditahan beberapa saat dan diteruskan dengan pendinginan cepat hingga tidak sempat berubah ke fase lain. Perubahan akan terjadi berupa presipitasi (pengendapan) fase kedua yang dimulai dengan proses nukleasi dan timbulnya kluster atom yang menjadi awal dari presipitat. Presipitat ini dapat meningkatkan kekuatan dan kekerasan. Jika setelah dilakukan pendinginan cepat kemudian dipanaskan lagi hingga di bawah temperatur solvus (*solvus line*) kemudian ditahan dalam jangka waktu yang lama dan dilanjutkan dengan pendinginan lambat di udara disebut proses penuaan buatan (*artificial aging*).



Gambar 2. Siklus Perlakuan Panas T6

Uji kekerasan

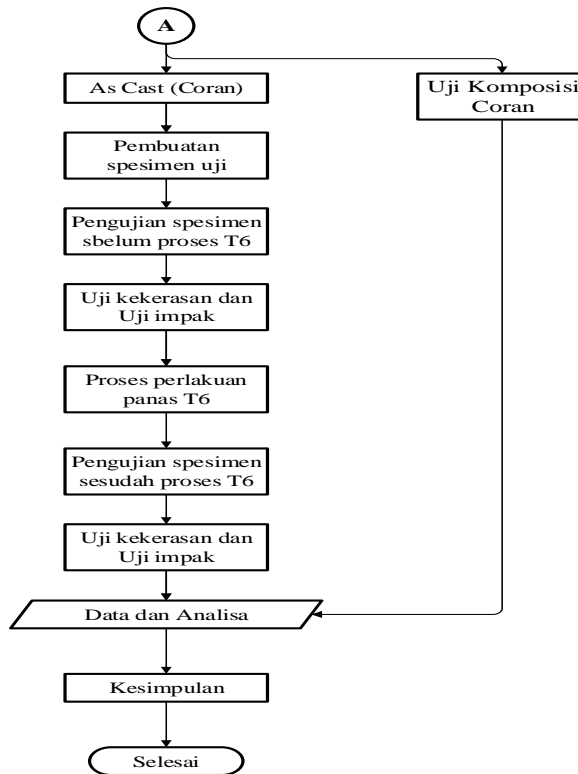
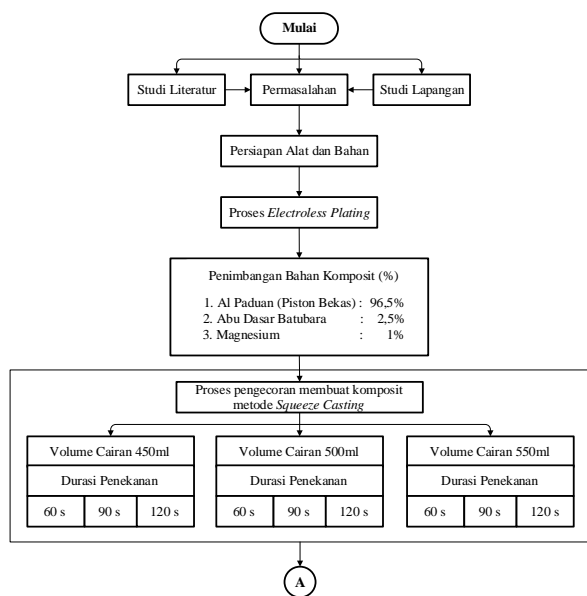
Uji kekerasan adalah salah satu pengujian untuk menguji kekerasan dari suatu material yaitu untuk mengetahui kemampuan suatu material dalam menahan suatu beban indentasi berupa bola baja ataupun kerucut intan. Dengan melakukan uji

kekerasan material dapat dengan mudah di golongkan sebagai material ules atau getas. Dengan dilakukannya pengujian di beberapa titik akan mengetahui distribusi kekerasan serta kekerasan rata-rata dari beda uji.

Uji ketangguhan impact

Uji impact adalah pengujian dengan menggunakan beban kejut atau pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Uji impact merupakan pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Pada pengujian ini digunakan batang uji yang bertakik (*noth*) yang dipukul dengan sebuah bandul. Ada dua cara pengujian yang dapat digunakan yaitu metode *charpy* (yang banyak dipakai di Amerika dan negara-negara lain) dan metode *Izod* yang digunakan di Inggris. Pada metode *Izod*, batang uji dijepit pada satu ujung sehingga takikkan berada didekat penjepitnya. Bandul/pemukul yang diayunkan dari ketinggian tertentu akan memukul ujung yang lain dari arah takikkan. Pada metode *charpy*, batang uji diletakkan mendatar. Bandul berayun akan memukul batang uji tepat dibelakang takikkan.

PROSEDUR EKSPERIMEN



Persiapan alat dan bahan

Aluminium (piston bekas) didapat diberbagai lokasi, diantaranya bengkel sepesa motor dan mobil. Untuk serbuk aluminium dan magnesium didapat UD. Sumber Ilmiah Persada Surabaya, sedangkan untuk penguat abu dasar batu bara (*bottom ash*) di dapat dari sisa pembakaran PT. Sinarmas, Surabaya.

Proses Electroless Plating

Sebelum dilakukan pengecoran, abu dasar batubara dilakukan proses *electroless plating* yang berfungsi membasahi dan melapisi supaya pada saat melakukan peleburan dapat abu dasar dapat berinfiltrasi. Langkah-langkah *electroless plating* sebagai berikut :

1. Melakukan pengayakan pada abu dasar dengan menggunakan ukuran 460 mesh
2. Abu dasar yang sudah di ayak kemudian dilakukan proses kalsinasi pada temperatur 100 °C selama 3 jam
3. Selanjutnya pembersihan abu dasar batubara dengan menggunakan alkohol teknis 95%, dilakukan secara berulang hingga jernih/bersih

dengan menggunakan *magnetic stirrer*

4. Abu dasar yang sudah bersih kemudian dikeringkan di dalam oven selama 1 jam
5. Masukkan cairan HNO₃ ke dalam gelas erlenmeyer kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* yang sudah dipanaskan selama 1 jam
6. Kemudian masukkan serbuk abu dasar batubara dan stir kedalam gelas erlenmeyer selama 1 jam
7. Selanjutnya masuk Mg secara perlahan ke dalam larutan HNO₃ + abu dasar batubara selama 1 jam
8. Langkah terakhir, keringkan abu dara batubara (oksidasi) menggunakan oven dengan temperatur 300°C selama 3 jam.

Menimbang bahan komposit

Bahan komposit yang akan digunakan sebanyak 15kg. Dengan prosentase bahan komposit yang dibutuhkan sebagai berikut:

1. Alumunium paduan :96,5 %
2. Serbuk abu dasar batubara :2,5 %
3. Magnesium ;1%

Proses pengecoran Metode *Squeeze Casting*

Berikut adalah langkah-langkah proses pengecoran dengan menggunakan metode *squeeze casting*:

1. Menyalakan burner untuk memanaskan kowi peleburan
2. Masukkan alumunium (piston bekas) ke dalam kowi peleburan sampai dengan titik lebur 700 °C
3. Setelah alumunium mencapai titik leburnya, masukkan abu dasar batu bara yang sudah di electroless dan magnesium kedalam tungku peleburan kemudian aduk hingga menyatu
4. Kemudian tuangkan cairan logam kedalam cetakan dengan variasi volume cairan yang berbeda-beda 450 ml, 500 ml dan 550 ml dengan durasi penekanan selama 60 detik, 90

detik dan 120 detik, kemudian diberi tekanan konstan 100kg.

Pembuatan Spesimen Uji

Langkah selanjutnya pembuatan spesimen uji kekerasan dan impak sebagai berikut:

1. Spesimen uji kekerasan sebanyak 54 dengan ASTM E18-15
2. Spesimen uji ketangguhan impak sebanyak 54 dengan ASTM E-23.

Perlakuan panas T6 (*Heat Treatment*)

Berikut adalah langkah-langkah proses perlakuan panas T6:

1. Panaskan (*solution treatment*) spesimen yang sudah diberi kodefikasi kedalam furnace dengan temperatur 450 °C selama 30 menit
2. Kemudian dinginkan secara cepat (*quenching*) dengan air mendidih 100°C sebagai media pendingin samapai pada suhu kamar
3. Selanjutnya panaskan kembali (*aging*) dengan temperatur 100°C selama 1 jam
4. Langkah terakhir dinginkan dengan suhu kamar/ruangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengujian kekerasan (*Rockwell F*)

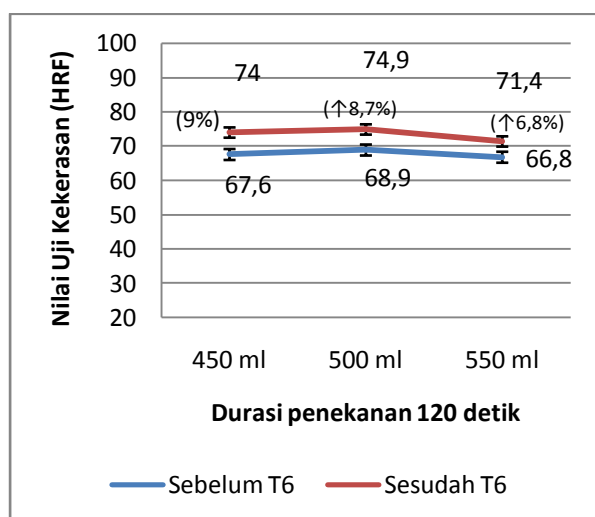
Pengujian kekerasan dilakukan dua kali yaitu sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan sifat mekanik kekerasan.

Tabel 1. Nilai rata-rata kekerasan (Sebelum perlakuan panas T6)

Volume cairan	Durasi Penekanan		
	60 detik	90 detik	120 detik
450 ml	63,4	67	67,6
500 ml	63	65,7	68,9
550 ml	60,8	64,6	66,8

Tabel 2. Nilai rata-rata kekerasan (Setelah perlakuan panas T6)

Volume cairan	Durasi Penekanan		
	60 detik	90 detik	120 detik
450 ml	70	73	74
500 ml	70	70,9	74,9
550 ml	69	70,8	71,4



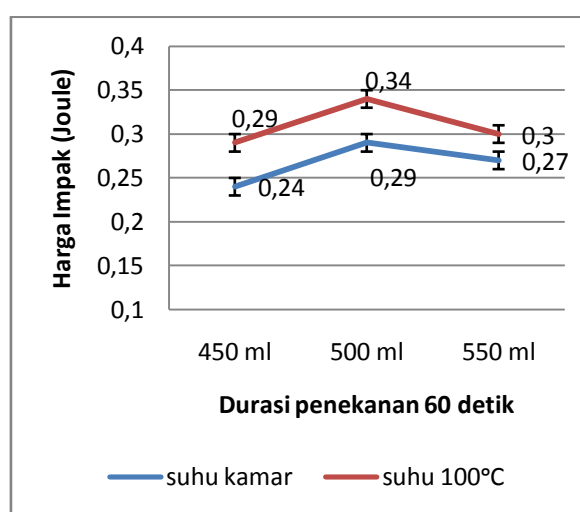
Gambar 3. Grafik rata-rata kekerasan

Terlihat dari grafik diatas nilai kekerasan tertinggi terletak pada volume cairan 500 ml pada durasi penekanan 120 detik dengan nilai kekerasan 68,9 HRF dan nilai kekerasan terendah terletak pada volume cairan 550 ml pada durasi penekanan 60 detik dengan nilai kekerasan 60,8 HRF. Setelah dilakukan proses perlakuan panas T6 nilai rata-rata kekerasan semakin meningkat. Sehingga pada volume cairan 500 ml dengan nilai kekerasan 68,9 HRF meningkat kekerasannya sebesar 8,7% dengan nilai kekerasan 74,9 HRF. Pada volume cairan 550 ml dengan nilai kekerasan 60,8 HRF meningkat sebesar 13,4% dengan nilai kekerasan 69 HRF. Faktor yang mempengaruhi menurunnya nilai kekerasan

salah satunya diakibatkan oleh jumlah volume cairan yang banyak mengakibatkan adanya perlambatan pada laju pembekuan sehingga dapat terbentuknya porositas dan cacat pada coran.

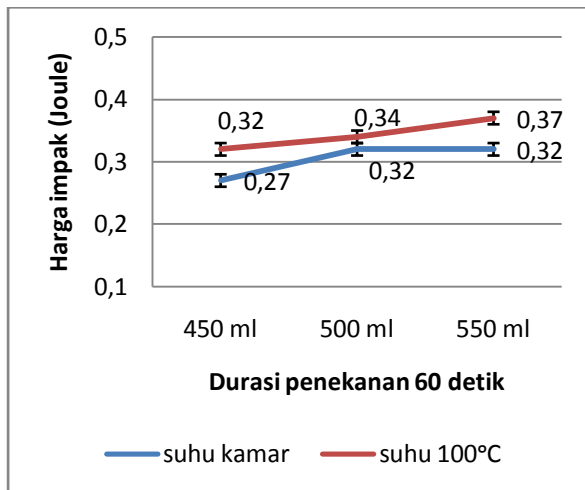
Pengujian ketangguhan impact (*Charpy*)

Pengujian ketangguhan impact dilakukan dua kali yaitu sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 dengan menggunakan dua suhu yang berbeda suhu kamar dan suhu panas 100°C yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan sifat mekanik.



Gambar 4. Grafik ketangguhan impact (Sebelum perlakuan panas T6)

Kekuatan impact terbesar terletak pada durasi penekanan 60-90 detik dengan volume cairan 500 ml pada suhu 100°C dengan kekuatan impact sebesar 0,34 Joule dan kekuatan impact terkecil terletak pada durasi penekanan 120 detik dengan volume cairan 500 ml pada suhu 30°C dengan kekuatan impact sebesar 0,11 Joule. Volume cairan yang banyak memungkinkan terjadinya perlambatan pada laju pembekuan, sehingga pada laju pembekuan yang rendah material akan menjadi lebih ulet dibandingkan dengan volume cairan sedikit dengan laju pembekuan yang cepat.



Gambar 5. Grafik ketangguhan impact (Setelah perlakuan panas T6)

Kekuatan impact terbesar terletak pada volume cairan 550 ml dengan durasi penekanan selama 60 detik dengan kekuatan impact sebesar 0,37 Joule pada suhu 100°C dan kekuatan impact terkecil terletak volume cairan 500 ml dengan durasi penekanan selama 120 detik pada suhu 30°C dengan kekuatan impact sebesar 0,15 Joule pada suhu 30°C. Hal itu membuktikan bahwa ketika durasi penekanan yang diberikan semakin lama akan mempengaruhi sifat mekanik suatu material yang menghasilkan material menjadi lebih ulet.,

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tentang pengaruh variasi volume cairan dan durasi penekanan metode squeeze casting terhadap sifat mekanik kekerasan dan ketangguhan impact bahan baut dan mur komposit aluminium paduan – abu dasar batubara, maka di dapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh variasi volume cairan sangat berpengaruh terhadap nilai rata-rata kekerasan, semakin banyak volume cairan maka nilai kekerasan semakin menurun, karena semakin banyak volume cairan akan mempengaruhi laju pembekuan pada coran. Sehingga nilai kekerasan terendah terletak pada durasi penekanan 60 detik dengan volume cairan 550 ml dengan

nilai kekerasan 60,8 HRF, setelah dilakukan perlakuan panas T6 kekerasan meningkat sebesar 13,4% dengan nilai kekerasan 69 HRF.

2. Pengaruh variasi durasi penekanan sangat berpengaruh terhadap nilai rata-rata kekerasan. Semakin lama durasi yang diberikan sifat mekanik yang dihasilkan semakin meningkat sehingga nilai kekerasan yang tertinggi terjadi pada durasi penekanan 120 detik dengan volume cairan 500 ml dengan nilai kekerasan 68,9 HRF, setelah dilakukan perlakuan panas T6 meningkat sebesar 8,7% dengan kekerasan 74,9 HRF.

3. Pengaruh variasi volume cairan sangat berpengaruh pada nilai ketangguhan impact, semakin banyak volume cairan nilai ketangguhan impact semakin besar, karena semakin banyak volume cairan laju pembekuannya semakin lama sehingga bahan menjadi lebih ulet. Nilai ketangguhan impact terbesar terjadi pada durasi penekanan 60 detik dengan volume cairan 550 ml pada suhu 100°C dengan harga impact sebesar 0,34 Joule, Setelah dilakukan perlakuan panas T6 nilai ketangguhan impact maksimum terjadi pada volume cairan 550 ml sebesar 0,37 joule.

4.

Pengaruh variasi durasi penekanan sangat berpengaruh terhadap nilai ketangguhan impact. Dari hasil data pengujian, kekuatan impact terbesar terjadi pada durasi penekanan 60-90 detik dengan volume cairan 500 ml pada suhu 100°C dengan kekuatan impact sebesar 0,34 Joule, kemudian setelah dilakukan perlakuan panas T6 kekuatan impact maksimum diperoleh pada durasi penekanan 60 detik dengan volume cairan 550 ml dengan kekuatan impact sebesar 0,37 joule.

5. Diketahui bahwa pada temperatur rendah, suatu bahan memiliki kekuatan impact yang lebih kecil dibandingkan dengan temperatur yang lebih tinggi sehingga memerlukan kekuatan impact yang lebih besar untuk mematahkannya.

REFERENSI

- Aspiyansyah.(2016).”Effect of Squeeze Casting Parameter Process (Melt Temperature, Die Temperature And Al-3,22%Si) On microstructure, Hardness And Tensile Strenght In Thin Wall Casting”
- Fang Li. (2015). “Squeeze Casting of Alumunium Alloy A380:*Microstructure and Tensile Behaviour*” *Overseas*Vol. 12 No. 5 September 2015. China Foundry.
- Respati Bondan Sri Mulyo (2016).” Effect Alumina of Al-Al₂O₃ Composite and Squeeze Casting Pressure on Tensile Strength and Microstructure”.