

ANALISIS KEKERASAN Al-Cu DENGAN VARIASI PROSENTASE PADUAN Cu PADA PROSES PENGECORAN DENGAN PENAMBAHAN SERBUK *DEGASSER*

Soeparno Djiwo*, Aladin Eko Purkuncoro**

Dosen Teknik Mesin S-1, FTI – ITN malang

Mahasiwa Jurusan Teknik Mesin S-1, FTI – ITN malang

ABSTRAK

Sejalan dengan perkembangan teknologi bahan dan teknologi pengolahan bahan, peranan aluminium dewasa ini mendominasi bahan-bahan lain. Seringkali aluminium menggantikan bahan yang lain dengan fungsi yang sama. Hal ini terjadi apabila produk yang diinginkan harus mempunyai sifat yang ringan, tahan korosi bertitik cair rendah dan mempunyai penampang permukaan yang baik serta sifat-sifat yang tidak dimiliki oleh logam lain. Namun demikian, untuk kebutuhan komersial aluminium murni terlalu lunak sehingga perlu dilakukan paduan dengan proses pengecoran. Pengecoran merupakan proses peleburan material logam yang kemudian dituang ke dalam cetakan sesuai bentuk yang diinginkan. Pada proses pengecoran juga terdapat paduan dua unsur logam atau lebih. Sifat mekanik paduan logam merupakan parameter yang sangat penting dalam menentukan kualitas produk, terutama produk-produk yang diharuskan memiliki nilai kekerasan yang tinggi, karena kekerasan suatu logam dapat mempengaruhi sifat logam itu sendiri. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kandungan tembaga terhadap nilai kekerasan dan struktur mikro Al-Cu dengan variasi paduan 1%, 3% dan 5%.

Kata kunci : Aluminium, pengecoran, paduan, kekerasan, struktur mikro

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Aluminium murni adalah logam yang lunak, tahan lama, ringan, dan dapat ditempa dengan penampilan luar bervariasi antara keperakan hingga abu-abu, tergantung kekasaran permukaannya. Kekuatan tensil aluminium murni adalah 90 MPa, sedangkan aluminium paduan memiliki kekuatan tensil berkisar 200-600 MPa.

Neff (2002) dalam papernya juga menjelaskan bahwa untuk memenuhi tuntutan pasar dari aluminium tuang dewasa ini harus memfokuskan pada peningkatan kualitas logam dengan pengembangan pada proses peleburan. Proses difokuskan pada paduan dan eliminasi berbagai kotoran yaitu inklusi yang merupakan problem serius dalam memproduksi hasil coran yang berkualitas. Inklusi yang dimaksud adalah gas hidrogen yang dapat larut pada aluminium

cair yang menyebabkan porositas pada pengecoran. Daya larut hidrogen meningkat bila temperatur naik. Tingkat kelarutan hidrogen pada paduan aluminium tidak sama. Pada saat pembekuan, gas hidrogen masih tersisa sehingga pada hasil pengecoran terdapat cacat.

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat diambil rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana pengaruh variasi perbandingan prosentase paduan Cu terhadap kekerasan aluminium paduan Al-Cu?
2. Bagaimana struktur mikro dan butir yang dihasilkan dari variasi paduan Cu pada aluminium paduan Al-Cu dengan proses pengecoran dengan penambahan serbuk degasser?

Agar analisa yang dilakukan menjadi lebih sederhana tanpa mengurangi maksud dan tujuannya, maka ditentukan batasan-batasan permasalahan, antara lain :

1. Melakukan pengujian pada sampel aluminium paduan (Al-Cu) yang telah melalui proses pengecoran dengan penambahan serbuk degasser.
2. Penelitian ini mengkaji pengaruh perbandingan Paduan Cu terhadap aluminium paduan Al-Cu pada proses pengecoran dengan penambahan serbuk degasser terhadap nilai kekerasan.
3. Variasi pada perbandingan komposisi paduan Cu yaitu 1%, 3%, dan 5%.
4. Serbuk degreaser sebagai variasi tetap untuk mengurangi porositas pada proses pengecoran dengan perbandingan 0,3%.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat spesimen aluminium paduan Al-Cu dengan proses pengecoran dengan penambahan serbuk degasser.
2. Untuk menguji nilai kekerasan aluminium paduan Al-Cu yang dihasilkan dari proses pengecoran dengan penambahan serbuk degasser dengan variasi Cu.
3. Untuk mengetahui stuktur mikro dan butir yang dihasilkan.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Praktis
 - a. Memperoleh pengalaman secara langsung mengenai proses pengecoran.
 - b. Sebagai bahan pertimbangan bagi perancang dalam melakukan perencanaan, pemanfaatan aluminium paduan (Al-Cu) didalam dunia industri.
2. Manfaat Teoritis
 - a. Sebagai bahan wacana dan acuan bagi pengembangan penelitian yang sejenis.
 - b. Untuk mengetahui kualitas paduan aluminium Al-Cu sehingga dapat

diaplikasikan sesuai dengan sifat-sifatnya

- c. Sebagai pemasukan dalam dunia pendidikan untuk memperkaya khasanah ilmu pengetahuan mengenai Ilmu Logam terutama masalah kekerasan logam.
- d. Hasil dari penelitian dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk penelitian lebih lanjut.

Aluminium adalah logam berwarna putih keperakan yang lunak massa jenis $2,7 \text{ gr cm}^{-3}$, Aluminium merupakan logam yang paling banyak terdapat dikerak bumi, dan unsur ketiga terbanyak setelah oksigen dan silikon. Aluminium terdapat di kerak bumi sebanyak kira-kira 8,07% hingga 8,23% dari seluruh massa padat dari kerak bumi. Neff (2002) dalam papernya menjelaskan bahwa untuk memenuhi tuntutan pasar dari aluminium tuang dewasa ini harus memfokuskan pada peningkatan kualitas logam dengan pengembangan pada proses peleburan. Proses difokuskan pada eliminasi berbagai kotoran yaitu inklusi yang merupakan problem serius dalam memproduksi hasil coran yang berkualitas. Inklusi yang dimaksud adalah gas hidrogen yang dapat larut pada aluminium cair yang menyebabkan porositas pada pengecoran

Aluminium telah menjadi logam yang luas penggunaannya setelah baja. Perkembangan ini didasarkan pada sifat-sifatnya yang ringan, tahan korosi, kekuatan dan *ductility* yang cukup baik (aluminium paduan), mudah diproduksi dan cukup ekonomis (aluminium daur ulang). Aluminium murni adalah logam yang lunak, tahan lama, ringan, dan dapat ditempa dengan penampilan luar bervariasi antara keperakan hingga abu-abu, tergantung kekasaran permukaannya. Kekuatan *tensil* aluminium murni adalah 90 MPa, sedang kan aluminium paduan memiliki kekuatan *tensil* berkisar 200-600 MPa. Aluminium memiliki berat sekita

rsatu pertiga baja, mudah ditekuk, diperlakukan dengan mesin, dicor, ditarik (*drawing*), dan diekstrusi. Resistansi terhadap korosi terjadi akibat fenomena pasivasi, yaitu terbentuknya lapisan aluminium oksida ketika aluminium terpapar dengan udara bebas. Lapisan aluminium oksida ini mencegah terjadinya oksidasi lebih jauh. Aluminium paduan dengan tembaga kurang tahan terhadap korosi akibat reaksi galvanik dengan paduan tembaga. Aluminium juga merupakan konduktor panas dan elektrik yang baik. Jika dibandingkan dengan massanya, aluminium memiliki keunggulan dibandingkan dengan tembaga, yang saat ini merupakan logam konduktor panas dan listrik yang cukup baik, namun cukup berat.

Klasifikasi dan Penggolongan

A. Aluminium Murni

Aluminium 99% tanpa tambahan logam paduan apapun dan dicetak dalam keadaan biasa, hanya memiliki kekuatan *tensil* sebesar 90 MPa, terlalu lunak untuk penggunaan yang luas sehingga seringkali aluminium dipadukan dengan logam lain.



Gambar 1 aluminium murni
(<http://en.wikipedia.org>)

B. Aluminium Paduan

Secara umum, penambahan logam paduan hingga konsentrasi tertentu akan meningkatkan kekuatan *tensil* dan kekerasan, serta menurunkan titik lebur. Jika melebihi konsentrasi tersebut, umumnya titik lebur akan naik disertai

meningkatnya kerapuhan akibat terbentuknya senyawa, kristal, atau granula dalam logam.

Namun, kekuatan bahan paduan aluminium tidak hanya bergantung pada konsentrasi logam paduannya saja, tetapi juga bagaimana proses perlakuannya hingga aluminium siap digunakan.

Proses pengecoran aluminium tuang

A. Pembuatan Pola

Pola merupakan bagian yang penting dalam proses pembuatan benda cor, karena itu pulalah yang akan menentukan bentuk dan ukuran dari benda cor. Pola yang digunakan untuk benda cor biasanya terbuat dari kayu, resin, lilin dan logam. Kayu dapat dipakai untuk membuat pola karena bahan tersebut harganya murah dan mudah dibuat dibandingkan pola logam. Oleh karena itu pola kayu umumnya dipakai untuk cetakan pasir. Biasanya kayu yang dipakai adalah kayu seru, kayu aras, kayu mahoni, kayu jati dan lain-lain (Surdia, 1982:62).

B. Pembuatan Inti

Menurut (Surdia, 1982: 104) mengatakan bahwa inti adalah suatu bentuk dari pasir yang dipasang pada rongga cetakan, fungsi dari inti adalah untuk mencegah pengisian logam pada bagian-bagian yang berbentuk lubang atau rongga suatu coran. Inti harus memiliki kekuatan yang memadai dan juga mempunyai polaritas (Amstead, 1990:99). Disamping itu inti harus mempunyai permukaan yang halus dan tahan panas. Inti yang mudah pecah harus diperkuat dengan kawat, selain itu harus dicegah kemungkinan terapungnya inti dalam logam cair.

C. Pembuatan Cetakan

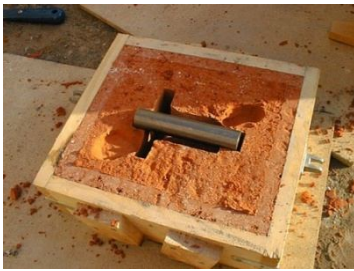
Cetakan berfungsi untuk menampung logam cair yang akan menghasilkan benda cor. Macam-macam cetakan adalah :

1. Cetakan Pasir

Cetakan dibuat dengan jalan

memadatkan pasir, pasir yang akan digunakan adalah pasir alam atau pasir buatan yang mengandung tanah lempeng. Pasir ini biasanya dicampur pengikat khusus, seperti air, kaca, semen, resin ferol, minyak pengering. Bahan tersebut akan memperkuat dan mempermudah operasi pembuatan cetakan (Surdia: 1982: 3).

Dalam Pembuatan Cetakan Pasir atau yang biasa dikenal dengan Sand Casting tentunya dibutuhkan beberapa material, berikut kami memaparkan material yang dipergunakan untuk membuat Cetakan Pasir beserta Langkah - langkah pembuatannya. Material cetakan yang digunakan pada untuk membuat Cetakan Pasir adalah material pasir silica. Dengan penambahan penguat seperti clay, bentonite dan penghalus permukaan serbuk arang.



Gambar 2 cetakan dengan pasir
(Sumber: <http://www.mechanicalengineeringblog.com>)

2. Cetakan Logam

Cetakan ini dibuat dengan menggunakan bahan yang terbuat dari logam. Cetakan jenis logam biasanya dipakai untuk industri-industri besar yang jumlah produksinya sangat banyak, sehingga sekali membuat cetakan dapat dipakai untuk selamanya. Cetakan logam harus terbuat dari bahan yang lebih baik dan lebih kuat dari logam coran, karena dengan adanya bahan yang lebih kuat maka cetakan tidak akan terkikis oleh logam coran yang akan di tuang.



Gambar 3 Contoh cetakan logam
(Sumber : <http://www.wafiqmt.com>)

D. Peleburan(Pencairan Logam)

Untuk mencairkan bahan coran diperlukan alat yang namanya dapur pemanas. Dalam proses peleburan bahan coran ada dua dapur pemanas yang digunakan yaitu dengan menggunakan dapur kupola atau dengan menggunakan dapur tanur induksi. Kedua jenis dapur tersebut yang sering digunakan oleh industri adalah tanur induksi frekuensi rendah karena mempunyai beberapa keuntungan (Surdia, 1982: 145). Keuntungan tersebut adalah mudah mengontrol komposisi yang teratur, kehilangan logam yang sedikit, kemungkinan menggunakan logam yang bermutu rendah, efisiensi tenaga kerja, dapat memperbaiki persyaratan kerja.

E. Penuangan

Menuang adalah memindahkan logam cair dari dapur pemanas ke dalam cetakan dengan bantuan alat yang disebut ladle, kemudian dituangkan ke dalam cetakan. Ladle berbentuk kerucut dan biasanya terbuat dari plat baja yang terlapisi oleh batu tahan api. Saat penuangan diusahakan sedekat mungkin dengan dapur sehingga dapat menghindari logam coran yang membeku sebelum sampai ke cetakan yang diinginkan.

F. Membongkar dan Membersihkan Coran

Pada prinsipnya pembongkaran hasil pengecoran logam dari cetakan dilakukan secara langsung atau mekanis. Setelah benda cetakan membeku atau dingin sampai temperatur rendah., cetakan

dibongkar, tempat pembongkaran harus memiliki sarana ventilasi udara yang baik.

G. Pemeriksaan Coran

Pada proses pengecoran pemeriksaan hasil coran mempunyai tujuan yang memelihara kualitas dan penyempurnaan teknik. Dari pemeriksaan maka akan diketahui kekurangan suatu proses yang telah dilakukan, dimana adanya kekurangan tersebut akan meningkatkan hasil yang berkualitas.

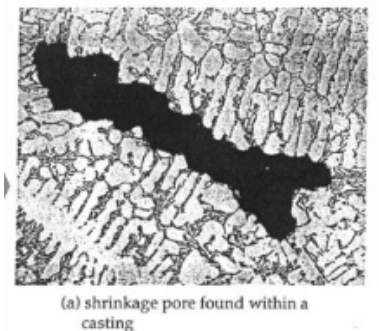
2.4 Jenis-jenis cacat coran

Cacat coran Adalah kerusakan atau kesalahan yang terjadi pada benda cor. Kerusakan benda cor terjadi pada proses pengecoran benda cor tersebut.

Ada beberapa jenis cacat pada benda coran antara lain:

1. Porosity

Porosity atau sering disebut porositas adalah terperangkapnya gas dalam logam cair pada waktu proses pengecoran, pada benda cor terdapat lubang-lubang baik pada permukaan maupun pada bagian dalam benda cor.



Gambar 4 Shrinkage porosity

(Sumber: <http://www.scribd.com/doc/46155932/05-cacat-coran>)

2. Shrinkage (Penyusutan).

3. Missrun

Missrun adalah cacat yg terjadi akibat logam cair tidak mengisi seluruh rongga cetakan sehingga menjadikan benda cor cacat (ada bagian yang kurang).

4. Dross/terak (oksida/kotoran)

Penyebab adanya terak pada benda cor adalah logam cair dari paduan logam yang mudah teroksidasi

5. Gas defect

Adalah lobang pada hasil cor dalam bentuk bulatakiat terperangkapnya gas dalam logam cair sewaktu proses pembekuan. Hal ini bisa akibat kandungan gas dalam logam cair, cetakan atau core (inti) yang basah.

2.5 Pencegahan Cacat coran

a) Degassing

Pada temperatur tinggi gas hidrogen akan cenderung berdifusi kedalam logam cair. Gas-gas hidrogen ini harus dikeluarkan dari Aluminium cair karena akan menyebabkan terjadinya cacat pada benda cor. Proses pengeluaran gas ini disebut proses degasser. Umumnya degasser yang digunakan adalah dalam bentuk tablet atau gas (gas argon dan gas nitrogen). Mekanisme pengeluaran gas pada logam Aluminium cair adalah sebagai berikut:

Tablet yang dimasukkan ke dalam Aluminium cair akan menghasilkan gas dalam bentuk gelembung yang hampir hampa udara (< 1 atm). Gas hidrogen yang terlarut dalam Aluminium tidak dapat keluar karena tekanan didalam Aluminium cair $\ll 1$ atm sedangkan tekanan diluar sebesar 1 atm. Akibatnya gelembung udara yang dihasilkan tablet masuk ke dalam gas hidrogen dan gelembung udara tersebut terbawa keatas bersamaan dengan kotoran lain yang terlarut didalam Aluminium cair. Gas-gas atau gelembung udara tersebut sebagian akan menjadi dross dan akan dibuang melalui proses pembuangan dross.

b) Cover Flux

Setelah proses degasser selesai dilanjutkan dengan proses pemberian flux. Proses pemberian flux bertujuan untuk menutupi atau covering permukaan logam

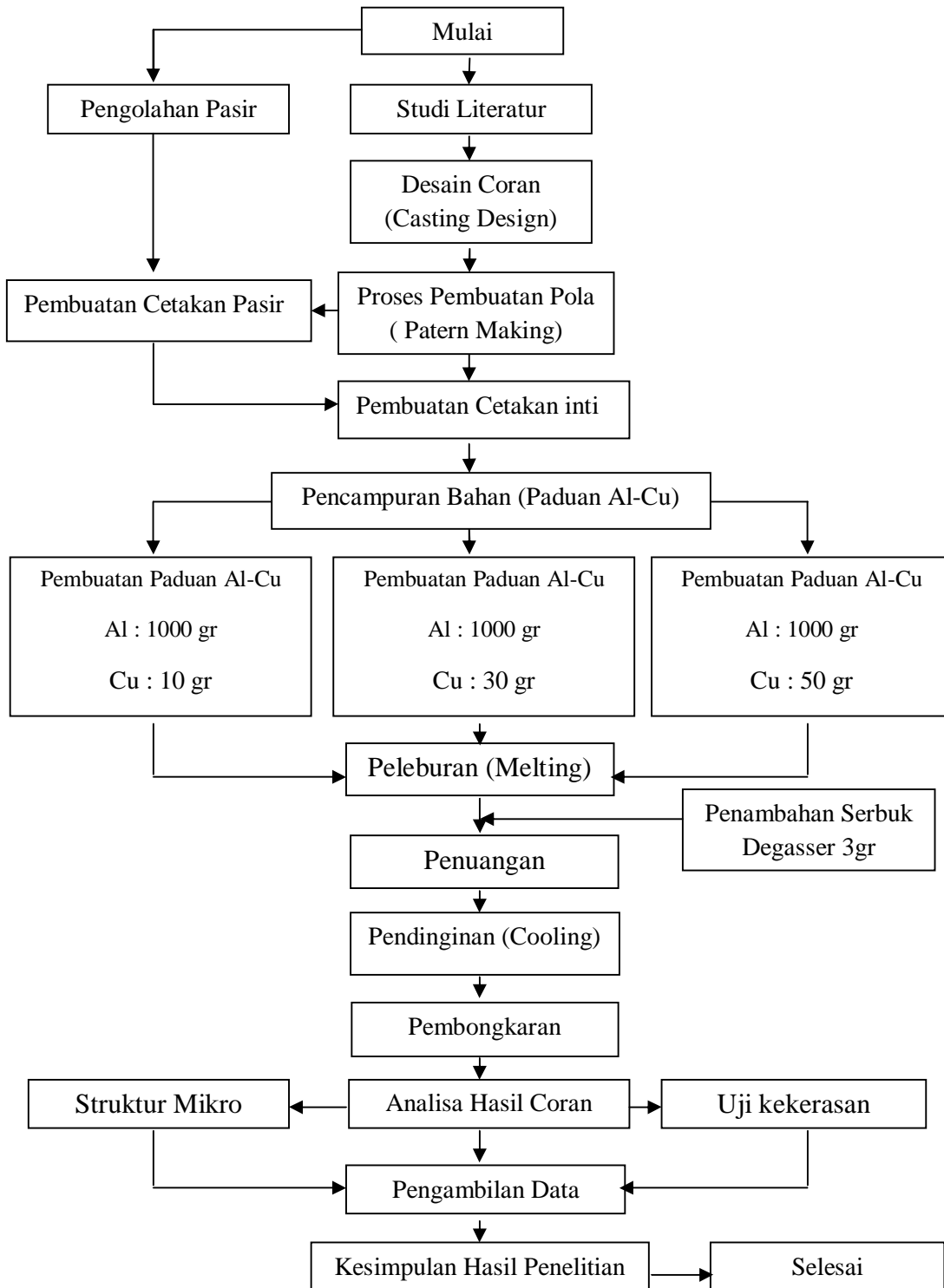
Aluminium cair agar terhindar dari masuknya gas hidrogen kedalam logam

aluminium. Pemberian flux dilakukan pada saat mulai pencairan aluminium dengan cara menaburkan flux pada permukaan Aluminium cair. Covering flux berfungsi untuk covering permukaan logam cair agar terhindar dari masuknya gas hidrogen .

Pemberian flux jenis ini dilakukan tanpa pengadukan, pada penelitian ini cover flux tidak digunakan.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



Alat-alat Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan dalam pengujian ini bermacam-macam dengan setiap pengujian yaitu sebagai berikut :

1. Dapur Peleburan
 - Tungku kowi
 - Blower udara
 - Dapur Krusibel
 - Kayu sebagai bahan bakar proses peleburan.
2. Cetakan Pasir
 - Pasir silica
 - Kayu
 - Palu
3. Mesin/Alat Pengujian
 - Mikro Vickers
 - Struktur mikro
 - Mesin poles
 - Kertas gosok grade 800
4. Alat finishing
 - Mesin skrap
 - Gerinda
 - Kertas gosok Grade 800
 -

Bahan Penelitian

1. Aluminium

Jenis aluminium dalam penelitian ini menggunakan piston bekas.



Gambar 5 Piston sebagai bahan baku (Al) Spesimen

2. Tembaga

Tembaga yang digunakan sebagai unsur paduan utama adalah tembaga kawat .



Gambar 6 kawat tembaga sebagai bahan paduan utama pembuatan spesimen

3. Degasser

Degasser dalam penelitian ini digunakan untuk mengurangi cacat porositas pada benda uji.



Gambar 7 Serbuk degasser

Komposisi campuran paduan.

1. Komposisi Al-Cu dengan Paduan Cu 1%.

- Aluminium : 1 Kg = 1000 gr
- Tembaga : 10 gr
- Degasser : 3 gr

2. Komposisi Al-Cu dengan Paduan Cu 3%.

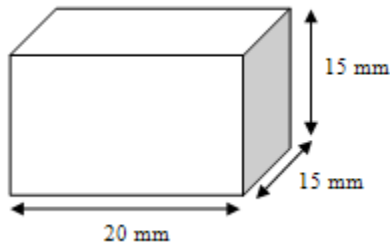
- Aluminium : 1 Kg = 1000 gr
- Tembaga : 30 gr
- Degasser : 3 gr

3. Komposisi Al-Cu dengan Paduan Cu

5%.

- Aluminium : 1 Kg = 1000 gr
- Tembaga : 50 gr
- Degasser : 3 gr

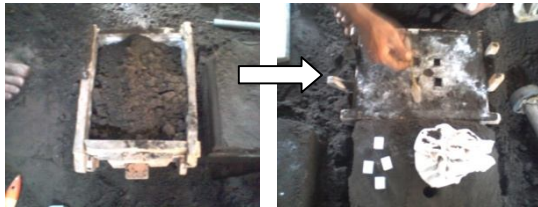
Prosedur Pembuatan Spesimen.



Gambar 8 Spesimen uji kekerasan dan struktur miko.

Membuat cetakan

Cetakan dalam membuat specimen adalah cetakan pasir, jenis pasir yang dipakai adalah pasir silika.



Gambar 9 Proses pembuatan cetakan (Sumber : Dokumentasi)

Pencampuran bahan

Dalam proses ini tembaga dicampur dengan prosentase 1%, 3% dan 5 % dari berat aluminium.

Peleburan (mellting)

Dalam proses ini dapur yang digunakan adalah dapur krusibel sederhana dengan bahan bakar kayu dan memakai tungku kowi.



Gambar 10 Proses peleburan aluminium tembaga(Sumber : Dokumentasi)



Gambar 11 Proses pembuangan kotoran(terak) (Sumber : Dokumentasi)

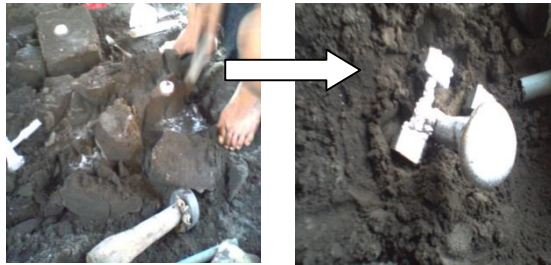
Penuangan

Pada proses sebelum penuangan, degasser dimasukkan kedalam logam cair dimaksudkan untuk mengurangi cacat porositas dengan perbandingan 0,3% dari berat aluminium.



Gambar 12 Proses penuangan logam cair (Sumber : Dokumentasi)

Pembongkaran



Gambar 13 Proses pembongkaran
(Sumber : Dokumentasi)

Pendinginan



Gambar 14 Proses pendinginan udara
(Sumber : Dokumentasi)

Finishing

Finishing dilakukan dengan memakai mesin skrap dan kertas amplas grade 800.



Gambar 15 Spesimen Al-Cu
(Sumber : Dokumentasi)

Metode penelitian

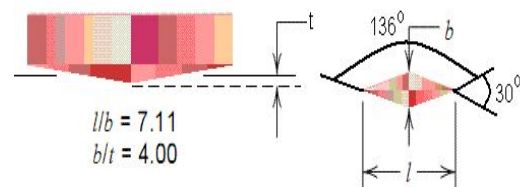
Metode eksperimen dengan mengamati perubahan-perubahan variabel-variabel bebas dalam hal ini variasi paduan Cu selanjutnya dikontrol untuk dilihat nilai kekerasan dan mikro struktur.

Prosedur penelitian

Adapun tahap penelitian yang dilakukan dalam rangka mengumpulkan data hingga penyelesaian masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan spesiment dengan proses pengecoran.
2. Uji kekerasan mikro Vickers.
3. Struktur mikro.

HASIL DAN PEMBAHASAN
Data Hasil Uji Kekerasan.



Gambar16 Bentuk Identor

(callister, 2001)

Rumus perhitungan uji kekerasan mikro Vickers :

$$HK = 14,2 \frac{F}{l^2}$$

Keterangan :

H : Angka Kekerasan

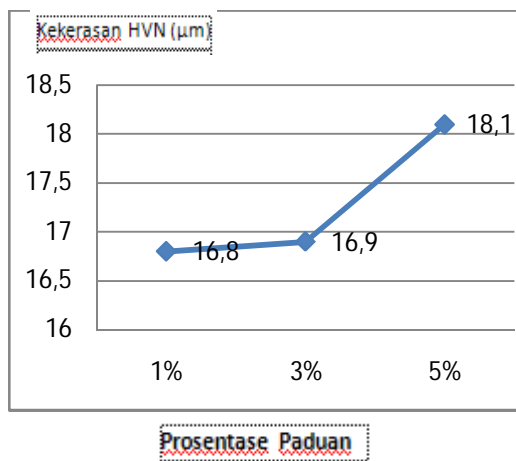
F : Beban (kgf)

I = Panjang Identor (mm)

Selain menggunakan rumus diatas,perhitungan kekerasan dengan metode mikro Vickers dapat diketahui dengan menggunakan tabel perhitungan seperti pada yang dilampirkan.

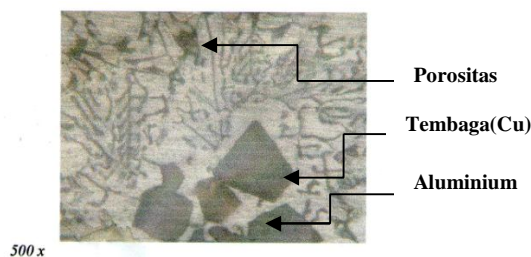
Tabel 1. Hasil Analisa Kekerasan Al-Cu

No	Prosentase Paduan Cu	D1	D 2	Diagonal D1+D2	HVN	Rata-Rata
1	1%	282	275	557	17,7	16,8
2		298	291	589	15,8	
3		280	292	572	16,8	
4	3%	271	299	570	16,9	16,9
5		280	271	551	18,1	
6		306	288	594	15,6	
7	5%	289	288	577	17,7	18,1
8		283	254	537	19,0	
9		278	282	560	17,5	

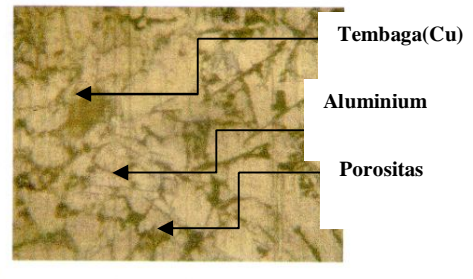


Gambar 17. Hubungan nilai rata-rata kekerasan dengan prosentase Cu

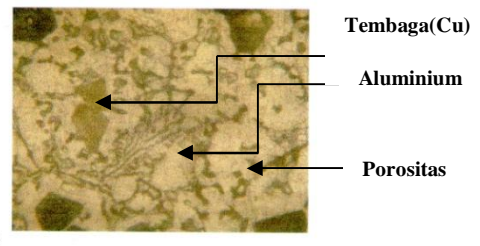
Data Hasil Pengamatan struktur mikro



Gambar 18 Analisa struktur mikro paduan Cu 1 %



Gambar 19 Analisa struktur mikro paduan Cu 3 %



Gambar 20 Analisa struktur mikro paduan Cu 5 %

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari variasi paduan Cu (1%, 3% dan 5%) pada aluminium paduan Al-Cu mengakibatkan adanya perubahan yang dapat mempengaruhi kekerasan dan struktur mikro pada paduan tersebut.
2. Dari hasil pengujian kekerasan semakin tinggi variasi paduan Cu pada aluminium paduan Al-Cu maka nilai kekerasannya semakin meningkat.
3. Dari variasi paduan Cu (1%, 3% dan 5%) pada aluminium paduan Al-Cu mengakibatkan adanya perubahan yang dapat mempengaruhi kekerasan dan struktur mikro pada paduan tersebut.
4. Dari variasi paduan Cu (1%, 3% dan 5%) pada aluminium paduan Al-Cu mengakibatkan adanya perubahan yang dapat mempengaruhi kekerasan dan struktur mikro pada paduan tersebut.

5. Dari variasi paduan Cu (1%, 3% dan 5%) pada aluminium paduan Al-Cu mengakibatkan adanya perubahan yang dapat mempengaruhi kekerasan dan struktur mikro pada paduan tersebut.
6. Dari hasil pengujian kekerasan semakin tinggi variasi paduan Cu pada aluminium paduan Al-Cu maka nilai kekerasannya semakin meningkat.
7. Dari analisa struktur mikro, semakin tinggi variasi paduan pada aluminium paduan Al-Cu maka akan mempermudah terbentuknya struktur butir.
8. Dari hasil penelitian yang meliputi uji kekerasan dan struktur mikro maka dapat diambil kesimpulan bahwa pada aluminium paduan Al-Cu dengan Variasi paduan Cu sebesar 5% memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi dibandingkan paduan 1% dan 3%, dari hal tersebut diatas dapat disimpulkan pula, dengan variasi paduan Cu 5% merupakan pemaduan yang paling baik

DAFTAR PUSTAKA.

- Panji Laksamana S, 2010, Makalah Aluminium murni dan paduannya <http://ml.scribd.com/doc/25300537/Makalah-Aluminium>.
- George E. Tot ten and D. Scott MacKenzie, 2003, *Handbook of Aluminum Volume 7 Physical Metallurgy and Processes*, Marcel Dekker 2003.
- Rikypolnes, 2010 <http://rizkypolnes.blogspot.com/2010/06/aluminium.html>
aluminium