

Analisis Kualitas Produk Alumunium yang Dicetak Dalam Fase Semi Solid Liquid ditinjau dari Sifat Fisis dan Mekanis

Tiwan

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Karangmalang Yogyakarta
Telepon (0274) 520 327
E-mail : t1santak@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini menitikberatkan pada analisis pencetakan alumunium dalam fasa semisolid liquid. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis produk alumunium yang dicetak dalam fasa semisolid liquid yang meliputi bentuk, struktur mikro dan kekerasan

Material yang menjadis ampeld aram penelitiანი ni adalah logam alumunium 2014. Ukuran bahan dasar pencetakan diameter 24 mm, panjang 28 mm. cetakan terbuat dari logam baja karbon medium. Pengambilan data dilakukan secara eksperimen dalam skala laboratorium.

Hasil dari penelitian ini dapat dikemukakan dalam materiaal alumunium dapat dicetak pada fasa semi solid liquid pada temperature pemanasan 640 - 650 °c. Pada kondisi ini logam alumunium dapat dengan mudah mengisi rongga cetak. Dengan memberikan tekanan. Produk yang dihasilkan dapat memenuhi rongga cetak dan tidak terjadi penyusutan yang berarti. Struktur mikro yang terbentuk tidak memiliki batas butir yang jelas. Kekerasan produk bervariasi 130V HN pada kulit luar dan 80 VHN pada bagian tengah.

Kata Kunci : Pencetakan, Alumunium, Fase, Semisolid liquid, sifat fisis, mekanis

Pendahuluan

Aluminium merupakan logam non ferro yang banyak digunakan dalam industri pemesinan. Aluminium mempunyai struktur kristal FCC (*Face Centre Qubic*) dimana karakteristiknya ringan, lunak, mudah dideformasi dan temperatur lelehnya rendah. Bahan ini mudah teroksidasi, sehingga bila berada pada kondisi udara luar mudah membentuk senyawa oksida aluminium dipermukaannya yang mana oksida ini akan melindungi bahan dari korosi. Sehingga bahan aluminium merupakan bahan yang tahan korosi.

Aluminium dapat dibentuk dengan proses penuangan atau pencetakan. Dalam proses penuangan aluminium sering terjadi cacat, baik itu berbentuk rongga dan akibat penyusutan. Aluminium memiliki penyusutan yang tinggi, sehingga bila kita menginginkan ukuran yang tepat maka harus diperhitungkan proses penyusutannya. Disamping itu aluminium cair sangat peka terhadap terbentuknya oksidasi dipermukaan dan terperangkapnya gas-gas lain seperti hydrogen dalam cairan. Hal ini sangat merugikan dalam hal kualitas hasil penuangan, karena mengakibatkan penggetasan dan cacat-cacat karena unsure pengotor. Hal ini harus ditanggulangi untuk mendapatkan hasil coran yang berkualitas.

Untuk menghasilkan coran aluminium yang berkualitas dapat kita upayakan namun perlu persiapan dan perencanaan pengecoran yang baik. Disamping itu perlu membuat dapur peleburan

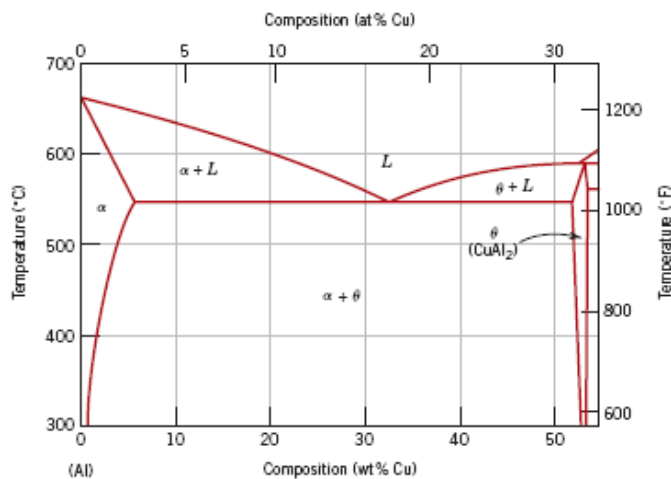
yang terkondisi tidak terpengaruh oleh udara luar. Untuk itu semua perlu pemikiran dan tambahan biaya.

Ada satu cara pembentukan aluminium yang dapat dikembangkan, yaitu proses pencetakan aluminium dalam kondisi semi solid liquid. Adapun beberapa keuntungan ini adalah, pertama aluminium tidak perlu dipanaskan sampai mencair, tetapi hanya dalam kondisi semi solid liquid. Hal ini menguntungkan karena tidak perlu memberikan energy yang setinggi temperature cair, tetapi cukup di bawah temperature leleh. Karena tidak sampai mencair, maka tidak ada gas yang terserap dalam cairan dan tidak ada kotoran yang masuk dalam cairan. Gaya yang diperlukan untuk menekan memang relative lebih tinggi namun bedanya tidak begitu tinggi dibanding kita menekan dalam keadaan cair. Karena yang dicetak dalam bentuk fasta (semi solid liquid) tidak ada udara yang masuk sehingga tidak mungkin terbentuk rongga-rongga udara dalam benda kerja.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji karakteristik dari produk aluminium yang dicetak dalam fase semi solid liquid. Pengkajian meliputi temperature yang sesuai untuk melakukan pencetakan pada fase semi solid liquid. Selain itu untuk mengetahui pengaruh temperature terhadap bentuk produk yang tercetak. Demikian juga untuk mengetahui stuktur mikro dan kekerasan produk aluminium yang dicetak dalam fase semi solid liquid.

Aluminium banyak digunakan karena alasan mudahnya proses produksi dan sifat-sifatnya. Aluminium memiliki berat jenis yang ringan yaitu $2,7 \text{ gram/cm}^3$, sehingga banyak digunakan untuk alat transportasi terutama pesawat terbang. Aluminium memiliki sifat tahan korosi dilingkungana lami atau udara luar. Hal ini dikarenakan terbentuknya lapisan oksida aluminium yang rapat dipermukaannya. Aluminium murni sangat lunak dan kekuatannya rendah, namun dapat dibuat untuk kekuatan tinggi dengan lalan pepaduan hingga mencapai kekuatan tarik 690 Mpa. Aluminium merupakan penghantar panas yang baik sehingga banyak digunakan untuk peralatan masak, disamping tidak beracun. Untuk peralatan listrik aluminium sering digunakan karena sifat penghantar listrik yang baik. Alasan lain banyaknya penggunaan aluminium karena harganya relatif rendah disbanding material non ferro lainnya.

Aluminium bila dipanaskan dari temperature kamar hingga mencapai temperature diatas $660 \text{ }^\circ\text{C}$ maka akan mencair. Pada proses pencairan akan terjadi perubahan dari fase *solid*, *semi solid liquid* hingga *liquid*. Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada diagram fasa Al-Cu pada gambar berikut.⁴⁾



Pada gambar di atas merupakan diagram fasa paduan Al-Cu. Kita lihat paduan Al-Cu dengan prosentase 10 % Cu. Di bawah temperature 548 °C dalam keadaan padat dimana fasa yang terbentuk adalah $\alpha + \theta$ (CuAl_2). Pada temperature 458 °C. hingga titik leleh 630°C material dalam keadaan padat dan cair, fasanya adalah $\alpha + \text{liquid}$. Dari temperature 458 °C ke atas secara proporsional terjadi perubahan prosentase fasa padat dan cair. Semakin ke atas prosentase fasa cair semakin tinggi dan mencapai 100 % fasa cair pada temperature 630 °C. Pada range temperature 458 – 630 °C ini yang disebut dengan fasa semi solid liquid. Pada fasa ini ikatan atom lemah dan sangat mudah untuk dideformasi, sehingga untuk keperluan mencetak tenaga yang dipergunakan relative rendah.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode eksperimen Proses pencetakan secara manual dengan menggunakan alat bantu cetakan dari logam dan penekan manual. Adapun langkah-langkah penelitian dimulai dari tahap persiapan, pengujian dan pemeriksaan awal, pelaksanaan pencetakan, pengujian pemeriksaan dan pengamatan produk hasil cetakan dan yang terakhir menganalisis hasil pengujian. Pada tahap awal disiapkan cetakan dari bahan baja karbon medium. Untuk membuat rongga cetakan dilakukan proses pemesinan yang meliputi proses bubut, frais dan bor. Bahan baku yang dicetak berupa aluminium batangan yang dipotong sesuai dengan kebutuhan. Sebelumnya dilakukan pengamatan awal pada bahan baku yang meliputi kekerasan dan struktur mikronya. Pencetakan dilakukan tiga kali untuk masing-masing variasi temperature. Setelah diperoleh hasil cetakan, dilakukan karakterisasi terhadap sifat-sifatnya yang meliputi sifat fisis berupa bentuk, cacat dan struktur makro dan mikronya. Selain itu juga diamati sifat mekanis yang berupa kekerasannya. Setiap langkah percobaan dilakukan pencatatan data dengan format yang telah disiapkan. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dengan mengambil tempat di laboratorium teknik jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY. Bahan yang menjadi sampel penelitian adalah logam aluminium seri 2014. Bahan cetakan dari bahan baja Cetakan didesain sebagai berikut.

Peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini yaitu alat pemesinan, tungku peleburan aluminium, tungku pemanas listrik, alat penekan cetakan, alat polish dan etsa, mikroskop optik dan alat uji kekerasan Micro Hardness Vickers.

Hasil dan Pembahasan

Proses Pencetakan

Pada penelitian ini proses pencetakan aluminium dilakukan pada dua kondisi yaitu kondisi material dalam keadaan cair (liquid) dan kondisi material dalam keadaan semi solid liquid. Cetakan menggunakan cetakan logam yang dirancang dengan dua rongga cetak. Adapun urutan pencetakan adalah sebagai berikut.





Proses pencetakan pada fasa cair dapat dilakukan dengan mudah. Masuk logam kedalam rongga cetak tidak memerlukan gaya tekan yang besar, bahkan dapat menggunakan gaya berat dari cairan itu sendiri. Namun ada beberapa kelemahan yaitu ada sebagian material yang terbangun menjadi oksida pada saat pencairan. Hal ini terjadi karena aluminium sangat reaktif dengan oksigen membentuk oksida aluminium dalam keadaan cair. Selain itu pada pencetakan dalam keadaan cair membentuk shrinkage atau penyusutan akibat pendinginan. Terbentuknya shrinkage karena penyusutan logam aluminium pada fasa cair menjadi padat relatif besar. Produk aluminium yang dicetak dalam fasa cair dapat dilihat pada gambar 4.2.

Bentuk Produk



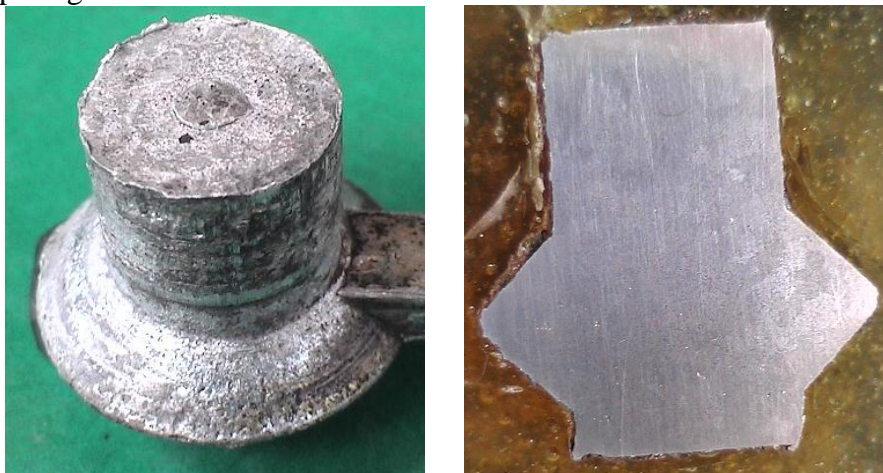
Pada gambar 4.2 terlihat dengan jelas bila produknya mengalami penyusutan, sehingga produk tidak memenuhi ukuran yang sebenarnya. Lebih jelasnya dapat kita lihat pada gambar struktur penampang melintang dari produk. Pada bagian tengah terjadi pengecilan penampang akibat penyusutan. Produk aluminium yang dicetak pada fasa cair akan membentuk struktur coran. Hal ini ditandai dengan terbentuknya dendritik, yaitu struktur yang terbentuk akibat proses dimulai dengan inti pembekuan awal. Cairan yang mengenai dinding cetakan akan membeku terlebih dahulu kemudian berlanjut ke tengah. Pada bagian tengah akan membeku paling akhir. Akibat proses pembekuan yang demikian maka akan membentuk struktur yang berbeda. Pada bagian yang membeku paling awal akan terbentuk butir yang ukurannya kecil, kemudian semakin membesar dan memanjang. Dengan kata lain struktur yang terbentuk tidak seragam, sehingga sifatnya juga tidak seragam

Pada proses pencetakan aluminium dalam kondisi semi solid liquid dilakukan dengan jalan memanaskan logam aluminium hingga mencapai temperatur solid liquid. Besarnya temperature dapat ditentukan dengan melihat diagram fasa. Pada diagram fasa Al-Cu dapat ditentukan bila temperature solid liquid untuk material aluminium 2014 memiliki rentang

temperature antara 548 hingga 650 °C. Namun pada percobaan ini tempertur dipilih dari 630, 640 dan 650°C.

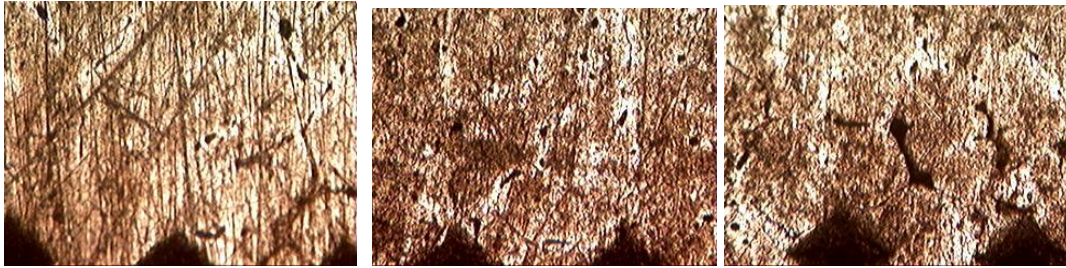


Dibawah 630°C, material sulit ditekan untuk masuk ke dalam rongga cetakan. Sedangkan di atas 650 °C material sudah mencair. Berdasarkan percobaan yang dilakukan material logam aluminum pada temperature 630-650 °C dapat ditekan menuju rongga cetak. Pada temperatur 650 °C penekanan ke rongga cetak sangat mudah dan dapat mengisi seluruh rongga cetak dengan baik. Pada tempeatur 640 °C alumunium masih dapat ditekan mengisi rongga cetak namun gaya terasa lebih berat. Sedangkan pada temperature 630°C logam alumunium tidak dapat mengisi seluruh rongga cetak dengan baik. Hasil dari percobaan dapat dilihat pada gambar 4.4 - 4.7 berikut.

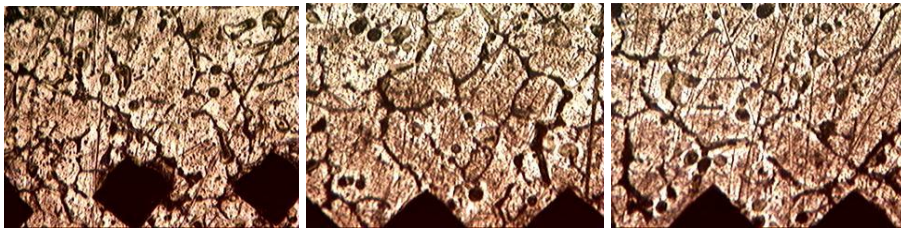


Pencetakan pada temperatur 650 °C memiliki bentuk yang sempurna dimana semua rongga cetak dapat terpenuhi. Proses pencetakan pada kondisi ini produk tidak mengalami penyusutan yang besar, sehingga bentuk produk sempurna, lihat pada gambar 4.4 dan 4.5. Hal ini dapat terjadi karena selama proses pencetakan pengisian material berjalan terus hingga memenuhi rongga ceakan. Sehingga penyusutan selama proses pendinginan dapat terimbangi dengan suplai material. Berbeda dengan pencetakan pada kondidi cair tidak terjadi suplai material selama pembekuan.

Struktur Mikro



Pencetakan pada fasa semi solid liquid memiliki struktur yang relatif seragam, dimana struktur pada bagian tepi dan tengah hampir sama. Pada gambar 4.9 dapat dilihat bila batas butir hampir tidak kelihatan (dissolve). Fenomena ini hampir sama dengan fenomena homogenisasi ingot aluminium padat emperatur 525 °C. Terlihat juga tersebar merata presipitat CuAl_2 . Fenomena ini terjadi dikarenakan pada proses pencetakan ini tidak terjadi proses pembekuan awal, karena material tidak dalam keadaan cair. Material mengalami perubahan struktur yang seimbang antara bagian pinggir dan tengah. Lain halnya dengan struktur mikro pada produk yang dicetak dalam fasa cair. Struktur mikro dapat dilihat pada gambar 4.8. Dari gambar tersebut dapat dilihat bila batas butir sangat jelas terlihat. Selain itu dapat dilihat dengan jelas fenomena terbentuknya dendritik yang lazim terjadi pada struktur coran. Pada umumnya struktur tersebut menimbulkan segregasi yang terjadi di batas butir.



Sifat Mekanis

Pada gambar 4.10 dapat dilihat sebaran kekerasan produk aluminium yang dicetak pada fasa cair dan semi solid liquid. Pengujian dimulai dari kulit terluar. Dari grafik hasil pengujian tersebut dapat diketahui bila kekerasan produk aluminium yang dicetak pada fasa solid liquid memiliki kekerasan yang kontinu. Mulai dari kulit hingga jarak 3000 mikron memiliki kekerasan yang hampir sama yaitu sebesar 130 VHN. Kekerasan menjadi menurun mulai dari jarak di atas 3000 mikron yang mana kekerasannya adalah 80 VHN. Sedangkan untuk produk aluminium yang dicetak pada fasa cair terjadi perubahan kekerasan yang signifikan, dimana pada kulit terluar kekerasan mencapai 170 VHN, dan kekerasan terus menurun hingga ke bagian tengah kekerasan menjadi 70 VHN. Dari data tersebut dilihat dari rentang perbedaan sifat kekerasannya maka produk aluminium yang dicetak pada fasa semi solid liquid perbedaannya lebih kecil, dalam artinya sifat struktur antarabagian kulit luar dan bagian dalam perbedaannya lebih kecil.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas dapat ditarik kesimpulan, material aluminium dapat dicetak pada fasa semi solid liquid pada temperature pemanasan 640- 650 °C. Pada kondisi ini logam aluminium dapat dengan mudah mengisi rongga cetak dengan

memberikan tekanan. Prodk yang dihasilkan dapat memenuhi rongga cetak dan tidak terjadi penyusutan yang berarti. Struktur mikro yang terbentuk tidak terlihat batas butir yang jelas. Beda dengan hasil pencetakan dalam fasa cair pada struktur mikro terlihat dengan jelas batas butir. Kekerasan prodk memiliki variasi 130 VHN pada kulit luar dan 80 VHN pada bagian tengah. Kekerasan ini lebih tinggi dibanding kekerasan produk yang dicetak dalam fasa cair.

Daftar Pustaka

- [1].ASM Hanbook, Vol. 3, *Alloy Phase Diagram*, ASM International , Material Park, OH, 1992
- [2].ASM Handbook, *Mechanical testing, Volume 8*, Fifth printing, 1995
- [3].Budinski. Kenneth, Michael., 1999. *Engineering Materials*, Prentice-Hall International. London.
- [4].Callister, W.D., *Material science and engineering*, John Wiley & Sons, Inc. Canada, 1997
- [5].Douglas A, Granger, 1995. *Solidification Structures of Alumunium Alloy Ingots*.Fellow Alumunium Company of America
- [6].Porter, D.A, Easterling, K.E, 1981. *Phase Transformations in Metals and Alloys*, VNR International London.
- [7].Voort, G F. V, *Metallography Principle and Practice*, McGraw-Hill, 1984