PEMANFAATAN PADUAN AL (*SCRAP)* SEBAGAI BUCKET TURBIN PELTON MENGGUNAKAN METODE PENGECORAN EVAPORATIVE

Ali Ridho[1)] dan Rudi Siswanto[2)]
[1,2]ATPN Banjarbaru
Email: ***ridhoali.1240@gmail.com; rudi_sieswanto@yahoo.co.id***

ABSTRACT

Aluminum rongsok (scrap) is widely produced from households, IKM, offices, factories and so on in South Kalimantan. Along this time Al rongsok only collected by the collectors and then sold to the company smelting (in Java). Al rongsok can be recycled and used as a cast product, so potentially produce components, one of which is Pelton turbine bucket. This research aims to; (1) to create a prototype Pelton water-type bucket turbine using styrofoam pattern (2) to know the micro structure, hardness, tensile strength, and impact strength. The furnace for smelting uses a krasibel type furnace with charcoal wood fuel. Material for casting used Al alloy (scrap). The evaporative casting method is to use styrofoam as a molding pattern that is dumped in the printed sand. This method will produce castings that match the pattern / model formed. Melting is done by melting the Al in the kitchen krusibel then poured on the variation of casting temperature 650, 670, 690 and 710 oC. The casting results are then tested for mechanical properties (micro structure, hardness, tensile strength, and impact strength). The test results concluded, Al alloy (scrap) can be utilized and developed as prototype of cross flow water turbine blade / bucket using evaporative casting method. the higher the temperture of the hypereutectic Si structure is present between the dendrite Al of thin short flakes into thick, long bits. At temperatures above 650 oC, the value of hardness decreases with the increase of pouring temperature, while tensile stress decreases with increasing of pouring temperature. Impetus has been declining as the pouring temperature increases.

Keywords: Evaporative casting, Al (Scrap), physical-mechanical properties, Pelton turbine bucket

PENDAHULUAN

Pengecoran merupakan cara tertua untuk proses pembentukan logam. Pengecoran logam sudah dikenal oleh manusia sejak beberapa abad yang lalu, diperkirakan dipakai pertama kali kira-kira 4.000 tahun SM Pengecoran perunggu pertama dilakukan di Mesopotamia sekitar 3.000 tahun SM, kemudian diteruskan ke India, Cina, Jepang dan Eropa (Surdia dan Chijiwa, 1996). Perkembangan pengecoran mulai pesat sejak ditemukannya mesin uap, mesin diesel dan bensin serta berbagai tungku/dapur peleburan seperti ; kupola, Siemens Martin, Bessemer, Thomas, dapur tinggi, dapur listrik, krusibel dan sebagainya.

Pada industri manufaktur berbasis logam, proses pengecoran masih menjadi pilihan utama dalam memproduksi komponen/elemen mesin. Pemilihan pembuatan produk permesinan menggunakan proses pengecoran ini bisa mengerjakan berbagai bentuk produk yang rumit dan komplek, misalnya pada pembuatan komponen-komponen otomotif (block silinder, head silinder, piston, stang piston), rumah pompa, poros, baling-baling, sudu (impeller) dan lain-lain.

Penggunaan aluminium dalam industri sangat beragam. Standar mutu dari aluminium paduan ditentukan oleh komposisi kimia paduannya seperti: Cu, Si, Mg, Zn, Mn, Ni. Paduan aluminium dengan silikon (Al-Si) sering digunakan pada komponen-komponen mesin kendaraan seperti piston dan blok mesin. Paduan Al-Si adalah material yang digunakan hampir 85-90% dari total aluminium paduan produk pengecoran (Wijoyo et. All, 2012).

Pola merupakan prototype/bentuk tiruan (bentuk negative) dari produk benda cor yang akan dibuat, sehingga bentuk pola menyerupai/sama dengan bentuk benda kerja hasil pengecoran (coran).

Bahan yang akan digunakan untuk membuat pola antara lain; kayu, logam plastik, karet, styrofoam dan lilin. Pengecoran evaporative (evaporative casting) adalah salah satu metode pengecoran logam dengan menggunakan pola Styrofoam (polystyrene foam). Metode ini ditemukan dan dipatenkan oleh Shroyer pada tahun 1958. Pada tahun 1964, konsep penggunaan cetakan pasir kering tanpa pengikat telah dikembangkan dan dipatenkan oleh Smith. Pengecoran evaporative merupakan langkah baru dalam memproduksi benda-benda dengan metode pengecoran. Pada saat ini belum banyak industri pengecoran logam yang menggunakan metode ini dalam memproduksi benda cor. Sedikitnya industri yang menerapkan metode pengecoran ini mungkin dikarenakan mereka belum banyak mengetahui seluk beluk metode pengecoran evaporative.

Usaha penelitian dan perbaikan pada metode pengecoran evaporative telah banyak dilakukan oleh para peneliti. Penulis berusaha melakukan penelitian dengan membuat prototype bucket turbin Pelton dari material Al rongsokan. Dari hasil pengujian produk pengecoran evaporative ini akan diperoleh kondisi optimum dari berbagai variasi proses yang dihasilkan.

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk membuat prototype bucket turbin Pelton menggunakan pola Styrofoam dan mengetahui struktur mikro, kekerasan, kekuatan tarik,dan kekuatan impak dari hasil produk pengecoran.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen (uji laboratorium). Paduan Al rongsokan panaskan dalam tungku krusibel sampai logam mencair. Setelah logam cair mencapai temperatur yang dikehendaki, kemudian dituang dalam cetakan pola styrofoam yang dibenamkan di dalam pasir dan selanjutnya didinginkan di udara (temperatur ruang). Produk hasil pengecoran berupa bucket turbin Pelton, dikeluarkan dari cetakan dan dibersihkan, kemudian dibuat spesimen dan selanjutnya dilakukan pengujian (uji struktur mikro, uji tarik, uji kekerasan dan uji impak). Hasil pengujian kemudian dimasukkan data selanjutnya dilakukan analisis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengecoran

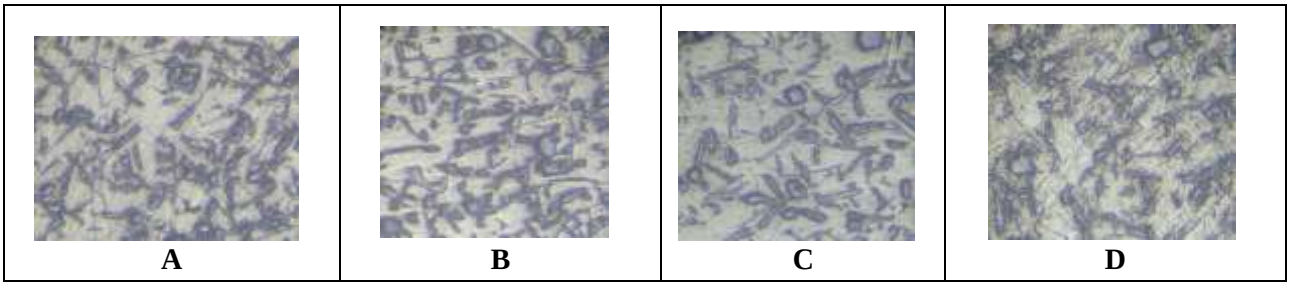
Gambar 1 adalah produk hasil pengecoran evaporative dilakukan pada variasi temperatur peleburan 650, 670, 690 dan710 °C, dengan kode spesimen Al 1, Al 2, Al 3, Al 4.

Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan hasil foto struktur mikro dari pengecoran evaporative dengan variasi temperature tuang (650, 670, 690, 710) °C, ditunjukkan sebagaimana gambar .2.



Gambar 1. Hasil pengecoran



Gambar .2. Struktur mikro pengecoran evaporative temperature tuang (A) 650 ^{o}C, (B) 670 ^{o}C, (C) 690 ^{o}C, (D) 710 ^{o}C, (100x).

Berdasarkan hasil pengamatan struktur mikro dari pada gambar 4.2 (A,B,C,D) tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut. Pada struktur mikro dengan temperature tuang 650 ^{o}C sebagaimana gambar 4.2.A. terlihat bahwa matrik hypereutectic Si hadir membentuk serpihan kecil, tipis , pendek dan rapat (sedikit memanjang, tidak merata, membentuk gerombolan), di antara dominasi Al dendrite, sedikit Cu dan Zn.

Pada struktur mikro dengan temperatur tuang 670 ^{o}C sebagaimana gambar 4.2.B. terlihat bahwa matrik hypereutectic Si hadir masih membentuk serpihan kecil, agak tebal, pendek dan kurang rapat (sedikit memanjang, tidak merata, kurang memebntuk gerombolan), diantara dominasi Al dendrite, sedikit Cu dan Zn.

Pada struktur mikro dengan temperature tuang 690 ^{o}C sebagaimana gambar 4.2.C. terlihat bahwa matrik hypereutectic Si hadir membentuk serpihan membesar, tebal, panjang dan tidak rapat (merata, tidak bergerombol), diantara dominasi Al dendrite, sedikit Cu dan Zn.

Pada struktur mikro dengan temperature tuang 710 ^{o}C sebagaimana gambar 4.2.D. terlihat semakin jelas bahwa matrik hypereutectic Si hadir membentuk serpihan lebih besar, tebal, panjang dan tidak rapat (merata, tidak bergerombol), diantara dominasi Al dendrite, sedikit Cu dan Zn.

Perubahan terperatur tuang dari temperature rendah menuju temperature yang lebih tinggi pada paduan Al-19,6Si menyebabkan terjadinya perubahan struktur mikro, dimana dengan meningkatnya temperature tuang menyebakan hypereutectic silicon akan berubah dari serpihan pendek tipis menjadi serpihan panjang tebal. Semakin tinggi temperature tuang memberikan jarak antara dendrite Al dan hypereutectic Silikon semakin lebar.

Hal ini berbeda dengan yang dilakukan Albonetti (2000) dan Wijoyo, et. Al. (2012) yang mengunakan material paduan Al-Si eutectic. Menurut Albonetti (2000), pertumbuhan eutektik silikon pada temperatur tuang rendah terdapat diantara DAS (Dendrite Arm Spacing) yang sempit sedangkan pada temperatur tuang yang tinggi Si terurai menjadi lebih luas diantara DAS. Dan menurut Wijoyo et.al. (2012), meningkatnya temperatur tuang logam cair mengakibatkan struktur mikro berubah dari eutektik silikon yang berupa serpihan-serpihan panjang dan tebal pada temperatur tuang rendah, menjadi serpihan-serpihan pendek dan tipis diantara dendrite pada temperatur tuang tinggi.

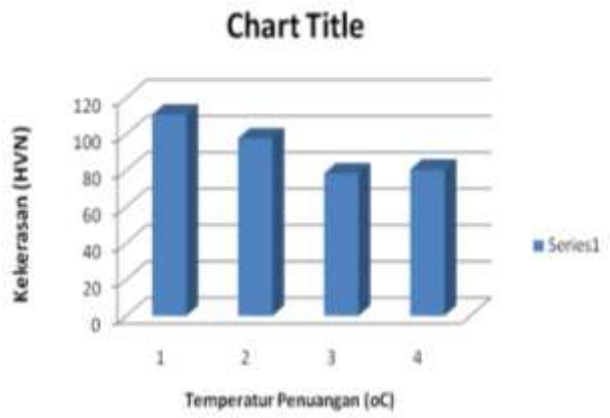
Pengujian Kekerasan

Tabel 1 adalah data hasil pengujian Kekerasan Vickers (HVN). Kode A, B, C dan D, merupakan hasil pengujian kekerasan setelah dilakukan peleburan dan penuangan.

Tabel 1. Data hasil pengujian kekerasan Vickers (HVN)

No.	Kode Spesimen	Temperatur Penuangan (^{o}C)	HVN
1	A	650	110,86
2	B	660	97,73
3	C	670	78,43
4	D	680	80,52

Gambar 4.3 adalah grafik yang menunjukkan hubungan antara temperatur penuangan dan nilai kekerasan (HVN). Nilai kekerasan paduan aluminium hasil coran pada pola dengan cetakan styrofoam pada temperatur tuang 650, 670, 690 dan 710 ^{o}C.



Gambar .3. Grafik hubungan temperatur penuangan dengan Kekerasan (HVN)

Gambar ,3 menunjukkan bahwa nilai kekerasan hasil coran paduan aluminium mengalami perubahan dengan berubahnya temperature tuang. Hal ini ada hubungannya dengan pengaruh temperatur tuang terhadap struktur mikro. Nilai kekerasan pada temperatur penuangan 650 ^{o}C nilai kekerasan coran 110,86 HVN, pada temperatur penuangan 670 ^{o}C nilai kekerasan coran 97,73 HVN, pada temperatur penuangan 690 ^{o}C nilai kekerasan coran 78,43 HVN dan pada temperatur penuangan 710 ^{o}C nilai kekerasan coran 80,52 HVN. Dari grafik 4.3 tersebut menunjukkan bahwa, nilai kekerasan coran mengalami penurunan seiring dengan kenaikan temperatur penuangan, atau semakin tinggi temperatur penuangan di atas 650 ^{o}C, maka nilai kekerasan akan semakin menurun.

Nilai kekerasan tertinggi terjadi pada temperatur tuang 650 ^{o}C, sedangkan nilai kekerasan terendah terjadi pada temperatur tuang 670 ^{o}C. Temperatur tuang yang rendah mengakibatkan laju pendinginan yang cepat, sehingga struktur mikro yang terbentuk berupa aluminium dendrite mendominasi permukaan coran, serta eutektik silikon diantara dendrite dengan bentuk panjang dan tipis. Temperatur tuang yang tinggi mengakibatkan laju pendinginan yang lambat, sehingga struktur mikro aluminium dendrite menjadi bulat panjang atau mendekati bulat, serta eutektik silikon menjadi serpihan-serpihan pendek dan halus diantara dendrite. Struktur mikro eutektik silikon memiliki karakteristik mekanis yang keras sehingga mempengaruhi kekerasan bahan. Struktur eutektik silikon berupa serpihan-serpihan panjang meningkatkan nilai kekerasan dan kekuatan tarik (ASM handbook, 1992).

Temperatur tuang sangat berpengaruh terhadap pembentukan struktur mikro, sedangkan struktur mikro berpengaruh terhadap nilai kekerasan bahan. Peningkatan temperatur tuang akan mengurangi nilai kekerasan, hal ini disebabkan laju pendinginan yang lambat sehingga terbentuk struktur mikro eutektik silikon yang semakin banyak dan semakin tipis yang cenderung bersifat lunak.

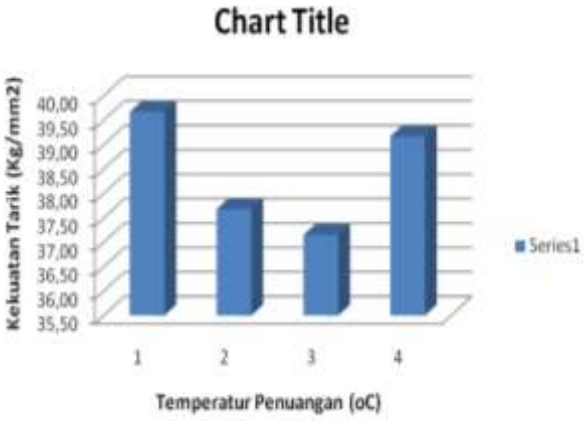
Kekuatan Tarik

Tabel .2 adalah data hasil pengujian kekuatan tarik. Kode spesimen A, B, C, D, merupakan hasil pengujian tegangan tarik setelah dilakukan peleburan dan penuangan.

Tabel .2. Data hasil pengujian tegangan tarik (Kg/mm^2)

No.	Kode Spesimen	Temperatur Penuangan (^{o}C)	Tegangan Tarik (Kg/mm^2)
1	A	650	39,67
2	B	660	37,68
3	C	670	37,15
4	D	680	39,17

Gambar .4 adalah grafik yang menunjukkan hubungan antara temperatur penuangan 650, 670, 690 dan 710 ^{o}C dan kekuatan tarik (kg/mm^2).



Gambar .4. Grafik hubungan temperatur penuangan dengan tegangan Tarik

Pada temperatur penuangan 650 ^{o}C tegangan tarik coran adalah 39,67 kg/mm^2, pada temperatur

penuangan 670 ^{o}C tegangan tarik coran 37,68 kg/mm^2, pada temperatur penuangan 690 ^{o}C tegangan tarik coran 37,15 kg/mm^2 dan pada temperatur penuangan 710 ^{o}C tegangan tarik coran 39,17 kg/mm^2. Dari grafik 4.4 tersebut, menunjukkan bahwa, pada temperatur di atas 650 ^{o}C kekuatan tarik mengalami penurunan seiring dengan kenaikan temperatur penuangan, atau pada temperatur di atas 650 ^{o}C semakin tinggi temperatur penuangan, maka tegangan tarik akan semakin menurun. Akan tetapi pada temperatur penuangan 710 ^{o}C kekuatan tarik mengalami kenaikan mendekati temperatur penuangan 650 ^{o}C. Tegangan tarik maksimum terjadi pada temperatur peleburan 650 ^{o}C, sedangkan tegangan tarik minimum terjadi pada temperatur peleburan 690 ^{o}C.

Kekuatan Impak

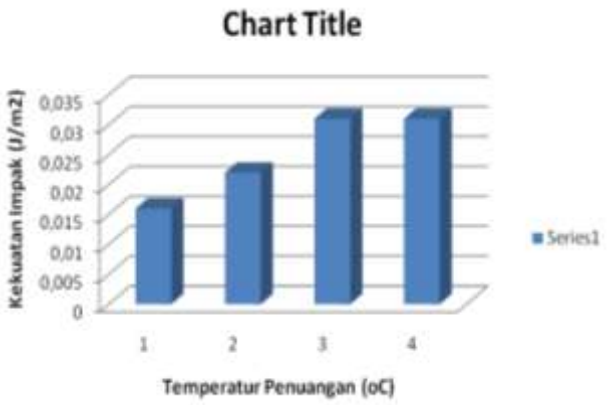
Tabel .3 adalah data hasil pengujian kekuatan impak. Kode spesimen A, B, C, D, merupakan hasil pengujian kekuatan impak setelah dilakukan peleburan dan penuangan.

Tabel .3. Data hasil pengujian kekuatan impak (J/mm^2)

No.	Kode Spesimen	Temperatur Penuangan (^{o}C)	Kekuatan Impak (J/mm^2)
1	A	650	0,016
2	B	670	0,022
3	C	690	0,031
4	D	710	0,031

Gambar .5 adalah grafik yang menunjukkan hubungan antara temperatur penuangan 650, 670, 690 dan 710 ^{o}C dan kekuatan impak (J/mm^2).

Pada temperatur penuangan 650 ^{o}C kekuatan impak coran adalah 0,016 J/mm^2, pada temperatur penuangan 670 ^{o}C kekuatan impak coran0,022 J/mm^2, pada temperatur penuangan 690 ^{o}C kekuatan impak coran 0,031 J/mm^2 dan pada temperatur penuangan 710 ^{o}C kekuatan impak coran 0,031 J/mm^2. Dari grafik 4.5 tersebut menunjukkan bahwa, semakin tinggi temperatur penuangan di atas 650 ^{o}C mengalami kenaikan kekuatan impak.



Gambar .5. Grafik hubungan temperatur penuangan dengan kekuatan impak

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap material paduan Al (scrap) menggunakan metode pengecoran evaporative (pola styrofoam), maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Material dari paduan Al scrap bisa dimanfaatkan dan dikembangkan sebagai prototype bucket/sudu turbin air tipe cross Peltonw menggunakan metode pengecoran evaporative (pola styrofoam).
2. Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan semakin tinggi tempertur tuang struktur hypereutectic Si hadir diantara dendrite Al dari serpihan pendek tipis menjadi serpihan panjang tebal.
3. Pada temperatur di atas 650 ^{o}C nilai kekerasan mengalami penurunan seiring dengan kenaikan temperatur penuangan
4. Pada temperatur di atas 650 ^{o}C tegangan tarik mengalami penurunan seiring dengan kenaikan temperatur penuangan.
5. Pada temperatur di atas 650 ^{o}C kekuatan impak mengalami penuruan seiring dengan kenaikan temperatur penuangan.

Saran

Dalam menentukan temperature penuangan hendaknya jarak/range antar tenperatur penuangan lebih lebar, karena jarak antar temperature kecil, lebih sulit dalam melakukan peleburan, disebabkan temperatur menurun dengan cepat, sehingga data

hasil pengujian perbedaannya juga kecil (kurang akurat).

DAFTAR PUSTAKA

Albonetti R., 2000 "Porosity and Intermetallic Formation in Lost Foam Castings of 356 alloy" Thesis The University of Western Ontario London, Ontario.

ASM International, 1992, "ASM Metal Handbook Vol.15"

Bichler, L., Ravindran, C., and Machin A., 2003. Chalengges In Lost Foam Casting of AZ91 alloy, Material Science Forum Vols.426-432. Pp. 533-538

Karim Ivan Junaidy Abdul, 2012, Pengaruh Temperatur Tuang serta Ukuran Ayakan Pasir terhadap Cacat Porositas dan Blowhole Coran Al-Si7 yang Dicor dengan Metode Evaporative, Proceedings Seminar Nasional Energi erbarukan & Produksi Bersih 2012 Universitas Lampung (UNILA), Bandar Lampung, ISSN 0016087403, hal. 71-73

Kim, K., and Lee, K., 2005, Effect of Pro cess Parameters on Porosity in Aluminum Lost Foam Process, Journal Material Science Technology, Vol. 21 No.5, pp. 681-685.

Kumar, S., Kumar, P., Shan, H. S., 2007, Effect of evaporative pattern casting process parameters on the surface roughness of Al–7% Si alloy castings, Journal of Materials Processing Technology, Vol. 182, pp. 615–623.

Siswanto Rudi, 2011, Pengaruh Temperatur dan Waktu Peleburan Pengecoran Tuang Terhadap Struktur Mikro Paduan Al-21%Mg, **Jurnal Ilmiah Media SainS** Kopertis Wil. XI, ISSN : 2085-3548, Volume 3, Nomor 1, Hal. 1-116

Siswanto Rudi, 2011, The Influence of Temperature and Melting Duration Pour Casting toDensity and Hardness of Al-21%Mg Alloys, **Jurnal Ilmiah Suara Teknik** Univ. Muhammadiyah Pontianak, ISSN : 2086-1826, Volume 2, Nomor 1, Hal. 1-67.

Siswanto Rudi, 2012, Pengaruh Temperatur Dan Waktu Peleburan Pengecoran Tuang Paduan Al-21%Mg Terhadap Volume Dan Berat Hasil Pengecoran, **Jurnal Ilmiah Suara Teknik** Univ. Muhammadiyah Pontianak, ISSN : 2086-1826, Volume 2, Nomor 11. Halaman 1-68

Surdia, T. Dan Chijiwa, K., 1996, "Teknik Pengecoran Logam", Cetakan Ketujuh, Pradnya Paramita, Jakarta.

Wijoyo, Achmad Nurhidayat, Osep Teja Sulammunajat, 2012, "Kajian Komprehensif Struktur Mikro dan Kekerasan Terhadap Paduan Al-7,1Si-1,5Cu hasil Pengecoran Dengan Metode Evaporative", Prosiding SNST ke-3 Tahun 2012 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang, ISBN 978-602-99334-1-3, hal. C.40-C.45

Sutiyoko, 2013, Metode pengecoran lost foam menjawab tantangan dunia Industri pengecoran logam, Jurnal Foundry Vol. 3 No. 2 Oktober ISSN : 2087-2259