

Analisa pengaruh variasi media *quenching* dan penambahan silikon pada paduan al-si *remelting* velg sepeda motor terhadap sifat fisik dan mekanis

Andi Septiadi¹, Teguh Triyono², Joko Triyono²

¹Program Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta tlp. 0271632163

²Staff Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta tlp. 0271632163
Email korespondensi: andi_septiadi17@yahoo.co.id

Abstrak

Penempatan aluminium ringan, tahan korosi tinggi, kerapatan rendah, bisa terbentuk dengan baik, dan konduktivitas yang tinggi baik termal maupun elektrik. Proses pelelehan memiliki cacat (porositas) namun kelemahan peleburan adalah kemampuan material berkurang seiring dengan perlakuan. Penambahan Silikon pada bahan bertujuan untuk memperbaiki karakteristik. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh varian silikon dan diquenching dengan varian pendingin.. Bahan yang digunakan adalah Aluminium-Silicon (Al-Si) dari limbah motor velg. Metode pengolahan casting yang dilakukan dengan menggunakan pengecoran pasir. Bahan peleburan Al Si dengan penambahan silikon (Si) 2 %, 4 % dan 6 %. Spesimen ini dibentuk berdasarkan kekuatan tarik JIS Z 2202. Perlakuan panas telah dilakukan pada spesimen dengan suhu 520°C selama 1 jam, dan diquenching dengan air dan minyak sebagai media pendingin. Pengujian dilakukan; Uji bahan, uji tarik, uji kekerasan, dan struktur mikro. Hasil pengujian kekuatan tarik dan kekerasan menunjukkan nilai rata-rata meningkat dengan penambahan silikon dan quenching treatment. Kekuatan tenstile dan spesimen kekerasan menggunakan air sebagai media pendingin memiliki nilai lebih baik daripada minyak SAE 40 sebagai media pendingin.

Kata kunci: aluminum alloy al-si, pengecoran pasir, kekuatan tarik, pendinginan.

Abstract

The disposition of aluminum is lightweight, high corrosion resistance, low density, can be formed properly, and a high conductivity both thermal and electrical. Remelting process has a defect (porosity) however the weakness of remelting is ability of a material decreases along with the treatment. The additional silicon on the materials aim to improve the characteristics. This research was done to find out the effect of silicon variant and it had been quenched with a variant of cooling media. The material that had been used was Aluminum-Silicon (Al-Si) from velg motorcycle waste. Casting processing method that was done using sand casting. The ingredients of remelting Al-Si with silicon addition (Si) are 2%, 4% and 6%. The specimen was formed based on JIS Z 2202 for tensile strength. Heat treatment had been performed on the specimen with temperatur 520°C for 1 hour, and quenched on water and oil as a cooling media. Testings were performed; ingredient test, tensile test, hardness test, dan micro structure. he result testing of tensile strength and hardness showed the average value increased with additional silicon and quenching treatment. Tensile strength and hardness specimen using a water as a cooling media have a better value than an oil SAE 40 as a cooling media.

Keywords: aluminum alloy al-si, sand casting, tensile strength, quenching.

1. Pendahuluan

Pengecoran logam merupakan suatu proses manufaktur yang menggunakan logam, kemudian diolah menjadi logam cair dan cetakan untuk menghasilkan beberapa *part* dengan bentuk yang mendekati bentuk geometri produk jadi. Pengecoran logam memiliki keunggulan yang dapat menghasilkan produk dengan bentuk yang sederhana sampai bentuk rumit dengan berat bervariasi, mulai dari satuan gram

hingga mencapai satuan ton serta proses *finishing*-nya yang minimum sehingga dapat mengurangi biaya dan waktu proses, proses ini banyak digunakan di dunia industri terutama industri otomotif

Alumunium adalah bahan logam yang banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Material alumunium dipergunakan dalam bidang yang luas, contohnya untuk peralatan rumah tangga, kontruksi pesawat terbang, dan konstruksi mobil. Material alumunium sangat menarik bagi dunia industri,

karena memiliki sifat yang ringan, ketahanan korosi yang tinggi, densitas yang rendah, dapat dibentuk dengan baik, serta memiliki daya konduktivitas yang tinggi, baik konduktivitas panas maupun listrik [1].

Paduan aluminium-silikon (Al-Si) sangat baik tingkat cairnya, mempunyai permukaan yang bagus, dan sangat baik untuk paduan coran. Silikon juga memiliki ketahanan korosi yang baik, ringan, koefisien pemuaian yang kecil, serta sebagai penghantar listrik yang baik. Karena mempunyai kelebihan yang sangat menyolok, paduan ini sangat banyak dipakai [2]

Remelting dapat digunakan untuk mendapatkan material dengan sifat yang diinginkan, dengan cara mengubah sifat dari material awal dari proses pengecoran logam. Produk hasil remelting tidak seperti hasil olahan dari ingot, namun hal ini masih dipertahankan dengan banyak pertimbangan. *Remelting* memiliki beberapa keuntungan, antara lain harganya yang relatif murah dan dapat dilakukan oleh industri meskipun hanya skala *home* industri. Kendala yang sering terjadi dalam proses *remelting* adalah kecacatan (porositas) [3] Kelemahan *remelting* adalah ketangguhannya menurun seiring dengan perlakuan *remelting* yang dilakukan [1].

Beberapa logam akan mengalami perubahan fasa selama proses pengecoran, baik perubahan sifat fisis maupun mekanis yang disebabkan oleh proses pembekuan. Velg hasil daur ulang agar bisa digunakan dengan baik dan aman, maka perlu dilakukan treatment (perlakuan) untuk memperbaiki sifat aluminium-silikon velg hasil pengecoran ulang (*remelting*). Perubahan sifat tersebut dapat memperbaiki sifat logam dan juga mampu merusak sifat logam yang ada didalamnya. Perubahan sifat ini salah satunya tergantung dari media pendingin yang digunakan pada saat proses pendinginan. Fokus masalah yang ingin dipelajari dalam penelitian ini adalah perlakuan panas (*heat treatment*) pada paduan aluminium-silikon dengan pemilihan media pendingin yang tepat sebagai upaya memperbaiki sifat mekanis logam dalam segi kualitas

2. Metode

Pada penelitian ini digunakan aluminium dari velg bekas kendaraan yang telah di *remelting* dengan unsur paduan paling banyak yaitu Al-Si dengan kandungan unsur Al : 92,30% dan Si : 6,59% seperti pada table dibawah ini :

Tabel 1 Komposisi material remelting velg bekas.

Bahan	Unsur (%)				
	Al	Si	Fe	Cu	Mn
Limbah Velg	92,30	6,59	0,167	0,158	<0,0200
	Mg	Cr	Ni	Zn	Sn

	<0,0500	<0,0150	<0,0200	0,458	0,112
--	---------	---------	---------	-------	-------

Tungku peleburan

Tungku peleburan untuk proses pengecoran menggunakan tungku krusibel dilihat pada Gambar 1. Material di masukkan ke dalam tungku krusibel hingga mencair mencapai temperatur 750°C, kemudian dimasukkan silikon diaduk selama 5 menit hingga tercampur. Lakukan penuangan di cetakan pasir pada temperatur 720°C.



Gambar 1 Tungku Krusibel

Proses perlakuan panas.

Proses perlakuan panas menggunakan *heat furnace*. Proses *solution heat treatment* yaitu memanaskan spesimen pada temperatur 520°C dengan waktu tahan 1 jam. Kemudian dilakukan proses *quenching* yaitu mendinginkan dengan cepat spesimen yang telah dipanaskan. Media yang digunakan untuk *quenching* adalah air dan oli SAE40. Proses pendinginan spesimen yang telah melalui proses *quenching* direndam sampai temperatur ruangan.

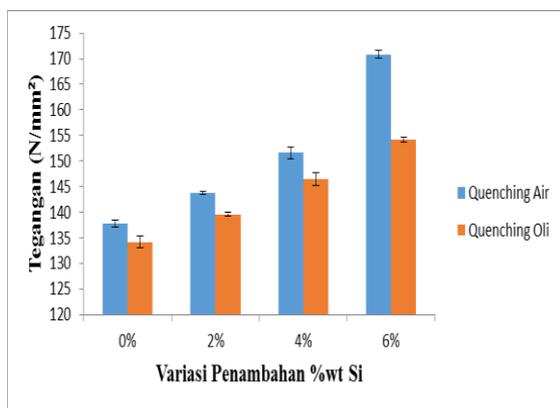
Proses pengujian

Proses pengujian terhadap spesimen dengan beberapa langkah. Pengujian kekuatan tarik yang telah mengacu pada JIS Z2202. Pengujian menggunakan mesin *Universal Testing Machine* yang digunakan *Servo-Hydraulic Universal Testing Machine Type SHT 4106*. Pengujian kekerasan *Brinell* yang mengacu pada ASTM E-10, menggunakan indenter berupa bola baja dengan diameter 2,5 mm, *load* beban 62,5 kg dan *loading time* 30 detik. Kemudian dilakukan pengamatan makro hasil patahan yang telah terjadi. Pengujian metalografi atau struktur mikro dengan perbesaran 200x.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Penambahan Si yang di Quenching pada Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik yang diperoleh akan diketahui persentase kenaikan kekuatan tarik dari pengecoran logam. Gambar 2 menunjukkan grafik hasil pengujian tarik dengan penambahan silikon yang perlakuan panas kemudian di *quenching* dengan media pendingin air dan oli. Spesimen tanpa penambahan Si dengan penambahan 2%, 4% dan 6%Wt Si yang menggunakan media pendingin air mempunyai persentase kenaikan masing-masing sebesar 4,39%, 10,07% dan 24,07%. Pada media pendingin oli mempunyai presentase kenaikan masing-masing sebesar 3,71%, 9,12% dan 14,9%.



Gambar 2. Diagram batang hasil uji tarik dengan media pendingin air dan oli

Nilai rata-rata hasil uji tarik pada Gambar 2, dengan variasi penambahan % wt Si yang kemudian dilakukan perlakuan *quenching* dengan media pendingin air dan oli. Media pendingin air rata-rata nilai kekuatan tarik terendahnya 137,72 N/mm² (0 wt% Si) dan nilai tertinggi 170,87 N/mm² (6 wt% Si). Media pendingin oli rata-rata nilai kekuatan tarik terendahnya 134,19 N/mm² (0 wt% Si) dan nilai tertinggi 154,19 N/mm² (6 wt% Si)

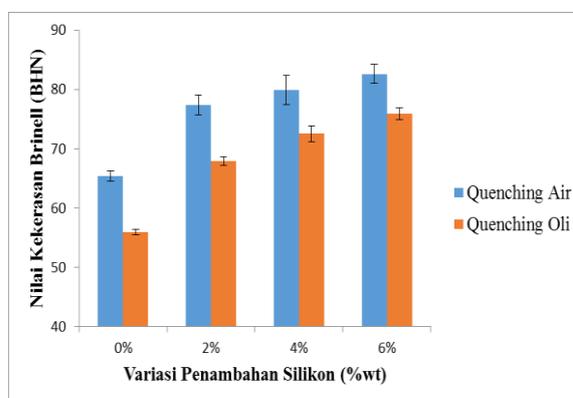
Perlakuan *quenching* dengan media pendingin oli nilai kekuatan tariknya akan meningkat dibandingkan dengan media pendingin air. Proses heat treatment merubah bentuk struktur mikro, yaitu berupa perubahan bentuk ukuran Si yang semakin kecil (terputus-putus) dan terdistribusi di batas butir. Kemudian dengan distribusi presipitat yang merata pada matriks aluminium yang terbentuk sebagai akibat dari tahap pelarutan atom-atom terlarut pada proses *heat treatment* yaitu terjadi *solution heat treatment* diikuti *quenching*. Hal ini terbukti pada penelitian [4] yang dimana hasil uji tarik menunjukkan bahwa *heat treatment* mampu meningkatkan kekuatan tarik sebesar 34,8%, yaitu dari 176,89 MPa naik menjadi 238,44 Mpa. Hal ini disebabkan karena munculnya presipitat pada proses *heat treatment* mampu menghambat terjadinya dislokasi, sehingga dapat meningkatkan sifat mekanik

dari material tersebut. Penyebaran unsur Al-Si dan silikonnya secara merata, akan meningkatkan kekuatan tariknya. Setiap penambahan kadar silikon mengalami peningkatan kekuatan tarik sampai batas 6% wt Si sesuai dengan penelitian yang dilakukan. Ini terbukti pada penelitian [5], bahwa dengan penambahan silikon dari 3% sampai 15% mengalami peningkatan kekuatan tarik secara bertahap. Paduan aluminium silikon hipoeutektik mengandung kurang dari 12% Si dan memiliki mikrostruktur yang terdiri dari dendrit aluminium dalam eutektik. Paduan aluminium silikon eutektik memiliki kekuatan tarik yang relatif tinggi [6]

Pengaruh Penambahan Si yang di Quenching pada Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan pada variasi media *quenching* dan penambahan silikon pada paduan Al-Si dengan penambahan Si 2%, 4% dan 6%. Pengujian kekerasan menggunakan indentor bola baja berdiameter 2,5 mm, beban 62,5 Kg, dan *loading time* 30 detik.

Hasil perhitungan pengujian kekerasan *Brinell* dijumlah dan dirata-rata untuk setiap variasi massa. Dengan nilai rata-rata kekerasan yang diperoleh akan diketahui kenaikan kekerasan dari spesimen tersebut. Gambar 3 menunjukkan grafik hasil pengujian kekerasan *Brinell* sebelum ditambah Si dan setelah ditambah Si yang kemudian di *quenching* pada media pendingin air dan oli. Spesimen tanpa penambahan Si dengan penambahan 2%, 4% dan 6% Wt Si.



Gambar 3. Diagram batang hasil uji kekerasan Brinell dengan media pendingin air dan oli

Nilai kekerasan akan meningkat dengan perlakuan *quenching*. Nilai kekerasan Brinell pada Gambar 5 dengan media pendingin air, rata-rata nilai kekerasan tertinggi pada variasi penambahan 6 wt% Si sebesar 82,62 BHN dan rata-rata nilai kekerasan terendah pada variasi penambahan 2 wt% Si sebesar 77,38 BHN. Kemudian untuk nilai kekerasan Brinell pada media pendingin oli, rata-rata nilai kekerasan tertinggi pada variasi penambahan 6 wt% Si sebesar 75,93 BHN dan rata-rata nilai kekerasan terendah pada variasi penambahan 2 wt% Si sebesar 67,90 BHN. Nilai kekerasan dengan media pendingin air lebih

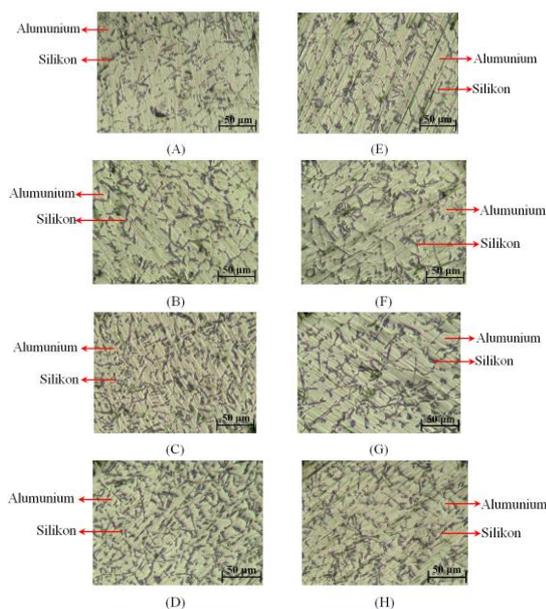
besar dibandingkan nilai kekerasan media pendingin oli

Penelitian ini sesuai dengan yang dilakukan oleh [1] tentang pengaruh variasi media pendingin terhadap kekerasan dan struktur mikro hasil *remelting* Al-Si yang nilai kekerasannya sebesar 86,83 BHN dengan perlakuan panas *quenching* oleh media pendingin air meningkat 37,30% media pendingin oli yang dengan nilai 63,24 BHN. Dari hasil pengujian kekerasan benda uji dengan media pendinginan air lebih keras dibandingkan dengan hasil dari media pendinginan oli SAE 40. Laju dari pendinginan air sumur lebih cepat daripada laju pendinginan oli SAE 40, sehingga struktur mikro yang terbentuk pada benda uji dengan media pendinginan air sumur mempunyai unsur lebih banyak dan merata dari benda uji dengan media pendinginan oli SAE 40 [7]

Pengamatan Strukturmikro dan Macro pada Patahan Spesimen

Pengujian strukturmikro pada spesimen setelah proses penambahan Si dan di *quenching* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan bentuk strukturmikro, serta distribusi persebaran partikel didalam spesimen tersebut. Pengujian struktur mikro yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan mikroskop dengan perbesaran 200x.

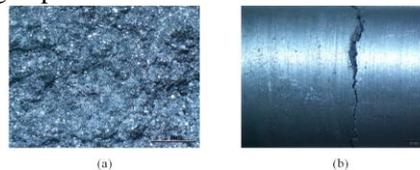
Hasil pengamatan struktur mikro terlihat pada Gambar 6 (media pendingin air dan media pendingin oli). Pengamatan struktur mikro pada Gambar 4 terlihat bahwa terdapat struktur berupa plat kasar (*coarse plates*) silikon berwarna abu-abu dan metrik berwarna putih yang merupakan matriks aluminium, dimana ciri-ciri tersebut sesuai dengan aluminium paduan eutektik.



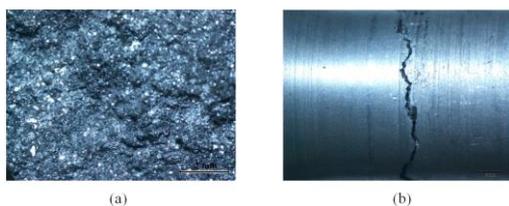
Gambar 4 Strukturmikro *quenching* media air {(A) 0 wt% Si; (B) 2 wt% Si; (C) 4 wt% Si; (D) 6 wt% Si} dan Strukturmikro *quenching* media oli {(E) 0 wt% Si; (F) 2 wt% Si; (G) 4 wt% Si; (H) 6 wt% Si}

Struktur mikro pada Gambar 4 (A), (B), (C) dan (D) spesimen perlakuan panas *quenching* oleh media pendingin air. Terlihat bahwa penyebaran butir dan alur pada struktur Al terlihat besar. Luasan struktur Si terlihat berbentuk kecil-kecil, dengan penyebaran yang merata dan pertumbuhan struktur Si yang baik. Sehingga dapat dikatakan bahwa kekuatan tarik yang tinggi dan menandakan kekerasan spesimen yang tinggi.

Gambar 4 (E), (F), (G) dan (H) menunjukkan struktur mikro spesimen perlakuan panas *quenching* oleh media pendingin oli. Pembentukan luasan Al lebih kecil dibandingkan spesimen *quenching* media air dan ditandai adanya alur Si yang berbentuk memanjang dan besar tersebar merata diantara pertumbuhan struktur Si yang terhambat. Bentuk luasan dan butir struktur Si pada spesimen ini terlihat besar-besar, hal ini disebabkan karena Si belum sempat tersebar merata karena tertahan oleh media pendingin oli pada saat pemberian perlakuan *quenching*, namun telah sempat mengalami pertumbuhan. Hal ini telah sesuai dengan penelitian yang dilakukan [1] yang menyatakan bahwa adanya hubungan antara pembentukan struktur Al dan Si terhadap suhu peleburan. Karakter dari media pendingin oli SAE 40 saat proses *quenching* adalah memberikan selaput sebagai pengontrol sifat kekerasan sehingga tidak terjadi pertumbuhan yang berlebihan pada struktur yang terjadi. Penyebaran struktur Si yang belum terbentuk sempurna karena dipengaruhi oleh laju pendinginan sedang oleh media pendingin oli SAE 40. Spesimen *remelting* limbah velg Al-Si dengan tanpa penambahan dan penambahan silikon (Si) dilakukan proses uji tarik. Proses pengujian tarik akan menghasilkan patahan terhadap spesimen, hasil patahan tersebut dilakukan pengamatan menggunakan mikroskop makro maka akan terlihat seperti Gambar 5 dan 6 tanpa penambahan %wt Si dengan perlakuan *quenching* media air dan oli. Hal tersebut dikarenakan proses awal pengecoran membentuk penyebaran partikel-partikel dari fasa kedua kedalam matrik fasa yang asli atau pertama sehingga partikel-partikel kecil dari fasa yang baru membentuk precipitasi atau endapan atau menggumpal.



Gambar 5. Penampang patahan tanpa penambahan dengan media *quenching* air : (a) Hasil makro dan (b) Patahan tampilan samping



Gambar 6. Penampang patahan tanpa penambahan dengan media *quenching* oli : (a) Hasil makro dan (b) Patahan mikro tampilan samping

Spesimen dipanaskan kembali untuk mendapatkan partikel halus dan menyebar yang dapat menghomogenkan distribusi kekerasan yang merata pada saat *quenching* yang dilakukan. Penambahan proses *heat treatment* dapat meningkatkan sifat bahan menjadi lebih kuat yang ditunjukkan spesimen yang kebanyakan bersifat kuat, getas, dan kekuatan tariknya semakin bertambah [8]. Pengujian struktur mikro memiliki beberapa keterkaitan, yaitu struktur mikro de

ngan kekerasan dan struktur mikro dengan kekuatan tarik. Gambar 6 pada media pendingin air terlihat Si yang terdapat pada spesimen lebih kecil-kecil, merata dan akan mempengaruhi peningkatan kekerasannya. Hal itu terlihat pada Gambar 5, bahwa nilai rata-rata kekerasan spesimen meningkat. Begitu juga dengan nilai rata-rata kekuatan tariknya meningkat karena penyebaran Si lebih merata. Gambar 6 pada media pendingin oli terlihat Si yang terlihat penyebaran agak merata dibandingkan dengan media pendingin air dan bentuk Si terlihat agak besar. Maka, pengujian kekuatan tarik dan kekerasan spesimen dengan media pendingin air lebih baik mempunyai nilai kekuatan tarik dan kekerasan lebih baik dibanding dengan media pendingin oli SAE 40.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Perlakuan panas *quenching* dengan pemberian variasi media *quenching* (air dan oli SAE 40) mempengaruhi tingkat kekuatan tarik hasil *remelting* Al-Si berbasis limbah velg sepeda motor. Dari hasil pengujian kekuatan tarik, nilai rata-rata kekuatan tarik mengalami peningkatan sebesar 24,07% pada penambahan silikon 6% dengan media pendingin air.
2. Perlakuan panas *quenching* dengan pemberian variasi media *quenching* (air dan oli SAE 40) mempengaruhi tingkat kekerasan hasil *remelting* Al-Si berbasis limbah velg sepeda motor. Dari hasil pengujian kekerasan, nilai rata-rata kekerasan mengalami peningkatan sebesar 26,39% pada penambahan silikon 6% dengan media pendingin air.
3. Variasi media pendingin akan merubah struktur mikro dan meningkatkan kekerasan serta

kekuatan tarik dengan penyebaran struktur Si yang banyak akibat laju pendinginan yang cepat sehingga semakin banyak jumlah struktur Si maka kekerasan dan kekuatan tarik akan meningkat. Hasil pengujian kekuatan tarik, kekerasan dan hasil pengamatan struktur mikro, spesimen dengan media pendingin air memiliki struktur mikro dengan permukaan spesimen paling halus dan penyebaran struktur Si yang banyak sehingga tingkat kekerasan dan kekuatan tarik pada spesimen dengan media pendingin air paling tinggi

Daftar Pustaka

- [1] F.D. Mu'afax, B. Harjanto, dan Suharno. 2012, Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil *Remelting* Al-Si Berbasis Limbah Piston Bekas dengan Perlakuan Degassing, Skripsi, Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan. FKIP, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- [2] Suharto. 1995, Teori Dan Pengaturan Teknik, Rineka Cipta, Jakarta
- [3] A.D. Wibowo.. 2013, Pengaruh Variasi Jenis Cetakan dan Penambahan Serbuk Dry Cell Bekas Terhadap Porositas Hasil *Remelting* Al-9%Si Berbasis Piston Bekas, Skripsi, Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- [4] E.U.K. Maliwemu. 2012, Struktur Mikro dan Kekuatan Tarik Aluminium *Scrap* dengan *Heat Treatment* T6 pada Proses *Centrifugal*
- [5] G.T.A. Jaber, A.M. Omran, K.A. Khalil, M. Fujii, M. Seki, and A. Yoshida. 2010, *An Investigation into Solidification and Mechanical Properties Behavior of Al-Si Casting Alloys*, International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering IJMME-IJENS Vol:10 No:04
- [6] Damisih. 2008, Pengaruh Penambahan Modifier Stronsium Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanis Paduan Aluminium AC84 Hipereutektik, Skripsi, Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia
- [7] Supriyanto. 2009, Analisa Hasil Pengecoran Aluminium dengan Variasi Media Pendinginan, JANATEKNIKA Vol.11 No.2, Dosen Jurusan Teknik Mesin, Universitas Janabadra Yogyakarta, Yogyakarta
- [8] A. Hardianto. 2014, Efek *Aging Treatment* Pada *Squeeze Casting* Terhadap Porositas dan Kekuatan Tarik Produk Silinder Al-Mg-Si, Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang