

PENGARUH KECEPATAN PUTAR DAN PENAMBAHAN INOKULAN AL-TiB PADA *CENTRIFUGAL CASTING* TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS PADUAN ALUMINIUM COR A356 *VELG* SEPEDA MOTOR

Masy'ari

Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Pontianak, Jalan Ahmad Yani Pontianak 78124
E-mail: masyari_ari@yahoo.com

Abstrak: *Centrifugal casting* adalah salah satu metode pengecoran yang memanfaatkan gaya sentrifugal untuk melemparkan logam cair di dalam cetakan yang berputar. Metode ini banyak digunakan untuk menghasilkan komponen-komponen yang berbentuk silindris. Salah satu produk otomotif yang dapat dihasilkan dengan metode ini adalah *velg* kendaraan roda dua. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kecepatan putar dan penambahan inokulan Al-TiB pada *centrifugal casting* terhadap sifat fisis dan mekanis paduan aluminium cor A356 *velg* sepeda motor. Penelitian ini juga mengamati perubahan struktur mikro akibat kecepatan putar dan penambahan inokulan Al-TiB pada *centrifugal casting*. Material dasar yang digunakan adalah paduan aluminium cor A356. Paduan ini mengandung *Silicon* 6,55% dan *Magnesium* 0,40% sebagai unsur paduan utama. Proses pengecoran dilakukan pada *pre-heating* cetakan 250°C dan temperatur penuangan 750 °C dengan variasi putaran 300, 500, 700, 800, 900, 1000 rpm dan 1000 rpm ditambah inokulan Al-TiB 0,008%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekerasan, kekuatan tarik dan ketangguhan serta densitas hasil coran secara umum mengalami peningkatan dengan kenaikan kecepatan putar *mold velg* sepeda motor. Penambahan inokulan Al-TiB pada paduan aluminium cor belum memberikan pengaruh yang berarti terhadap sifat mekanis hasil coran. Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan adanya perubahan bentuk dan ukuran butir akibat kecepatan putar. Penambahan inokulan Al-TiB mengubah bentuk butiran.

Key words: *velg, centrifugal casting, Al-TiB, A356*

Industri pengecoran logam merupakan salah satu usaha yang mempunyai peranan strategis pada struktur perekonomian nasional. Produk cor logam yang termasuk mengalami peningkatan permintaan untuk diproduksi di industri kecil adalah terbesar dari jenis komponen otomotif yang salah satunya terbuat dari bahan logam *non ferro* seperti aluminium. Kondisi ini tentunya sangat menggembirakan karena akan meningkatkan pendapatan yang lebih besar bagi industri kecil. Namun tingkat persaingan di pasar komponen otomotif

semakin tinggi terutama dari produk impor, menyusul adanya kesepakatan perdagangan bebas Asean-China (ACFTA).

Berdasarkan data Gabungan Industri Alat Mobil dan Motor Indonesia (GIMM) banyak produk komponen dari kawasan Asean dan China yang menyerbu Indonesia dengan harga yang lebih murah, baik yang masuk secara resmi maupun ilegal (Afriyanto, 2010). Akibatnya berdampak kurang baik terhadap industri-industri otomotif dalam negeri khususnya untuk industri pengecoran lokal. Salah satu

produk komponen otomotif yang banyak dihasilkan dari industri-industri pengecoran logam adalah *velg* sepeda motor atau yang dikenal dengan istilah *casting wheel*. Namun secara keseluruhan peluang permintaan ini belum dapat dipenuhi secara optimal oleh industri pengecoran lokal, karena kualitas produk *velg* lokal jauh lebih rendah dibanding hasil pabrikasi. Hal ini dimungkinkan karena proses pengecoran yang digunakan adalah *gravity casting*, mengingat metode ini merupakan metode pengecoran yang paling sederhana dan mudah dilaksanakan.

Penelitian yang berkaitan dengan produk coran *velg* kendaraan roda dua dengan *centrifugal casting* telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Santoso (2010) meneliti pengaruh variasi temperatur cetakan dan inokulan Al-TiB terhadap sifat mekanik hasil coran aluminium menggunakan metode *centrifugal casting*. Bambang (2010) mengamati pengaruh kecepatan putar terhadap sifat fisis dan mekanis hasil coran. Penelitian ini dilakukan dengan mengacu dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Santoso (2010), dengan variasi putaran yang digunakan 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700 rpm, *pre-heating* pada *mould* 250°C dan temperatur penuangan 750°C. Kemudian pada tahun yang sama Bintoro (2010), yang juga melakukan penelitian tentang pengaruh temperatur cetakan, bentuk produk (*velg* dan produk piringan pejal) dan inokulan Al-TiB pada *centrifugal casting* terhadap sifat fisis dan mekanis paduan aluminium. Namun dari hasil penelitian tersebut di atas

sifat mekanis yang dihasilkan masih rendah dibandingkan hasil produk pabrikan.

Karena ketiga penelitian menggunakan material *velg* bekas (skrap) kendaraan roda empat yang dilebur kembali, maka selalu terdapat perbedaan komposisi pada bahan coran. Akibat dari perbedaan komposisi tersebut, hasil yang diperoleh selalu ada perbedaan dari yang diharapkan. Dimana seperti kita ketahui skrap paduan aluminium tersebut umumnya telah mengalami beberapa kali perlakuan untuk memenuhi suatu fungsi tertentu, seperti ketahanan korosi, keindahan, dan lain sebagainya, sehingga hal ini juga dapat mempengaruhi sifat fisis dan mekanis dari hasil coran.

Maka selanjutnya dilakukan penelitian dengan menggunakan bahan yang sudah dipastikan komposisinya sesuai dengan bahan *velg* hasil pabrikan yaitu paduan aluminium cor A356, yang mempunyai beberapa keunggulan seperti sifat fluiditas yang baik dan *heat treatable*. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kecepatan putar dan penambahan inokulan Al-TiB terhadap sifat fisis dan mekanis maupun struktur mikro paduan aluminium cor A356 pada *centrifugal casting velg* sepeda motor.

METODE

Dalam penelitian ini material dasar yang digunakan adalah paduan aluminium cor A356 berbentuk *ingot*, dengan unsur paduan utama 6,55% Si dan 0,40% Mg. Komposisi kimia dari paduan aluminium A356 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia paduan aluminium cor A356

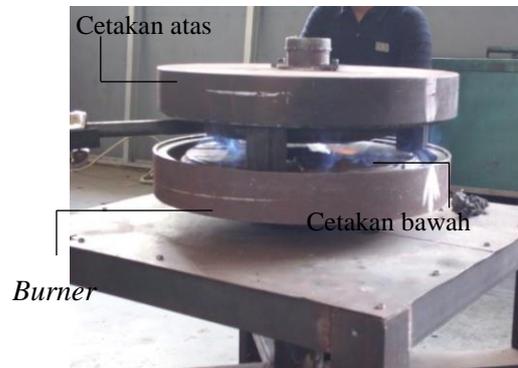
Alloy	Al	Cd	Cu	Fe	Mg	Ni	Pb	Si	Ti	Zn
A356.1	92.756	<0.002	<0.001	0.220	0.400	<0.002	0.001	6.550	0.006	0.004

Sumber: PT. Global Metalindo Indonesia 2011

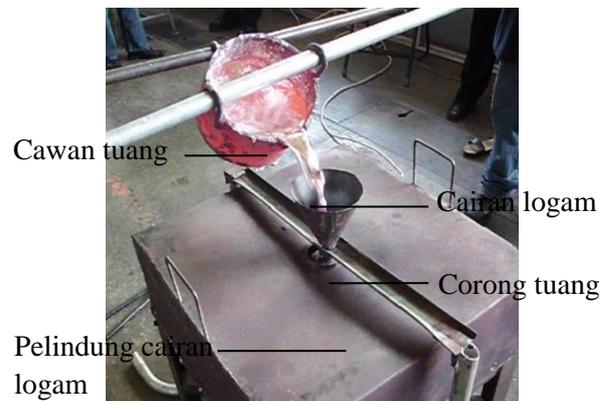
Proses pengecoran dilakukan di Lab. Pemesinan Politeknik Negeri Bandung. Proses pengecoran menggunakan cetakan hasil penelitian Bambang, dkk. (2010). Tahapan yang dilakukan dalam proses pengecoran, yaitu sebagai berikut: 1) Tahap pertama yang dilakukan adalah memotong paduan aluminium cor yang berbentuk ingot menjadi beberapa bagian tujuannya agar mudah dimasukkan ke dalam cawan tuang. Kemudian bahan baku tersebut ditimbang sebanyak 5 kg menggunakan timbangan digital untuk dilebur pada temperatur 750°C di dalam dapur listrik; 2) Memutar cetakan sesuai dengan putaran yang telah ditentukan, yaitu dengan mengatur inverter pada frekuensi yang telah ditentukan. Tahap ini adalah tahap persiapan sebelum cetakan digunakan untuk proses pengecoran; 3) Melakukan *pre-heating* pada cetakan dengan temperatur 250°C (Bambang, 2010). Proses *pre-heating* menggunakan *liquefied* petroleum gas (LPG), yaitu dengan menempatkan burner diantara cetakan atas dan bawah sampai temperatur cetakan mencapai 250°C , seperti yang terlihat pada Gambar 1. Selama *pre-heating* pengukuran temperatur dilakukan di beberapa sisi cetakan menggunakan *thermocouple* tipe K; 4) Setelah temperatur cetakan dan logam cair mencapai temperatur yang telah ditentukan, cetakan atas dan bawah disatukan kembali dengan memasang baut penghubung untuk proses pengecoran; dan 5) Tahap terakhir dari proses pengecoran adalah penuangan logam cair ke dalam cetakan yang berputar, yaitu dengan mengatur *inverter* sesuai dengan frekuensi yang telah ditentukan, seperti yang tampak pada Gambar 2.

Pengecoran dilakukan pada kecepatan putar 300, 500, 700, 800, 9000 dan 1000 rpm. Untuk mengontrol dan mengukur kecepatan putar cetakan digunakan

tachometer yang diarahkan pada sisi cetakan yang telah ditandai dengan sebuah strip sebagai sinyal untuk *tachometer*, seperti yang tampak pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses *pre-heating* pada cetakan



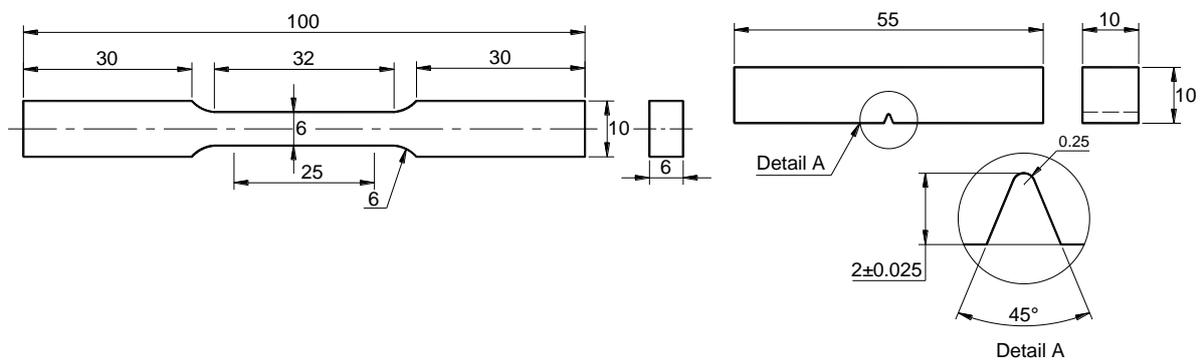
Gambar 2. Proses penuangan logam cair ke dalam cetakan

Setelah pengecoran dengan beberapa variasi kecepatan putar, selanjutnya dilakukan pengecoran kembali tetapi dengan menambahkan inokulan Al-TiB (0,008%), yaitu khusus pada putaran dengan kekerasan tertinggi. Sementara itu, parameter yang digunakan pada proses pengecoran ini sama seperti pada pengecoran sebelumnya. Adapun hasil salah satu produk coran dapat dilihat pada Gambar 3.

Dalam penelitian ini benda uji diambil dari bagian terluar velg dengan pertimbangan bahwa pada bagian ini velg akan lebih banyak mendapatkan beban saat digunakan, seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Salah satu produk hasil

Gambar 4. Ilustrasi bagian *velg* yang dijadikan benda uji

Gambar 5. Spesifikasi geometri (a) E8M, (b) E23

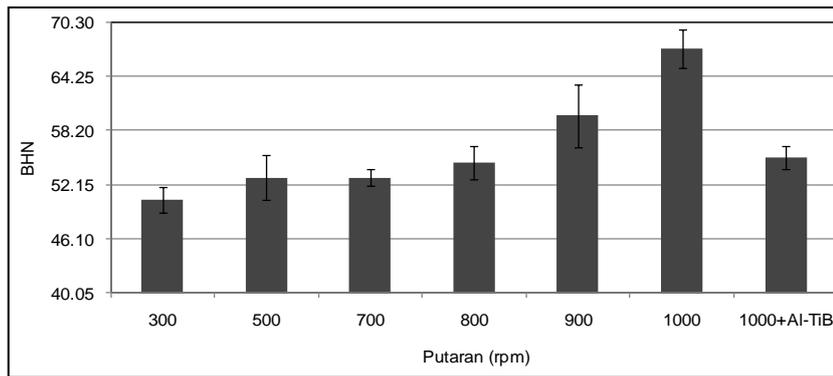
Tabel 2. Rekapitulasi hasil pengujian sifat fisis dan mekanis *velg* sepeda motor

No	Putaran (Rpm)	Kekerasan (BHN)	UTS (MPa)	Ketangguhan (J/mm^2)	Densitas (gr/cm^3)
1	300	50.42	149.84	0.215	2.640
2	500	52.92	144.20	0.218	2.646
3	700	52.94	144.43	0.269	2.661
4	800	54.63	128.30	0.233	2.666
5	900	59.86	147.23	0.139	2.676
6	1000	67.35	216.56	0.142	2.668
7	Al-TiB	55.11	162.94	0.103	2.655

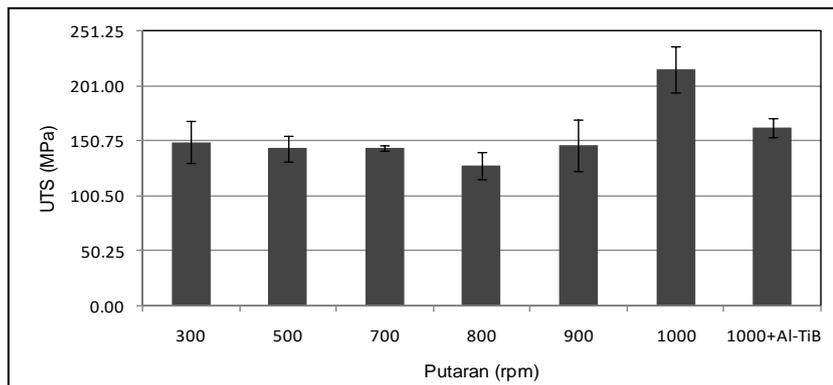
Benda uji tersebut selanjutnya dibuat untuk uji tarik dengan standar ASTM E-8M, uji impak dengan standar ASTM E-23, uji kekerasan, uji mikro struktur dan uji densitas. Adapun spesifikasi geometri ASTM-E-8M dan E23 dapat dilihat pada Gambar 5.

HASIL

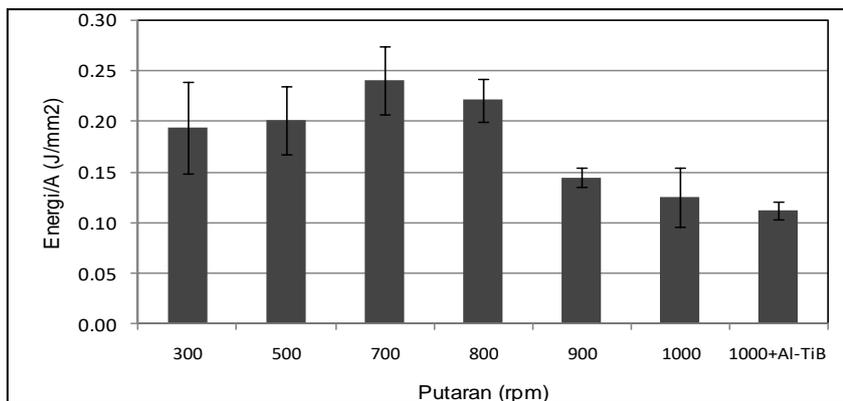
Berikut ini adalah tabel rekapitulasi dan grafik hasil pengujian sifat fisis dan mekanis maupun struktur mikro paduan aluminium cor A356 *velg* sepeda motor menggunakan *centrifugal casting*.



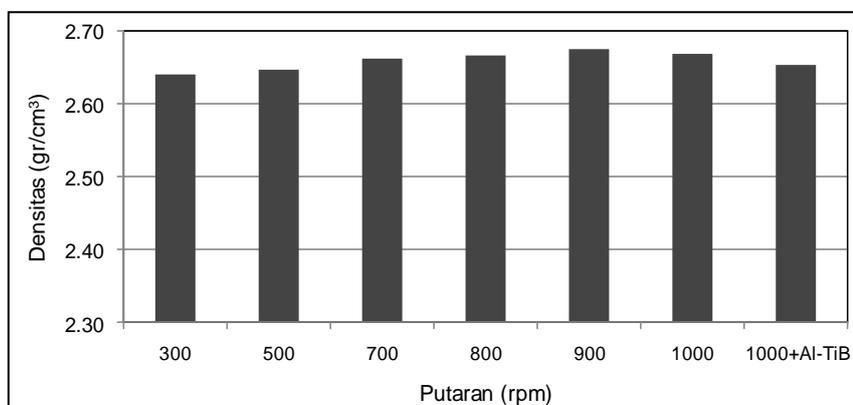
(a) Kekerasan



(b) Tarik

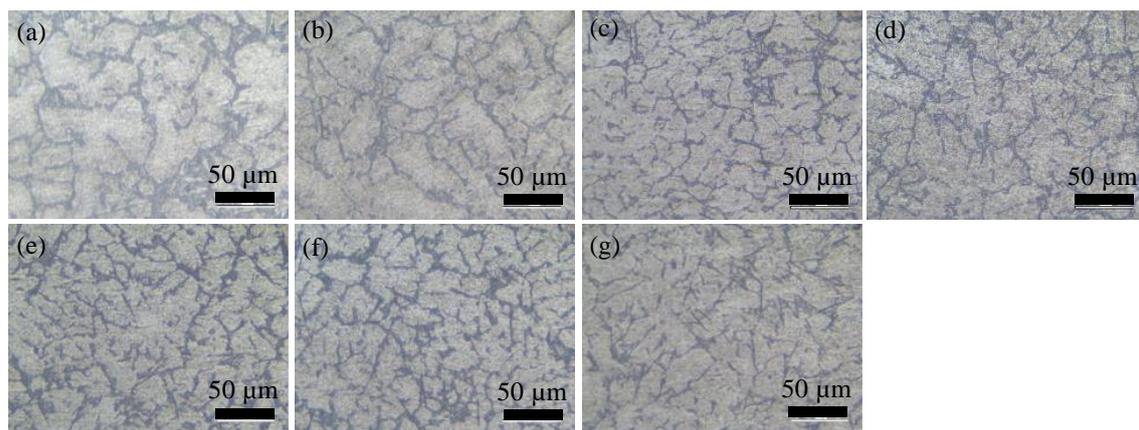


(c) Impak



(d) Densitas

Gambar 6. Grafik hasil pengujian sifat fisis dan mekanis



Gambar 7. Foto struktur mikro hasil coran *centrifugal casting* (a) 300, (b) 500, (c) 700, (d) 800, (e) 900, (f) 1000 rpm dan (g) 1000 rpm +Al-TiB

PEMBAHASAN

Gambar 6 menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan putar nilai kekerasan semakin tinggi. Nilai kekerasan tertinggi terjadi pada putaran 1000 rpm, nilai kekerasan ini lebih tinggi dibandingkan *velg* hasil pabrikan yang hanya mencapai 64.85 kg/mm^2 (Bintoro, 2010). Kenaikan kekerasan ini disebabkan karena semakin tinggi kecepatan putar akan menyebabkan waktu pembekuan lebih cepat, laju pertumbuhan inti lebih besar dari laju pertumbuhan butir, sehingga didapat struktur butir yang halus (Tjitro, 2004). Sementara itu, nilai kekerasan turun pada putaran 1000 rpm yang ditambahkan inoculan Al-TiB, yaitu 55.11 kg/mm^2 . Hal tersebut dapat dilihat dari hasil uji struktur mikro (Gambar 7).

Secara umum nilai UTS (*ultimate tensile strength*) mengalami fluktuasi dengan kenaikan kecepatan putar, seperti yang terlihat pada Gambar 6 dan naik secara signifikan setelah mencapai putaran 1000 rpm sebesar 216 MPa. Fenomena ini juga terlihat pada penelitian yang dilakukan oleh Bambang (2010). Ketangguhan benda uji cenderung mengalami penurunan dengan

kenaikan kecepatan putar, seperti yang tampak pada Gambar 6. Penurunan ini dapat disebabkan karena material yang cenderung keras akan lebih mudah patah jika diberi beban atau gaya secara mendadak. Namun hasil pengujian ini rata-rata masih di atas *velg* pabrikan yang hanya mencapai $0,075 \text{ J/mm}^2$ (Kuncahyo, 2010).

Berdasarkan hasil pengujian densitas aktual mengalami kenaikan dengan naiknya kecepatan putar, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Semakin tinggi kecepatan putar menyebabkan semakin sedikit udara yang terperangkap di dalam cairan. Hal ini terjadi karena gaya sentrifugal yang dihasilkan juga semakin besar, sehingga jumlah porositas juga semakin berkurang.

Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan adanya perbedaan bentuk dan ukuran butir antara putaran rendah dan tinggi. Semakin tinggi kecepatan putar bentuk dan ukuran butir terlihat semakin kecil dan *spheroid* (Gambar 7). Namun pada putaran 1000 rpm yang ditambahkan inoculan Al-TiB, terjadi perubahan bentuk butiran. Penambahan inoculan tersebut diduga belum memberikan pengaruh terhadap ukuran butir, tetapi mengubah

bentuk butiran menjadi lebih tajam seperti jarum dan kasar.

SIMPULAN

Berdasarkan dari data penelitian yang diperoleh maka dapat ditarik beberapa simpulan: a) Kekerasan, kekuatan tarik dan ketangguhan serta densitas hasil coran secara umum mengalami peningkatan dengan kenaikan kecepatan putar *mold velg* sepeda motor; b) Penambahan inoculan Al-TiB pada paduan aluminium cor sebesar 0.008% belum memberikan pengaruh yang berarti terhadap sifat mekanis hasil coran; c) Semakin tinggi kecepatan putar bentuk dan ukuran butir terlihat semakin kecil dan *spheroid*; dan d) Penambahan inoculan Al-TiB belum memberikan pengaruh terhadap ukuran butir, tetapi mengubah bentuk butiran menjadi lebih tajam seperti jarum dan kasar.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM Standard. 2004. Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials.
- ASTM Standard. 2004. Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials [Metric].
- Afriyanto. 2010. Pasar Komponen Otomotif Tumbuh 15%. Harian Bisnis Indonesia.
- Bambang, U. 2010. Pengaruh Kecepatan Putar Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis pada Centrifugal Casting Aluminium Alloy Velg Sepeda Motor.
- Bintoro W.M., 2010, “Pengaruh Temperatur Cetakan, Bentuk Produk dan Inoculan Ti-B pada Proses Pengecoran Sentrifugal Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Paduan Aluminium.
- Kuncahyo. 2010. Sifat Fisis Dan Mekanis Velg Kendaraan Roda Dua 14” Produksi Lokal Dan Produksi Pabrik. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Yogyakarta: Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada.
- PT. Global Metalindo Indonesia 2011, Bandung.
- Santoso, N., 2010. Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan dan Inoculan Ti-B Terhadap Kekutan Mekanik Hasil Coran Aluminium.
- Tjitro, S. dan Sugiharto. 2004. Pengaruh Kecepatan Putar pada Proses Pengecoran Aluminium Centrifugal.