

# Penerapan Metode Sentrifugal pada Proses Pengecoran Produk Komponen Otomotif Velg Sepeda Motor

Waluyo M Bintoro<sup>1)\*</sup>, Undiana B<sup>2)</sup>, Duddy Y P<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Departemen Teknik mesin Politeknik Negeri Bandung  
Jl. Gegerkalong hilir ds Ciwaruga Bandung 40012 Kotak Pos 1234  
E-mail: waluyomb@gmail.com

## Abstrak

Perkembangan industri pengecoran semestinya tidak terlepas dari penelitian awal tentang pembelajaran yang ada di lingkungan sekolah. Sehingga satu produk yang baik adalah produk yang terlebih dahulu diteliti dan diuji dalam lingkungan industry dalam sekolah, sehingga membuat rasa puas ketika menggunakannya, dan salah satu produk itu adalah *velg*, part yang digunakan pada roda sepeda motor. Tetapi sayangnya *velg* yang ada sering dikeluhkan karena kualitasnya rendah. Untuk memperbaiki kualitas *velg* agar dapat diterima oleh konsumen, maka kualitasnya harus ditingkatkan melalui proses pembuatannya. Baik metoda dan teknik penambahan paduan dicoba dengan menggunakan proses vertical centrifugal casting (VCC) pada putaran 1000 Rpm dengan penambahan inoculan sebagai unsur penghalus butir, inoculan akan dicampurkan kedalam 5 kg cairan aluminium dengan rasio variasi campuran tertentu untuk selanjutnya dituangkan ke dalam cetakan dengan menggunakan temperature awal 250°C pada cetakan logam. Selanjutnya *velg* lokal dan *velg* VCC diuji secara fisis dan mekanis menggunakan pengujian standar yaitu; uji kekerasan, uji tarik dan uji impak dengan menggunakan Standar pengujian ASTM dan struktur mikro nya. Pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa ukuran butiran pada tuangan sentrifugal akan semakin halus butirannya pada sisi terluar. Penjelasan dari hasil pengamatan ini disebabkan karena adanya gaya sentrifugal (CF) selama proses penuangan kedalam cetakan. Logam cair akan dilempar oleh gaya sentrifugal sehingga menimbulkan tekanan pada setiap layer, hal ini juga menjelaskan bahwa produk yang dibuat dengan menggunakan metoda ini bebas cacat, sisi terluar dari produk sentrifugal akan memiliki sifat mekanis yang baik dibandingkan dengan sisi tengah produk akibat tekanan gaya sentrifugal. Temperatur cetakan juga berpengaruh pada nilai kekerasan produk dari metoda ini.

**Kata kunci:** Vertikal centrifugal casting, cetakan logam, temperature cetakan

## Abstract

The improvement of the foundry industry should not be miss from the initial research study about studying in school environment. At the beginning a good product is a product that are checking and testing in the school industry environment, so this can be make satisfying a user, one of the products is a motor cycle rim, the part that used in motorcycle wheels. Unfortunately the motorcycle wheel that existing in the local market has a bad quality, then the manufacturing of it must be correcting to increasing the quality. The method and inoculated added of alloying are used in vertical centrifugal casting process with 1000 rpm mixing in certain ratio of inoculation as a refinery grain in 5 kg melting aluminum than pouring it into the 250°C molding temperature. Then the vertical centrifugal casting (VCC) product and local motorcycle wheel tested physically and mechanically using a standard testing such as; Hardness testing, tensile testing, impact as mention in ASTM standard test and also the micro structure of it. Referring from the micro structure shown that the grain size of the as cast a smoother in the outside side of the rim wheel. The explanation of it cause of the centrifugal force (CF) working during the pouring melting metal to the mould, the melting metal is throwing to the far side (Outside) of centre mould with the radial/centrifugal force creating pressure in the cavity, it's also explain that product who produce with this method are free from casting defect, the outside side of centrifugal casting has a good mechanic properties comparing with mechanic properties in the middle/centre side. However the mould temperature will influence to the hardness of this product.

**Keywords:** Vertical centrifugal casting, permanent mold, mold temperature.

## 1. PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi tepat guna dalam lingkungan industri kecil adalah baris terdepan dari kehidupan masyarakat Indonesia, salah satunya adalah industri kecil pengecoran yang ada di dalam

\*Penulis korespondensi, Telp : 022-201 4529  
Email: waluyomb@gmail.com

sekolah dan menggunakan bahan baku aluminium bekas. Metode pengecoran yang sering digunakan dan paling sederhana adalah menggunakan metode pengecoran gravitasi. Metode pengecoran gravitasi seperti ini biasanya banyak memiliki kekurangan pada produk coran, yaitu banyaknya produk yang memiliki cacat. Cacat yang sering terjadi pada metode pengecoran gravitasi salah satunya adalah keropos (porositas), hal ini disebabkan karena selama proses pengecoran logam cair masuk kedalam rongga cetak dengan hanya memanfaatkan gaya gravitasi sehingga menyebabkan produk coran menjadi cacat [3][4][5][6][7].

Cacat lainnya yang sering timbul diantaranya adalah cacat salah alir, rongga udara dan rongga penyusutan yang mana cacat coran tersebut akan memberikan pengaruh pada kualitas coran yang kurang baik. Peningkatan kualitas produk coran dapat dilakukan dengan perbaikan proses pengecorannya dengan memberikan gaya dorong pada logam cair selama proses pengisian rongga cetak, gaya dorong pada proses pengecoran akan didapat jika metode pengecorannya menggunakan metode pengecoran sentrifugal, hal lainnya adalah kualitas bahan/material coran dengan penambahan inoculan untuk peningkatan kualitas produk coran.

Tujuan peneliti mencoba menganalisa pengaruh temperatur cetakan yang berkaitan dengan prosesnya dan 3 variasi penambahan inoculan Al-Ti-B yang berkaitan dengan peningkatan kualitas material coran. Kedua metodologi tersebut memberikan pengaruh terhadap pengurangan cacat coran dan peningkatan kualitas material hasil coran. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengrajin coran dalam mengurangi cacat coran yang terjadi serta meningkatkan kualitas produk coran dengan adanya penambahan inoculan Al-Ti-B dengan memanaskan cetakan terlebih dulu pada awal mencetak. Sehingga dapat menghemat biaya produksi serta menghasilkan produk coran yang lebih baik.

## 2. METODE

Peneliti ini dilakukan dengan tahapan dari persiapan material dalam hal ini material yang digunakan adalah material velg bekas kendaraan roda empat, karena material ini yang sering digunakan pengrajin cor dalam memproduksi velg kendaraan sepeda motor dengan ukuran 14 inch . Cetakan yang digunakan adalah cetakan baja, material tersebut dibuat dengan menggunakan proses pemesinan CNC [3] membentuk rongga cetakan berbentuk velg sepeda motor. Selanjutnya velg ini dibentuk dan digunakan untuk spesimen benda uji.

Persiapan peleburan diantaranya memotong velg bekas menjadi potongan kecil tujuannya agar mudah dimasukkan kedalam mangkuk dapur lebur serta mempercepat proses pencairannya. Minyak pelumas bekas digunakan sebagai bahan bakar peleburannya dan juga termokopel dipersiapkan untuk mengetahui temperature cairan logam. Setelah dilakukan persiapan peralatan yang diperlukan selanjutnya adalah proses peleburan pada tungku peleburan, pengukuran temperatur lebur pada logam cair digunakan pembaca digital dengan sensor unitnya termokopel tipe K. Pada temperatur lebur sekitar 725°C [15] dilakukan pembuangan terak dari permukaan mangkuk peleburan. Jika paduan inoculasi Al-Ti-B [14] diinginkan maka penambahannya dilakukan setelah tahapan ini pada ladle tuang. Sementara proses peleburan berlangsung persiapan lainnya dilakukan yaitu memanaskan cetakan dengan menggunakan pemanas yang khusus digunakan dan dibuat untuk memanaskan cetakan, pemanas ini menggunakan bahan bakar LPG. Bersih, aman dan mudah menggunakannya adalah alasan mengapa menggunakan LPG.

Proses pemanasan cetakan ini kurang lebih 1 jam hingga tercapai temperatur yang berkisar 250°C untuk specimen (I25,J25,K25,L25) [8][13]. Pengontrolan temperatur digunakan termokopel sambil menjaga temperatur cairan logam pada temperatur 725° C. Selanjutnya dilakukan penuangan dengan 1 variasi temperatur cetakan logam dan variasi penambahan inoculan Al-Ti-B (I25) 0, (J25) 81, (K25) 102, dan (L25) 156 gram dari setiap 5 Kg bahan baku , setelah cetakan dingin dilakukan pelepasan spesimen coran dari cetakannya kemudian dilakukan analisa kekerasannya, kekuatan tariknya untuk mengetahui kekuatan mekaniknya. Dari analisa ini bisa diketahui pada temperatur cetakan 250°C [13] didapat kekuatan mekanik yang baik.

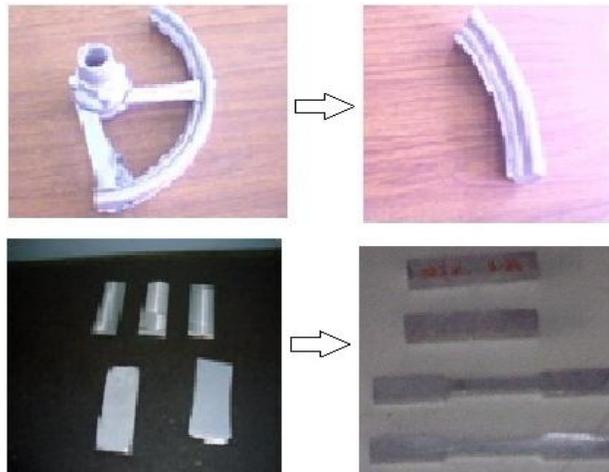
Penambahan inoculan Al-Ti-B [14] dilakukan dengan cara memasukan serbuk Al-Ti-B kedalam cairan logam pada ladle, lakukan pengadukan agar paduan homogen dan segera dilakukan penuangan. Setelah pemberian variasi inoculan Al-Ti-B selesai selanjutnya dilakukan pemeriksaan produk. Produk yang dibuat dalam penelitian kali ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Mengukur suhu cetakan



Gambar 2 Produk yang dibuat



Gambar 3. Tahapan pembuatan specimen

Setelah proses penuangan selesai dilakukan selanjutnya proses pembuatan spesimen uji. Pembuatan specimen uji dilakukan melalui beberapa proses pemesinan, mesin yang digunakan untuk produksi adalah mesin yang berada di Laboratorium Pemesinan Politeknik Negeri Bandung, tahapan prosesnya ditunjukkan pada Gambar 3. Agar memudahkan dalam pengumpulan data maka setiap specimen diberikan nama sesuai dengan komposisi kandungan Ti-B nya, penamaannya ditunjukkan seperti Tabel 1.

Table 1. Tabel penamaan specimen uji

Suhu Cetakan 250° C	Penamaan Spesimen dan Paduannya			
	I25	J25	K25	L25
Penambahan Al-Ti-B (gram)	0	81	102	156
Penambahan Al-Ti-B (%)	0	0,08	0,1	0,15
Kandungan Ti-B (%)	0	0,08	0,1	0,15

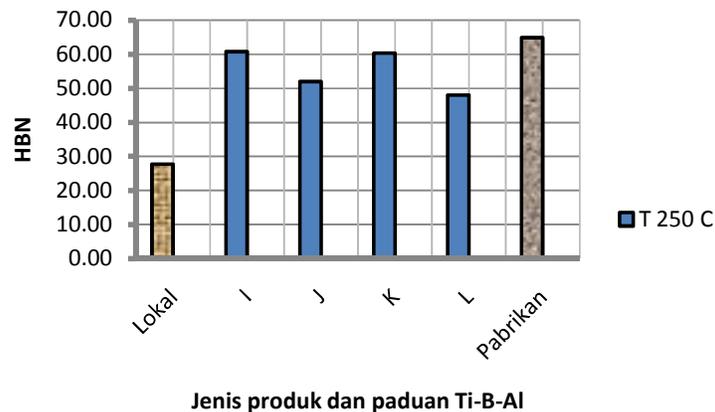
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan metoda Brinnel, indenter yang digunakan menggunakan bola baja yang dikeraskan berdiameter 2.5 mm dengan beban 613 N [2]. Produk dicetak pada cetakan dengan temperature 250°C, di ambil pada posisi yang sama. Hasil uji kekerasan ditunjukkan pada Tabel 2 dan disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.

Tabel 2. Tabel kekerasan variasi paduan Al-Ti-B dari velg VCC (temperatur cetakan 250°C)

Produk	F (N)	Indentor	d rata-rata	HBN
I 25	613	2,5 mm	1,1	60,8
J 25			1,19	52,03
K 25			1,11	60,35
L 25			1,23	48,05



Gambar 4. Grafik variasi kekerasan pada velg VCC dan komposisi Al-Ti-B

Nilai sebaran kekerasan Brinnel pada setiap spesimen I,J,K dan L terdistribusi tidak proporsional atau berbeda-beda, hal ini memperlihatkan adanya pengaruh gaya sentrifugal yang bekerja pada logam cair selama proses pengisian proses penuangan dan sebaran inokulan yang tidak homogen disetiap posisi produk tuangan.

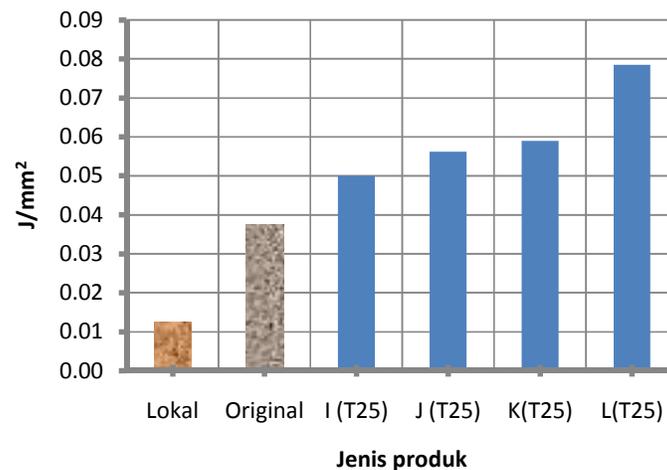
#### Ketangguhan

Untuk mengetahui ketangguhan velg VCC dilakukan uji impak. Uji impak dilakukan pada produk penuangan yang dilakukan dengan temperatur cetakan 250°C dan variasi paduan Al-Ti-B (0, 81, 102, 156 gram) dari 5 Kg bahan baku, benda uji impak menggunakan standar pengujian ASTM E23 type A [1][11], hasil pengujian ini menunjukkan material mengalami peningkatan ketangguhan (*toughness*)

hasil tertinggi didapat pada cetakan dengan temperature 250°C, dengan paduan Al-Ti-B 156 gr/5 Kg bahan baku, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3 dan grafik pada Gambar 5.

Tabel 3. Ketangguhan Velg VCC dengan produk lokal dan pabrikan

Product	Joule	A (mm <sup>2</sup> )	J/mm <sup>2</sup>
Local	1	38.69	0.026
Original	3	80	0.038
I 25	4	80	0.050
J 25	4.5	80	0.056
K 25	4.75	80	0.059
L 25	6.25	80	0.078



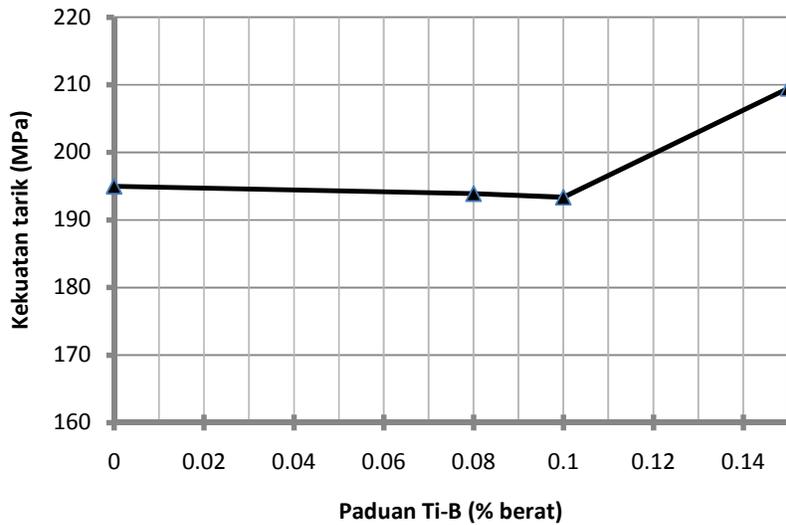
Gambar 5. Grafik pengaruh temperatur cetakan, komposisi Al-Ti-B dengan produk yang ada dipasar terhadap uji impact

#### Kekuatan tarik

Pengujian tarik menggunakan standar specimen ASTM E8M [1], kekuatan tarik terbesar terjadi pada produk yang dicetak pada temperature 250°C dengan penambahan 156 gram inoculan Al-Ti-B untuk setiap 5 Kg bahan baku, ada kenaikan sekitar 78 MPa (209,44-131,45Mpa) jika di dibandingkan dengan produk lokal yang beredar di pasar, (Perhatikan Tabel 4 dibawah pada baris Lokal dan baris L 25).

Tabel 4 Tabel kekuatan tarik dari variasi paduan Al-Ti-B dari berbagai variasi percobaan dibandingkan produk lokal yang ada

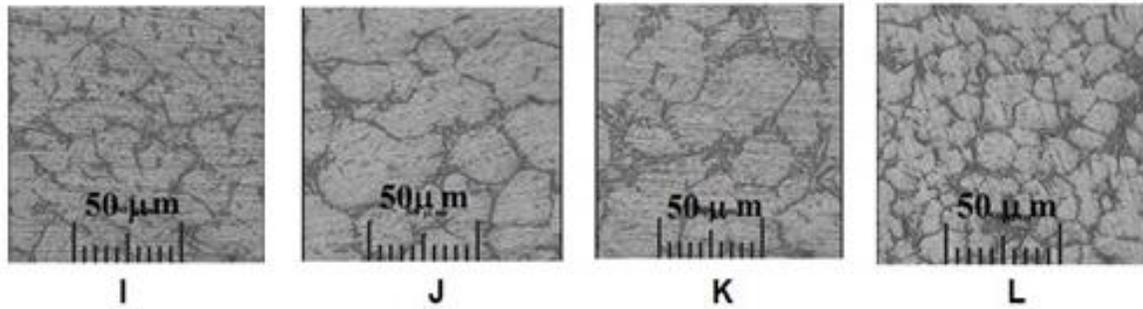
Temp. cetak 250° C	F (N)	Ao (mm)	u (Mpa)	L <sub>0</sub> (mm)	L <sub>1</sub> (mm)	l (mm)	(%)
Lokal	1906	14.5	131.45			0.92	3.07
I 25	7020	36	195.00	25	26	1	4.0
J 25	6980	36	193.89	25	26.1	1.1	4.4
K 25	6960	36	193.33	25	26.2	1.2	4.8
L 25	7540	36	209.44	25	26.2	1.2	4.8



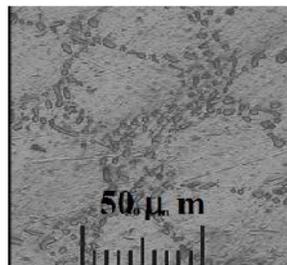
Gambar 6. Grafik pengaruh temperatur cetakan, komposisi Al-Ti-B terhadap kekuatan tarik

#### Struktur mikro

Struktur mikro Velg VCC dengan variasi Al-Ti-B ditunjukkan pada Gambar 7. Sedangkan struktur mikro bahan baku ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 7. Struktur mikro Velg VCC dengan 4 variasi Al-Ti-B (suhu 250<sup>0</sup>C)



Gambar 8. Struktur mikro bahan baku

Dari gambaran struktur mikro yang di perbesar 200 X [2] memperlihatkan adanya perubahan ukuran butiran, ukuran butiran berubah dari Spesimen I sampai pada specimen L. Pada specimen J dan K ukuran butirannya adalah 45  $\mu$ m, tetapi ukuran butiran pada spesimen L lebih kecil dari ukuran butiran yang lainnya I,J dan K yakni butirannya berukuran 20-25  $\mu$ m. Pada Gambar 8 memperlihatkan

bahwa besar butiran bahan baku sedikit lebih besar dari hasil penuangan vertical sentrifugal casting. Besar butir pada struktur mikro tentunya membawa keuntungan tersendiri pada sifat mekanis dari produk pengecoran, perubahan ukuran butiran ini disebabkan oleh gaya sentrifugal yang bekerja pada saat penuangan dan juga pengaruh inokulan Al-Ti-B yang bekerja sebagai penghalus butir pada aluminium.

#### 4. SIMPULAN

- Peningkatan ketangguhan velg yang dicetak dengan temperatur 250°C kemungkinan disebabkan karena inokulan Al-Ti-B berfungsi sebagai penghalus butir sehingga grafik ketangguhannya meningkat.
- Kekuatan tarik tertinggi terjadi pada velg yang dicetak pada cetakan dengan temperatur 250°C yaitu sebesar 209,44 MPa dengan penambahan inokulan Al-Ti-B sebesar 156 gr ke dalam 5 kg bahan baku.
- Densitas produk velg yang dibuat dengan VCC memiliki densitas kurang lebih sama dengan produk pabrikan 2,655 g/cm<sup>3</sup>.
- Kekerasan produk velg yang dibuat menghasilkan kekerasan bervariasi dari yang terkecil 48,05 BHN hingga 60,08 BHN pada l 25.
- Ketangguhan (impak) tertinggi pada produk ini adalah 0,0785 J/mm<sup>2</sup> pada L 25 lebih baik dari produk lokal dan pabrikan ( lokal 0,013 J/mm<sup>2</sup> dan pabrikan 0,038 J/mm<sup>2</sup>).
- Kualitas pengecoran vertical sentrifugal bisa ditingkatkan mutunya dengan menggunakan pengecoran sentrifugal pada putaran 1000 Rpm pada temperatur cetakan 250°C dan paduan Al-Ti-B sebesar 156 gr ke dalam 5 kg bahan baku.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Annual books of ASTM Standard, vol 02.02, and vol 03.01.
- [2] Askeland, R., *The Science and Engineering Of Materials*, 3 ed., pp 154, 156, Wadsworth, Inc., Chapman And Hall, U K,1996.
- [3] Beeley, P., *Foundry Technology*, 2 nd., pp 85, 86, 94, 623, Life Fellow and Formerly Senior Lecturer In Metallurgy, University Of Leeds. U K,2001
- [4] Chirita, G., Stefanescu, I., Soares, D., Silva, F.S., *Centrifugal Versus Gravity Casting Techniques Over Mechanical Properties* , Anales de Mecánica de la Fractura, 1 , 317, 322,2006 (diakses tanggal 12 Okt 2010)
- [5] Chirita, G., Soares, D., Silva, S., *Advantages Of The Centrifugal Casting Technique for the Production of Structural Components With Al-Si Alloys*, Guimardes Portugal Materials And Design, 29, 20, 27. [www.elsevier.com/locate/matdes](http://www.elsevier.com/locate/matdes),2006 (diakses tanggal 12 Okt 2010)
- [6] Ciurea, A., Borde, M., Etimie, D., *Mathematical Modeling Of Rotation In Case Of Vertical Centrifugal Casting* , The Annals Of "Dunarea de Jos" University of Galati, Fascicle IX Metalurgy and Materials Science, ISSN 1453-083X NR 1-2004.
- [7] Cobden. R., Alcan, Banbury, Talat Lecture 1501, Aluminium, *Physical Properties, Characteristics and Alloys* . 8, 35,1994
- [8] Jiann, P.Y., *Evaluation Of Thermal Property Of Mould Wall Material For Investment Casting And The Effect Of Layers On The Hardness Of The Casting Product*, Faculty of Mechanical Engineering University of Technology Malaysia, 31, 41, 2005
- [9] JIS handbook, *Ferrous Material And Non Ferrous Materials* , Japanese Standard Association, 1991.
- [10] Joshi, A.M., *Centrifugal Casting* , Dept. of Metallurgical Eng. & Material science, Indian Institute of Technology – Bombay, India. [www.metalwebnews.com /howto/casting/casting.pdf](http://www.metalwebnews.com/howto/casting/casting.pdf). (diakses tanggal 23 Febr 2010)
- [11] Juang, S.H., and Wu, S.M., *Study On Mechanical Properties Of A356 Alloys Enchanced With Preformed Thixotropic Structure* . Journal of Materials science and Technology, 16, 271, 274,2008 (Diakses tanggal 16 febr 2011)
- [12] Kuncahyo, *Sifat Fisis Dan Mekanis Velg Kendaraan Roda Dua 14 Inch Produksi Lokal Dan Produksi Pabrikan* Skripsi S-1 Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada, 2010.
- [13] Santoso, N, Iswanto, P.T., Suyitno., *Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan dan Inokulan Ti-B Terhadap Kekuatan Mekanik Hasil Coran Aluminium*, Seminar Nasional UGM,2010
- [14] Szajnar, J., and Wrobel, T., *Inoculation of Aluminium with Titanium and Boron Addition*. Division of Foundry, Institute of Engineering Material and Biomaterials, Silesian University of Technology, ul. Towarowa 23, 51, 54 Gliwice, Poland.2007 (diakses tanggal 2 Agust 2010)

[15] Zagórski, R., and Sleziona, J., *Pouring Mould During Centrifugal Casting Process* , Archive of Material Science And Engineering, 28, 441, 444. 2007 ( Diakses tanggal 8 Maret 2010)