

# PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN MAGNESIUM PADA PENGECORAN DAUR ULANG BLOK SILINDER SEPEDA MOTOR TERHADAP NILAI KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK

## *THE EFFECT OF MAGNESIUM ADDITIONAL VARIATIONS IN MOTORCYCLE CYLINDER BLOCK RECYCLED CASTING ON HARDNESS AND TENSILE STRENGTH VALUE*

M.rizal, Sinarep, Paryanto Dwi Styawan

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jln. Majapahit. No. 62, Mataram Nusa Tenggara Barat, 83125, Indonesia

\*Corresponding author

E-mail addresses: Rz130898@gmail.com

### ABSTRACT

*The cylinder block functions as a power source for the engine and the cylinder block has two types, repairable and non-repairable. To utilize a cylinder block that cannot be repaired, recycling is carried out by casting metal with magnesium (Mg) variations of the addition of 5%, 8% and 11% with a casting temperature of 700°C using a metal mold. Data collection was carried out using the Vickers hardness test, tensile test with three specimens for each variation. The microstructure was observed and photographed using a microscope with 100x and 400x magnification. The results showed that the highest average Vickers hardness was in the variation of magnesium(Mg) 11% with an average value of 111.216 Kg/mm<sup>2</sup> and the lowest average value on the variation of magnesium(Mg) 5% is 68,898 Kg/mm<sup>2</sup>. The highest average value of tensile strength on the 11% magnesium(Mg) variation was 91.225 MPa and the lowest average value on the 5% magnesium(Mg) variation was 46.181Mpa. As well as the microstructure from observations, photos and fractions in the casting results is Mg<sub>2</sub>Si smaller than Al FCC.*

**Keywords:** *Cylinder block, Casting, Magnesium, Vickers hardness, Tensile strength*

## 1. Pendahuluan

Perkembangan ilmu teknologi saat ini maju dan tumbuh sangat cepat telah mempengaruhi perkembangan di segala bidang khususnya di bidang otomotif kendaraan sepeda motor. kendaraan sepeda motor di Indonesia mengalami pertumbuhan yang sangat cepat sehingga industri pembuat kendaraan bermotor berpacu membuat dan inovasi kenyamanan pada kendaraan yang digunakan untuk keperluan sehari-hari. Seiring dengan adanya perkembangan maka tuntutan manusia terhadap sepeda motor mengalami perubahan tren. Tren pasar saat ini menunjukkan peningkatan atas kemauan yang sangat kuat dari para pemakai terhadap performa dan penampilan sporty. Kebutuhan akan model – model yang memiliki kapasitas dan fasilitas untuk dapat tampil beda sekaligus juga sadar terhadap peduli lingkungan.

Blok silinder ialah merupakan salah satu komponen dari kendaraan sepeda motor yang paling penting karena merupakan sumber tenaga bagi sebuah motor. Blok silinder mempunyai fungsi sebagai tempat piston dan sumber tenaga pada mesin, yang mempunyai lubang pemasukan dan pengeluaran yang bentuk dan posisinya berpengaruh terhadap prestasi mesin [1].

Blok silinder jenis pertama apabila terjadi kerusakan atau keausan pada dinding liner dapat direparasi melalui proses over size (pembesaran) pada blok silinder, kedua adalah blok silinder yang

tidak dapat direparasi, jadi apabila terjadi kerusakan pada dinding liner silinder atau keausan blok tersebut harus diganti dengan yang baru. Blok silinder jenis kedua ini terbuat dari bahan aluminium silikon dan paduannya [2]. Guna memanfaatkan limbah dari blok silinder yang tidak dapat direparasi maka bagusnya dilakukan proses daur ulang dengan pengecoran dengan menambah logam paduan.

Penambahan unsur magnesium akan meningkatkan kekuatan dan kekerasan tanpa terlalu menurunkan keuletannya. Tingkat kekerasan paduan juga ditentukan oleh persentase unsur paduan yang ditambahkan. Besarnya persentase dan unsur paduan yang ditambahkan juga akan berpengaruh pada struktur mikro hasil coran. Magnesium memiliki sifat antara lain dumping yang baik, massa jenis rendah serta ringan dan kuat apabila dipadukan. Penambahan unsur magnesium dalam konsentrasi tertentu dapat menaikkan nilai kekerasan dan kekuatan tarik pada paduan [3].

Rahmanto (2019) pada penelitian yang berjudul "Proses pengecoran aluminium sebagai bahan pembuatan blok silinder" menyatakan uji kualitas berupa pemeriksaan kasat mata. Pada penuangan masih ditemukan cacat pada blok silinder dari proses penuangan yang terlalu lama diakibatkan dari penurunan suhu berupa cacat lubang jarum, cacat rongga udara. sehingga dilakukan proses akhir menggunakan gerinda, kikir, dan amplas halus. proses pengecoran aluminium sebagai bahan pembuatan blok silinder memerlukan waktu 3 jam pada prose cor dan 15 menit pada proses pendinginan logam cair dalam cetakan.

Wijoyo (2017) Pada penelitian "Pengaruh Penambahan 12%Mg Hasil *Remelting* Aluminium Velg Bekas Terhadap Fluidity Dan Kekerasan Dengan Variasi Temperatur Tuang" memiliki tujuan untuk menyelidiki pengaruh penambahan 12%Mg pada hasil remelting aluminium velg bekas terhadap fluidity serta kekerasan dengan variasi temperatur tuang. Bahan yang digunakan pada penelitian yaitu paduan aluminium dari velg bekas mobil dan magnesium, kemudian dilebur dan dituang ke dalam cetakan dengan variasi temperatur tuang 670°C, 720°C dan 770°C. Pengecoran dapat dilakukan dengan menggunakan metode evaporative dan memakai pola dari *polystyrene foam*. Hasil menunjukkan bahwa variasi temperatur tuang terhadap fluidity, hasil remelting velg bekas dengan penambahan 12%Mg, secara umum mengakibatkan peningkatan sifat mampu alirnya, sedangkan kekerasannya optimum pada temperatur tuang pada kisaran 700°C.

Berdasarkan penelitian tersebut diatas, maka penulis dalam penelitian ini akan melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan unsur magnesium 5%, 8%, 11% pada pengecoran daur ulang blok silinder sepeda motor terhadap nilai kekerasan dan kekuatan tarik. Semoga untuk penelitian selanjutnya dapat memvariasikan lagi variasi campuran yang lebih banyak lagi dari penelitian ini.

## **2. Bahan dan Metode**

### **2.1 Bahan Penelitian**

Bahan penelitian terdiri atas blok silinder Al-Si, magnesium. Dengan bahan tambahan lainnya yang terdiri autosol metal polish, larutan  $\text{NHO}_3$ , larutan  $\text{H}_2\text{O}$ , resin, katalis.

### **2.2 Peralatan Penelitian**

Alat uji terdiri atas tungku peleburan, kowi, blower, tang penjepit, timbangan digital, cetakan logam, sarung tangan, termometer, gerinda, amplas, *universal testing machine*, *hardnesstester*, mikroskop.

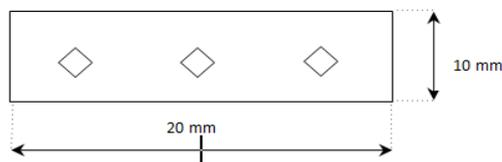
### **2.3 Metode Peneleitian**

Pertama membakar arang pada tungku pengecoran sampai terbakar merata lalu masukan kowi yang telah diisi dengan blok silinder bekas pada tungku yang telah diisi arang yang sudah terbakar merata serta tunggu sampai suhu pada kowi berkisaran 650 °C dan blok silinder bekas yang mulai cair lalu masukkan magnesium yang telah di timbang serta mengaduk sampai merata dan tidak lupa membuang kerak pada coran, menyediakan cetak yang telah dibersihkan, ukur suhu atau temperatur pada kowi menggunakan termometer dan tunggu sampai suhu mencapai 700 °C lalu aduk kembali sampai cukup merata lalu angkat kowi dengan menggunakan tang penjepit serta menuangkan logam

yang telah cair pada cetakan dan ratankan, untuk suhu penuangan berkisar 700 °C, proses pendinginan menggunakan suhu ruangan, lakukan ulang langka tersebut sampai kebutuhan untuk spesimen uji sudah memenuhi kebutuhan akan spesimen yang diperlukan, hasil dari coran dibentuk untuk kebutuhan spesimen uji kekerasan, uji tarik ,struktur mikro. Pembuatan spesimen uji kekerasan dari bahan coran akan dipotong menggunakan gerinda serta hasil pemotongan dilakukan proses *finishing* dengan menggunakan amplas sampai spesimen sesuai dengan standar pengujian ASTM E92-17 beserta spesimen siap melakukan pengamatan untuk uji kekerasan, pembuatan spesimen uji tarik dilakukan pada awal melakukan memotong dengan menggunakan gerinda, spesimen dari hasil pemotongan ini disesuaikan untuk di bagian luas penampang awal dikerjakan menggunakan mesin frais, setelah semuanya sudah terbentuk akan diratakan menggunakan amplas sebagai proses *finishing* dan bentuk spesimen sesuai dengan standar ketentuan ASTM E8-E8M dan spesimen siap untuk dilakukan pengamatan pada uji tarik. Pembuatan spesimen struktur mikro dilakukan pemotongan dari hasil coran sesuai dimensi yang telah ditentukan dan setelah selesai pemotongan dilakukan proses amplas bertahap dari amplas kasar sampai dengan amplas halus 3000, dilakukan proses penggosokan dengan kain yang sudah di oleskan dengan autosol, setelah itu dilakukan proses perendaman spesimen dengan menggunakan cairan setelah itu spesimen siap diangkat dan dilakukan pengamatan struktur mikro serta dilakukan pengolahan data dari hasil dari pengamatan. Pada penelitian ini proses pengujian spesimen yang dilakukan adalah pengujian kekerasan permukaan dengan metode Vickers, pengujian kekuatan tarik dan pengamatan struktur mikro.

## 2.4 Pengujian

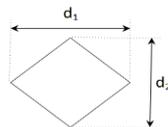
Uji kekerasan yang dipakai pada penelitian ini adalah menggunakan metode Vickers. Prinsip dasar dari pengujian ini sama dengan metode-metode pengujian kekerasan yang lain, hanya saja disini menggunakan indentor intan yang berbentuk piramida beratas bujur sangkar dengan sudut puncak antara dua sisi yang berhadapan sebesar 136°. Tapak tekan akan berbentuk bujur sangkar dan diukur adalah panjang kedua diagonalnya lalu diambil rata-ratanya.



Gambar 1. Benda Uji Kekerasan (ASTM E92)

Keterangan :

◇ = Titik pijakan proses pengujian kekerasan metode vickers  
 Jarak tiap titik = 3,33 mm



Gambar 2. Diagonal Hasil Pijakan Indentor

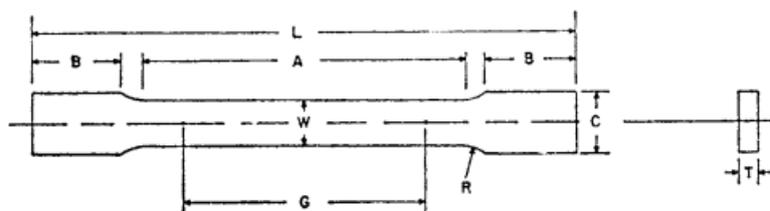
Setelah dilakukan pengujian kekerasan kemudian ditentukan diagonal rata-rata dengan menjumlahkan diagonal 1 dan diagonal 2, untuk mengetahui nilai kekerasan Vickers hasil pijakan dari indentor yang diukur dengan menggunakan mikroskop. Persamaan 1

$$HV = \frac{\{2.Gt.\sin(\alpha / 2)\}}{d^2} = 1,854. \frac{P}{d^2}$$

$$HV = 1,854 \frac{P}{\left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right)^2} \text{ kg/mm}^2 \quad (1)$$

- HV = angka kekerasan Vickers (kg/mm<sup>2</sup>)  
 P = beban (kg)  
 A = luas Identasi (mm<sup>2</sup>)  
 d = diameter injakan (mm)  
 Gt = Gaya tekan (kg)  
 α = Sudut puncak indenter = 136<sup>0</sup>

Kekuatan tarik atau kekuatan tarik maksimum (ultimate tensile strength) adalah nilai yang paling sering dituliskan sebagai hasil suatu uji tarik, tetapi pada kenyataan nilai tersebut kurang bersifat mendasar dalam kaitannya dengan kekuatan material. Untuk logam ulet, kekuatan tariknya harus dikaitkan dengan beban maksimum, dimana logam dapat menahan beban sumbu untuk keadaan yang sangat terbatas. Pada tegangan yang lebih kompleks, kaitan nilai tersebut dengan kekuatan logam kecil sekali kegunaannya. Kecenderungan yang banyak ditemui adalah, mendasarkan rancangan statis logam ulet pada kekuatan luluhnya. Tetapi karena jauh lebih praktis menggunakan kekuatan tarik untuk menentukan kekuatan bahan, maka metode ini lebih banyak dipakai. Kekuatan tarik adalah besarnya beban maksimum dibagi dengan luas penampang lintang awal benda uji.



Gambar 3. Benda Uji Kekuatan Tarik sesuai ASTM E8/E8M-13a

- L = 100 mm    B = 30 mm    A = 40 mm    W = 6 mm  
 C = 10 mm    T = 6 mm    R = 6 mm

Tegangan  $\sigma = \frac{F}{A_0} \text{ MPa}$  (2)

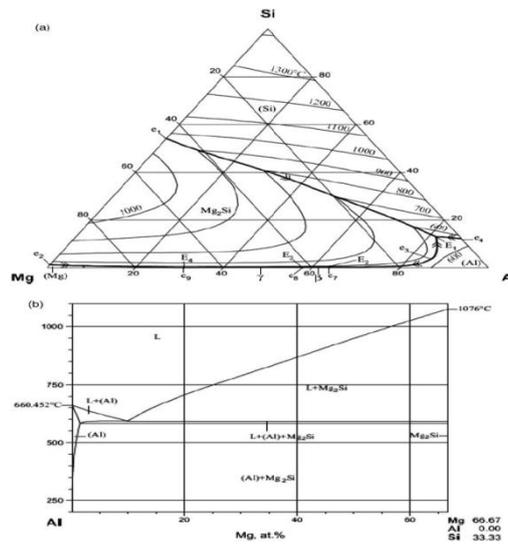
Regangan  $\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100 = \%$  (3)

Kuat tarik  $S_u = \frac{F_{maks}}{A_0}$  (4)

- Keterangan :
- Su = Kuat tarik
  - F = Beban
  - σ = Tegangan (*stress*)
  - ΔL = Pertambahan panjang
  - E = Modulus elastis
  - Fmaks = Beban maksimum
  - A<sub>0</sub> = Luas penampang awal
  - L<sub>0</sub> = pajang awal
  - ε = Regangan (*Strain*)

Alat uji struktur mikro yang digunakan memiliki perbesaran 100X, 200X, 400X dan 1000X perbesaran. Namun yang digunakan adalah perbesaran 100-400X, karena memiliki tampak yang lebih luas dan lebih mudah untuk mengetahui persentase kandungan Magnesiumnya.

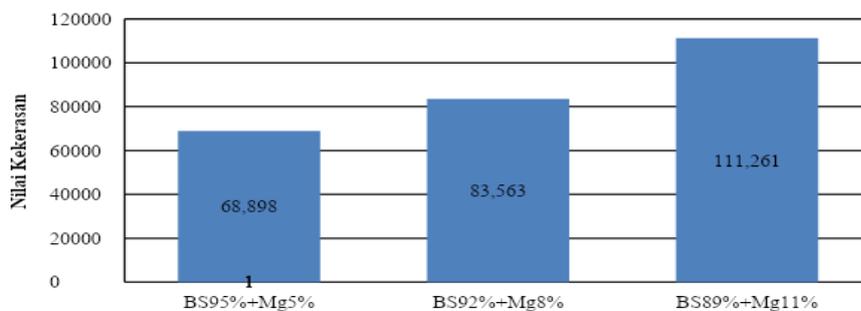
Diagram fasa adalah campuran dua logam disebut paduan binary alloys yang mana membentuk dua komponen sistem. Pada beberapa sistem logam dua komponen, dua elemen mencair sempurna satu sama lain baik pada kondisi cair maupun padat.



Gambar 4. diagram Fasa AL-Mg<sub>2</sub>Si (Marvo H, Ddk 2012)

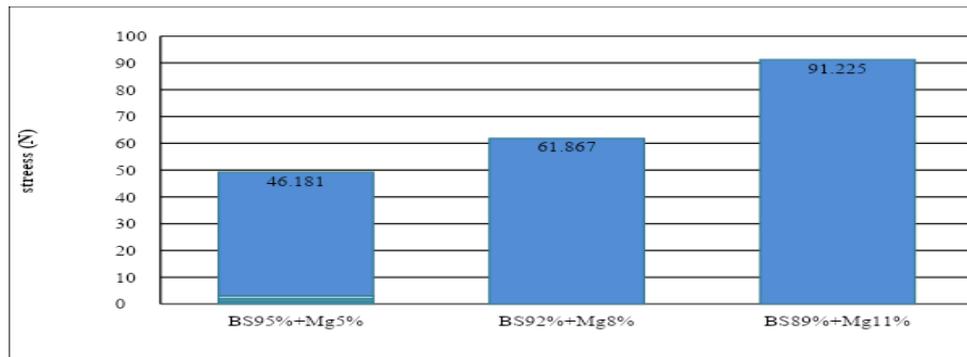
Pada digram fasa gambar 4. adalah menjelaskan hubungan antara magnesium dengan aluminium dimana dalam digram fasa terdapat temperatur, presentasi magnesium, presentasi aluminium, serta jenis fasa yang terjadi pada temperatur apabila terjadi pemanasan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

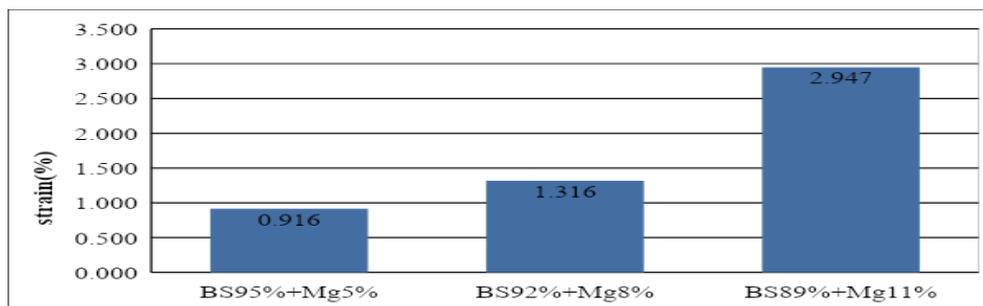


Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai Rata-rata Kekerasan Berdasarkan Variasi.

Pada gambar 5. grafik menunjukkan bahwa nilai kekerasan tertinggi ditunjukkan pada spesimen dengan variasi 11% Magnesium dengan temperatur 700 °C dengan nilai rata-rata kekerasan besar 111,261 kg/mm<sup>2</sup>. Adapun nilai rata-rata kekerasan rendah ditunjukkan pada spesimen dengan variasi 5% Magnesium dengan nilai rata-rata kekerasan 53,532 kg/mm<sup>2</sup>, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi campuran Magnesium pada pengecoran blok silinder bekas maka nilai kekerasan pada permukaan spesimen semakin tinggi..



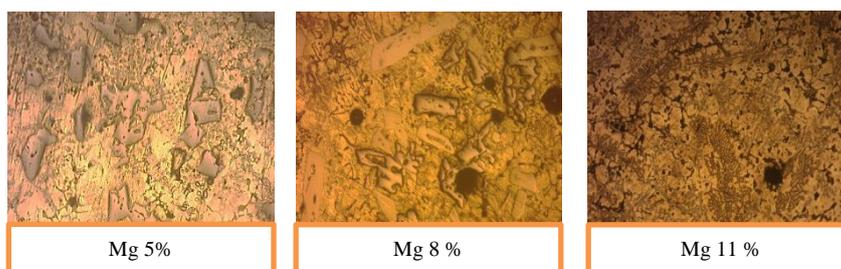
Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai Rata-rata Tegangan Tarik.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Nilai Rata-rata Regangan.

Pada gambar 6. di atas menunjukkan bahwa nilai tegangan rata-rata tertinggi di tujukan pada spesimen dengan variasi blok silinder bekas 89% : magnesium 11% dengan temperatur 700 dengan nilai rata-rata tegangan 91,225 Mpa, dan nilai tegangan terendah di tujukan pada spesimen dengan variasi campuran blok silinder bekas 95% : magnesium 5% dengan nilai rata-rata tegangan sebesar 46,181 Mpa.

Pada gambar 7. menunjukkan nilai rata-rata regangan tertinggi di tunjukan pada spesimen dengan variasi blok silinder bekas 89% : magnesium 11% dengan temperatur 700 dengan nilai rata-rata regangan 2.947% dan nilai regangan terendah di tujukan pada spesimen dengan variasi campuran blok silinder bekas 95% : magnesium 5% dengan nilai rata-rata regangan 0.916%.



Gambar 8. Struktur Mikro  $\alpha$  Al FCC+  $Mg_2Si$

Dari pengamatan pada gambar bahwa yang berwarna gelap adalah  $Mg_2Si$  serta yang berwarna kuning cerah adalah  $\alpha$  Al FCC pada kandungan ialah aluminium adalah sebagai bahan utama dan magnesium sebagai bahan panduan dengan nilai magnesium sebesar 11.165% serta pada penelitian ini dimana  $\alpha$  Al FCC lebih besar dari  $Mg_2Si$ . Pengamatan serta analisa yang dilakukan bahwa semakin besar campuran magnesium pada campuran pengecoran menaikkan nilai kekerasan serta sebanding dengan nilai kekuatan tarik juga meningkat pada Magnesium sebesar 11%.

#### 4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian pengaruh penambahan variasi magnesium pada daur ulang blok silinder motor dengan pengecoran logam adalah sebagai berikut:

Pengaruh variasi magnesium pada daur ulang blok silinder bekas di dapatkan nilai kekerasan dan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai campuran magnesium pada pengecoran daur ulang blok silinder bekas maka semakin tinggi juga nilai kekerasan permukaan, adapun nilai rata-rata kekerasan tertinggi didapatkan pada variasi magnesium 11% sebesar 111,261 kg/mm<sup>2</sup> dan nilai rata-rata terendah di dapat pada variasi magnesium 5% sebesar 53,532 kg/mm<sup>2</sup>.

Nilai tegangan dan regangan yang didapatkan pada pembahasan menunjukkan bahwa nilai tegangan rata-rata tertinggi yaitu pada variasi magnesium 11% sebesar 91,225 Mpa dan untuk nilai rata-rata terendah pada variasi magnesium 5% sebesar 46,181 Mpa. Adapun untuk nilai rata-rata regangan tertinggi berada pada variasi campuran magnesium 11% yaitu sebesar 2.947% sedangkan untuk nilai rata-rata terdahnya di dapatkan pada variasi campuran magnesium 5% sebesar 0.916% .

Pada struktur mikro dapat dilihat bahwa percampuran antara bahan dari blok silinder bekas (aluminium) dengan magnesium tercampur serta semakin banyak presentasi campuran magnesium pada pengecoran makan semakin banyak pula gambar yang kuning gelap gambar yang kuning gelap adalah Mg<sub>2</sub>Si

Dari rangkaian pengujian yang telah dilaksanakan bahwa pada penelitian ini menunjukkan bahwa pada variasi campuran magnesium 11% dapat menambah nilai Kekerasan serta Kekuatan tarik.

## Daftar Notasi

HV	= Angka kekerasan Vickers	(kg/mm <sup>2</sup> )
P	= beban	(kg)
A	= luas Identasi	(mm <sup>2</sup> )
d	= diameter injakan	(mm)
Gt	= Gaya tekan (kg)	
$\alpha$	= Sudut puncak indenter = 136 <sup>0</sup>	
Su	= Kuat tarik	
F	= Beban	
$\sigma$	= Tegangan ( <i>stress</i> )	
$\Delta L$	= Pertambahan panjang	
E	= Modulus elastis	
Fmaks	= Beban maksimum	
Ao	= Luas penampang awal	
Lo	= pajang awal	
$\epsilon$	= Regangan ( <i>Strain</i> )	

## Daftar Pustaka

- [1] Bhirawa, W.T., Irawan, A. P. (2013). *Analisis Mekanis Dan Optimasi Kualitas Produk Silinder Blok Piston Paduan Al-Si Hasil Proses Die Casting*, Teknobiz, Vol. 3 No. 1, Hal. 12-2
- [2] Kirono, A., Ariawan, D.T., Ariffendi, I.N., Ariyanto, I.F., Anggara Y. (2008). *Perhitungan Ulang Kinerja Mesin Diesel 4 Langkah 1 Silinder Berpendingin Radiator (Performance Calculation Of Diesel Engine 4 Stroke 1 Cylinder With Radiator Cooling System)*, [Skripsi, Universitas Diponegoro]. Repositori Universitas Diponegoro.
- [3] Mizhar, S., Suherman., Fauzi, R., (2016). Pengaruh Penambahan Magnesium Terhadap Kekerasan, Kekuatan Impak Dan Struktur Mikro Pada Aluminium Paduan (Al-Si) Dengan Metode Lost Foam Casting, *Jurnal Ilmiah "Mekanik" Teknik Mesin Itm*, Vol. 2 No. 2, Hal. 77-84.

- [4] Ramadhan, R., (2019). *Analisa Numerik Pada Struktur Blok Silinder Mesin Dengan Variasi Diameter Tabung Silinder*, [Skripsi, Universitas].
- [5] Alviandra, S., ddk (2017). *Pengaruh Unsur Panduan Magnesium Al-Si Menggunakan Dapur Krusibel Terhadap Sifat Kekerasan Dan Struktur Mikro*. Hal 217-226.
- [6] Salindeho, D.R., Soukotta, J., Poeng Rudy (2013). *Pemodelan Pengujian Tarik Untuk Menganalisis Sifat Mekanik Material*, jurnal Vol. 2 No. 2 Poros Teknik Mesin Unsrat.
- [7] Marvos, H., Karantzalis, AE., dan Lekatou, A., (2012). *Solidification Observations And Sliding Wear Behavior Of Cast Tic Particulate-Reinforced Almgisi Matrix Composites*.