

# PENGARUH TEKANAN, TEMPERATUR TUANG DAN CETAKAN TERHADAP PROPERTIES MATERIAL METODE HIGH PRESSURE DIE CASTING (HPDC) PADUAN AI-SI

Ade Irvan Tauvana

Teknologi Rekayasa Manufaktur, Politeknik Enjinering Indorama  
e-mail: ade.irvan@pei.ac.id

## Abstrak

*Pengecoran Logam dengan metode High Pressure Die Casting (HPDC) adalah metode pengecoran dengan cara mengjectikan cairan logam kedalam cetakan dengan kecepatan dan tekanan tertentu menggunakan mesin HPDC. Cetakan yang digunakan berbahan dasar baja karbon. Metode pengecoran tersebut dilakukan pada pembuatan Cetakan Adaptor Cakram dan Dudukan Lampu dengan bahan dasar paduan Al-Si 7,79%. Penelitian ini menggunakan tekanan sebesar 50 bar, 75 bar dan 100 bar. Variasi temperatur tuang adalah 700°C, 750°C, dan 800°C sedangkan temperatur cetakan 250°C, 300°C, dan 350°C. Variasi temperatur tuang dan temperatur cetakan akan mempengaruhi karakteristik dari benda hasil coran. Kekerasan tertinggi didapatkan pada temperatur molding 250°C, temperatur tuang 750°C dengan tekanan 75 bar yaitu 79,94 BHN.*

**Kata Kunci :** HPDC, Kekerasan, Temperatur tuang, Temperatur cetakan

## Abstract

*Metal Casting method High Pressure Die Casting (HPDC) is a method of casting by means of liquid metal into molds injection with velocity and pressure using HPDC machine. Molds are made from carbon steel used. Casting method is performed in the manufacture of Prints Disc Adapter and Stand Lamp with base material of Al-Si alloy 7.79%. This study uses a pressure of 50 bar, 75 bar and 100 bar. Castings temperature variation is 700°C, 750°C, and 800°C while the mold temperature 250°C, 300°C, and 350°C. Temperature variation cast and mold temperature will affect the characteristics of the object casting product. Highest Hardness obtained at temperatures of 250°C molding, casting temperature of 750°C. with pressure of 75 bar is 79.94 BHN.*

**Keyword :** HPDC , Hardness. Casting Temperature, Mold Temperature

## 1. PENDAHULUAN

Usaha pengecoran logam mempunyai peranan strategis pada struktur perekonomian nasional terutama dalam menunjang industri penghasil komponen otomotif. Jumlah konsumen otomotif khususnya sepeda motor terus meningkat secara signifikan dari tahun ke tahun, dengan begitu kebutuhan akan spare part juga akan meningkat. Sehingga keberadaan industri pengecoran logam saat ini telah berkembang dengan pesat. Akan tetapi, kebanyakan industri kecil menengah yang berkecimpung pada bidang pengecoran logam masih menggunakan sistem konvensional/gravitasi, dengan demikian kualitas produk atau coran yang dihasilkan masih banyak kekurangan.

Peningkatkan kualitas dari produk coran diperlukan sistem dan teknologi/mesin yang lebih baik. Yaitu teknik pengecoran yang monogenean cetakan permanen dengan siklus yang berlangsung secara terus-menerus, yang disebut dengan pengecoran cetak bertekanan tinggi (*high pressure die casting*).

*Makalah dikirim 2 Maret 2022; Revisi 21 Maret 2022; Diterima 2 April 2022*

Pengecoran Logam Bertekanan (*Pressure Die Casting*) merupakan proses pengecoran logam yang dilakukan dengan cara memasukkan logam cair kedalam cetakan logam dengan menggunakan tekanan. Metode ini mempunyai beberapa kelebihan, antara lain: ketelitian dan kecermatan yang tinggi, lebih fleksibel dalam desain, menghasilkan permukaan yang halus dapat menghasilkan coran yang tipis dan lebih ekonomis dari pada benda kerja yang dibuat khusus dengan *machining*.

Teknik yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik HPDC *Cold Chamber* biasanya digunakan untuk material seperti aluminium, magnesium dan tembaga. Logam cair dari tungku peleburan kemudian dituang menggunakan ladel ke cawan tuang silinder penekan, lalu dengan *plunger* yang digerakkan oleh tenaga hidrolik, kemudian logam cair.

Pengaruh temperatur tuang dan temperatur cetakan terhadap struktur mikro, kekerasan dan kekuatan rambat retak fatik paduan Al 11,4% Si dan paduan Al 6,43% Si dengan metode *high pressure die casting* [1].

Pengaruh parameter proses terhadap fluiditas dan kualitas coran ADC 12 dengan HPDC. Penelitian ini membahas peningkatan temperatur tuang mengurangi nilai kekerasan. Dan dari penelitian ini dihasilkan parameter kombinasi yang mempunyai fluiditas, struktur mikro dan sifat mekanis yang optimal adalah dengan tekanan 40 bar, temperatur tuang 700°C, dan temperatur cetakan 200°C [2].

Penelitian tentang tekanan kerja tertinggi terjadi pada tekanan kerja propane 0,2 kg/cm<sup>2</sup>; tekanan kerja oksigen 2,5 kg/cm<sup>2</sup>. Kemudian tekanan kerja terendah terjadi pada kerja LPG 0,2 kg/cm<sup>2</sup>; tekanan kerja oksigen 1 kg/cm<sup>2</sup> [3].

Penelitian sistem peleburan logam Al-Si. dengan variasi temperatur tuang 700°C, 750°C dan 800°C dan diperoleh suhu optimum pada Temperatur 750°C [4].

Bawa tekanan sangat berpengaruh terhadap porositas hasil pengecoran pada *high pressure die casting* (HPDC). Semakin tinggi tekanan maka semakin memperkecil tingkat porositas [5].

Temperatur tuang optimal pada 730°C. Semakin tinggi tekanan maka semakin tinggi pula densitas dari benda coran Hasil maksimum dari proses pengecoran dengan HPDC didapatkan pada suhu *dies* 400°C dalam waktu 1 detik dengan rata-rata kecepatan pendinginan 150-200°C dalam waktu 20 detik [6].

## 2. METODE PENELITIAN

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Mesin HPDC (Gambar 1)
2. *Die* (Cetakan)
3. Dapur peleburan
4. *Hardness tester*
5. Termokopel
6. *Pressure gauge*

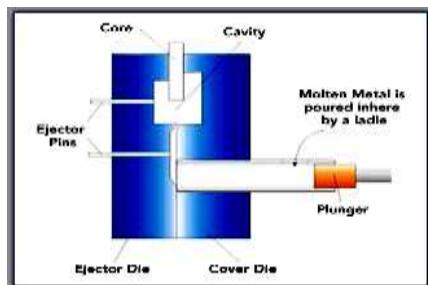


*Gambar 1. Mesin High Pressure Die Casting.*

### Prosedur

Al-Si 7,79 % dilebur pada dapur lebur, temperatur logam cair dikontrol dengan thermokopel hingga untuk penuangan. Cetakan dipanasi dengan nyala api hanya pada proses injeksi pertama hingga temperatur  $200^{\circ}\text{C}$ , selanjutnya pemanasan cetakan hingga  $200^{\circ}\text{C}$  terjadi karena panas logam cair yang diinjeksi secara kontinyu. Proses penuangan dimulai dari temperatur  $800^{\circ}\text{C}$ ,  $750^{\circ}\text{C}$  dan  $700^{\circ}\text{C}$ . Pengontrolan suhu cetakan dilakukan diantara proses injeksi selanjutnya. Tahapan pengecoran sebagai berikut (Gambar 2) :

- Cetakan tertutup, lohgam cair dituang ke dalam cold chamber.
- Plunger didorong dengan tekanan tertentu, sehingga logam cair akan mengisi ruang cetakan dan akan memadat (solidification).
- Cetakan dibuka, dengan memanfaatkan dorongan dari plunger, hasil corana kan menempel di ejektor pin. Jika menggunakan inti, inti diambil dari benda coran.
- Ejector pins mendorong benda coran dan akan terlepas dari cetakan. Plunger kembali ketempat semula.



Gambar 2. Proses proses die casting metode cold chamber.

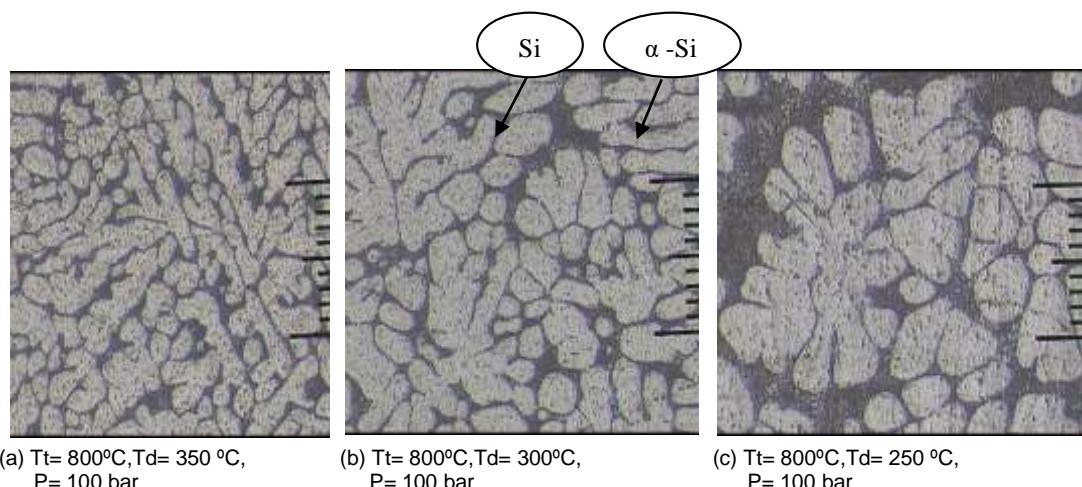
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Struktur Mikro

Berikut adalah gambar pengamatan struktur mikro dengan pembesaran lensa objektif 20x dan lensa okuler 10x sehingga jarak skala (10 strip) adalah  $50\mu\text{m}$ .

#### 1. Paduan Al-Si 7,79 % Dengan Temperatur Tuang $800^{\circ}\text{C}$

Struktur mikro pada Temperatur tuang  $800^{\circ}\text{C}$  dengan temperatur cetakan  $350^{\circ}\text{C}$ ,  $300^{\circ}\text{C}$ ,  $250^{\circ}\text{C}$ , dan tekanan 100 bar ditunjukkan pada Gambar 3.



(a)  $T_t = 800^{\circ}\text{C}, T_d = 350^{\circ}\text{C}$ ,  
 $P = 100 \text{ bar}$       (b)  $T_t = 800^{\circ}\text{C}, T_d = 300^{\circ}\text{C}$ ,  
 $P = 100 \text{ bar}$       (c)  $T_t = 800^{\circ}\text{C}, T_d = 250^{\circ}\text{C}$ ,  
 $P = 100 \text{ bar}$

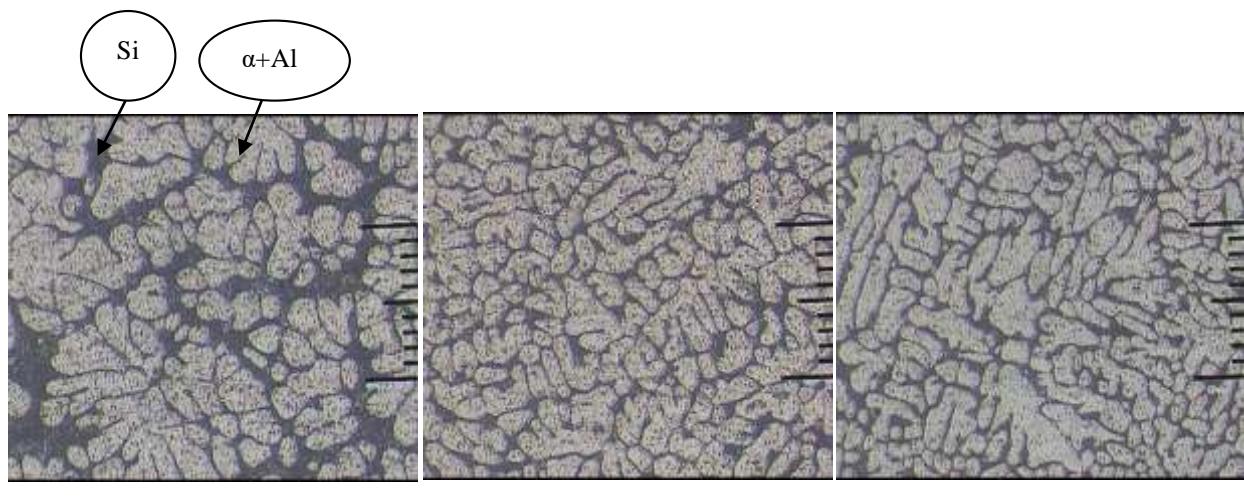
Gambar 3. Paduan Al-Si 7,79 % dengan Temperatur Tuang  $800^{\circ}\text{C}$ .

Perubahan temperatur *dies* cukup signifikan pengaruhnya terhadap perubahan ukuran dari fasa silikon primer pada Temperatur 300°C dan tekanan 100 bar terlihat pada Gambar 3, fasa silikon pada temperatur *dies* 250°C, 300°C lebih besar dibandingkan dengan fasa silikon pada temperatur *dies* 350°C. Ukuran dari fasa silikon membesar seiring dengan turunnya temperatur *dies* dimana ukuran fasa paling besar didapatkan pada temperatur *dies* 300°C.

Perubahan temperatur *dies* juga mempengaruhi perubahan ukuran dari fasa  $\alpha$ +Al pada temperatur 300°C terlihat pada Gambar 3, fasa  $\alpha$ +Al lebih besar dibandingkan dengan fasa  $\alpha$ +Al pada temperatur *dies* 350°C. Ukuran dari fasa  $\alpha$ +Al membesar seiring dengan turunnya temperatur *dies* dimana ukuran fasa paling besar didapatkan pada temperatur *dies* 300°C.

## 2. Paduan Al Si 7,79 % Dengan Temperatur Tuang 750°C

Struktur mikro pada temperatur tuang 750°C dengan temperatur *dies* 350°C ,300°C, 250°C, dan tekanan 75 bar ditunjukkan pada Gambar 4.



(a)  $T_t= 750^\circ\text{C}, T_d= 350^\circ\text{C}, P= 75 \text{ bar}$       (b)  $T_t= 750^\circ\text{C}, T_d= 300^\circ\text{C}, P= 75 \text{ bar}$       (c)  $T_t= 750^\circ\text{C}, T_d= 250^\circ\text{C}, P= 75 \text{ bar}$

**Gambar 4.** Paduan Al Si 7,79 % dengan Temperatur Tuang 750°C.

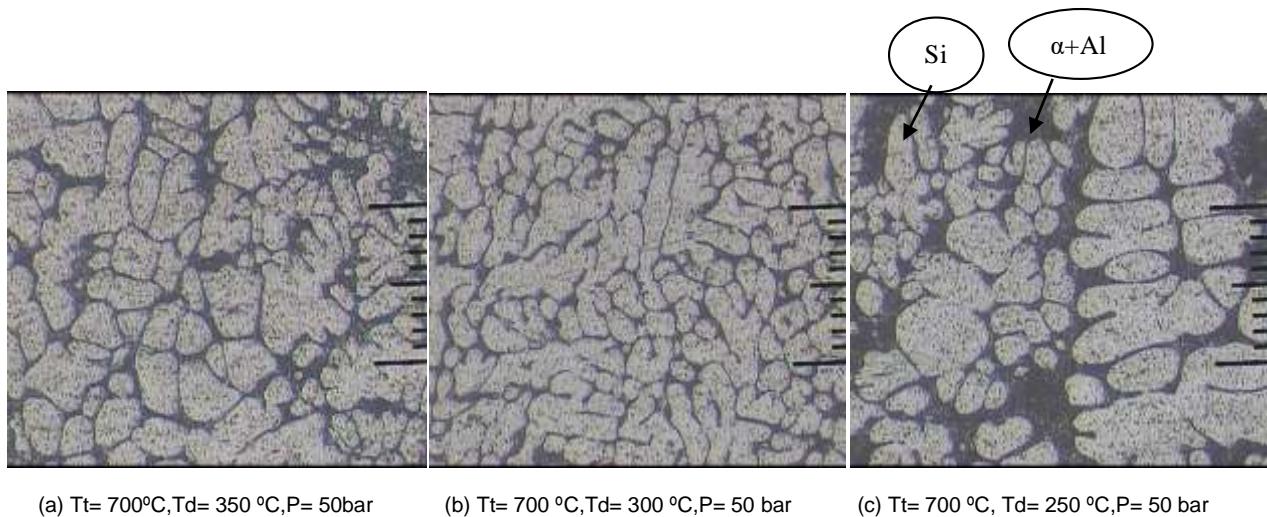
Perubahan temperatur *dies* cukup signifikan pengaruhnya terhadap perubahan ukuran dari fasa silikon primer pada temperatur 350°C dan tekanan 75 bar terlihat pada Gambar 4, fasa silikon pada temperatur *dies* 350°C, 250°C lebih besar dibandingkan dengan fasa silikon pada temperatur *dies* 300°C. Ukuran dari fasa silikon membesar seiring dengan naiknya Temperatur *dies* dimana ukuran fasa paling besar didapatkan pada temperatur *dies* 350°C.

Perubahan temperatur *dies* juga mempengaruhi perubahan ukuran dari fasa  $\alpha$ +Al pada temperatur 350°C terlihat pada Gambar 4, fasa  $\alpha$ +Al lebih besar dibandingkan dengan fasa  $\alpha$ +Al pada temperatur *dies* 250°C dan 300°C. Ukuran dari fasa  $\alpha$ +Al membesar seiring dengan turunnya temperatur *dies* dimana ukuran fasa paling besar didapatkan pada temperatur *dies* 350°C.

## 3. Paduan Al Si 7,79 % Dengan Temperatur Tuang 700°C

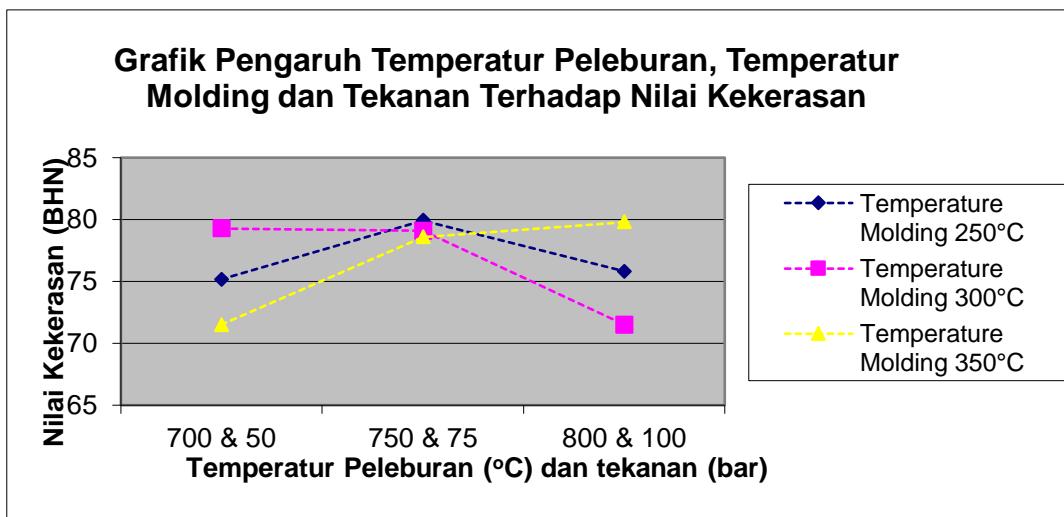
Struktur mikro pada temperatur tuang 700°C dengan temperatur *dies* 350°C ,300°C, 250°C, dan tekanan 50 bar ditunjukkan pada Gambar 5.

Perubahan temperatur *dies* cukup signifikan pengaruhnya terhadap perubahan ukuran dari fasa silikon primer pada temperatur 250°C dan tekanan 50 bar terlihat pada Gambar 6, fasa silikon pada temperatur *dies* 350°C lebih besar daripada fasa silikon pada temperatur *dies* 300°C dan fasa silikon yang terbesar terdapat pada temperatur *dies* 250°C. Ukuran dari fasa silikon membesar seiring dengan turunnya temperatur *dies*.



*Gambar 5. Paduan Al Si 7,79 % Dengan Temperatur Tuang 700°C.*

#### 4. Pengaruh Temperatur Tuang, Temperatur Dies, dan Tekanan Terhadap Kekerasan



*Gambar 6. Grafik Pengaruh Temperatur Tuang, Temperatur Dies, dan Tekanan Terhadap Kekerasan.*

Hasil pengujian kekerasan yang terlihat dalam Gambar 6 di atas menunjukkan perbedaan nilai kekerasan untuk beberapa variasi yang digunakan ternyata tidak terlalu signifikan dan fluktuatif. Temperatur dies  $250^\circ\text{C}$  adalah 75,15 BHN pada temperatur tuang  $700^\circ\text{C}$  dengan tekanan 50 bar kemudian naik menjadi 79,94 BHN. Pada temperatur tuang  $750^\circ\text{C}$  dengan tekanan 75 bar dan sedikit turun pada temperatur tuang  $800^\circ\text{C}$  dan tekanan 100 bar dengan nilai 75,82 BHN.

Nilai kekerasan pada temperatur dies  $300^\circ\text{C}$  juga mengalami penurunan dari 79,29 BHN pada temperatur  $700^\circ\text{C}$  dan tekanan 50 bar menjadi 79,09 BHN. Pada temperatur tuang  $750^\circ\text{C}$ , 75 bar dan turun hingga 71,52 BHN pada temperatur tuang  $800^\circ\text{C}$ , tekanan 100 bar.

---

Nilai kekerasan untuk temperatur dies  $350^{\circ}\text{C}$  mengalami kenaikan dari 71,53 BHN pada temperatur tuang  $700^{\circ}\text{C}$  dengan tekanan 50 bar menjadi 78,61 BHN pada temperatur tuang  $750^{\circ}\text{C}$ , tekanan 75 bar kemudian menjadi 79,81 BHN pada temperatur  $800^{\circ}\text{C}$ , tekanan 100 bar.

Pengamatan kekerasan dalam satu temperatur dies menunjukkan fluktuasi nilai yang tidak terlalu tinggi, kekerasan secara umum menurun dengan meningkatnya temperatur dies. Dari hasil ini, pengaruh struktur mikro sangat signifikan pengaruhnya terhadap kekerasan, terlihat struktur silikon semakin besar pada temperatur dies  $300^{\circ}\text{C}$  dan temperatur tuang  $800^{\circ}\text{C}$  mengakibatkan kekerasan semakin rendah. Kenyataan ini menunjukkan bahwa perubahan temperatur dan tekanan berpengaruh terhadap kekerasan produk hasil HPDC. Hal ini disebabkan semakin besar temperatur, maka laju pembekuan akan semakin lambat atau kecil. Pada temperatur  $250^{\circ}\text{C}$  laju pembekuan lebih cepat karena perbedaan suhu yang suhu yang besar antar permukaan dies dengan material.

Kekerasan bahan Al-Si 7,79 % dengan teknik HPDC berkurang dengan meningkatnya temperatur tuang, pembahasan pada struktur mikro tentang pengaruh temperatur tuang menyebutkan bahwa temperatur tuang yang tinggi menyebabkan bertambahnya waktu pembekuan dan daerah tumbuh fasa silikon sehingga pemisahan terjadi secara sempurna fasa silikon berubah dari serpihan menjadi globular dan silikon primar kecil menjadi silikon primar besar. Perubahan ini dapat dilihat pada gambar di atas jika dibandingkan dengan silikon globular, struktur silikon primar memiliki karakteristik mekanis yang lebih rendah. Temperatur tuang mempengaruhi pembentukan struktur mikro yang berpengaruh terhadap nilai kekerasan, peningkatan temperatur tuang akan mengurangi nilai kekerasan dengan terbentuknya silikon primer.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Kekerasan tertinggi didapatkan pada temperatur molding  $250^{\circ}\text{C}$ , temperatur tuang  $750^{\circ}\text{C}$  dengan tekanan 75 bar yaitu 79,94 BHN
2. Struktur mikro mempunyai hubungan terhadap nilai kekerasan yaitu fasa eutektik silikon yang terbentuk akan semakin merapat dan mengecil jika nilai kekerasannya tinggi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Budi Harjanto, 2009, Pengaruh temperatur tuang dan temperatur cetakan terhadap struktur mikro, kekerasan dan kekuatan rambat retak fatik paduan Al 11,4% Si dan paduan Al 6,43% Si dengan metode *high pressure die casting*. Jurusan teknik Mesin UGM.
- [2]. Dedi Masnur, 2009, Pengaruh parameter proses terhadap fluiditas dan kualitas coran ADC 12 dengan *High Pressure Die Casting*. Jurusan teknik Mesin UGM.
- [3]. Irvan Ade. Widodo. 2020. Analisis pemotongan logam ST-37 dengan mesin potong menggunakan gas Oxy-LPG, Jurnal Turbo Vol.9 No 1, hal 58-63.
- [4]. Irvan Ade, Suryadi, Sistem Peleburan Berbahan nbakar Gas untuk Industri kecil dan Menengah, Jurnal Elektra Vol. 2 No 1 2017, hal 50-57.
- [5]. Choi, J.I., Park, H.J., Kim, J.H., Kim, S.K., 2005, "A Study on Manufacturing of Aluminium Automotive Piston by Thixoforging", Int J Adv Manuf Technol, Springer-Verlag London Ltd, pp. 32-40.
- [6]. Park, J.O., Park, C.W., Kim, Y.H., 2001. "A Study on the Powder Forging of Aluminium Alloy Pistons", International Journal of the Korean of Precision Engineering, Vol. 2 No. 4, pp. 69-74.