

VARIASI TEKANAN DAN PENAMBAHAN UNSUR MAGNESIUM TERHADAP PENGECORAN ALUMINIUM PADA KOPLING PERAHU MOTOR

M. Rizki Harahap^{1)*}, Rizky Brilliant Yuliandi²⁾, Taufikurahman²⁾, Ella Sundari²⁾, Dodi Tafrant^{2)*}

¹⁾Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jl. Sriwijaya Negara, Bukit Besar - Palembang 30139, Indonesia

²⁾Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jl. Sriwijaya Negara, Bukit Besar - Palembang 30139, Indonesia

*email korespondensi: dodi.tafrant@polsri.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Received:
28/07/23

Received in revised:
21/01/24

Accepted:
05/02/24

Online-Published:
30/06/24

© 2024 The Authors. Published by
Machinery: Jurnal Teknologi Terapan
(Indexed in SINTA)

doi:
<http://doi.org/10.5281/zenodo.12736345>

ABSTRAK

Universal joint coupling merupakan bagian dari perahu motor yang menghubungkan antara mesin ke poros propeller. U-joint perahu motor yang terbuat dari aluminium ini sering mengalami kerusakan seperti patah karena mengalami gaya beban ketika beroperasi. Tujuan penelitian ini ialah untuk meningkatkan kualitas dari produk ini dengan metode squeeze casting dengan penambahan unsur magnesium 3% dan 4% serta variasi penekanan 70, 85 dan 100MPa terhadap pengecoran produk universal joint coupling. Proses pengecoran dilakukan dengan meleburkan aluminium dan mencampur dengan magnesium lalu ditekan menggunakan alat hidrolik pressure. Setelah proses pengecoran selesai dilakukan perapihan spesimen untuk pengujian kekerasan dan uji impact. Hasil dari uji kekerasan nilai tertinggi diperoleh pada parameter penekanan 100 MPa. Untuk Al-Mg 4% didapatkan nilai rata-rata kekerasannya 94,66 BHN. Untuk Al-Mg 3% didapatkan nilai rata-rata 90,06BHN. Sedangkan raw material memiliki nilai kekerasan 57,52. Lalu pada pengujian impact nilai tertinggi diperoleh pada parameter penekanan 100 Mpa. Untuk Al-Mg 4% didapatkan nilai 0,083 J/mm². Untuk Al-Mg 3% didapatkan nilai 0,119J/mm² sedangkan raw material memiliki nilai impact 0,036 J/mm². Hal ini dapat dilihat bahwa nilai kekerasan dan impact meningkat dari sebelumnya, ini dapat disimpulkan bahwa metode pengecoran squeeze casting dan penambahan magnesium dapat meningkatkan nilai mekanik dari aluminium

Kata Kunci : Squeeze Casting, Aluminium, Magnesium, Uji Kekerasan, Uji Impact

ABSTRACT

The universal joint coupling is a part of the motor boat which connects the engine to the propeller shaft. The motor boat u-joint which is made of aluminum often suffers damage such as breaking due to loads when operating. The purpose of this research is to improve the quality of this product by using squeeze casting method with the addition of 3% and 4% magnesium and also pressure variations of 70, 85 and 100 MPa for casting universal joint coupling products. The casting process is carried out by melting aluminum and mixing it with magnesium and then pressing it using a hydraulic pressure tool. After the casting process is complete, the specimen is trimmed for hardness testing and impact testing. The results of the hardness test obtained the highest value on the pressure of 100 MPa for Al-Mg 4%, the average hardness value was 94.66 BHN. For 3% Al-Mg, the average value was 90.06 BHN. While the raw material has a hardness value of 57,52. Then in the impact test the highest value was obtained on the pressure parameter of 100 MPa. For 4% Al-Mg a value of 0.083 J/mm² was obtained. For 3% Al-Mg a value of 0.119 J/mm² was obtained while the raw material has an impact value of 0.036 J/mm². It can be seen that the hardness and impact value has increased from before. It can be concluded that the squeeze casting

method and the addition of magnesium can increase the mechanic value of aluminium.

Keywords : Squeeze Casting, Aluminum, Magnesium, Hardness Test, Impact Test

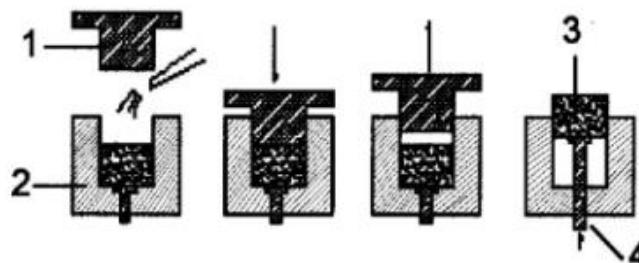
1 PENDAHULUAN

Pada pengecoran logam, peningkatan kualitas dari sebuah produk merupakan hal yang penting. Untuk meningkatkan sebuah produk, metode pengecoran dan bahan material yang digunakan harus diperhatikan guna mendapatkan nilai mekanik yang unggul [1]. Metode *squeeze casting* menghasilkan kualitas yang lebih baik serta hasil coran lebih padat dari metode yang lainnya [2]. Metode ini akan meningkatkan sifat mekanik dari material, semakin besar tekanan yang diberikan maka semakin meningkat juga nilai mekaniknya [3]. Aluminium banyak digunakan di berbagai industri, konstruksi dan lain sebagainya karena memiliki sifat yang ringan, tahan karat, kuat dan keras [4]. Namun aluminium dengan sifat yang murni memiliki sifat mekanik yang kurang baik. Penambahan unsur paduan yang lainnya akan membantu meningkatkan sifat dari aluminium [5]. Magnesium adalah unsur logam yang sering digunakan sebagai paduan pada pengecoran aluminium. Unsur magnesium memberikan pengaruh terhadap peningkatan sifat mekanik dari pengecoran aluminium [6]. Magnesium akan meningkatkan kekerasan aluminium tanpa terlalu menurunkan keuletannya, tetapi penambahan unsur ini harus dengan persentase yang sesuai agar mendapat hasil yang maksimal [7].

Penambahan unsur magnesium pada proses pengecoran aluminium sebagai bahan paduan akan meningkatkan sifat mekaniknya karena memiliki kekuatan, rendah kepadatan dan tahan korosi [8]. Paduan Al-Mg sering digunakan dalam industri pesawat terbang, kapal laut, dan kendaraan bermotor. Salah satu produk yang dihasilkan Industri kecil pengecoran di Palembang adalah *universal joint coupling*, *universal Joint Coupling* atau yang sering disebut bohel kapal adalah suatu komponen mekanik yang digunakan untuk menghubungkan dua poros dengan fleksibilitas relatif. *Universal joint* atau *U-joint* merupakan jenis kopling yang memungkinkan dua poros saling berputar dalam beberapa arah dan tetap terhubung. Pada kopling ini kerusakan yang sering terjadi ialah korosi dan patah dikarenakan bahan aluminium yang memiliki sifat mekanik yang kurang baik. Akibat proses pengecoran dengan sistem grafiti.



Gambar 1. *Universal Joint Coupling* Perahu Motor



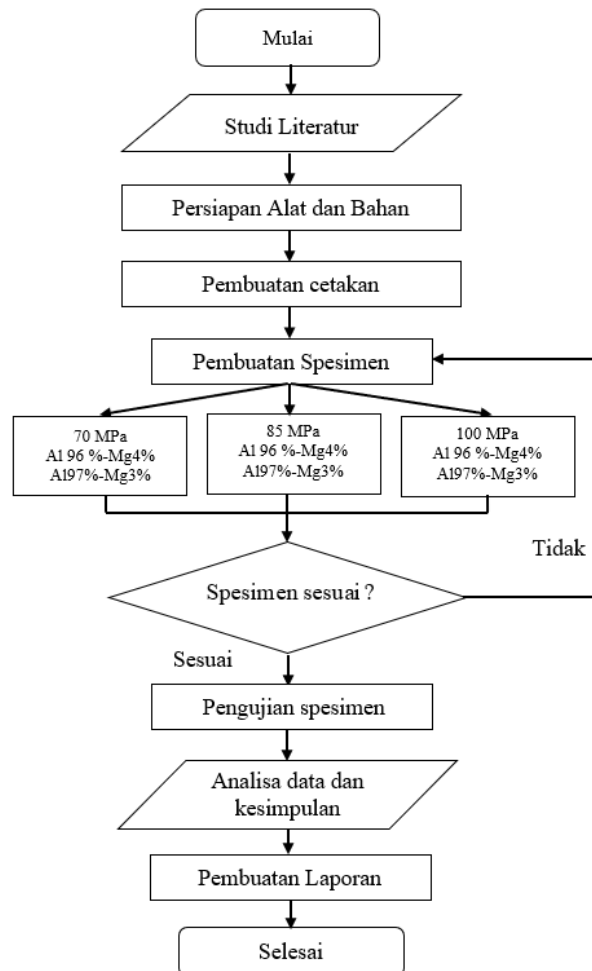
Gambar 2. Proses *Squeeze Casting*

Melalui penelitian ini akan dilakukan perbaikan teknik sistem cor dengan memanfaatkan pengecoran bertekanan *squeeze casting*. Pengecoran dengan tekanan/ *squeeze* adalah suatu metode pengecoran dengan menekan logam cair ke dalam *die* hingga mendingin [9]. Pada proses ini diharapkan mampu memperbaiki sifat mekanik dari coran. Pengecoran ini termasuk proses pengecoran yang memanfaatkan tekanan dengan menuangkan logam cair ke cetakan lalu diberi tekanan [10]. Tekanan normal biasanya 50 – 140MPa tergantung pada bentuk geometris dan sifat mekanisnya.

Dari uraian data di atas maka dilakukan penelitian untuk meningkatkan kualitas dari produk *universal joint coupling* yang berbahan dasar aluminium dengan penambahan persentase magnesium dan menggunakan teknik pengecoran metode tekanan guna memaksimalkan kualitas produk *universal joint coupling*.

2. BAHAN DAN METODE

Tahapan dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode literatur, observasi dan eksperimen, dimulai dengan mengumpulkan data, dan ke lapangan yang menjadi dasar tempat pengujian dan dapat dijadikan subjek penelitian, setelah itu melakukan eksperimen langsung dan melakukan analisa terkait hasil penelitian.

2.1 Alat

Alat yang digunakan pada pengecoran maupun pengujian ialah sebagai berikut:

1. Tungku peleburan
2. Alat hidrolik
3. *Mould* spesimen
4. Gerinda
5. Timbangan digital (ketelitian 1 gram)
6. Jangka sorong
7. Sarung tangan
8. *Brinell test machine*
9. *Impact charpy test machine*

2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Aluminium (produk *universal joint coupling* perahu motor) dengan komposisi kimia sebagai berikut.

Tabel 1. Komposisi Aluminium Produk

Unsur	Atomic Conc.	Weight Conc.
O	1.012	0.599
Mg	0.333	0.300
Al	97.121	97.003
Si	1.152	1.199
Cu	0.382	0.899

2. Magnesium sebagai bahan paduan aluminium

2.3 Proses Pengecoran Al-Mg

Tahapan pengecoran Al-Mg ialah sebagai berikut:

- a. Membuat cetakan spesimen sesuai dengan pengujian yang ditentukan yaitu uji kekerasan dan impak
- b. Menimbang persentase aluminium dan magnesium dalam 1000 gr dengan persentase yang sudah ditentukan yaitu : Al 97% + Mg 3% = Al 970 gr + Mg 30 gr dan Al 96 % + 4% Mg = 960 gr + 40 Mg gr
- c. Aluminium dilebur dalam tungku peleburan hingga suhu 700°C lalu dicampur dengan magnesium dan diaduk secara homogen/ rata.
- d. Pemanasan cetakan hingga suhu yang diinginkan.
- e. Penuangan ke dalam cetakan setelah itu dilakukan penekanan menggunakan *hidrolik pressure* dengan variasi 70 MPa, 85 MPa, 100 MPa.
- f. Keluarkan produk pengecoran dari cetakan spesimen setelah dilakukan penekanan
- g. Pembuatan dan perapian spesimen dengan kikir dan gerinda untuk membentuk spesimen.

2.4 Brinell Test / uji kekerasan

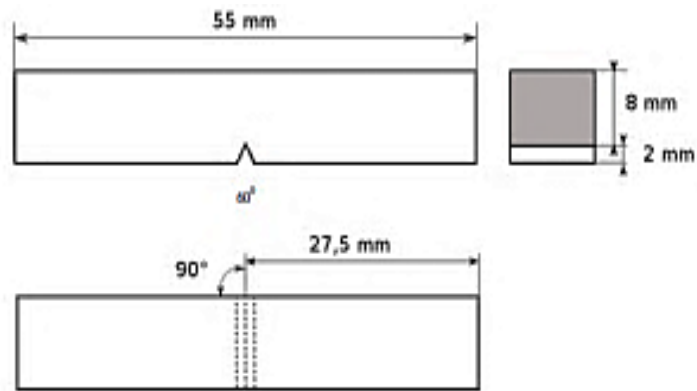
Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode *Brinell Test*. Setiap spesimen akan di uji kekerasan tiga titik dengan posisi yang berbeda secara acak. *Indentor* bola yang digunakan berdiameter 10 mm dengan beban yang diberikan 9,8 kN atau 1000 Kg.f dengan lama penekanan 10 detik.



Gambar 4. Proses Pengujian kekerasan

2.5 Impact Test / Uji Impak

Pengujian impak dilakukan untuk mengetahui ketangguhan dari suatu material. Pengujian ini dilakukan dengan metode *charpy*. Spesimen akan dibentuk sesuai standar pengujian ASTM E 23 seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Desain Spesimen Uji Impak

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

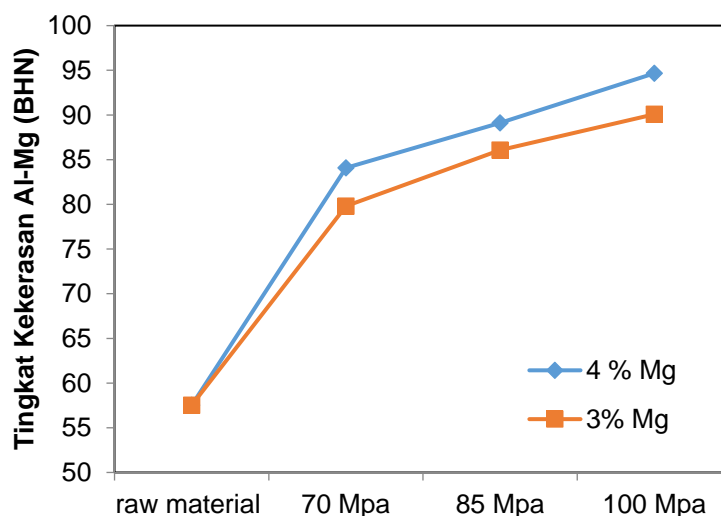
3.1 Hasil *Brinell Test*/ Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan pada penelitian ini untuk mengetahui nilai kekerasan dari pengecoran aluminium produk *u-joint coupling* (*Raw Material*) dengan penambahan persentase Mg dan variasi tekanan, lalu hasil kekerasan dibandingkan dengan nilai kekerasan dari produk *u-joint coupling* (*Raw Material*). Berikut merupakan hasil dari pengujian kekerasan.



Gambar 6. Spesimen Uji Kekerasan

Data hasil pengujian kekerasan dapat dilihat pada gambar berikut, perbandingan kekerasan permukaan mulai dari material tanpa penambahan Mg dan dengan penambahan Mg 2% dan 4%.



Gambar 7. Grafik Nilai Kekerasan

Dapat dilihat setelah melakukan pengujian kekerasan nilai *raw material* sebesar 57,52 BHN . Pada hasil pengecoran aluminium dengan variasi tekanan dan penambahan magnesium 3% nilai tertinggi didapatkan pada parameter tekanan 100 MPa dengan persentase kenaikan dari *raw material* sebesar 57%

dan pada penambahan magnesium 4% nilai tertinggi didapatkan pada parameter tekanan 100 MPa dengan persentase kenaikan dari *raw material* sebesar 65%.

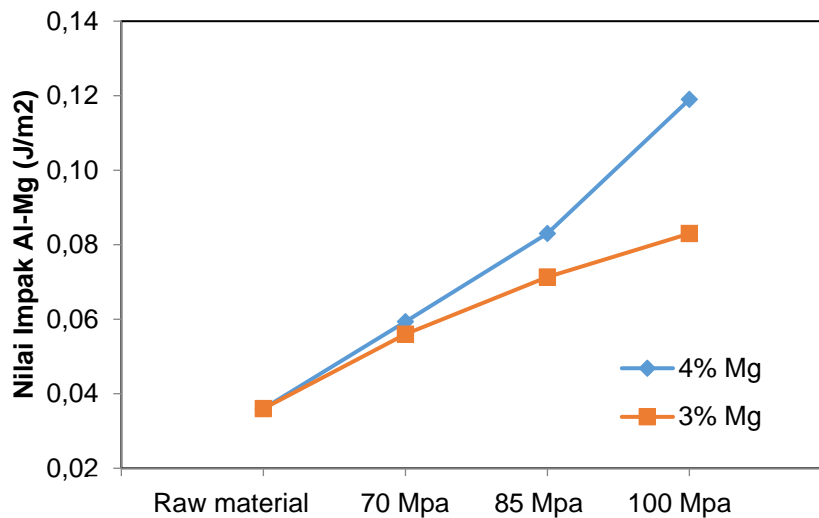
3.2 Hasil Impact Test / Uji Impak

Pengujian impak dilakukan untuk mengetahui ketangguhan hasil pengecoran Al-Mg dengan metode *squeeze casting* berikut merupakan hasil dari uji impak.



Gambar 8. Spesimen Uji Impak

Hasil pengujian impak seperti pada grafik Gambar 9. Dapat dilihat setelah melakukan pengujian impak nilai *raw material* sebesar 0,034 J/mm². pada hasil pengecoran aluminium dengan variasi tekanan dan penambahan magnesium 3% nilai tertinggi didapatkan pada parameter tekanan 100 MPa dengan persentase kenaikan dari *raw material* sebesar 250% dan pada penambahan magnesium 4% nilai tertinggi didapatkan pada parameter tekanan 100 MPa dengan persentase kenaikan dari *raw material* sebesar 144%.



Gambar 9. Grafik Nilai Impak

3.3 Analisis Data Menggunakan ANOVA Two Way

Data dari hasil pengujian kekerasan dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3, selanjutnya dilakukan analisa menggunakan metode ANOVA *two way* dengan program SPSS *statistic*.

Tabel 2. Uji ANOVA *Bending Test*

Source	SS	df	MS	F_{hitung}	F_{tabel}	Sig.	Eta Squared (η^2)
Corrected Model	399.358 ^a	5	79.872	17.080	3.11	<,001	.877
Tekanan	326.593	2	163.297	34.920	3.885	<,001	.717
magnesium	70.765	1	70.765	15.133	4.747	.002	.155
interaction	2.000	2	1.000	.214	3.885	.811	.0044
Error	56.116	12	4.676				.123
Corrected Total	455.474	17					

Tabel 3. Uji ANOVA *Impact Test*

Source	SS	df	MS	F _{hitung}	F _{tabel}	Sig.	Eta Squared (η^2)
Corrected Model	.008a	5	.002	2.851	3.11	.064	.543
Tekanan	.006	2	.003	5.154	3.885	.024	.393
magnesium	.001	1	.001	2.372	4.747	.149	.090
interaction	.001	2	.000	.788	3.885	.477	.060
Error	.007	12	.001				
Corrected Total	.014	17					

Dasar pengambilan keputusan/ hipotesa pada ANOVA *two way* pada program SPSS *Statistic* adalah Ho artinya tidak adanya pengaruh yang signifikan variasi variabel faktor terhadap nilai dampak dan kekerasan material. Sedangkan Ha mengartikan adanya pengaruh yang signifikan variasi variabel faktor terhadap nilai dampak dan kekerasan. Pada hasil data di atas dapat diambil keputusan:

1. Pada kedua pengujian di atas faktor tekanan diperoleh $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka Ho ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan/pengaruh hasil uji kekerasan dan uji dampak berdasarkan variasi tekanan .
2. Pada faktor magnesium untuk *brinell test* diperoleh $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka Ho ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan/pengaruh hasil uji kekerasan berdasarkan variasi magnesium sedangkan untuk uji dampak $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka Ho diterima sehingga dapat disimpulkan tidak ada perbedaan/pengaruh hasil uji dampak berdasarkan variasi magnesium.
3. Pada kedua pengujian di atas faktor interaksi tekanan magnesium diperoleh $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka Ho diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa "tidak ada interaksi" variasi tekanan dengan variasi magnesium dalam menentukan hasil uji kekerasan dan uji dampak.

Dari keputusan di atas didapatkan hasil bahwa faktor tekanan dan faktor magnesium memberikan pengaruh pada pengecoran Aluminium. Persentase pengaruh kedua faktor tersebut bisa dilihat pada kolom *eta squared* dengan keterangan sebagai berikut:

- a. Pada faktor tekanan nilai *eta squared* adalah 0,717 untuk uji kekerasan dan 0,393 untuk uji dampak. sehingga dapat disimpulkan bahwa persentase pengaruh tekanan terhadap nilai kekerasan material memberikan pengaruh sebesar 71,7% dan pengaruh terhadap nilai dampak sebesar 39,3%.
- b. Pada faktor magnesium nilai *eta squared* adalah 0,155 untuk uji kekerasan dan 0,090 untuk uji dampak sehingga dapat disimpulkan bahwa persentase pengaruh variasi penambahan magnesium terhadap nilai kekerasan material memberikan pengaruh sebesar 15,5% dan pengaruh terhadap nilai dampak 9%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka pengaruh pengecoran Al-Mg dengan metode *squeeze casting* didapatkan nilai kekerasan tertinggi yaitu dengan rata – rata 94,66 BHN dengan parameter Al-Mg 4% penekanan 100MPa, sedangkan untuk uji dampak nilai tertinggi diperoleh dengan rata-rata 0,119 J/mm² dengan parameter Al-Mg 3% penekanan 100 MPa. Nilai kekerasan terendah pada pengecoran Al-Mg yaitu dengan penambahan magnesium 3% dan tekanan 70MPa yaitu dengan nilai rata-rata 79,81 BHN sedangkan untuk nilai dampak terendah pada penambahan magnesium 4% dan tekanan 70 MPa yaitu dengan nilai rata-rata 0,056. Berdasarkan data ANOVA dapat dijelaskan bahwa tekanan memiliki pengaruh yang cukup besar dalam meningkatkan kekerasan yaitu untuk tekanan berpengaruh sebesar 71,7%, sedangkan pengaruh tekanan terhadap nilai dampak sebesar 39,3% sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar tekanan maka semakin meningkat juga nilai kekerasan dan dampak material. Persentase magnesium memiliki pengaruh sebesar 55,8% terhadap nilai kekerasan dan 9% terhadap nilai dampak, sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan magnesium berpengaruh dalam meningkatkan kekerasan dan ketangguhan material tetapi memiliki batas persentase yang tepat untuk untuk mendapatkan kekerasan yang maksimal sehingga tidak membuat material tersebut menjadi getas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hartono, Purwanto, & Respati. (2012). Pengaruh tekanan terhadap struktur mikro dan kekerasan pada proses semi solid casting pada paduan aluminium daur ulang. *Jurnal Momentum*, Vol 8, No 2, 35-42. doi: <https://dx.doi.org/10.36499/jim.v8i2.427>
- [2] Taufikurrahman, Yanis, M., & Nukman. (2013). Effect of the pressure of the squeeze process on the hardness and micro structure of recycled aluminum materials. *Journal Of Mechanical Science And Engineering*, 1(1), 7–12. <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jmse/article/view/161>
- [3] Nugroho, E., Handono, S. D., & Wahyudi, T. C. (2019). Pengaruh penambahan magnesium pada scrap aluminium di proses squeeze casting dengan memvariasikan nilai tekanan dan durasi percobaan nilai tekanan terhadap kekerasan. *Jurnal Prosiding SNTTM XVIII*, 1-4. <http://prosiding.bkstm.org/prosiding/2019/RM14.pdf>
- [4] Shomad, M. A., & Jordianshah, A. A. (2020). Pengaruh penambahan unsur magnesium pada paduan aluminium dari bahan piston bekas. *Jurnal Teknoin*, Vol 26, No 1, 75-82. doi: <https://doi.org/10.20885/teknoin.vol26.iss1.art8>
- [5] Julmansyah. (2017). Pengaruh penambahan unsur magnesium terhadap sifat mekanik pada pengecoran paduan aluminium. <https://perpustakaan.ft.unram.ac.id/index.php?p=fstream&fid=599&bid=7276>
- [6] El-karomi, K. S., Harjanto, B., & Subagsono. (2015). Analisis pengaruh penambahan unsur magnesium (mg) terhadap tingkat kekerasan, struktur mikro dan kekuatan impact pada velg aluminium (Al - 0,5% Si). *Jurnal Nosei*, 4(2). <https://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/ptm/article/view/8110>
- [7] Noor Cholis, S., Suharno, & Yadiono. (2013). Pengaruh penambahan unsur magnesium (Mg) terhadap kekerasan dan struktur mikro pada pengecoran aluminium. *Jurnal Nosei*, 2(1). <http://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/ptm/article/view/2659/1859>
- [8] Ikbar, F., Rasid, M., & Sundari, E. (2023). Analisis pengaruh penambahan unsur magnesium terhadap kuat lengkung pada material aluminium. *MACHINERY: Jurnal Teknologi Terapan*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.7684050>
- [9] Handono, S. D., Nugroho, E., & Yuono, L. D. (2019). Pengaruh variasi temperatur dan komposisi bahan terhadap kekerasan pada proses squeeze casting dengan material Al dan Mg. *Jurnal Prosiding SNTTM XVIII*, 1-3. <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur/article/download/739/389>.
- [10] Windarta, & Maghfurah, F. (2018). Analisa pengaruh variasi tekanan dan temperatur terhadap porosity pada proses high pressure die casting (HPDC) untuk material aluminium HD2. *Jurnal Semrestek*, 447-455. <https://teknik.univpancasila.ac.id/semrestek/prosiding/index.php/12345/article/view/258/242>.