

PEMANFAATAN PADUAN ALUMINIUM SILIKON SEBAGAI MATERIAL SHIFTING LEVER PADA TRAKTOR TANGAN

Justin Yudistira^{1)*}, Firdaus^{2)*}, Taufikurrahman²⁾

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

*email korespondensi: firdaus@polsri.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Received:
28/07/23

Received in revised:
12/12/23

Accepted:
02/02/24

Online-Published:
30/06/24

©2024 The Authors. Published by
Machinery: Jurnal Teknologi Terapan

doi:
<http://doi.org/10.5281/zenodo.12738698>

ABSTRAK

Shifting lever merupakan bagian dari sistem kemudi pada traktor tangan yang menghubungkan shifting rod dengan shifting lever, tuas ini berfungsi sebagai pengendali pengemudi agar bisa melakukan pemindahan gigi transmisi sesuai dengan kondisi mengemudi yang diinginkan. Penghubung pada bagian-bagian shifting lever menerima gerakan naik turun saat kendaraan sedang dijalankan jadi shifting lever mengalami kerusakan akibat menerima gerakan naik turun pada traktor tangan. Dengan metode pengecoran logam squeeze casting dimana logam cair ditekan kedalam rongga cetakan dengan kondisi logam cair yang hampir membeku. dengan pengecoran aluminium daur ulang dengan penambahan komposisi 12,2% 12,6% dan 13,2% dan penekanan 70 MPa serta suhu penuangan 760°C. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan produk pengecoran yang mampu menghasilkan nilai sifat material yang mendekati nilai kekerasan produk shifting lever pada traktor tangan. Pada hasil pengamatan didapat nilai kekerasan rata-rata pada komposisi 12,2% silikon sebesar 102,70 BHN, pada komposisi 12,6% silikon nilai kekerasannya sebesar 107,66 BHN dan pada komposisi 13,2% paduan silikon memiliki nilai kekerasan rata-rata 101,17 BHN yaitu nilai kekerasan yang paling rendah diantara ketiga komposisi tersebut dan nilai kekerasan paling tinggi terdapat pada komposisi silikon 12,6% dengan tingkat kekerasan rata-ratanya sebesar 107,6 BHN.

Kata Kunci: Squeeze casting, Aluminium daur ulang paduan silikon, Kekerasan, Shifting Lever traktor tangan, Silikon

ABSTRACT

Shifting lever is part of the steering system on a hand tractor that connects the shifting rod with the shifting lever, this lever functions as a driver controller so that it can shift transmission gears according to the desired driving conditions. The connecting parts of the shifting lever receive up and down movements when the vehicle is being run so the shifting lever is damaged due to receiving up and down movements on the hand tractor. With the squeeze casting metal casting method where the liquid metal is pressed into the mold cavity with almost frozen liquid metal conditions. by casting recycled aluminum with the addition of 12.2% 12.6% and 13.2% composition and 70 MPa pressure and pouring temperature of 760°C. This research is expected to produce a casting product that is able to produce a material property value that is close to the hardness value of the shifting lever product on the hand tractor. In the observation results obtained the average hardness value in the composition of 12.2% silicon of 102.70 BHN, in the composition of 12.6% silicon the hardness value is 107.66 BHN and in the composition of 13.2% silicon alloy has an average hardness value of 101.17 BHN which is the lowest hardness value among the three compositions and the highest hardness value is found in the composition of 12.6% silicon with an average hardness level of 107.6 BHN.

Keywords: Squeeze casting, Silicon alloy recycled aluminum, Hardness, Shifting Lever of hand tractor, Silicon

1 PENDAHULUAN

Penggunaan logam sisa sebagai bahan baku dalam industri manufaktur terus meningkat, mendorong pertumbuhan usaha penampungan logam sisa di sekitar wilayah industri. Logam aluminium adalah salah satu jenis logam sisa yang sering digunakan dalam proses pengecoran dan permintaannya terus bertambah sebagai komoditi perdagangan. Hal ini dipicu oleh perkembangan industri dan kebutuhan untuk mengurangi dampak lingkungan melalui praktik daur ulang [1].

Pengecoran logam adalah proses pembuatan di mana logam dipanaskan hingga mencapai titik lelehnya, kemudian logam cair dituangkan ke dalam cetakan untuk membentuk produk dengan karakteristik tertentu. Tujuannya adalah untuk menciptakan produk berkualitas tinggi, dengan harga terjangkau, dan sesuai dengan persyaratan seperti kekuatan, daya tahan, kekerasan, dan akurasi dimensi [2].

Aluminium merupakan jenis logam *non-ferro* dengan berbagai kelebihan, diantaranya adalah bobotnya yang ringan, ketahanan korosi yang baik, dan kemudahan dalam proses konstruksi. Untuk meningkatkan sifat mekaniknya, aluminium dapat dikombinasikan dengan berbagai faktor lainnya [3]. Pada pengecoran, kenaikan mutu produk ialah perihal yang berarti, terutama dengan pemakaian logam *non-ferro* semacam aluminium yang ringan serta tahan korosi. Tetapi, aluminium mempunyai sifat mekanik rendah, yang bisa diperbaiki dengan menambahkan seng, magnesium, ataupun silikon pada proses pengecoran. Di era saat ini, permintaan akan produk berkualitas tinggi mendorong penelitian dan pengembangan teknologi dalam penciptaan logam untuk berbagai industri [4].

Paduan Al-Si merupakan pilihan yang sangat universal dalam pengecoran aluminium. Paduan ini menonjolkan sifat mekanis dan tribologi yang unggul, termasuk ketahanan terhadap korosi, konduktivitas termal yang tinggi, serta daya tahan yang kuat terhadap beban mekanis [5]. Aluminium banyak digunakan di berbagai industri, konstruksi dan lain sebagainya sebab mempunyai sifat yang ringan, tahan karat, kuat dan keras. Namun aluminium dengan sifat yang murni memiliki sifat mekanik yang kurang baik. Oleh karena itu, dibuat paduan aluminium dengan elemen penguat yang bertujuan untuk memperbaiki kondisi ini, tetapi belum tentu dengan ketahanan korosi yang baik, yang juga mengurangi keuletan [6]. Unsur silikon adalah padatan kristal yang keras tetapi rapuh dengan pola biru-abu-abu yang mengkilap, silikon tidak sangat reaktif dengan oksigen, walaupun mempunyai afinitas kimiawi yang sangat besar terhadap oksigen. Silikon merupakan paduan yang sangat universal dalam pengecoran sebab fluiditasnya yang baik, densitas rendah (2,34 gr/cm³) serta kelarutan rendah [7]. Silikon jadi bahan pengotor yang kerap ditemui pada aluminium murni komersial ataupun aluminium paduan yang mempengaruhi pada ketahanan aus yang jadi lebih baik pada paduan *eutectic* daripada *hypo**eutectic* serta *hyper**eutectic* [8].

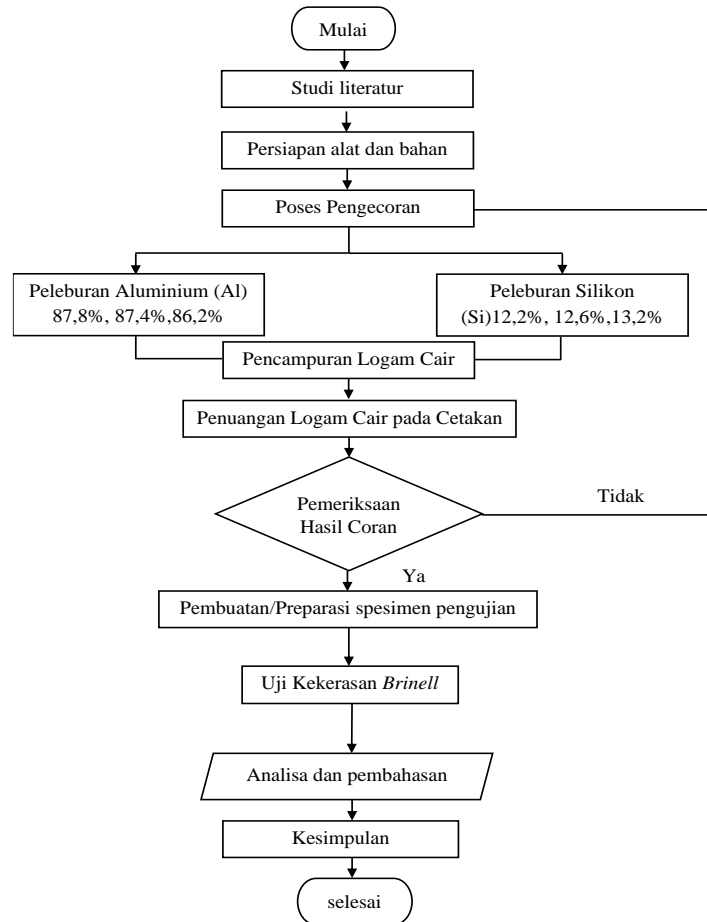
Dari latar belakang yang telah diuraikan di atas dengan ini akan membuat suatu terobosan dengan memanfaatkan daur ulang aluminium menjadi produk yang dapat digunakan Kembali seperti tuas kopling atau *shifting lever* dengan adanya produk ini dapat membantu petani dan dapat mengoptimalkan atau mengurangi biaya pengeluaran jika terjadinya patahan atau keausan pada *shifting lever* yang harus mengganti dengan yang baru.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Metode Penelitian

Berikut adalah tahapan-tahapan proses penelitian berdasarkan diagram alir penelitian pengecoran Aluminium paduan silikon dengan variasi komposisi 12,2 %, 12,6 % dan 13,2 % untuk dijadikan spesimen uji kekerasan, metode *squeeze casting*

- Membuat cetakan spesimen uji kekerasan sesuai dengan standar yang digunakan
- Menyiapkan *pressure hydraulic* sebagai alat untuk penekan sesuai dengan metode pengecoran *squeeze casting*
- Siapkan komposisi paduan silikon sesuai dengan komposisi yang telah dibuat 12,2 %, 12,6 % dan 13,2 %
- Selanjutnya proses peleburan pengecoran daur ulang aluminium paduan silikon dengan 3 variasi komposisi di suhu 760°C penuangan ke dalam cetakan
- Kemudian proses penekanan menggunakan *pressure hydraulic*
- Pressure* dengan penekanan sebesar 70 MPa untuk mengurangi cacat porositas
- Keluarkan produk pengecoran dalam cetakan spesimen setelah proses penekanan lalu dibentuk spesimen uji kekerasan sesuai dengan standar yang digunakan



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian pengecoran aluminium daur ulang paduan silikon ini dapat dilihat dibawah ini:

1. Alat uji kekerasan *brinell* (*brinell hardness tester*)
2. Alat hidrolik press (*hydraulic pressing machine*)
3. Tungku peleburan (*melting furnace*)
4. Cetakan spesimen (*specimen molds*)
5. Besi pengaduk (*stirring iron*)
6. Amplas (*sandpaper*)
7. Timbangan digital (*digital scales*)
8. Aluminium daur ulang
9. Silikon

2.3 Proses Pengecoran Logam Dengan Metode *Squeeze Casting*

Metode *squeeze casting* proses di mana logam cair didinginkan di bawah tekanan, biasanya menggabungkan keuntungan dari penempaan dan pengecoran. Pada studi yang dilakukan Souissi et al., proses pengecoran *squeeze casting* dapat mengurangi porositas karena efek tekanan selama pembekuan, tidak hanya itu, proses pengecoran *squeeze casting* juga dapat meningkatkan kekerasan paduan aluminium [10].

Berikut ini adalah tahapan-tahapan proses pembuatan hasil pengecoran aluminium paduan silikon dengan variasi komposisi 12,2 %, 12,6 % dan 13,2 % untuk dijadikan spesimen uji kekerasan, impak dan tarik dengan metode *squeeze casting*.

- a. Pembuatan cetakan dengan material logam dengan ukuran 25x3,5 cm dengan kemiringan tertentu agar pada saat proses penekanan mudah untuk dikeluarkan beserta dengan penekannya yang berbentuk kotak sama dengan cetakan tetapi dengan kemiringan yang telah ditentukan sama dengan cetakannya dengan ketebalan cetakan 8 mm.



Gambar 2. Cetakan dan Penutup (Penekan)

- b. Untuk proses penekanan pada logam cair menggunakan penekan dengan beban 70 MPa untuk mengurangi porositas untuk hasil pengecoran logam yaitu sesuai dengan tujuan dari pengecoran logam dengan metode *squeeze casting*.

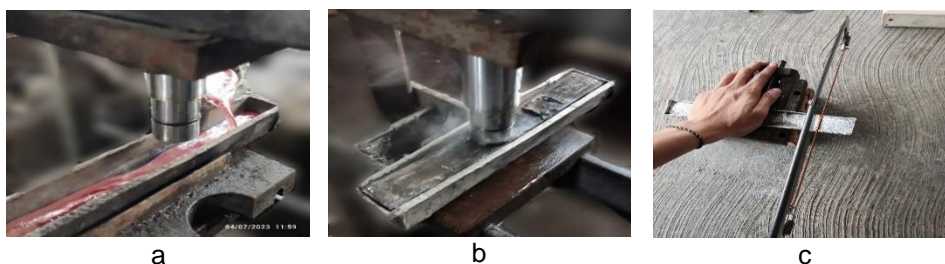


Gambar 3. Pressure Hydraulic

2.3.1 Proses Peleburan

Adapun tahapan dari proses peleburan aluminium daur ulang paduan silikon dengan komposisi 12,2%, 12,6% dan 13,2% sebagai berikut:

- Material yang telah ditimbang dan akan dileburkan masukan pada tungku yang telah mendidih, dengan komposisi yang telah disesuaikan dengan suhu 780°C
- Material yang telah terlebur menjadi satu aluminium daur ulang dan silikon kemudian proses penuangan ke dalam cetakan sebelum dilakukan penuangan, cetakan dilapisi cairan dan dipanaskan agar mengurangi timbulnya *thermal shock*, pada cetakan
- Setelah mengalami penekanan sebesar 70 MPa pada logam cair selanjutnya material dikeluarkan dari cetakan spesimen dan melakukan *finishing* menggunakan amplas, kikir dan gergaji.



Gambar 4. a. Penuangan, b. Penekanan, dan c. *finishing*

2.3.2 Proses *Finishing* Spesimen Uji Kekerasan

Adapun proses *finishing* pada spesimen uji kekerasan dengan menggunakan amplas no 80, 120 dan terakhir 320 adalah sebagai berikut:



Gambar 5. Proses Pengamplasan Uji Kekerasan *Shifting Lever*



Gambar 6. Proses Pengampalsan Hasil Pengecoran

2.3.3 Rumus Uji Kekerasan

Menurut Sofyan (2011), adapun rumus yang digunakan dalam mencari nilai kekerasan *brinell* yang telah di uji kekerasan adalah sebagai berikut [11]:

$$BHN = \frac{P}{\left(\frac{\pi D}{2}\right)(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

atau

$$BHN = \frac{2P}{(\pi.D)(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

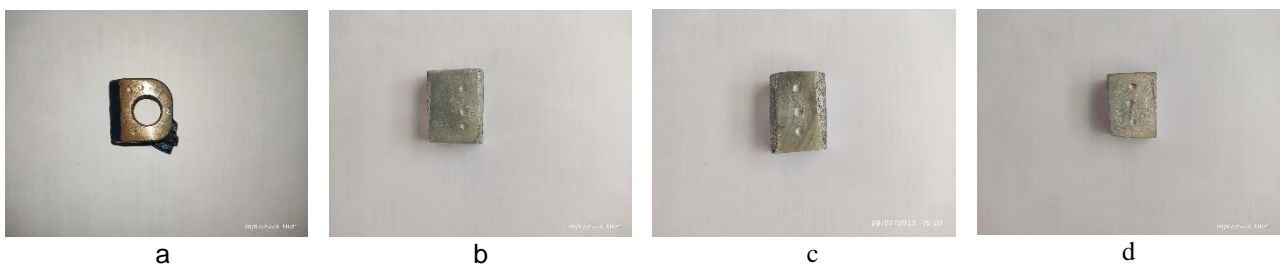
dimana

- P = beban (kgf),
- D = diameter bola indenter (mm),
- d = diameter jejak (mm)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Uji Kekerasan

Uji kekerasan pada penelitian ini untuk mengetahui hasil kekerasan pada material dari produk pengecoran daur ulang aluminium paduan silikon dengan penambahan variasi komposisi 12,2 %, 12,6% dan 13,2% untuk dibandingkan dengan hasil kekerasan dari produk *shifting lever* pada traktor tangan, berikut hasil pengujian kekerasan dari material:



Gambar 7. Spesimen a. Raw Material, b.12,2%, c.12,6% dan d.13,2%

Perhitungan Nilai Kekerasan dari Material Shifting Lever Lokasi Titik 1 Uji Dari Spesimen *Shifting Lever*

$$BHN = \frac{1000}{\left(\frac{\pi \cdot 10}{2}\right)(10 - \sqrt{10^2 - 2,77^2})} = 162,78 \text{ BHN}$$

Lokasi Titik 2 Uji Dari Spesimen *Shifting Lever*

$$BHN = \frac{1000}{\left(\frac{\pi \cdot 10}{2}\right)(10 - \sqrt{10^2 - 2,72^2})} = 168,94 \text{ BHN}$$

Lokasi Titik 3 Uji Dari Spesimen *Shifting Lever*

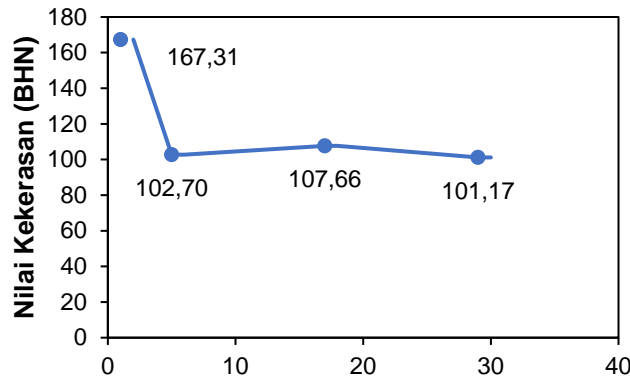
$$BHN = \frac{1000}{\left(\frac{\pi \cdot 10}{2}\right)(10 - \sqrt{10^2 - 2,71^2})} = 170,21 \text{ BHN}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyak data}} = \frac{162,78 + 168,94 + 170,21}{3} = 167,31 \text{ BHN}$$

Tabel 1. Hasil Uji Kekerasan

Nama sampel		titik	d (diameter lekukan)	Nilai Kekerasan (BHN)	Rata-rata	Rata-rata per sampel
Raw Material	Sampel	1	2,77	162,78	167,31	167,31
		2	2,72	168,94		
		3	2,71	170,21		
Aluminium +12,2 % Si	Sampel 1	1	3,5	3,5	102,15	102,70
		2	3,51	3,51		
		3	3,42	3,42		
	Sampel 2	1	3,54	98,36	103,79	
		2	3,5	100,70		
		3	3,32	112,29		
	Sampel 3	1	3,41	106,27	102,16	
		2	3,5	100,70		
		3	3,52	99,52		
Aluminium +12,6 % Si	Sampel 1	1	3,27	115,86	109,98	107,66
		2	3,28	115,13		
		3	3,53	98,94		
	Sampel 2	1	3,27	115,86	103,27	
		2	3,6	95,00		
		3	3,53	98,94		
	Sampel 3	1	3,27	115,86	109,74	
		2	3,29	114,41		
		3	3,53	98,94		
Aluminium +13,2 % Si	Sampel 1	1	3,5	100,70	101,14	101,17
		2	3,54	98,36		
		3	3,44	104,36		
	Sampel 2	1	3,4	106,92	102,46	
		2	3,58	96,10		
		3	3,44	104,36		
	Sampel 3	1	3,5	100,70	99,92	
		2	3,51	100,11		
		3	3,53	98,94		

Hasil yang didapat untuk pengujian kekerasan pada produk pengecoran daur ulang aluminium paduan silikon 12,2% sebesar 102,70 BHN, 12,6% sebesar 107,66 BHN dan 13,2% sebesar 101,17 BHN.



Gambar 8. Grafik Uji Kekerasan Brinell

Dari Tabel 1 di atas dapat dilihat hasil uji kekerasan yang paling tinggi terdapat pada aluminium komposisi 12,6 % dengan rata-rata 107,6 BHN hasil uji kekerasan menampilkan peningkatan yang tidak terlalu spesifik, aluminium paduan silikon 13,2 % ialah paduan yang sangat lemah bila di dibandingkan dengan paduan yang lain dengan proses pengecoran menggunakan metode *squeeze casting*.

3.2 Analisis Dan Pembahasan Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan pada spesimen hasil coran dengan produk *shifting lever* yang terlihat pada tabel produk *shifting lever* atau original mempunyai nilai kekerasan pada titik pertama 162,78 BHN titik kedua, 168,94 BHN titik ketiga, 170,21 BHN. Produk coran dari bahan material daur ulang aluminium paduan silikon dengan komposisi 12,2% silikon rata-rata kekerasan 102,70 BHN Pengecoran dengan komposisi 12,6% silikon rata-rata nilai kekerasannya paling tinggi dengan rata-rata tingkat kekerasannya sebesar 107,66 BHN. Pengecoran dengan komposisi 13,2% silikon paling rendah dengan rata-rata nilai kekerasannya 101,17 BHN hasil data pengujian menunjukkan bahwa produk pengecoran mempunyai nilai kekerasan di bawah produk *shifting lever* karena kemungkinan adanya perbedaan material atau komposisi yang digunakan pada material *shifting lever* dan metode pengecoran

Nilai kekerasan produk cor pada setiap komposisi mengalami peningkatan dengan variasi komposisi. Semakin tinggi paduan silikonnya semakin besar juga nilai kekerasannya tetapi memiliki batas komposisi yang mana bisa dilihat dari tabel bahwasanya dari komposisi 12,2% silikon rata rata kekerasannya 102,70 BHN pada komposisi 12,6% silikon mengalami peningkatan rata rata kekerasannya sebesar 107,66 BHN sedangkan pada komposisi 13,2% silikon mengalami penurunan dengan rata rata nilai kekerasannya 101,17 BHN.

Oleh karena itu, *shifting lever* tidak membutuhkan kekuatan dan kekerasan yang sangat tinggi karena semakin besar penambahan komposisi silikon maka semakin turun nilai kekerasannya dan menunjukkan kegetasan material yang tinggi. Hasil pengecoran spesimen untuk alternatif pengganti *shifting lever* pada komposisi 12,6 % silikon dimana nilai kekerasannya mampu dan layak digunakan sebagaimana fungsi *shifting lever* pada traktor tangan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengujian Kekerasan yang telah dianalisis maka bisa ditarik kesimpulan bahwa pengaruh variasi komposisi pengecoran daur ulang Al-Si dengan metode pengecoran *squeeze casting* didapat nilai kekerasannya yang paling tinggi pada komposisi 12,6% silikon dengan nilai kekerasan 107,66 BHN mendekati nilai kekerasan produk *shifting lever* walaupun terpaut jauh dengan nilai kekerasannya karena kemungkinan perbedaan bahan dan metode pengecoran, tetapi dalam pengoperasian normal dan cocok digunakan sebagai fungsi *shifting lever* pada traktor tangan. Pengaruh variasi komposisi pengecoran daur ulang Al-Si dengan metode pengecoran *squeeze casting* didapat nilai kekerasan paling rendah 101,17 BHN dengan komposisi yang paling tinggi. Hal tersebut terjadi karena semakin besar penambahan komposisi silikon menunjukkan kegetasan material yang bertambah juga. Pengaruh komposisi pada pengecoran daur ulang Al-Si dengan metode pengecoran *squeeze casting* bisa diambil kesimpulan bahwa semakin besar nilai penambahan komposisi semakin besar juga nilai kekerasannya tetapi memiliki batas persentase yang tepat untuk menambah kekerasan yang maksimal dan tidak menunjukkan kegetasan pada material dengan melihat

diagram *fasa* pada paduan Al-Si yang mana fasa *Hypereutectic* dimana komposisi silikon di atas 12,2% kaya akan silikon dengan *fasa eutektik* sebagai fasa tambahan yang memiliki karakteristik ketahanan aus dan kekerasan paduan meningkat pada penelitian ini didapat fasa *Hypereutectic* dengan komposisi 12,6% silikon dengan rata-rata nilai kekerasannya 107,66 BHN.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syahputra, W., & Junaidi. (2019). Karakteristik Aluminium Daur Ulang Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Karakteristik Aluminium Daur Ulang Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Coran Pulli Dengan Cetakan Pada Pelaksanaan Pekerjaan Sistem Pengecoran. *July*, 0–8.
- [2] Edriyanto, Balaka, R., & Aminur. 2017. Pengaruh Artificial Aging dan Natural Aging Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Pengecoran Logam Piston Al-Si. *Enthalpy*, 2(3), 1–11
- [3] Zain, M. R., & Nasution, F. A. K. 2022. Pengaruh Penambahan Unsur Silikon (Si) Pada Aluminium (Al) Terhadap Kekuatan Impak Material Campuran Al-Si. 17(3), 3–6.
- [4] Setiawan Noor Cholish, Suharno, Y. (2020). Pengaruh Penambahan Unsur Magnesium (Mg) Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Pengecoran Aluminium. 21(1), 1–9. <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>.
- [5] Mathavan, J.J. dan A. Patnaik. 2016. Analysis of Wear Properties of Aluminium Based Journal Bearing Alloys with and Without Lubrication. IOP Conf. Series: Material Science and Engineering 149: 1-11.
- [6] Julmansyah. 2017. Pengaruh Penambahan Unsur Magnesium Terhadap Sifat Mekanik pada Pengecoran Paduan Aluminium. <https://perpustakaan.ft.unram.ac.id/index.php?p=fstreampdf&fid=599&bid=7276>
- [7] Rana, R.S., R. Purohit, dan S. Das. 2012. Reviews on the Influence of Alloying Elements on the Microstructure and Mechanical Properties of Aluminium Alloys and Aluminium Alloy Composites. *International Journal of Scientific and Research Publications* 2(6): 1-7.
- [8] Kumar, V., Mehdi, H., & Kumar, A. 2015. Effect of Silicon content on the Mechanical Properties of Aluminum Alloy Friction Stir Welding View project Effect of Silicon content on the Mechanical Properties of Aluminum Alloy. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2(4), 1326–1330. <https://www.researchgate.net/publication/282704257>
- [9] ASTM E10.2018. Standard Test Method For Brinell Hardness Of Metallic Materials
- [10] Sukma, H., Prasetyani, R., Rahmalina, D., & Imanuddin, R. (2015). Peran Penguat Partikel Alumina dan Silikon Karbida Terhadap Kekerasan Material Komposit Matriks Aluminium. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2015*, November, 1–13.
- [11] Sofyan, T. Bondan. 2011. *Pengantar Materi Teknik*: Penerbit: Salemba Teknik.