

Pengaruh Jenis Limbah Aluminium Pada Proses Pengecoran Menggunakan Tungku Krusibel Terhadap Nilai Kekerasannya

David Dwi Putra¹, Faisal Haqqoni², Mohammad Nurhilal³, Ulikaryani^{4*}

^{1, 2, 3, 4}Progam Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Cilacap

^{1,2,3,4}Jl. Dr. Soetomo, No. 1 Sidakaya Kabupaten Cilacap, 53212, Indonesia

E-mail: dapitputra789@gmail.com¹, faisal.haqqoni1311001@gmail.com², mohammadnurhilal@gmail.com³, ulikaryani@pnc.ac.id

Info Naskah:

Naskah masuk: 7 Juni 2023

Direvisi: 10 Juli 2023

Diterima: 10 Juli 2023

Abstrak

Limbah aluminium yang menumpuk karena luasnya penggunaan aluminium dalam kebutuhan rumah tangga, keseharian, maupun dalam pembuatan komponen-komponen material industri akan berdampak bagi lingkungan jika tidak ditanggulangi dengan tepat. Pemanfaatan limbah aluminium perlu dilakukan agar menjadi produk yang memiliki nilai jual lebih melalui proses pengecoran menggunakan tungku krusibel. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan kekerasan limbah aluminium yang berasal dari kaleng aluminium bekas, panci aluminium bekas dan kabel aluminium bekas yang dilebur pada tungku krusibel. Penelitian ini menggunakan metode analisa kuantitatif dan metode penelitian eksperimental. Pengujian yang dilakukan pada tungku krusibel ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh jenis limbah aluminium dan lama waktu yang digunakan untuk melebur ketiga jenis material tersebut terhadap hasil kekerasannya. Hasil pengujian kekerasan *Rockwell* pada limbah kaleng aluminium memiliki nilai rata-rata 71,38 HRB dengan lama waktu lebur rata-rata, pada limbah panci aluminium memiliki nilai rata-rata 71,68 HRB, dan pada limbah kabel aluminium memiliki nilai rata rata sebesar 53,02 HRB.

Keywords:

crucible furnace;

aluminum waste;

hardness tester;

Abstract

Aluminum waste that has accumulated due to the widespread use of aluminum in household needs, daily life, and in the manufacture of industrial material components will have an impact on the environment if not handled properly. It is necessary to utilize aluminum waste in a product that has a sale value through a casting process using a crucible furnace. This research was conducted to determine the hardness differences of waste aluminum from used aluminum cans, used aluminum pots, and used aluminum wires melted in a smelting furnace. This study uses quantitative analysis and experimental research types. Tests carried out on this crucible furnace were carried out to determine the effect of the type of aluminum waste and the length of time it took to smelt the three types of material on the hardness results. The results of the Rockwell hardness test on aluminum can waste have an average value of 71.38 HRB, on aluminum pans waste it has an average value of 71.68 HRB, and on aluminum cable waste it has an average value of 53.02 HRB.

*Penulis korespondensi:

Ulikaryani

E-mail: ulikaryani@pnc.ac.id

1. Pendahuluan

Limbah aluminium yang menumpuk karena luasnya penggunaan aluminium dalam kebutuhan rumah tangga, keseharian, maupun dalam pembuatan komponen-komponen material industri akan berdampak bagi lingkungan jika tidak ditanggulangi dengan tepat. Sehingga, pemanfaatan limbah aluminium perlu dilakukan agar menjadi produk yang memiliki nilai jual lebih melalui proses pengecoran menggunakan tungku krusibel [1].

Aluminium adalah logam putih ringan yang memiliki berat jenis 2,7 g/cm³ dan titik leleh 658°C. Aluminium murni adalah logam yang lemah dan lunak, akan tetapi ketika dicampur dengan sejumlah kecil paduan lainnya salah satunya dengan menambah unsur Magnesium (Mg) akan menambah nilai kekerasan, kekuatan dan dapat menghaluskan butiran kristal [2]. Aluminium mempunyai ketahanan korosi dan hantaran listrik yang baik serta sifat-sifat baik lainnya sebagai sifat logam. Aluminium digunakan pada berbagai bidang industri. Selain untuk peralatan rumah tangga, aluminium juga digunakan untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, konstruksi [3] serta material untuk pembuatan blok silinder [4]. Adapula pembuatan material komposit dengan material penguatnya berupa serbuk kaca dari limbah rumah tangga dan serbuk aluminium dari limbah industri [5].

Proses pengecoran ialah pengisian rongga cetakan dengan bahan tuangan yang telah dileburkan (dicairkan), [6]. Komponen-komponen industri yang berukuran besar maupun bentuk yang rumit ataupun komponen dengan bahan dasar material yang ulet biasanya dibuat dengan cara pengecoran. Proses pengecoran relatif lebih ekonomis jika dibandingkan dengan proses pembentukan [7]. Proses pengecoran dilakukan dengan menyiapkan terlebih dahulu bahan baku, menyiapkan cetakan atau *dies*, kemudian melebur bahan baku coran, menuang coran ke dalam rongga cetak menggunakan *ladle*, membongkar cetakan, terakhir membersihkan dan memeriksa hasil coran. Hasil pengecoran logam dapat dilihat dari nilai kekerasan limbah yang digunakan, maupun proses peleburan, dan cetakan yang digunakan [8].

Penelitian terhadap proses pengecoran aluminium telah banyak dilakukan. Berbagai macam model tungku peleburan serta pengujian karakterisasi sifat mekanis aluminium juga telah banyak dilakukan. Beberapa diantaranya yaitu pembuatan *prototipe* tungku krusibel berdimensi (330x330x750) mm dengan bobot total 46 kg. Tungku dibuat dari drum bekas dengan isolator berupa selimut keramik D.96 dan castable TNC-17. Tungku mampu mencapai suhu 660°C dalam waktu 50 menit dan melebur 3 kg aluminium dengan kebutuhan LPG 1,76 kg [9]. Tungku krusibel tersebut kemudian dikembangkan dengan membuat diameter yang sama pada saluran *input* maupun saluran *output*. Saluran dibuat memanjang dan berbelok berfungsi meningkatkan suhu dalam tungku dan meningkatkan efisiensi proses peleburan. Aluminium sebanyak 11,78 kg dapat dicairkan dalam waktu 60 menit serta membutuhkan 2,6 kg gas LPG, sedangkan tungku tanpa saluran yang dimodifikasi membutuhkan 3,1 kg gas LPG dalam 80 menit [10].

Zariatini dkk (2019), telah menganalisis pengaruh letak burner modifikasi yang digunakan dalam proses peleburan aluminium pada tungku krusibel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa letak burner yang berada di sisi samping tungku krusibel paling optimal dalam melebur aluminium yaitu didapat waktu lebur selama 1,4 jam dimana aluminium dapat mencair sempurna. Sedangkan, letak burner di sisi atas tungku krusibel kurang optimal dalam melebur aluminium sehingga aluminium tidak mencair sempurna. Energi yang diperoleh sebesar 551,25 kJ dengan efisiensi peleburan sebesar 39,4%. Hasil uji komposisi kimia diperoleh sebesar 98,2 % unsur aluminium dan 0,434% unsur seng (Zn) serta nilai kekerasan sebesar 33,4 HB dan nilai dampak 0,21 J/mm² [11].

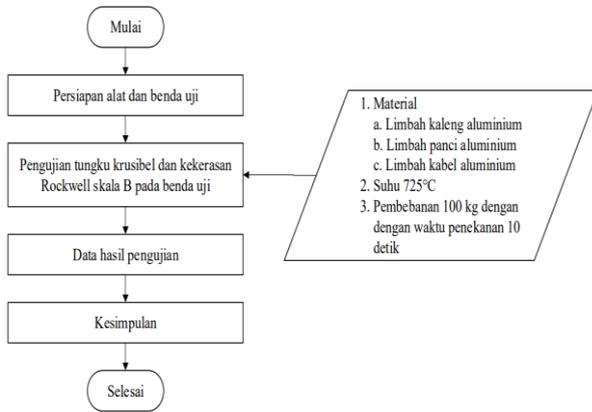
Ipung K dkk (2018), telah melakukan pengujian sifat fisis dan mekanik aluminium sekrup dengan komposisi atau Al-Zn₇ yang dilebur sebanyak dua kali pada masing-masing peleburan. Nilai kekerasan aluminium pada peleburan pertama yaitu 49,2 HRB dan pada peleburan kedua bernilai 50,3 HRB [12]. Suprianto dkk (2018), melakukan uji kekerasan Rockwell pada limbah aluminium bekas kaleng minuman dan limbah aluminium bekas perabotan rumah tangga untuk mengetahui nilai kekerasannya. Metode yang digunakan berupa analisa kuantitatif dengan metode penelitian secara eksperimental. Analisis data menggunakan uji T. Nilai kekerasan limbah aluminium kaleng bekas minuman didapat nilai kekerasan sebesar 17,64 HRB, sedangkan limbah aluminium bekas perabotan rumah tangga didapat nilai kekerasan sebesar 54,8 HRB yang terlihat sangat berbeda nyata [13]. Arjunanda dkk (2022) melakukan peleburan limbah aluminium bekas sepatu kampas rem sepeda motor diketahui bahwa kenaikan temperatur tuang akan menyebabkan nilai kekerasan juga mengalami kenaikan. Hal ini diketahui dari hasil uji pada limbah aluminium yang dilibur bahwa pada temperatur tuang 670°C, 720°C dan 750°C didapat nilai kekerasannya masing-masing pada temperatur tersebut yaitu, 84,70 HVN, 95,71 HVN dan 103,56 HVN.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan nilai kekerasan limbah aluminium yang berasal dari kaleng aluminium bekas, panci aluminium bekas dan kabel aluminium bekas yang dilebur pada tungku krusibel.

2. Metode

Metode penelitian ini menggunakan metode analisa kuantitatif dan metode eksperimental. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan pada pengecoran berbagai limbah bekas aluminium. Limbah aluminium yang digunakan pada penelitian ini yaitu limbah aluminium yang berasal dari kaleng bekas, panci aluminium bekas dan kabel aluminium bekas yang dilebur pada tungku krusibel yang telah didesain dan dibuat sebelumnya.

Pada Gambar 1 adalah diagram alir penelitian untuk mengetahui pengaruh jenis limbah aluminium dilebur pada tungku krusibel dengan lama waktu tertentu terhadap karakteristik dari kekerasan hasil corannya.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

a) Persiapan alat dan benda uji

Persiapan alat dan benda uji dilakukan sebelum digunakan untuk pengujian, benda untuk pengujian adalah menggunakan 3 jenis limbah rumah tangga yang terbuat dari aluminium.

b) Pengujian tungku krusibel dan kekerasan *Rockwell* skala B pada benda uji

Pengujian tungku krusibel dilakukan untuk melebur material yang terbuat dari aluminium dengan mencatat berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk melebur material tersebut. Setelah itu dilakukan uji kekerasan *Rockwell* skala B terhadap material hasil pengecoran.

c) Data hasil pengujian

Pengujian dilakukan dengan 2 kali percobaan menggunakan 3 material yang terbuat dari aluminium yang berbeda. Sehingga dapat diketahui hasil waktu rata-rata peleburan pada tungku krusibel. Juga didapatkan data hasil kekerasan *Rockwell* terhadap benda hasil pengecoran dengan melakukan pengujian di 5 titik berbeda pada 3 benda uji.

d) Kesimpulan

Tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan dari semua proses yang telah dilakukan. Kesimpulan memberikan gambaran akhir dari proses pengujian pada tungku krusibel dan kekerasan *Rockwell* pada benda uji. Pada kesimpulan ini terdapat hasil pengujian yang dilakukan terhadap waktu rata-rata yang diperlukan untuk melebur ketiga material tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Data Pengujian Pada Tungku Krusibel

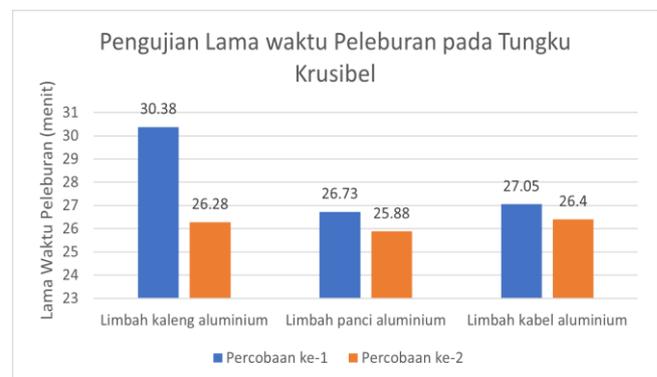
Pengujian yang dilakukan pada tungku krusibel ini dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan limbah aluminium hasil coran antara limbah aluminium yang berasal dari kaleng bekas, panci aluminium bekas dan kabel aluminium bekas yang dilebur pada tungku krusibel. Tabel 1 adalah waktu yang diperlukan untuk melebur ketiga jenis material tersebut.

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil pengujian yang dilakukan terhadap waktu rata-rata yang diperlukan untuk melebur ketiga material tersebut adalah 28:20 menit untuk limbah kaleng aluminium, 26:18 menit

untuk limbah panci aluminium dan 26:43 menit untuk limbah kabel aluminium. Pada gambar di bawah ini ditunjukkan hasil pengujian tungku krusibel untuk melebur material aluminium terhadap waktu yang diperlukan untuk melebur ketiga material pada proses pengujian. Gambar 2. dibawah ini adalah diagram hasil pengujian pada tungku krusibel.

Tabel 1. Hasil Pengujian Pada Tungku Krusibel

No	Material	Suhu (°C)	Waktu Lebur Percobaan ke-		Waktu Lebur Rata-rata (menit)
			I	II	
1.	Limbah kaleng aluminium	725	30,38	26,28	28,33
2.	Limbah panci aluminium	725	26,73	25,88	26,31
3.	Limbah kabel aluminium	725	27,05	26,40	26,73



Gambar 2. Grafik Pengujian Pada Tungku Krusibel

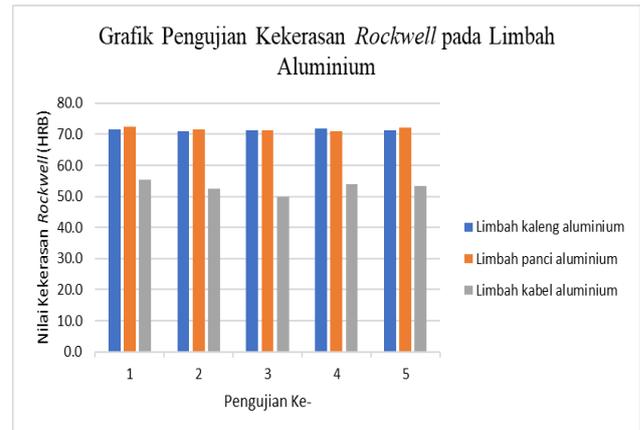
3.2 Data Pengujian Kekerasan

Bahan yang dipakai dalam uji kekerasan ini adalah hasil pengecoran aluminium dari limbah bekas kaleng minuman, panci aluminium bekas dan kabel aluminium bekas. Proses pengecoran dilakukan dengan temperatur 725°C. Alat uji kekerasan yang digunakan untuk mengetahui hasil aluminium coran dilakukan menggunakan *Rockwell Hardness Testing Machine*. Hasil uji kekerasan disajikan dalam tabel dan grafik agar lebih memudahkan melohat perbedaan nilai kekerasan dari masing-masing spesimen. Adapun nilai kekerasan pada aluminium yang telah dilakukan pengecoran dengan temperatur 725°C, dapat dilihat pada Tabel 2.

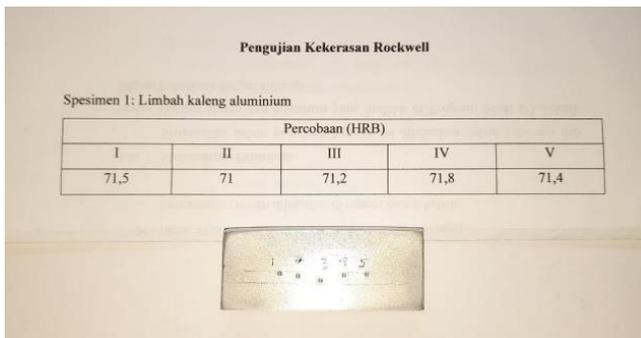
Tampilan dari letak penekanan indenter pada pengujian kekerasan masing-masing limbah aluminium dapat dilihat pada Gambar 3., Gambar 4., dan Gambar 5.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekerasan *Rockwell*

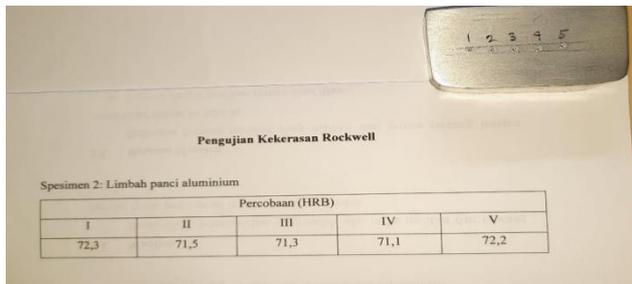
No.	Material	Beban (kg)	Waktu tekan (detik)	Nilai Kekerasan Percobaan ke- (HRB)					Kekerasan rata-rata (HRB)
				I	II	III	IV	V	
1	Limbah kaleng aluminium	100	3	71,5	71	71,2	71,8	71,4	71,38
2	Limbah panci aluminium	100	3	72,3	71,5	71,3	71,1	72,2	71,68
3	Limbah kabel aluminium	100	3	55,5	52,5	49,8	54	53,3	53,02



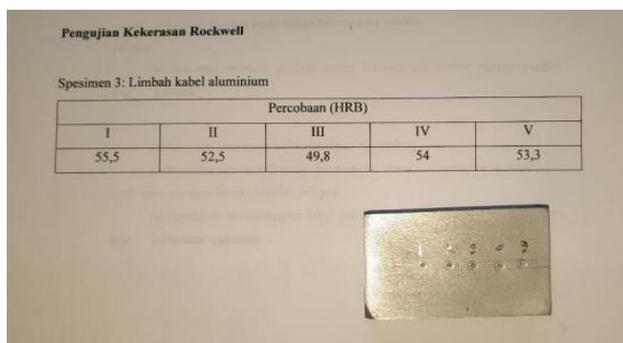
Gambar 6. Grafik Hasil Uji Kekerasan



Gambar 3. Hasil Pengujian Kekerasan pada Limbah Kaleng Aluminium



Gambar 4. Hasil Pengujian Kekerasan pada Limbah Panci Aluminium



Gambar 5. Hasil Pengujian Kekerasan pada Limbah Kabel Aluminium

Hasil yang ditunjukkan pada tabel pengujian kekerasan pada setiap benda uji dengan temperatur 725°C seperti pada Gambar 6 grafik hasil uji kekerasan.

Hasil pengujian kekerasan *Rockwell* pada limbah kaleng aluminium memiliki nilai rata-rata 71,38 HRB, pada limbah panci aluminium memiliki nilai rata-rata 71,68 HRB, dan pada limbah kabel aluminium memiliki nilai rata rata sebesar 53,02 HRB.

Limbah aluminium ini masuk dalam kategori aluminium paduan hal ini dapat dilihat dari tingkat kekerasan yang dimiliki oleh limbah aluminium tersebut yaitu 71,38 HRB dan 71,68 HRB. Nilai tersebut mendekati nilai kekerasan terendah aluminium paduan yang telah diuji oleh Bashori pada Tahun 2020 yaitu sebesar 81,3 HRB [14]. Sedangkan, nilai kekerasan pada limbah kabel aluminium sebesar 53,02 HRB mendekati nilai kekerasan *raw material* dari produk-produk pengecoran logam UMKM di Pati yaitu 60,5 HRB dan nilai kekerasan aluminium paduan yang telah mengalami *double quenching* yaitu 50,3 HRB [15][16].

4. Kesimpulan

Perbedaan kekerasan terlihat pada masing-masing limbah aluminium yang dilakukan pengujian menggunakan alat uji kekerasan *Rockwell Hardness Testing Machine*. Hasil pengujian kekerasan *Rockwell* pada limbah kaleng aluminium memiliki nilai rata-rata 71,38 HRB, pada limbah panci aluminium memiliki nilai rata-rata 71,68 HRB, dan pada limbah kabel aluminium memiliki nilai rata rata sebesar 53,02 HRB. Ketiga nilai kekerasan pada masing-masing limbah aluminium cor tersebut mendekati nilai kekerasan pada aluminium paduan.

Daftar Pustaka

- [1] S. Rahman and R. Siswanto, "Pengaruh Temperatur Tuang dengan Jenis Material Paduan Al Rongsok (Kampas Rem Panci) Terhadap Porositas, Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil Pengecoran Evaporative," *Sci. J. Mech. Eng. Kinemat.*, vol. 4, no. 1, pp. 87–94, Jun. 2019, doi: 10.20527/sjmekineumatika.v4i1.55.
- [2] R. S. Khurmi and J. K. Gupta, *A Textbook of Machine Design*, 14th ed. New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) LTD., 2005.
- [3] T. Surdia and S. Saito, "Pengetahuan Bahan Teknik," 1985.
- [4] S. Lubis and I. Siregar, "Proses Pengecoran Aluminium sebagai Bahan Pembuatan Blok Silinder," *J. Mesil (Mesin, Elektro, Sipil)*, vol. 01, no. 01, pp. 30–37, 2020.
- [5] J. Mulyanti, S. Machmud, S. Sukanto, and D. Afrizal, "Studi Eksperimen Pemanfaatan Limbah Aluminium dan

- Limbah Kaca untuk Pembuatan Material Komposit,” *JTMI J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 17, no. 1, pp. 92–96, 2022, doi: 10.36289/jtmi.v17i1.303.
- [6] Darianto, “Variasi Ketinggian Titik Jatuh Pada Proses Pengecoran Logam Dengan Mengatur Posisi Titik Putar Tungku,” *Tek. Mesin ITM*, vol. 0, no. 2, pp. 73–78, 2015.
- [7] B. T. Sofyan, *Pengantar Material Teknik Edisi Kedua*. 2021.
- [8] N. Nukman and Y. O. Safutra, “Kajian Sifat Mekanik Coran Aluminium Daur Ulang Hasil Peleburan Dapur Pembakaran Langsung Industri Rumahan,” *Tek. J. Tek.*, vol. 8, no. 1, p. 51, Jul. 2021, doi: 10.35449/teknika.v8i1.180.
- [9] A. Leman, F. A. Ristadi, A. Gilang, B. Bima, and G. Dwi, “Prototipe Tungku Krusibel Kompak Mini,” *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 45–53, 2019, doi: 10.21831/dinamika.v4i1.24283.
- [10] A. Leman, T. Tiwan, and M. Mujiyono, “Tungku Krusibel dengan Economizer untuk Praktik Pengecoran di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY,” *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 2, no. 1, p. 21, 2017, doi: 10.21831/dinamika.v2i1.13496.
- [11] D. L. Zariatun, I. Ismail, and M. Jaya, “Studi Eksperimental Efisiensi Peleburan Aluminium pada Tungku Crucible Furnaces,” *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 4, no. 2, p. 209, Dec. 2019, doi: 10.31544/jtera.v4.i2.2019.209-218.
- [12] I. Kurniawan, B. A. Girawan, and I. Yulianto, “Karakterisasi Al-Zn7 Hasil Peleburan Dapur Crucible dengan Tipe Penuangan Tungku,” *Infotekmesin*, vol. 9, no. 02, pp. 66–71, 2019, doi: 10.35970/infotekmesin.v9i02.13.
- [13] M. Suprianto, “Pengaruh Variasi Jenis Limbah Sampah Aluminium terhadap Kualitas Hasil Cetak,” *J. Simki Techsain*, vol. 02, no. 11, pp. 1–8, 2018, [Online]. Available: <http://simki.unpkediri.ac.id/detail/14.1.03.01.0045>
- [14] H. Bashori, “Uji Material Aluminium Paduan dengan Metode Kekerasan Rockwell,” *J. Mech. Manuf. Technol.*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [15] H. Setiawan, “Pengujian Kekerasan dan Komposisi Kimia Produk Cor Propeler Aluminium,” 2014.
- [16] L. Farima and A. E. Palupi, “Efek Perlakuan Panas dengan Variasi Double Quenching dan Penambahan Garam (NaCl) pada Al6061 Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro,” *JTM*, vol. 9, no. 1, pp. 47–56, 2021.