

Analisis Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Aluminium Scrap (ADC12) Menggunakan Tungku Listrik

Syahrudin Rasyid^{1*}, Arthur Halik R², Fahmi³, Diah Ayu Lestari⁴, dan Abd. Karim M⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, 90245, Indonesia
*syahrudinrasyid@poliupg.ac.id

Abstract: Knowing the mechanical and microstructural properties of aluminum scrap materials found in casting using an electric furnace. The research procedure included temperature data (750°C, 800°C, 850°C) and smelting time for 120 minutes. Hardness testing procedure is carried out to get the hardness value from some casting result areas. Microstructure is characterized by a comparison of the grain size of the metal that has undergone casting, to measure the grain size in this study using the image J program. The highest hardness value shows the melting temperature of 800°C with a temperature holding time of 120 minutes of 63.8HB. The longer the temperature holding time, the hardness value will increase. The smallest grain size occurs at a melting temperature of 800°C with a temperature holding time of 120 minutes of 21µm.

Keywords: Scrap ADC12; Test; Hardness Microstructure.

Abstrak: Mengetahui sifat mekanis dan mikrostruktur bahan material aluminium scrap hasil pengecoran menggunakan tungku listrik. Prosedur penelitian memasukkan data-data temperatur (750°C, 800°C, 850 °C) dan waktu peleburan selama 120menit. Prosedur pengujian kekerasan dilakukan untuk mendapatkan nilai kekerasan dari beberapa daerah hasil pengecoran. Mikrostruktur ditandai dengan perbandingan besar butir dari logam yang telah mengalami pengecoran, untuk mengukur besar butiran pada penelitian ini menggunakan program imageJ. Nilai kekerasan tertinggi menunjukkan pada suhu peleburan 800°C dengan waktu penahanan temperatur selama 120 menit sebesar 63.8 HB. Semakin lama waktu penahanan temperatur maka nilai kekerasannya semakin meningkat. Ukuran butir terkecil terjadi pada temperatur peleburan 800°C dengan waktu penahanan temperatur selama 120 menit sebesar 21µm.

Kata Kunci: Scrap ADC12; Kekerasan; Struktur Mikro.

I. PENDAHULUAN

Aluminium merupakan logam yang lunak dengan tampilan yang menarik, ringan, tahan korosi, mempunyai daya hantar panas dan daya hantar listrik yang relatif tinggi, dan mudah dibentuk. Oleh karena itu permintaan aluminium dari tahun ketahun terus mengalami peningkatan. Hal ini ditandai dengan semakin banyaknya permintaan aluminium dikalangan konsumen [1]. Penggunaan aluminium yang sangat luas akan mengakibatkan timbulnya limbah yang dampaknya akan sangat berbahaya untuk lingkungan. Selain itu, bahan dasar untuk membuat aluminium (alumina) sangat terbatas dan pengolahannya memerlukan dana yang cukup besar. Sehingga perlu dilakukan daur ulang (*recycle*) dari limbah Aluminium untuk digunakan sebagai material teknik. Salah satu cara daur ulang tersebut adalah dengan melakukan pengecoran kembali aluminium sisa produksi menjadi bahan baku (*raw material*) [2]. Pengecoran merupakan suatu proses manufaktur yang digunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan parts dengan bentuk yang mendekati bentuk geometri produk jadi. Industri peleburan kini sudah banyak berkembang, dari peleburan logam sampai non logam, Peleburan aluminium termasuk dalam peleburan logam (*logam non ferrous*) yang mudah untuk dilebur [3]. Aluminium juga memiliki sifat yang ringan dan tahanan terhadap korosi, Temperatur tuang merupakan salah satu variabel dari sekian banyak variabel yang terdapat pada proses pengecoran. Variabel ini penting karena jika temperatur tuang terlalu rendah maka rongga cetakan tidak akan terisi penuh dimana saluran masuk akan membeku terlebih dahulu, dan jika temperatur tuang terlalu tinggi maka hal ini akan mengakibatkan penyusutan dimensi coran, tempratur tuang yang akan dicoba pada suhu 750°C, 800°C dan 850°C [1].

Aluminium merupakan jenis logam tahan karat, aplikasi aluminium ini biasanya untuk keperluan benda yang digunakan pembuatan bahan makanan. Selain itu karena mempunyai sifat yang ringan dan tahan karat aluminium digunakan juga untuk perabotan rumah tangga seperti penggorengan dan alat masak lainnya. Titik lebur Aluminium sebesar 657°C , namun aluminium mempunyai sebuah lapisan yang dinamakan Oksida Aluminium yang mempunyai titik lebur sebesar $2020\text{-}2050^{\circ}\text{C}$ [4]. Aluminium scrap ADC12 adalah aluminium hasil limbah pengecoran semi solid yang dilakukan oleh Rasyid dkk. [6-10].

Tungku listrik adalah salah satu teknik pemanas logam dengan memanfaatkan energi listrik dari gelombang AC frekuensi tinggi. Tungku listrik memiliki kelebihan antara lain; mudah dan efisien dalam pengontrolan suhu yang diinginkan, tidak ada pengaruh zat asam praktis terhadap susunan logam yang dipanaskan, karena tungku tidak lagi menggunakan bahan bakar fosil [5].

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa sifat mekanik dan mikrostruktur bahan material aluminium scrap hasil pengecoran menggunakan tungku listrik.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen yang dilaksanakan berdasarkan langkah kerja sebagai berikut:

A. Tungku Listrik

Jenis tungku listrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah tungku listrik merek Nabertherm daya 6,4 KW.



Gambar 1. Tungku Listrik

B. Proses Peleburan

1. Temperatur peleburan awal adalah 650°C selama 120 menit dan dilanjutkan dengan temperatur akhir (750 , 800 , dan 850°C) selama 120 menit, dan waktu penahanan (holding time) selama 120 menit.
2. Aluminium scrap dimasukkan ke dalam wadah pipa (Gambar 2).



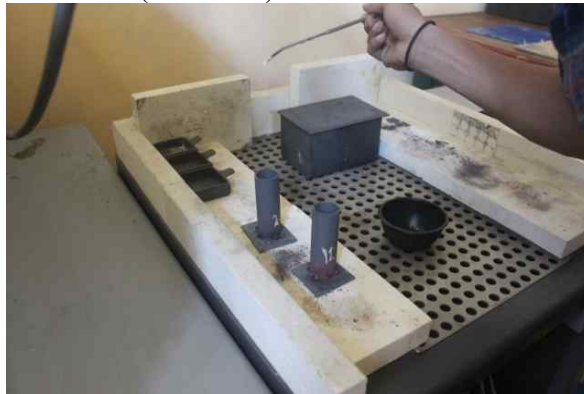
Gambar 2. Wadah dan scrap aluminium

3. Pemasukan spesimen aluminium kedalam tungku listrik (Gambar 3).



Gambar 3. Spesimen aluminium dalam tungku listrik

4. Pengeluaran spesimen aluminium (Gambar 4).



Gambar 4. Spesimen aluminium yang telah dilebur

C. Pembuatan Spesimen

Spesimen yang dibuat adalah spesimen uji kekerasan dan spesimen uji struktur mikro.

1. Spesimen uji kekerasan diambil dari benda kerja hasil pengecoran dengan tiga variasi temperatur peleburan. Spesimen uji dari tiga variasi temperatur peleburan dapat dilihat pada (Gambar 5).



Gambar 5. Spesimen Uji Kekerasan

2. Pembuatan spesimen untuk mengetahui struktur mikro dimulai dari pemotongan benda kerja hasil pengecoran dengan ukuran 10 mm (Gambar 6). Kemudian diletakkan di dalam tutup botol air mineral, lalu dituangkan cairan resin yang telah dicampur dengan hardener. Setelah itu, ditunggu hingga mengeras. Selanjutnya dilakukan pengamplasan secara bertahap (Amplas dengan grade nomor: 200, 300, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 dan 5000) menggunakan mesin poles.



Gambar 6. Spesimen untuk foto Mikrostruktur

D. Proses Pengujian

1. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mendapatkan nilai kekerasan pada beberapa daerah hasil pengecoran. Uji kekerasan ini dilakukan menggunakan mesin Affri Hardness Tester Series 206 MX (Gambar 7).



Gambar 7. Mesin Uji Kekerasan

2. Pengujian Struktur Mikro

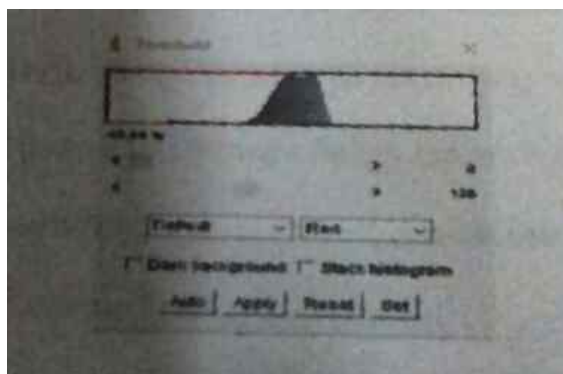
Sebelum melakukan pengujian struktur mikro diperlukan perlakuan tertentu pada bahan, yaitu pemolesan untuk mendapatkan bentuk butir pada bahan. Dalam pengujian ini kualitas bahan ditentukan dengan mengamati struktur dibawah mikroskop gambar foto struktur mikro dari tiga variasi suhu (Gambar 8).



Gambar 8. Pengamatan benda kerja menggunakan mikroskop

Selanjutnya dilakukan pengamatan struktur mikro adalah mengetahui perbandingan besar butir dari logam yang telah mengalami pengecoran. Pengukuran besar butir dilakukan dengan menggunakan software *image-j*. Adapun langkah kerja pengukuran besar butir dengan program *Image-j* yaitu sebagai berikut:

1. Buka program *imageJ*
2. Buka file dari gambar yang akan diketahui ukurannya dengan cara pilih file-open, lalu pilih gambar yang diinginkan.
3. Selanjutnya pilih / dan ukur skala gambar.
4. Pilih analyze-set scale lalu atur skala sesuai dengan skala gambar.
5. Atur jenis gambar dengan cara pilih *image - Type - 8 bit*.
6. Setelah itu pilih *image - Adjust - Threshold*, lalu muncul menu seperti gambar dan pilih apply (Gambar 9).

Gambar 9. Menu *Threshold* pada aplikasi *imager*

7. Langkah terakhir yaitu pilih *Analyze - Analyze Particles-OK*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Uji Kekerasan

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan pada logam aluminium yang telah dilebur menggunakan tungku listrik, maka telah diperoleh data seperti terlihat pada Tabel 1 s.d. Tabel 3.

Tabel 1. Data uji kekerasan pada suhu 750°C

Holding time (menit)	Titik					rata- rata
	1	2	3	4	5	
60	60,3	57,3	58,3	56,5	40,8	54,64
90	53,1	48,9	62,1	72,1	49,1	57,06
120	66,4	67,3	61,9	69,1	60,5	65,04

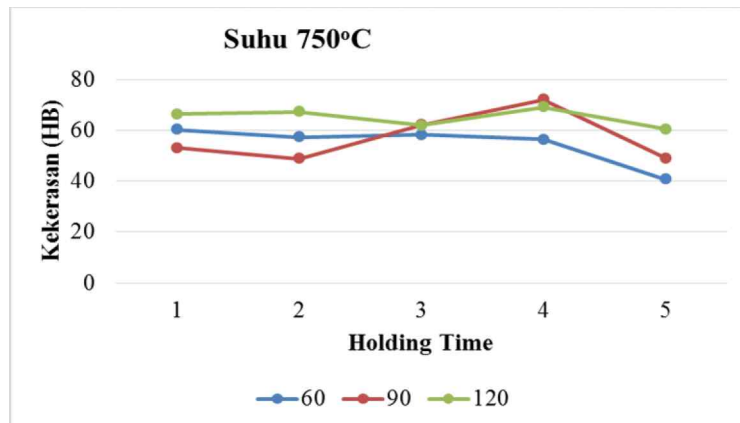
Tabel 2. Data Uji kekerasan pada suhu 800°C

Holding time (menit)	Titik					rata - rata
	1	2	3	4	5	
60	62,6	63,4	61,1	69,9	64,1	64,22
90	65,9	64,3	70	71	61,5	66,54
120	66,8	65,2	70,6	60,1	72,1	66,96

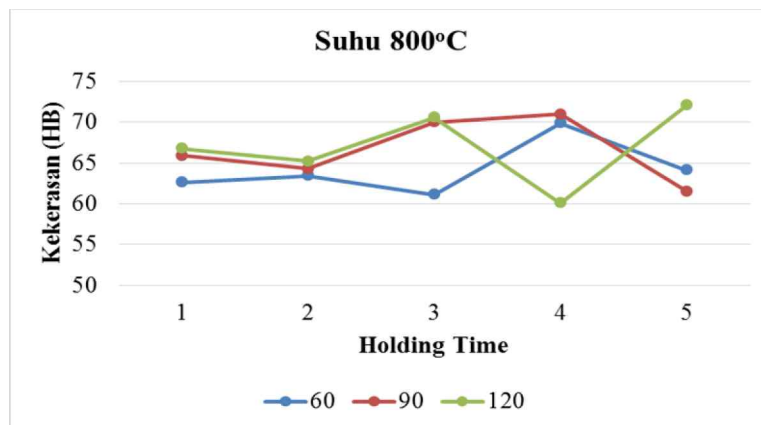
Tabel 3. Data Uji kekerasan pada suhu 850°C.

Holding time (menit)	Titik					rata-rata
	1	2	3	4	5	
60	58,3	59,6	45,9	52,8	68,6	57,04
90	61,2	59,7	62,9	64,7	56,5	61
120	64	54,9	64,7	68,6	66,9	63,82

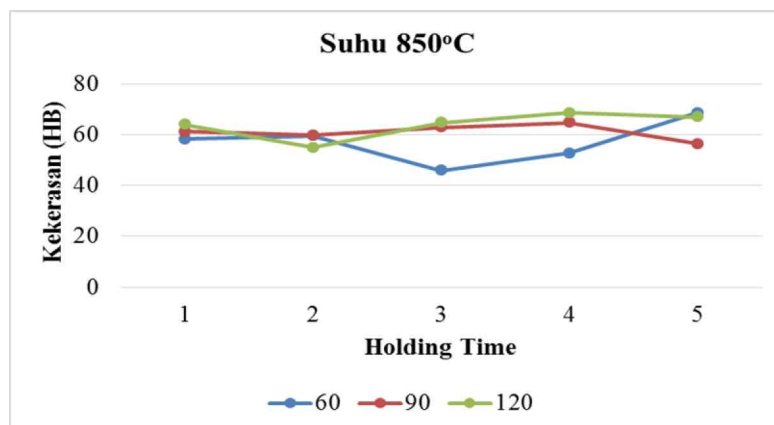
Grafik hubungan antara waktu penahanan (holding time) dan nilai kekerasan setiap titik pengukuran dapat dilihat pada Gambar 10 s.d. Gambar 12



Gambar 10. Grafik hubungan antara waktu dan nilai kekerasan setiap titik pengukuran pada suhu peleburan 750oC.

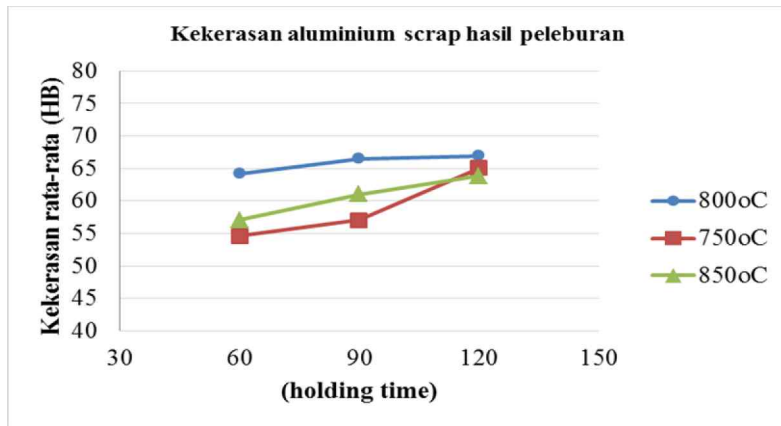


Gambar 11. Grafik hubungan antara waktu dan nilai kekerasan setiap titik pengukuran pada suhu peleburan 800°C.



Gambar 12. Grafik hubungan antara waktu dan nilai kekerasan setiap titik pengukuran pada suhu peleburan 850oC.

Berdasarkan Gambar 10 s.d Gambar 12 diperoleh grafik hubungan antara waktu penahanan temperatur (holding time) dan kekerasan, maka didapatkan nilai kekerasan rata dari setiap suhu peleburan (Gambar 13).



Gambar 13. Grafik hubungan antara waktu penahanan (holding time) dan nilai kekerasan pada suhu peleburan yang berbeda


Berdasarkan Gambar 13 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu peleburan maka nilai kekerasannya semakin tinggi. Hal ini menandakan bahwa waktu holding time memiliki pengaruh yang signifikan dalam meningkatkan nilai kekerasan.

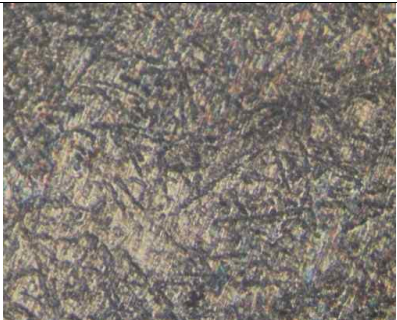
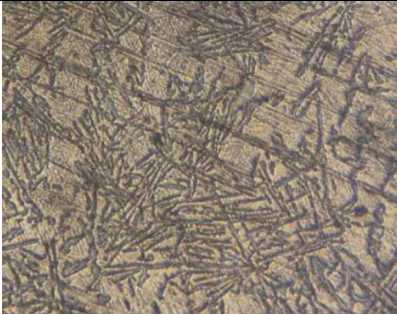
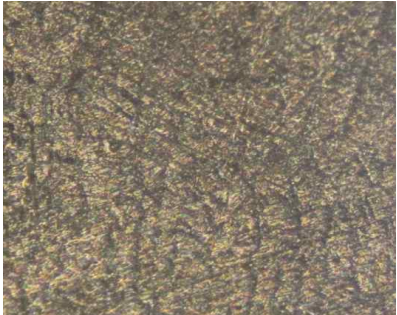
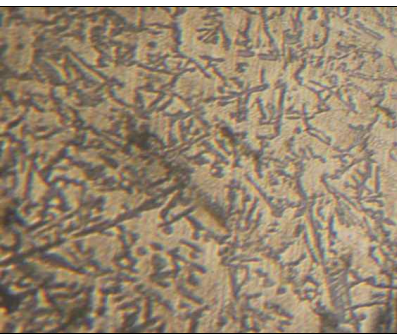
Berdasarkan Gambar 13. dapat pula dilihat bahwa suhu peleburan 800°C memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dari suhu peleburan yang lain. Hal ini disebabkan karena pada suhu 750°C, homogenitas peleburan belum merata akibat lapisan oksida aluminium masih susah ditembus. Pada suhu peleburan 850°C, lapisan oksida aluminium sudah ditembus sehingga unsur hidrogen sudah masuk kedalam cairan aluminium dan berdampak pada tingginya porositas.




Jika dilihat dari range kekerasan yang berada pada nilai 57 – 64 HB, menunjukkan hasil peleburan bahan scrap aluminium sudah menunjukkan peningkatan.

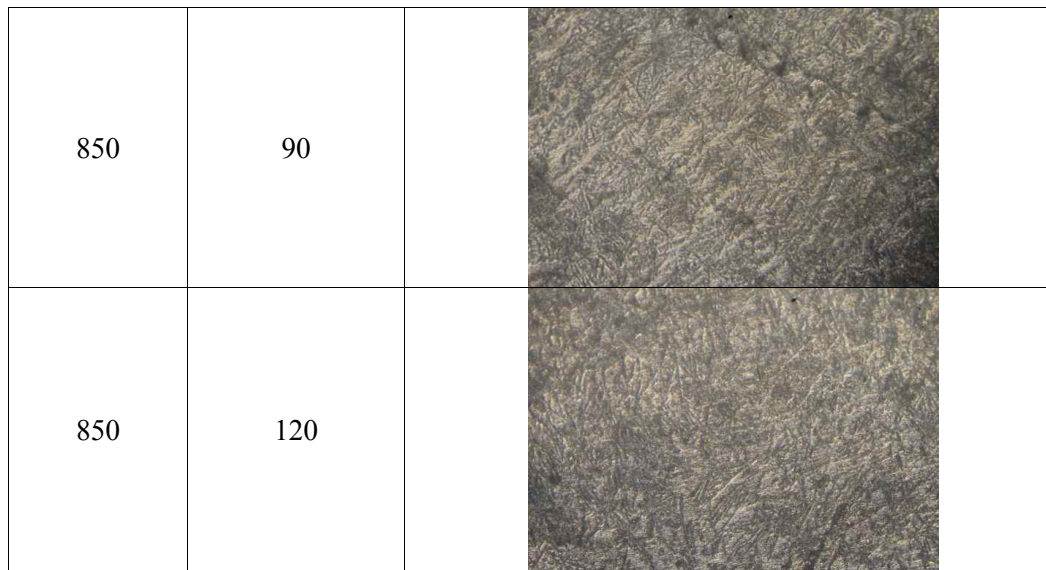
B. Hasil Pengamatan Struktur Mikro

Pengujian Struktur Mikro dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari logam aluminium hasil proses peleburan dengan menggunakan bahan scrap aluminium. Hasil dari pengujian struktur mikro ini dapat memperkuat hasil pengujian kekerasan, karena dengan pengamatan Struktur Mikro dapat dilihat ukuran struktur secara umum (Gambar 14).

Suhu (°C)	Holding Time (Menit)	Struktur Mikro
750	90	 <p style="text-align: center;">a</p>

			 <p>b</p>
750	120		 <p>a</p>  <p>b</p>
800	30		

800	60			
800	90			
800	120			
800	150			
850	60			



Gambar 14. Hasil dari pengujian struktur mikro

Berdasarkan pengamatan struktur mikro dapat dijelaskan sebagai berikut. Pada struktur mikro dengan temperature 750°C, terlihat bahwa unsur silikon berbentuk serpihan kecil, tipis, dan pendek. Pada mikrostruktur dengan temperatur 800°C, terlihat bahwa unsur silikon masih berbentuk serpihan kecil, agak tebal, dan pendek. Pada mikrostruktur dengan temperatur 850°C, terlihat semakin jelas bahwa unsur Si berbentuk serpihan lebih besar, tebal, dan rapat.

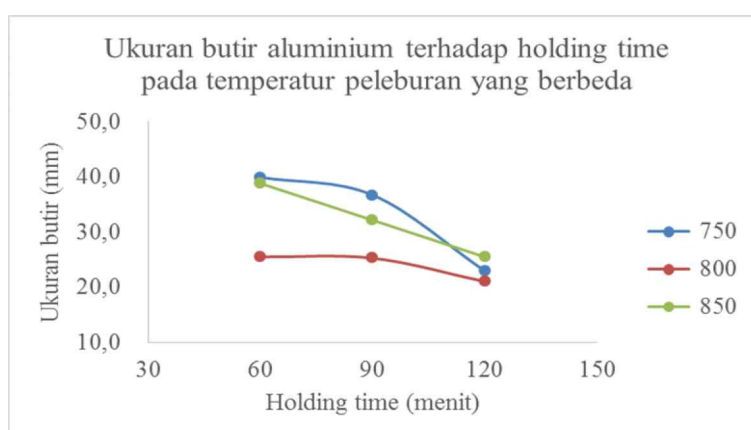
Perubahan temperatur dari temperatur rendah menuju temperatur lebih tinggi menyebabkan terjadinya perubahan mikrostruktur, dimana mikrostruktur tampak lebih besar dan tebal.

Perhitungan besar butir (perimeter) dilakukan dengan menggunakan software ImageJ. Adapun hasil perhitungan perimeter dapat dilihat pada (Tabel 4).

Tabel 4. Data hasil perhitungan ukuran butir (perimeter) aluminium.

No	Temperatur Lebur	Holding time (menit)	Count	Average Size mm	% Area	Mean	Perimeter (µm)
1	750	60	3682	392,408	45,394	255	39,906
2		90	6599	212,776	44,115	255	36,689
3		120	7185	229,08	51,712	255	22,934
4	800	60	1323	1456,918	60,559	255	25,512
5		90	4855	446,392	68,091	255	25,276
6		120	15550	101,715	49,693	255	21,026
7	850	60	3349	458,514	48,245	255	38,791
8		90	5327	281,152	47,055	255	32,137
9		120	16148	85,866	43,563	255	25,484

Grafik hubungan antara waktu penahanan (holding time) dan nilai ukuran butir dapat dilihat pada (Gambar 15).



Gambar 15. Grafik hubungan antara ukuran butir aluminium dan holding time.

Berdasarkan Gambar 15. dapat dilihat bahwa semakin lama waktu peleburan maka nilai ukuran butir semakin rendah. Hal ini menandakan bahwa waktu holding time memiliki pengaruh yang signifikan dalam menurunkan nilai ukuran butir.

Berdasarkan Gambar 15 dapat pula dilihat bahwa suhu peleburan 800°C memiliki nilai ukuran butir yang lebih rendah dari suhu peleburan yang lain. Namun pada waktu penahan 120 menit memiliki ukuran butir yang relatif sama. Hal ini menunjukkan bahwa waktur penahan 120 menit, cairan aluminium lebih homogen.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu pengecoran menggunakan tungku listrik dapat disimpulkan bahwa :

- Nilai kekerasan tertinggi berada pada suhu peleburan 800°C dengan waktu penahan temperatur selama 120 menit sebesar 63.8 HB.
- Semakin lama waktu penahanan temperatur, maka nilai kekerasannya semakin meningkat.
- Ukuran butir terkecil terjadi pada temperatur peleburan 800°C dengan waktu penahanan temperatur selama 120 menit sebesar 21 μm .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Supriyanto. 2009. Analisis Hasil Pengecoran Aluminium Dengan Variasi Media Pendingin, *Jurnal Teknik*, (Online), Vol.11, No.2 ([https://jurnal.usu.ac.id/diakses 5 Agustus 2019](https://jurnal.usu.ac.id/diakses%205%20Agustus%202019))
- [2] Budiyo, A., Widayat, W., dan Rusiyanto. (2010). Peningkatan Sifat Mekanis Sekrap Aluminium dengan Degassing. *Profesional, Jurnal Unnes J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism*, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68-73.
- [3] Surdia, T., dan Chijiwa, K., 2000, *Teknik Pengecoran Logam*, Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta.
- [4] Surdia, T., dan Shinroku Saito. 1992. *Pengetahuan Bahan Teknik*, Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta.
- [5] Agung.2013.*Heat Treatment, Annealing, quenching*. <https://gregoriusagung.wordpress.com/2009/01/30/heat-treatment-annealing-quenching>.
- [6] Rasyid, S., Arsyad, H., dan Syahid, M. March 2018. Effect of Mechanical Stirrer and Pouring Temperature On Semi Solid Rheocasting of ADC12 al Alloy: Mechanical Properties And Microstructure. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. VOL.13, No.6.
- [7] Rasyid, S., Arsyad, H., dan Syahid, M. 2018. Effects Of Stirring Parameters On The Rheocast Microstructure and Mechanical Properties of Aluminium Alloy ADC12. *MATEC Web Of Conferences*. 197.12004.

196 Syaharuddin Rasyid, Arthur Halik R, Fahmi, Diah Ayu Lestari, Abd. Karim M5. *Analisis Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Aluminium Scrap (ADC12) Menggunakan Tungku Listrik*

- [8] Rasyid, S., dan Muchtar, M. 2019. Analisis Struktur Mikro Paduan Aluminium ADC12 Pada Pengecoran Semi Solid dengan Pengaduk Mekanik Jenis Turbin. Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M).
- [9] Rasyid, S., Renreng, I., Arif, E., Arsyad, H., dan Syahid, M. 2019. Optimization of Pouring Temperatures and Stirrer Speed Parameters On A Semi-Solid Slurry of ADC12 Al Alloy Prepared by Mechanical Stirring. *Materials Scienes And Engineering*, IOP Publishing. Vol. 676, No. 1.
- [10] Rasyid, S., Renreng, I., Arif, E., Arsyad, H., dan Syahid, M. 2019. Optimization Of Rotation Speed Parameters and Number Of Grinding Wheels On The Quality and Production Capacity Of Chicken Feed Pellets. *IOP Conference Series : Materials Science and Engineering*. Volume 619, Number 1.