

Analisis Kekerasan dan Struktur Mikro Aluminium Scrap (ADC12) Hasil Pengecoran menggunakan Tungku Listrik

Syahrudin Rasyid^{1)*}, Arthur Halik R¹⁾, Fahmi¹⁾, Diah Ayu Lestari¹⁾, Abd. Karim M¹⁾,

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, 90245, Indonesia
*syahrudinrasyid@poliupg.ac.id

Abstract: The purpose of this study was to analyze the hardness and microstructure of ADC12 aluminum scrap material from casting using an electric furnace. The research method began with preparing ADC12 aluminum scrap then put it into an electric furnace. Melting temperature data are 750oC, 800oC, and 850 oC with a melting time of 120 minutes. Then the ADC12 aluminum liquid is poured with metal molds. The hardness value of ADC12 aluminum was measured and a specimen was made for microstructure observation. The hardness testing procedure is carried out to get the hardness value from several areas of casting results. The microstructure is characterized by the ratio of the grain size of the metal that has undergone casting, to measure the grain size in this study using the ImageJ program. The highest hardness value shows that at a melting temperature of 800oC with a temperature holding time of 120 minutes of 63.8 HB. The longer the temperature holding time, the higher the hardness value. The smallest grain size occurs at a melting temperature of 800oC with a temperature holding time of 120 minutes of 21µm.

Keywords: ADC12 Scrap; Violence; Micro Structure.

Abstrak: Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kekerasan dan struktu mikro material aluminium scrap ADC12 hasil pengecoran menggunakan tungku listrik. Metode penelitian dimulai dengan mempersiapkan aluminium scrap ADC12 kemudian dimasukkan kedalam tungku listrik. Data-data temperatur peleburan adalah 750°C, 800°C, dan 850 °C dengan waktu peleburan 120 menit. Selanjutnya cairan aluminium ADC12 dituang ke cetakan logam. Aluminium ADC12 hasil pengecoran diukur nilai kekerasannya dan dibuat spesimen untuk pengamatan struktur mikro. 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 tahan 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, temperatur 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 2020-2050°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 menganalisis nilai kekerasan dan struktur mikro bahan material aluminium scrap ADC12 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. Bahan aluminium yang digunakan adalah scrap aluminium ADC12 hasil pengecoran. Jenis tungku listrik yang digunakan adalah tungku listrik merek Nabertherm daya 6,4 KW (Gambar 1).



Gambar 1. Tungku Listrik

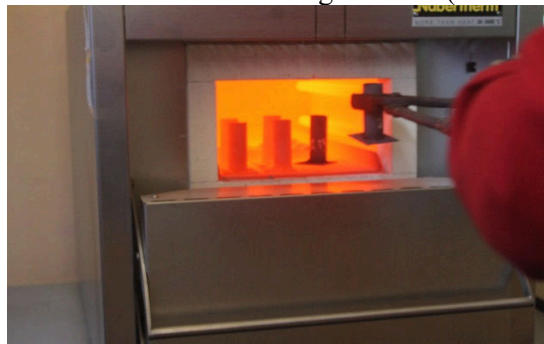
Prosedur peleburan scrap aluminium ADC12 dapat diuraikan sebagai berikut:

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



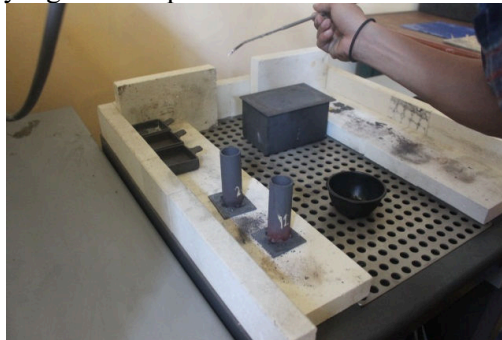
Gambar 2. Wadah dan scrap aluminium.

3. Spesimen aluminium dimasukkan kedalam tungku listrik (Gambar 3).



Gambar 3. Spesimen aluminium dalam tungku listrik

4. Spesimen aluminium yang sudah dipanaskan/dilebur dikeluarkan (Gambar 4).



Gambar 4. Spesimen aluminium yang telah dilebur

Selanjutnya spesimen dipotong dengan ukuran 10 mm (Gambar 5). 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 grade nomor: 200, 300, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 dan 5000) menggunakan mesin *polish*.



Gambar 5. Spesimen untuk foto struktur mikro

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 6).



Gambar 6. Mesin Uji Kekerasan

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 mikro menggunakan mikroskop optik (Gambar 7).



Gambar 7. Pengamatan benda kerja menggunakan mikroskop optik

Selanjutnya dilakukan pengamatan struktur mikro adalah mengetahui perbandingan besar butir dari logam yang telah mengalami pengecoran. Pengukuran besar butir dilakukan dengan menggunakan software *ImageJ*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan pada aluminium ADC12 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

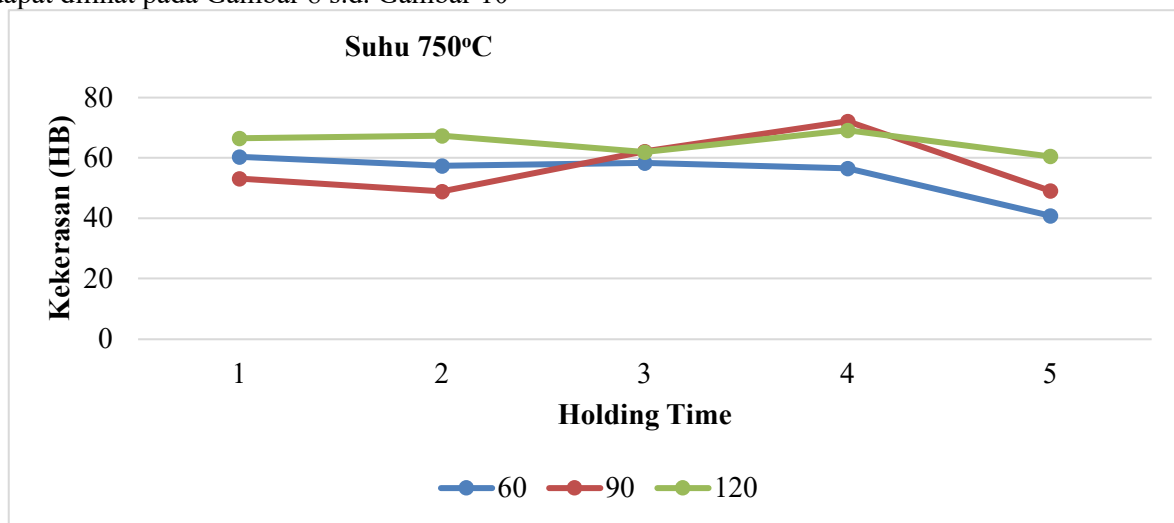
Tabel 2. Data Uji kekerasan pada suhu 800°C

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

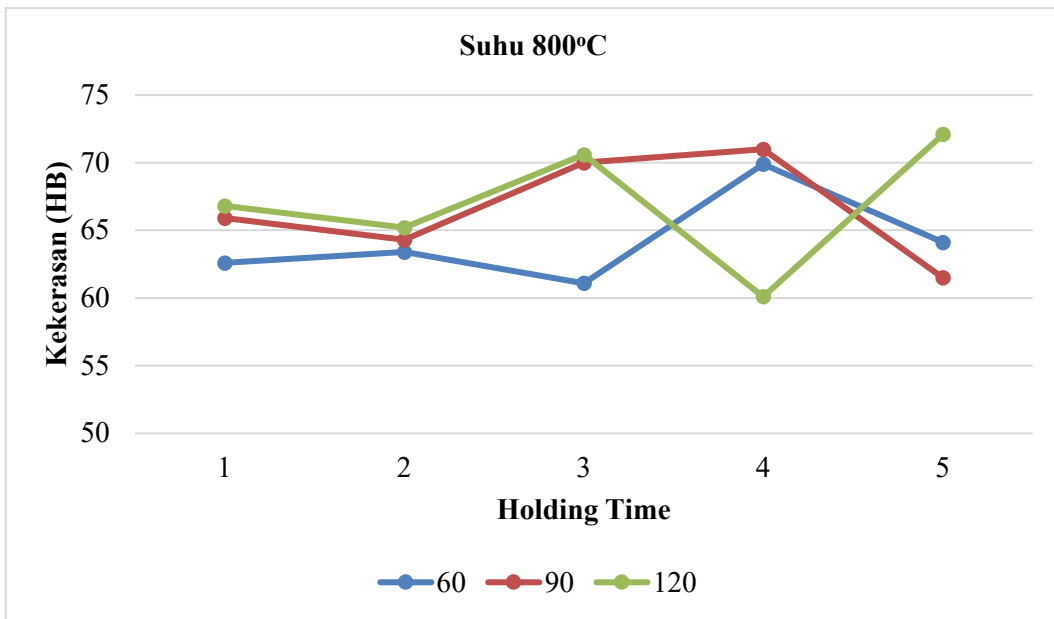
Tabel 3. Data Uji kekerasan pada suhu 850°C.

Holding time (menit)	Titik					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
60	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

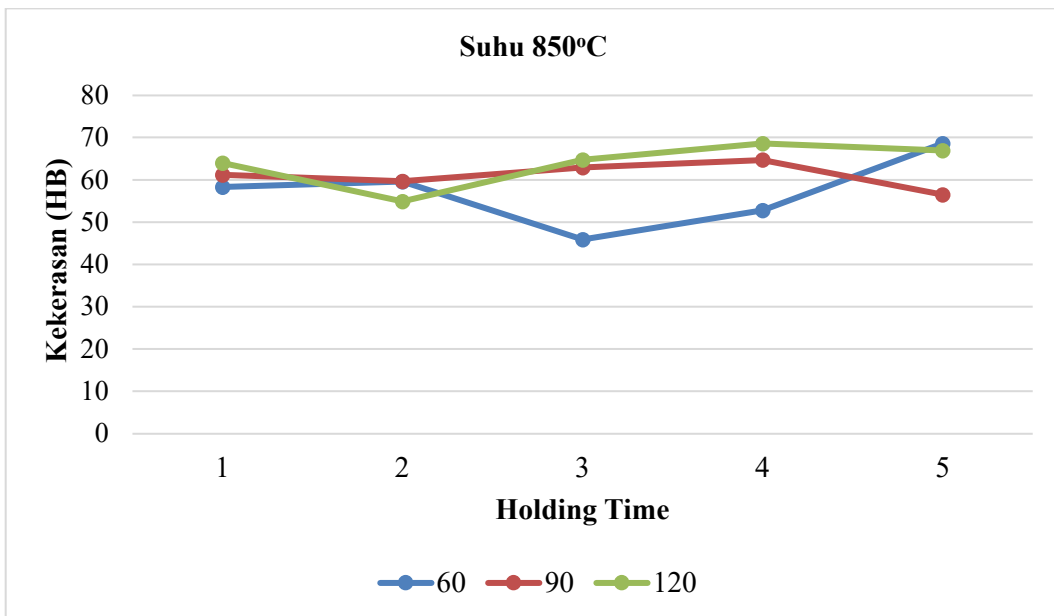
Grafik hubungan antara waktu penahanan (holding time) dan nilai kekerasan setiap titik pengukuran dapat dilihat pada Gambar 8 s.d. Gambar 10



Gambar 8. Grafik hubungan antara waktu dan nilai kekerasan setiap titik pengukuran pada suhu peleburan 750°C.

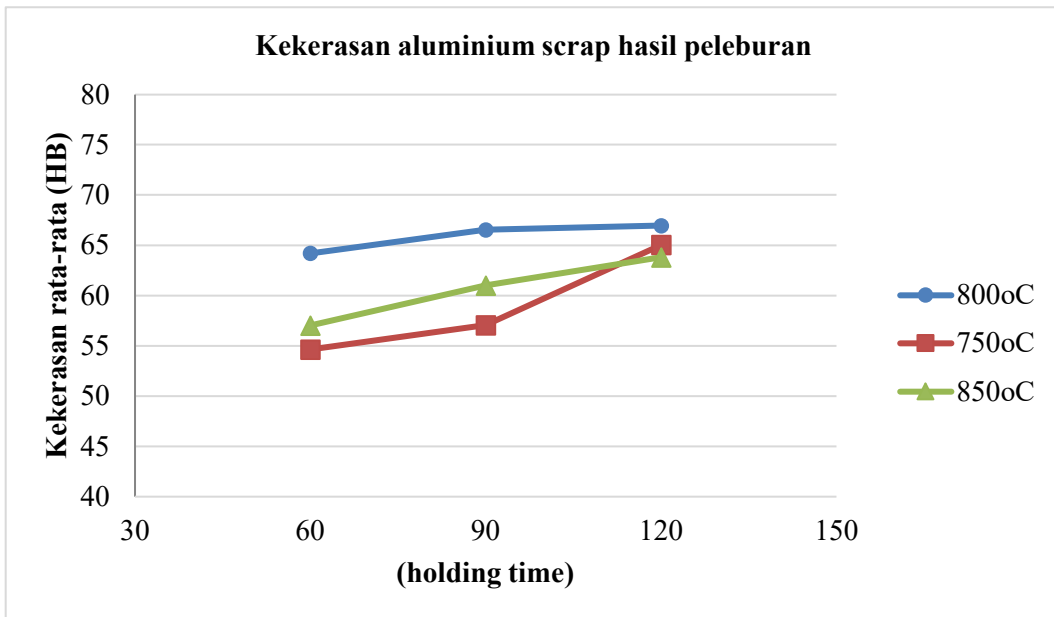


Gambar 9. Grafik hubungan antara waktu dan nilai kekerasan setiap titik pengukuran pada suhu peleburan 800°C.



Gambar 10. Grafik hubungan antara waktu dan nilai kekerasan setiap titik pengukuran pada suhu peleburan 850°C.

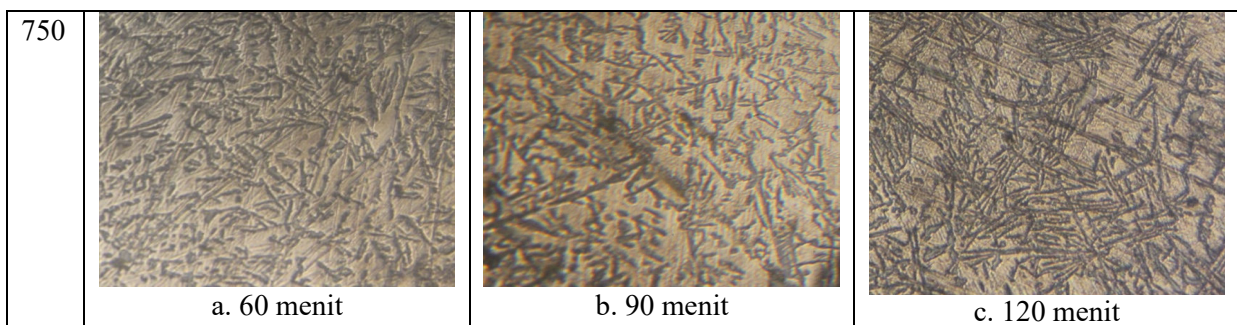
Berdasarkan Gambar 10 s.d Gambar 12 diperoleh grafik hubungan antara waktu penahanan temperatur (holding time) dan kekerasan, maka didapatkan nilai kekerasan rata dari setiap suhu peleburan (Gambar 11).

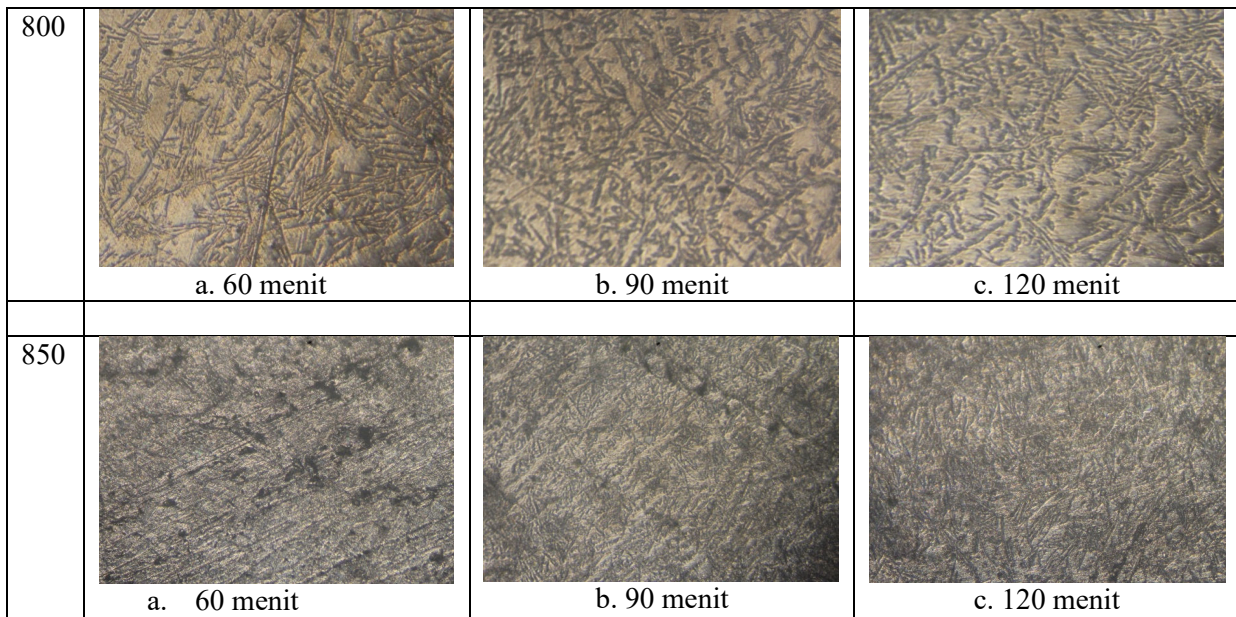


Gambar 11. Grafik hubungan antara waktu penahanan (holding time) dan nilai kekerasan pada suhu peleburan yang berbeda

Berdasarkan Gambar 11 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 11. 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.

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 butirnya (Gambar 12).





Gambar 12. Foto hasil pengujian struktur mikro ADC12 pada temperatur 750°C, 800°C, dan 850°C

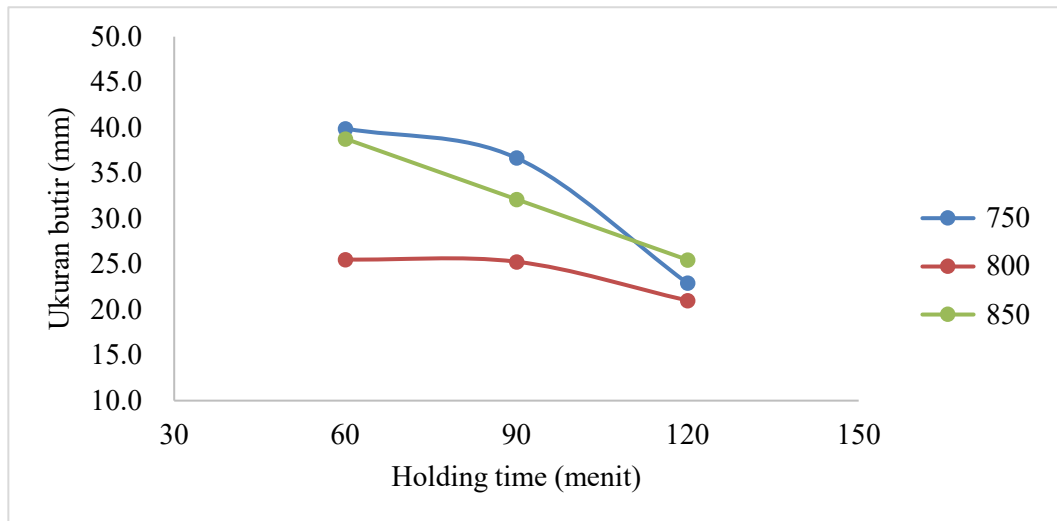
Berdasarkan pengamatan struktur mikro dapat dijelaskan sebagai berikut. Pada struktur mikro dengan temperature 750°C, terlihat bahwa unsur silicon berbentuk serpihan kecil, tipis, dan pendek. Pada mikrostruktur dengan temperatur 800°C, terlihat bahwa unsur silikon masih berbentuk serpihan kecil, agak 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 13).



Gambar 13. Grafik hubungan antara ukuran butir aluminium dan *holding time*

Berdasarkan Gambar 13. 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. Dapat juga dilihat bahwa suhu peleburan 800°C memiliki nilai ukuran butir yang lebih rendah dari suhu peleburan yang lain. Namun pada waktu penahanan 120 menit memiliki ukuran butir yang relatif sama. Hal ini menunjukkan bahwa waktu penahanan 120 menit, cairan aluminium lebih homogen.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada pengecoran aluminium ADC12 menggunakan tungku listrik, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Nilai kekerasan tertinggi berada 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 21 μm .

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Supriyanto. Analisis Hasil Pengecoran Aluminium Dengan Variasi Media Pendingin, *Jurnal Teknik*, (Online), Vol.11, No.2 (<https://jurnal.usu.ac.id/diakses> 5 Agustus 2019)
- [2] A. Budiyo, W. Widayat, dan Rusiyanto.. 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. 2010.
- [3] T. Surdia, dan K. Chijiwa. Teknik Pengecoran Logam. Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta. 2000.
- [4] T. Surdia dan S. Saito. Pengetahuan Bahan Teknik, Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta. 1992.
- [5] Agung. Heat Treatment, Anneling, quenching. <https://gregoriusagung.wordpress.com/2009/01/30/heat-treatment-annealing-quenching>.
- [6] S. Rasyid dan M. Muchtar. Analisis Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Paduan Aluminium ADC12 Dengan Teknik Pengecoran Semi Solid (Rheocasting)." Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M). 2018.

- [7] S. Rasyid, E. Arif, H. Arsyad, dan M. Syahid. Effect of Mechanical Stirrer and Pouring Temperature on Semi Solid Rheocasting of ADC12 Al Alloy: Mechanical Properties And Microstructure J. of Eng. and App. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences.(13-6), 2018. p.2032-2037.
- [8] S. Rasyid, H. Arsyad, dan M. Syahid. 2018. Effects of Stirring Parameters on The Rheocast Microstructure and Mechanical Properties of Aluminium Alloy ADC12. MATEC Web Of Conferences. 197. p.12004. 2018.
- [9] S. Rasyid dan M. Muchtar. Analisis Struktur Mikro Paduan Aluminium ADC12 Pada Pengecoran Semi Solid dengan Pengaduk Mekanik Jenis Turbin. Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M) 2019.
- [10] S. Rasyid, I. Renreng, E. Arif, H. Arsyad, dan M. Syahid. Optimization of Pouring Temperatures and Stirer 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. 2019.