

# Pengaruh Variasi *Holding time* Peleburan terhadap Karakteristik Logam Al-Si Menggunakan Cetakan Pasir

**Muhammad Taufiq, Murjito, Dini Kurniawati**

*Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Malang, Indonesia*

Article history: Received: 10/5/2018; Revised: 20/6/2018; Accepted: 25/6/2018

## ABSTRAK

Metode peleburan logam merupakan salah satu cara untuk membentuk besi menjadi bahan dasar pembuatan peralatan dan memberikan manfaat sebesar-besarnya untuk kepentingan hidup manusia. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai kekuatan impact, mengetahui nilai kekerasan, mengetahui bentuk cacat makro, mengetahui bentuk struktur mikro akibat  *holding time*  pada peleburan coran Al-Si. Harga impact coran Al-Si akibat  *holding time*  peleburan dengan variasi waktu 0, 10, 20, 30 menit nilai impact yang diperoleh masing-masing adalah 0,37 joule/mm<sup>2</sup>, 0,29 joule/mm<sup>2</sup>, 0,30 joule/mm<sup>2</sup>, dan 0,26 joule/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai kekerasan yang diperoleh sebesar 65,886 kg/mm<sup>2</sup>, 81,681 kg/mm<sup>2</sup>, 88,86 kg/mm<sup>2</sup>, dan 86,265 kg/mm<sup>2</sup>. Patahan getas terjadi pada semua spesimen, ukuran butir struktur mikro semakin kecil seiring dengan lamanya  *holding time* . Pada penelitian ini, menegaskan bahwa harga impact mempunyai hubungan yang terbalik dengan harga kekerasan, semakin rendah harga impact semakin tinggi harga kekerasan. Berdasarkan pengamatan struktur mikro pada coran Al-Si akibat  *holding time*  peleburan dengan variasi waktu 0 menit, 10 menit, 20 menit, dan 30 menit didapatkan ukuran butir yang semakin kecil. Semakin lama  *holding time* , maka ukuran dari Al-Si semakin kecil.

**Kata kunci :** Al-Si,  *holding time*  peleburan, kekuatan impact, nilai kekerasan, cacat makro, struktur mikro.

## ABSTRACT

*Molten metal is a method to form metal to be base material of making equipment and give great advantages to human life. Purpose of this research is to find out impact value, hardness, macro defect, and micro structure as the result of holding time in molten Al-Si. Impact value of Al-Si due to molten holding time by variation of 0, 10,20, and 30 minutes are respectively 0.37 joule/mm<sup>2</sup>, 0.29 joule/mm<sup>2</sup>, 0.30 joule/mm<sup>2</sup>, and 0.26 joule/mm<sup>2</sup>. Meanwhile, hardness value of 0, 10,20, and 30 minutes holding time are respectively 65.886 kg/mm<sup>2</sup>, 81.681 kg/mm<sup>2</sup>, 88.86 kg/mm<sup>2</sup> and 86.265 kg/mm<sup>2</sup>. Brittle fracture occurred in all specimens and granule size of micro structure is smaller with the holding time. This research confirms that impact value has inverted correlation to hardness value. The lower of impact value, the higher hardness value. Based on micro structure observation on Al-Si casting due to molten holding time in 0, 10,20, and 30 minutes variation, it isobtained smaller granule size.*

**Keywords:** Al-Si,  *molten holding time* ,  *impact value* ,  *hardness value* ,  *macro defect* ,  *micro structure*



**Muhammad Taufiq**, menyelesaikan studi Sarjana di Jurusan Teknik Mesin UMM.



**Murjito**, menyelesaikan studi Magister di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan bidang kepakaran Manufacturing Engineering. Berprofesi sebagai Dosen di Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang. Penelitian yang dilakukan banyak berhubungan dengan proses pengerjaan material dan sifat-sifatnya.



**Dini Kurniawati**, menyelesaikan studi Magister di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan bidang ilmu Kimia Teknologi Proses. Berprofesi sebagai Dosen di Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang. Penelitian yang dilakukan banyak berhubungan dengan Rekayasa Kimia dan pengaruhnya.

\*Corresponding author.

E-mail address: [murjito@umm.ac.id](mailto:murjito@umm.ac.id)

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2017 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, All right reserved, This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

## PENDAHULUAN

Metode peleburan logam merupakan salah satu cara untuk membentuk besi menjadi bahan dasar pembuatan peralatan dan memberikan manfaat sebesar-besarnya untuk kepentingan hidup manusia. Perkembangan peradaban manusia ditandai dengan meningkatnya kebutuhan dan kemudahan dalam mencapai tujuan yang diinginkannya, oleh karena itu berbagai cara dilakukan dan selalu mencari alternatif yang lebih baik dan efisien melalui pemanfaatan energi yang ada. Ketersediaan sumber energi alam serta meningkatnya populasi manusia kembali menuntut manusia itu sendiri untuk selalu berfikir dan berusaha mengembangkan ilmu pengetahuan dan keterampilannya agar dapat memanfaatkan dan menemukan teknologi baru yang lebih baik dan tepat guna, karena pada dasarnya alam telah menyediakan berbagai materi yang cukup, hanya karena keterbatasan pengetahuan, materi tersebut tidak dapat dimanfaatkan. Terlebih lagi pada era globalisasi dimana bangsa yang maju akan lebih menguasai bangsa yang lemah [1].

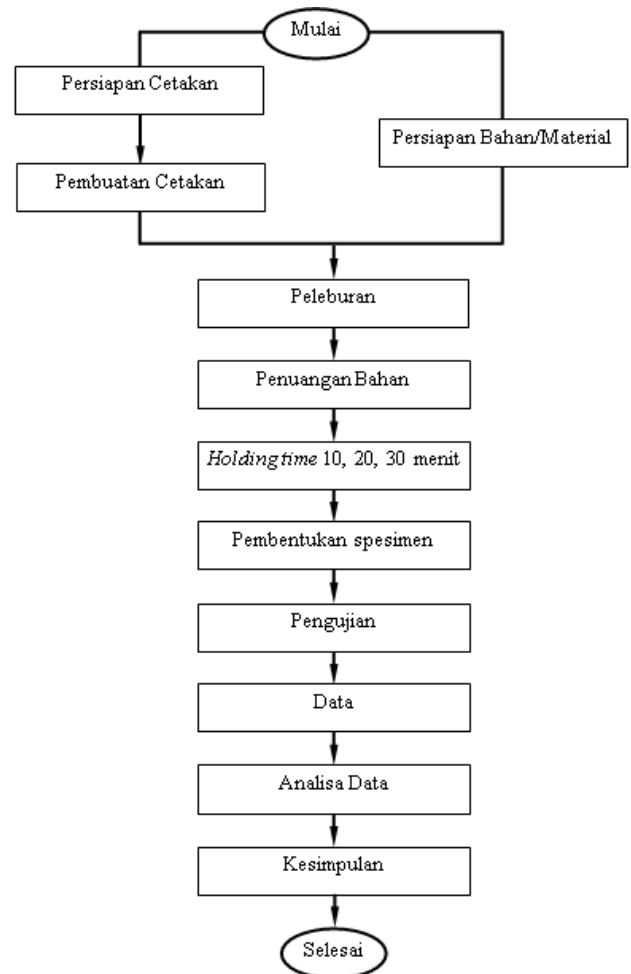
Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk piston bekas yang merupakan logam paduan Al-Si dengan cara menahan waktu fase lebur pada temperatur 700 °C. Rekayasa ini diharapkan akan mendapatkan harga impact yang baik, harga kekerasan yang tinggi, mengurangi cacat makro, dan mikrostruktur pada hasil coran logam paduan Al-Si. Hasil coran logam paduan Al-Si juga akan mengurangi adanya limbah.

## METODE

Diagram alir pada Gambar 1 tersebut menjelaskan bahwa sebelum penelitian dilakukan, terlebih dahulu harus menyiapkan alat dan bahan mulai dari pembuatan cetakan pasir dan penguangan bahan ke dapur krusibel bisa dilihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Proses pembuatan cetakan



Gambar 1. Diagram alur proses

## Proses Pengecoran

Proses pengecoran yang dilakukan dengan cara menahan waktu fase lebur pada temperatur 700 °C setelah bahan mencapai suhu 700 °C akan ditahan selama kondisi lebur (kondisi cair) dengan kurun waktu 10, 20, 30 menit. Dengan rekayasa tersebut diharapkan mendapat nilai impact yang baik, mengurangi cacat makro, dan mikro struktur pada hasil coran logam paduan Al-Si (piston bekas).



Gambar 3. Proses Pengecoran

## Pembentukan Spesimen

Untuk spesimen uji mikro struktur pemotongan dalam bentuk pelat dengan dimensi 10 mm x 10 mm x 20 mm,

sedangkan untuk spesimen uji impak pemotongan Al-Si dalam bentuk pelat dengan dimensi 10 mm x 10 mm x 55 mm. Pemotongan keduanya menggunakan gergaji besi untuk menghindari pengaruh panas, 12 spesimen untuk uji mikro struktur dan 12 spesimen untuk uji impak. Dari setiap perlakuan diambil 3 spesimen.



Gambar 4. Bentuk Spesimen

### Pengujian Ketangguhan / Uji impak

Pengujian ketangguhan dilakukan dengan menggunakan uji impak *Charpy*. Pertama bersihkan dahulu spesimen sebelum di uji lalu kelompokkan spesimen berdasarkan variabel yang ditentukan dan letakkan spesimen dengan posisi mendatar dengan takik membelakangi pendulum, palu pemukul diatur sehingga membentuk  $\alpha = 100^\circ$  kemudian palu dilepaskan dari ketinggian tersebut sampai mengenai spesimen pada bagian luar spesimen yang sejajar dengan takikan dan catat hasil perubahan jarum.



Gambar 5. Alat Pengujian Impak

### Pengujian kekerasan (*vickers*)

Mempersiapkan benda uji kemudian mengamplas permukaan benda uji dengan kertas gosok hingga mengkilat dan bersih dari kotoran, memilih beban 20kg untuk aluminium, membeikan gaya tekan selama 15

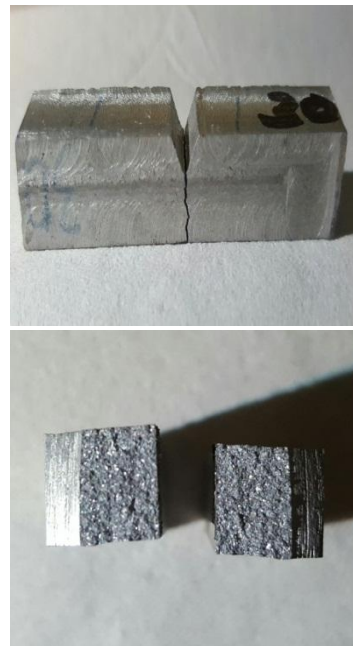
detik kemudian cacat hasil nilai d1 (hirizontal) dan d2 (vertikal).



Gambar 6. Alat Pengujian Vickers

### Pengamatan Struktur Makro

Pengambilan foto makro menggunakan kamera. Langkah pertama menyiapkan spesimen hasil patahan uji impak, bedakan menurut variasi *holding timenya* kemudian siapkan kamera, dan letakkan spesimen pada alas, ambil satu persatu spesimen menurut variasi *holding time*. Foto semua bagian spesimen hasil patahan uji impak, bedakan hasil foto dari masing-masing variasi *holding time*.



Gambar 7. Hasil Pengamatan Struktur Makro

### Pengambilan Struktur Mikro

Langkah pertama melakukan pengamplasan spesimen dengan menggunakan amplas nomer 150, 500, 800, 1000 dan kain flanel dengan *autoshol* kemudian bersihkan spesimen dan spesimen siap diamati bentuk struktur mikro nya menggunakan SEM, dapat dilihat pada gambar 8 berikut.



Gambar 8. Alat Uji Mikrostruktur (SEM)

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengecoran Piston Bekas (Al-Si) dilakukan di Laboratorium Pengecoran Alpabetagama Tirta Utomo. Berikut gambar hasil dari pengecoran. Berikut ini adalah hasil foto coran.



(a) Tanpa Holding time (b) Holding time 10 menit



(c) Holding time 20 menit (d) Holding time 30 menit

Gambar 9. Hasil Pengecoran

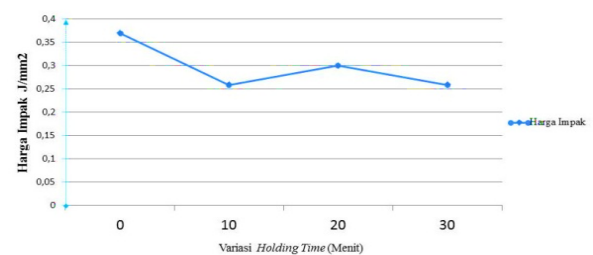
### Pengujian Impak

Dari setiap perlakuan *holding time* diambil 3 spesimen. Berikut hasil dari uji impak :

Tabel 1. Rata-rata data ketangguhan hasil uji impak dengan variasi *holding time*

No	Holding time (menit)	Rata – Rata joule/mm <sup>2</sup>
1	0	0,37
2	10	0,29
3	20	0,30
4	30	0,26

Grafik Rata-rata Harga Impak



Gambar 10. Grafik rata-rata harga impak coran Al-Si akibat *holding time*

Harga impak coran Al-Si akibat *holding time* dengan variasi 0, 10, 20, 30 menit secara berurutan adalah 0,37 Joule/mm<sup>2</sup>; 0,29 Joule/mm<sup>2</sup>; 0,30 Joule/mm<sup>2</sup>; 0,26 Joule/mm<sup>2</sup>.

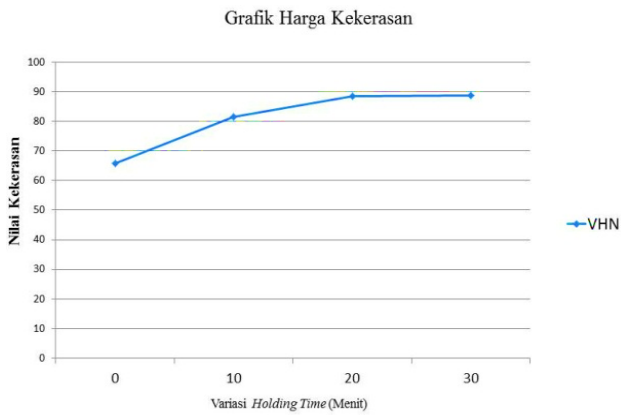
Dari Gambar 10 yang memaparkan grafik nilai rata-rata harga impak coran Al-Si akibat *holding time* didapatkan harga impak dari *holding time* 0 menit menurun ke *holding time* 10 menit dan terus meningkat hingga *holding time* 20 menit dan turun lagi di *holding time* 30. Hal ini disebabkan oleh adanya cacat porositas.

### Harga Kekerasan (vikers)

Dari setiap perlakuan *holding time* diambil 3 spesimen. Berikut hasil dari uji impak.

Tabel 2. Rata-rata data harga kekerasan hasil uji Vickers dengan variasi *holding time*

No	Holding time (menit)	Rata – rata kg/mm <sup>2</sup>
1	0	65.886
2	10	81.681
3	20	88.68
4	30	86.265



Gambar 11. Grafik nilai rata-rata harga kekerasan coran Al-Si akibat *holding time*

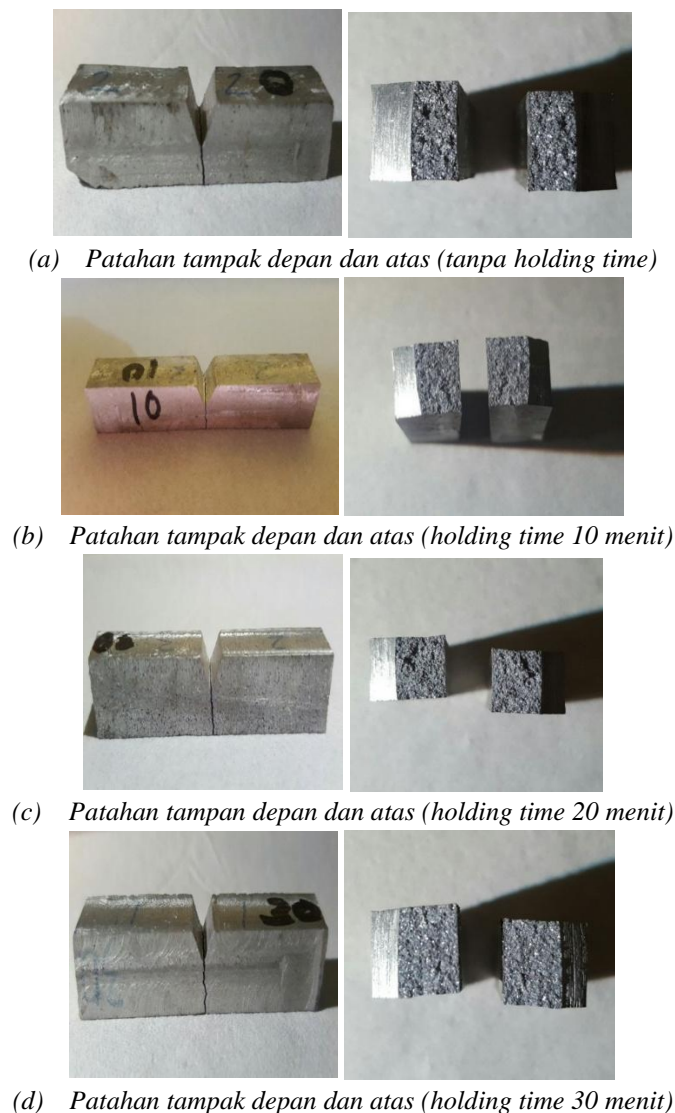
Dari Gambar 11 yang memaparkan grafik nilai rata-rata harga kekerasan coran Al-Si akibat *holding time* didapatkan harga kekerasan dari *holding time* 0 menit paling rendah dibandingkan *holding time* lainnya dan terus meningkat hingga *holding time* 30 menit. Harga kekerasan coran Al-Si akibat *holding time* dengan

variasi 0, 10, 20, 30 menit secara berurutan adalah 0,65,886 kg/mm<sup>2</sup>; 81,681 kg/mm<sup>2</sup>; 88,68 kg/mm<sup>2</sup>; 86,265 kg/mm<sup>2</sup>.

Rasyid dkk mengatakan bahwa nilai kekerasan pada paduan Al-Si daur ulang akan meningkat seiring dengan penambahan *holding time* yang dilakukan pada saat peleburan.[2]. Nilai kekerasan pada paduan Al-Si daur ulang akan meningkat seiring dengan penambahan *holding time* yang dilakukan pada saat peleburan dan terdapat hubungan antara harga kekerasan, ketangguhan, dan struktur mikro yaitu dengan meningkatnya nilai kekerasan maka nilai ketangguhan dan struktur mikro cenderung menurun artinya dimana semakin keras bahan maka nilai ketangguhannya akan semakin menurun dan ukuran diameter butir semakin kecil.

#### Pengamatan cacat makro

Hasil foto makro patahan Al-Si ditampilkan pada Gambar 12.

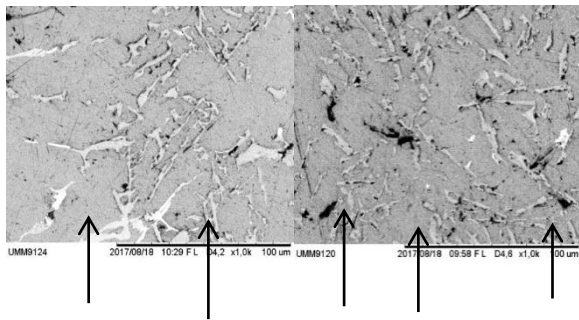


Gambar 12. Hasil foto makro patahan Al-Si dengan variasi *holding time*

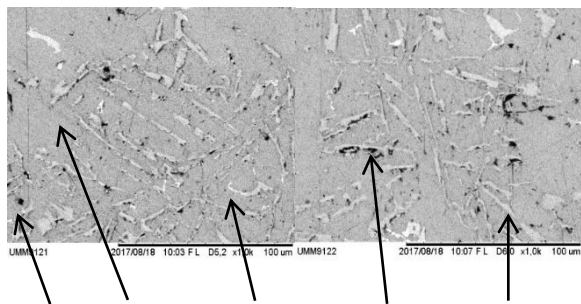
Cacat makro yang terjadi pada pengecoran Al-Si antara lain lubang jarum, pelekat, rontok cetakan, rongga udara, salah alir dan sumbat dingin. Berdasarkan patahan dari uji impact, semua spesimen termasuk kategori jenis patahan getas dikarenakan pada permukaan patahan uji impact membentuk permukaan yang datar (*flat*) dengan ditandai dua sifat yaitu ada yang memantulkan cahaya sehingga tampak warna mengkilat dan sebagian lagi permukaan patahan uji impact tampak buram. Dilihat dari pemasangan kembali patahan spesimen uji impact yang masih bisa dipasangkan seperti semula.

### Pengamatan Struktur Mikro

Berdasarkan pengamatan struktur mikro spesimen pengecoran Al-Si akibat *holding time* dengan variasi 0 menit, 10 menit, 20 menit, dan 30 menit didapatkan foto sebagai berikut.



Al-Si Dendrit Porositas Matrik Al-Si Dendrit  
(a) Tanpa holding time (b) Holding time 10 menit



Porositas Matrik Al-Si Dendrit Porositas Matrik Al-Si  
(c) Holding time 20 menit (d) Holding time 30 menit

Gambar 13. Struktur mikro Al-Si *holding time* (a) 0, (b) 10, (c) 20, dan (d) 30 menit

Berdasarkan Gambar 13 foto (a) tersebut nampak jelas bahwa luasan matrik Al-Si lebih luas jika dibandingkan dengan *holding time* lainnya dan berdasarkan foto (b) nampak jelas bahwa luasan matrik Al-Si yang sedikit lebih kecil jika dibandingkan dengan *holding time* 0 menit. Pada struktur mikro dengan *holding time* 10 menit mulai terbentuk dendrit yang menimbulkan

naiknya kekerasan pada coran Al-Si, selanjutnya foto (c) tersebut nampak jelas bahwa luasan matrik Al-Si yang sedikit lebih kecil jika dibandingkan dengan struktur mikro coran Al-Si *holding time* 10, Dendrit kembali muncul dan menyebabkan kekerasan semakin naik, Foto (d) nampak jelas bahwa luasan matrik Al-Si yang lebih kecil jika dibandingkan dengan struktur mikro coran Al-Si *holding time* 20 menit. Bentuk dendritpun muncul lebih banyak sehingga menyebabkan kekerasan meningkat.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rasyid, M.S. dkk yang menyatakan bahwa semakin lama *holding time* menyebabkan ukuran butir yang terbentuk semakin kecil dan Ahmad Azhari yang menyatakan bahwa semakin meningkat nilai kekerasan maka nilai ketangguhannya akan menurun dan ukuran diameter butir semakin mengecil.

### KESIMPULAN

Harga impact coran Al-Si akibat *holding time* dengan variasi 0, 10, 20, 30 menit secara berurutan adalah 0,37 Joule/mm<sup>2</sup>; 0,29 Joule/mm<sup>2</sup>; 0,30 Joule/mm<sup>2</sup>; 0,26 Joule/mm<sup>2</sup> dan untuk harga kekerasan coran Al-Si akibat *holding time* dengan variasi 0, 10, 20, 30 menit secara berurutan adalah 0,65,886 kg/mm<sup>2</sup>; 81,681 kg/mm<sup>2</sup>; 88,68 kg/mm<sup>2</sup>; 86,265 kg/mm<sup>2</sup>. Berdasarkan patahan dari uji impact, semua spesimen termasuk kategori jenis patahan getas dikarenakan pada permukaan patahan uji impact membentuk permukaan yang datar (*flat*) dengan ditandai dua sifat yaitu ada yang memantulkan cahaya sehingga tampak warna mengkilat dan sebagian lagi permukaan patahan uji impact tampak buram dan dilihat dari pemasangan kembali patahan spesimen uji impact yang masih bisa dipasangkan seperti semula kemudian untuk pengamatan struktur mikro spesimen dengan variasi *holding time* peleburan 10 menit pada pengecoran logam Al-Si didapatkan bentuk dendrit yang mengindikasikan meningkatnya kekerasan dan pengamatan struktur mikro spesimen dengan variasi *holding time* peleburan 20 menit pada pengecoran logam Al-Si didapatkan bentuk dendrit yang mengindikasikan meningkatnya kekerasan dengan ukuran butir yang lebih kecil jika dibandingkan dengan spesimen 10 menit dan berdasarkan pengamatan struktur mikro spesimen dengan variasi *holding time* peleburan 30 menit pada pengecoran logam Al-Si didapatkan bentuk dendrit yang mengindikasikan meningkatnya kekerasan dengan ukuran butir yang lebih kecil jika dibandingkan dengan spesimen 20 menit.

## REFERENSI

- [1] Sudjana, H., "Teknik Pengecoran Logam Jilid 2 Untuk SMK." Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [2] Azhari, A., "Pengaruh Proses Tempering dan Proses Pengerolan di Bawah dan di Atas Temperatur Rekristalisasi pada Baja Karbon Sedang Terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Serta Struktur Mikro Untuk Mata Pisau Pemanen Sawit," Jurnal e-Dinamis, Volume II, No.2 September 2012 ISSN 2338-1035, 2012.
- [3] Suhardi, "Teknologi Mekanik III (Proses Pengecoran Logam)." Surakarta: UNS Pres, 1992.
- [4] Surdia, T. & Saito, S., "Pengetahuan Bahan Teknik," Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 1999.
- [5] Widarto, "Teknik Pemesinan Jilid 1 Untuk SMK." Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [6] Surdia, T. & Chijiwa, K., "Teknik Pengecoran Logam." Jakarta: PT Pradnya Paramita, 1980.
- [7] Mondolfo, L.F., "Aluminium Alloys: Structure and Properties," London: Butterworths, 1979.
- [8] ASM International. "All Rights Reserved Aluminum-Silicon Casting Alloys: Atlas Microfractographs, 2004.
- [9] Abidin, M.Z., "Identifikasi Fasa Intermetalik  $\beta$ -AlFeSi Pada Paduan Al-7wt%Si dan Al-11wt%Si yang Mengandung Besi." Skripsi Universitas Indonesia, 2008.
- [10] Bahtiar dkk. "Pengaruh Media Pendingin Minyak Pelumas SAE pada Proses Quenching dan Tempering Terhadap Ketangguhan Baja Karbon Rendah." Jurnal Mekanikal. (online), 5 (1): 455-463, 2014.
- [11] George E. D., "Mechanical Metallurgy," Second Edition, Tokyo: Mc.Graw-Hill Kogakusha Ltd, 1988.
- [12] Ismail. F. "Rancang Bagun Mesin Uji Impak Charpy." Tugas Akhir Tidak diterbitkan. Semarang: Universitas Diponegoro, 2012.
- [13] Hakim, H. A. "Pengaruh Temperatur Penuangan Terhadap Sifat Ketangguhan Impak (Impact Toughness) dan Kekerasan (Hardness) Aluminium Sekrap yang Ditambah Silikon 5%." Skripsi Universitas Sumatera Utara, 2011.
- [14] Puspitasari, D. "Perbedaan Ketangguhan dan Jenis Patahan Pada Duralium Akibat Proses Artificial Aging Dengan Variasi Media Pendingin Dromus Oil dan Air." Skripsi Universitas Negeri Malang, 2015.
- [15] Nurhadi, "Studi Karakteristik Material Piston dan Pengembangan Prototipe Piston Berbasis Limbah Piston Bekas." Tesis Universitas Diponegoro Semarang, 2010.