

Analisis Uji Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Variasi Holding Time Pada Pengecoran Al-Si Menggunakan Metode Permanen Mold Casting

Analysis Of Hardness And Micro Structure Tests On Holding Time Variations In Al-Si Casting Using Permanent Mold Casting Method

Mochamad Bambang Saputro

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Eksakta, Universitas Nahdlatul Ulama Blitar

*e-mail: *mochamadmbang123@gmail.com*

Abstrak

Pengecoran merupakan proses peleburan logam dengan cara dicairkan kemudian dituang ke dalam cetakan dan dibiarkan hingga membeku. Dalam pengecoran permanent mold casting pemilihan material cetakan sangat penting untuk menghasilkan produk dengan sifat dan karakter yang kita inginkan. Aluminium murni merupakan logam yang mempunyai sifat ringan, tahan korosi, kekuatan yang dapat ditingkatkan dan cor yang baik untuk itu, perlu dilakukan analisis holding time pada peleburan terhadap kekuatan kekerasan dan struktur mikro pada hasil coran Al-Si, dengan variasi holding time 0 menit, 10 menit, 20 menit, 30 menit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui analisis uji kekerasan akibat holding time dan bentuk struktur mikro akibat holding time pada peleburan coran Al-Si. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan penelitian eksperimental dengan jenis pendekatan kuantitatif. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif yang dilakukan dengan cara merangkum hasil penelitian berdasarkan pengamatan dan uji laboratorium yang telah dilakukan. Data yang berupa nilai rata-rata dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan diagram sehingga mudah untuk dibaca. Pengujian kekerasan menggunakan mesin uji mikrovickers dan standart ASTM E23. Pengamatan struktur mikro diamati dengan foto mikro. Harga kekerasan coran Al-Si holding time peleburan variasi waktu 0 menit, 10 menit, 20 menit, 30 menit, didapatkan harga kekerasan yang menurun dari 283.8 HV ke 252.3 HV dan meningkat lagi ke 279.3 HV. Ukuran butir Struktur mikro semakin kecil seiring dengan lamanya holding time. Pada penelitian ini, menegaskan bahwa harga kekerasan semakin lama semakin menurun. Berdasarkan pengamatan struktur mikro pada coran Al-Si akibat holding time peleburan dengan variasi waktu 0 menit, 10 menit, 20 menit, 30 menit didapatkan ukuran butir yang semakin kecil. Semakin lama holding time, maka ukuran dari Al-Si.

Kata Kunci: Al-Si, Kekuatan Kekerasan, Struktur Mikro

Abstrack

Casting is the process of melting metal by melting it and then pouring it into a mold and allowing it to freeze. In permanent mold casting, the selection of mold material is very important to produce products with the properties and characters we want. Pure aluminum is a metal that has light properties, corrosion resistance, strength that can be increased and a good cast for that, it is necessary to analyze the holding time on smelting on the strength of hardness and microstructure of the Al-Si castings, with holding time variations of 0 minutes, 10 minutes, 20 minutes, 30 minutes. The purpose of this study was to determine the analysis of the hardness test due to holding time and the shape of the microstructure due to holding time on the melting of Al-Si castings. The research method used in this study is an experimental research design with a quantitative approach. The data analysis technique used in this research is descriptive analysis which is done by summarizing the results of the research based on observations and laboratory tests that have been carried out. The data are in the form of average values and are displayed in the form of tables and diagrams so that they are easy to read. Hardness test using microvickers testing machine and ASTM E23 standard. Microstructure observations were observed with micro photos. The hardness value of Al-Si castings holding time of smelting time variation of 0 minutes, 10 minutes, 20 minutes, 30 minutes, the hardness value decreased from 283.8 HV to 252.3 HV and increased again to 279.3 HV. The grain size of the microstructure decreases with the length of holding time. In this study, it is confirmed that the price of violence decreases over time. Based on the observation of the microstructure of Al-Si castings due to the holding time of smelting with time variations of 0 minutes, 10 minutes, 20 minutes, 30 minutes, the smaller grain size was obtained. The longer the holding time, the size of Al-Si.

Keywords: Al-Si, Hardness Strength, Microstructure

History of article:

Received: Oktober, 2021 : Accepted: November, 2021

PENDAHULUAN

Cetakan pengecoran logam sangat bervariasi. Beberapa diantaranya dibuat dari bahan pasir, semen, keramik, dan logam. Masing-masing bahan cetakan ini akan memberikan pengaruh terhadap kualitas logam cair. Kualitas ini terutama mengenai sifat mekanik yang terbentuk selama proses penuangan dan pembekuan. Dalam penggunaan jangka panjang dapat mempengaruhi masa guna dari produk tersebut. Pengecoran logam material yang sering digunakan adalah Al-Si. paduan aluminium silikon memiliki sifat unggul antara lain tahan korosi karena memiliki lapisan pasif Al_2O_3 , memiliki titik leleh relatif rendah, rasio strength to weight yang tinggi. Logam ini tahan terhadap korosi pada media yang berubah-ubah dan juga mempunyai duktilitas yang tinggi. Sifat aluminium; rapat massa relative (2,7 gr/cm³), titik lebur : 660°C. Sifat paling ringan diantara logam-logam yang sering digunakan, penghantar panas dan listrik yang tinggi, lunak, ulet. Hasil pengecoran aluminium silikon bekas mempunyai sifat mekanik yang lebih baik jika dibandingkan dengan aluminium murni, untuk lebih meningkatkan sifat mekanik, diperlukan proses rekayasa terhadap aluminium silikon pada proses pengecoran. Salah satu cara yang digunakan adalah menahan waktu fase lebur pada temperature tertentu. bahwa kekerasan pada aluminium silikon semakin meningkat karena didapatkan bentuk dendrit yang mengindikasikan meningkatnya kualitas kekerasan permukaan berbanding lurus dengan lama waktu penahanan (*holding time*) peleburan.

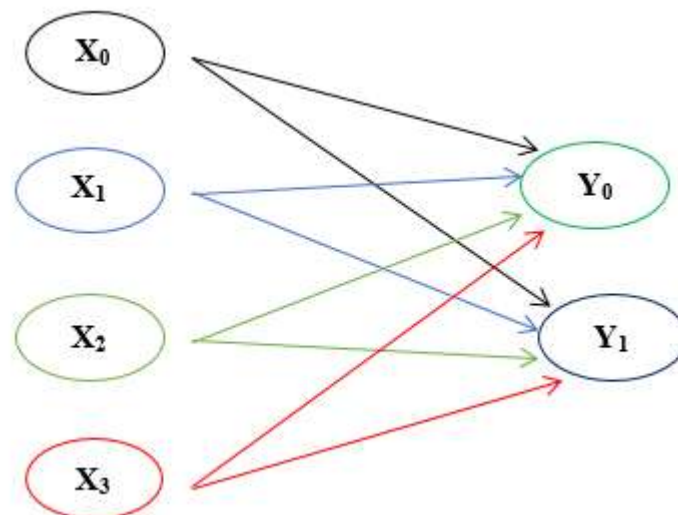
Hasil pengecoran aluminium silikon bekas mempunyai sifat mekanik yang lebih baik jika dibandingkan dengan aluminium murni [1], [2] dan [3]. Untuk lebih meningkatkan sifat mekanik, diperlukan proses rekayasa terhadap aluminium silikon pada proses pengecoran. Kekerasan pada aluminium silikon semakin meningkat karena didapatkan bentuk dendrit yang mengindikasikan meningkatnya kualitas kekerasan permukaan berbanding lurus dengan lama waktu penahanan (*holding time*) peleburan. Semakin lama *holding time* menyebabkan ukuran butir yang terbentuk semakin kecil. Pada *holding time* 5, 10, 15, 20, dan 25 menit secara berurutan menghasilkan ukuran butir sebesar 62,7; 53,053; 42,997; 36,684; dan 33,568 μm dengan *temperature* yang digunakan ialah 660 °C. Nilai kekerasan pada paduan Al-Si daur ulang akan semakin meningkat seiring dengan penambahan *holding time* yang dilakukan pada saat peleburan. Pada *holding time* 5, 10, 15, 20, dan 25 menit secara berurutan menghasilkan nilai kekerasan sebesar 42,28; 43,18; 45,2; 46,44; dan 47,3 HRB. Pengecoran harga impak Al-Si Proses *holding time* pada peleburan dengan variasi 15,25,35 menit secara berurutan adalah sebesar 0,25 Joule/mm², 0,25 Joule/mm², 0,28 Joule/mm². *Holding time* atau waktu penahanan dilakukan untuk mendapatkan kekerasan permukaan maksimum dari suatu bahan pada proses perlakuan panas dengan menahan pada temperatur pengerasan untuk memperoleh pemanasan yang homogen sehingga struktur austenitnya homogen atau terjadi kelarutan karbida ke dalam austenit dan terjadi difusi karbon dengan unsur paduan. Harga impak coran Al-Si akibat *holding time* dengan variasi 0, 10, 20, 30 menit secara berurutan adalah 0,37 Joule/mm²; 0,29 Joule/mm²; 0,30 Joule/mm²; 0,26 Joule/mm² dan untuk harga kekerasan coran Al-Si akibat *holding time* dengan variasi 0, 10, 20, 30 menit secara berurutan adalah 0,65,886 kg/mm²; 81,681 kg/mm²; 88,68 kg/mm²; 86,265 kg/mm².

Semakin lama *holding time* menyebabkan ukuran butir yang terbentuk semakin kecil. Pada *holding time* 5, 10, 15, 20, dan 25 menit secara berurutan menghasilkan ukuran butir sebesar 62,7; 53,053; 42,997; 36,684; dan 33,568 μm dengan *temperature* yang digunakan ialah 660 °C. Nilai kekerasan pada paduan Al-Si daur ulang akan semakin meningkat seiring dengan penambahan *holding time* yang dilakukan pada saat peleburan. Pada *holding time* 5, 10, 15, 20, dan 25 menit secara berurutan menghasilkan nilai kekerasan sebesar 42,28; 43,18; 45,2; 46,44; dan 47,3 HRB. Pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui kekerasan benda uji terhadap penetrasi suatu material yang lebih keras dengan bentuk dan di bawah pengaruh gaya tertentu sehingga akan didapatkan harga kekerasan dari benda uji. Observasi struktur mikro merupakan salah satu cara untuk mengetahui sifat mekanik dari suatu material. Data yang didapatkan adalah ukuran, jumlah, dan bentuk butir dan melihat morfologi dan karakteristik dari hasil pengecoran material AL-Si sebelum dan setelah dilakukan *holding time*. Berdasarkan hasil analisis tersebut Pengamatan struktur mikro dilakukan untuk melihat apakah terjadi perbedaan

struktur mikro pada hasil coran dengan variasi temperatur tuang pada saat pengecoran. Secara keseluruhan struktur dari logam coran memiliki bentuk struktur mikro berupa struktur dendrite yang menjadi ciri khas dari struktur mikro dari logam paduan Al-Si. Pada variasi temperatur tuang 700 °C, struktur dendrite khas dari struktur mikro coran paduan Al-Si semakin jelas dengan lengan-lengan yang panjang dan rapat yang memiliki ketangguhan yang lebih tinggi. Semua parameter pengecoran sangat berpengaruh terhadap sifat mekanik dan struktur mikro hasil pengecoran [4], [5], [6] dan [7].

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ialah rancangan penelitian eksperimental. Jenis pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. dalam penelitian kuantitatif dituntut untuk menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut serta penampilan dari hasilnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa harga uji kekerasan dan struktur mikro pada paduan Al-Si yang ditahan selama kondisi lebur dengan kurun waktu 10, 20, dan 30 menit. Dalam menentukan harga uji kekerasan dan struktur mikro pada paduan aluminium silikon, data yang telah didapat dianalisis menggunakan analisis deskriptif. Visualisasi rancangan penelitian ini disajikan dalam bentuk gambar dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Rancangan Penelitian

Keterangan:

X0 = Spesimen tanpa mengalami perlakuan holding time, suhu yang digunakan ialah 700 °C

X1 = Spesimen mengalami perlakuan holding time 10 menit, suhu yang digunakan ialah 700 °C

X2 = Spesimen mengalami perlakuan holding time 20 menit, suhu yang digunakan ialah 700 °C

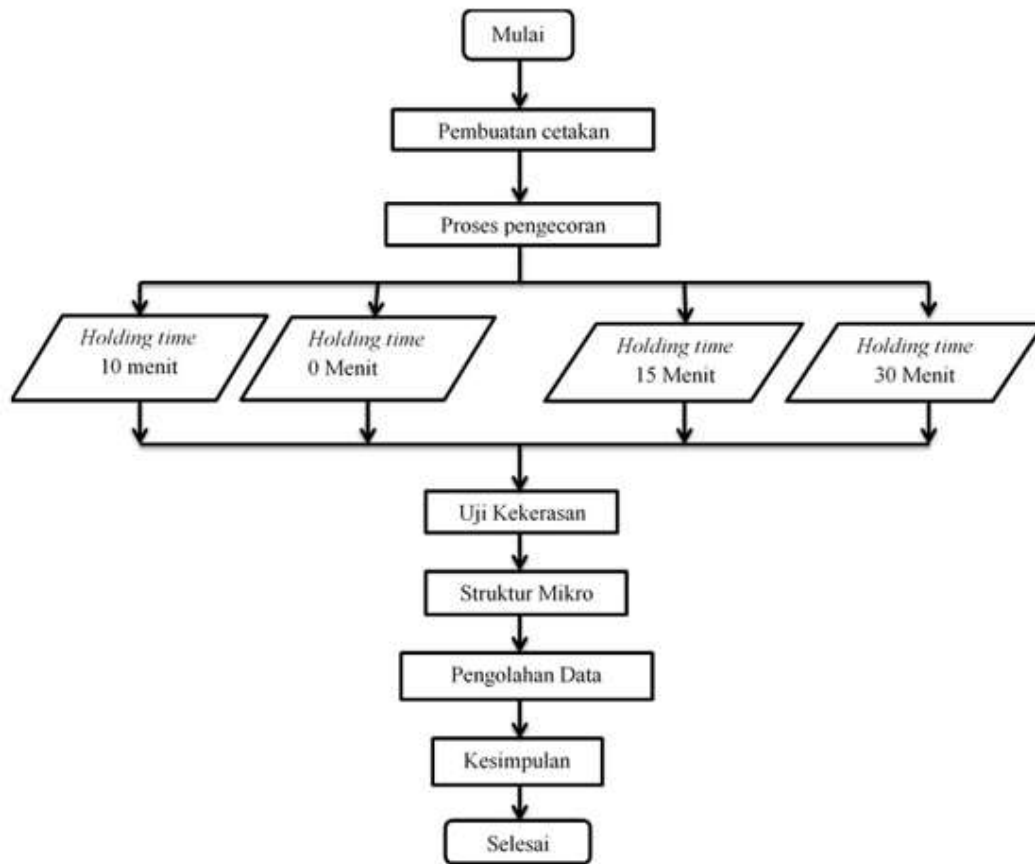
X3 = Spesimen mengalami perlakuan holding time 30 menit, suhu yang digunakan ialah 700 °C

Y0 = Uji Kekerasan

Y1 = Struktur Mikro

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif yang dilakukan dengan cara merangkum hasil penelitian dari pengamatan yang dilakukan. Data yang diperoleh berupa nilai rerata ditampilkan dalam bentuk tabel, dan histogram sehingga lebih mudah dibaca. Penelitian ini tiga variabel variasi holding time yaitu 0 menit, 10 menit, 20 menit, 30 menit. Variabel terikat berupa tingkat kekerasan dan struktur mikro. Pembuatan benda uji/Pengecoran serta pengambilan data kekerasan dan struktur mikro dilaksanakan pada bulan September 2021 di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Negeri Malang. Mesin uji Kekerasan yang digunakan adalah ESEWAY EW-412AAT dan Mesin Uji struktur mikro yang digunakan adalah DINOLITE AM4515 Series. Kemudian hasil pengujian kekerasan diambil rata-rata dari 3 spesimen dari setiap variasi holding time untuk struktur mikro diambil 3

spesimen dari setiap variasi *holding time*. Alur penelitian ini dilakukan dengan langkah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

Setelah mengumpulkan data langkah selanjutnya adalah menganalisa data, data hasil pengujian akan disajikan dalam bentuk tabel yang berupa angka sehingga diperoleh data yang bersifat kuantitatif yaitu data berupa angka. Teknik analisa data variasi holding time pada proses pengecoran terhadap nilai kekerasan berupa rata-rata antara specimen. Adapun data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data Penelitian Hasil Uji Kekerasan Tanpa *Holding Time*

No.	Spesimen	Harga Kekerasan (HV)
1.	X_{01}	
2.	X_{02}	
3.	X_{03}	
Rata-rata		

Tabel 2. Data Hasil Uji Kekerasan dengan *Holding Time* 10 menit

No.	Spesimen	Harga Kekerasan (HV)
1.	X_{11}	
2.	X_{12}	
3.	X_{13}	
Rata-rata		

Tabel 3. Data Hasil Uji Kekerasan dengan *Holding Time* 20 menit

No.	Spesimen	Harga Kekerasan (HV)
1.	$X_{2\ 1}$	
2.	$X_{2\ 2}$	
3.	$X_{2\ 3}$	
Rata-rata		

Tabel 4. Data Hasil Uji Kekerasan dengan *Holding Time* 30 menit

No.	Spesimen	Harga Kekerasan (HV)
1.	$X_{3\ 1}$	
2.	$X_{3\ 2}$	
3.	$X_{3\ 3}$	
Rata-rata		

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Kekerasan

Dalam pengambilan data kali ini dilakukan pengujian tiga kali pada setiap spesimen yang disajikan pada tabel. Hasil uji kekerasan coran Al-Si tanpa holding time adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Data penelitian kekerasan Hasil Uji Kekerasan Tanpa *Holding Time*

No.	Spesimen	Harga Kekerasan (HV)
1.	$X_{0\ 1}$	120.6
2.	$X_{0\ 2}$	121.4
3.	$X_{0\ 3}$	125.4
Rata-rata		283.8

Tabel 6. Data penelitian kekerasan Hasil Uji Kekerasan *Holding Time* 10 Menit

No.	Spesimen	Harga Kekerasan (HV)
1.	$X_{1\ 1}$	123
2.	$X_{1\ 2}$	122
3.	$X_{1\ 3}$	114.7
Rata-rata		283.3

Tabel 7. Data penelitian kekerasan Hasil Uji Kekerasan *Holding Time* 20 Menit

No.	Spesimen	Harga Kekerasan (HV)
1.	$X_{2\ 1}$	112.4
2.	$X_{2\ 2}$	106.9
3.	$X_{2\ 3}$	98.3
Rata-rata		252.3

Tabel 8. Data penelitian kekerasan Hasil Uji Kekerasan *Holding Time* 30 Menit

No.	Spesimen	Harga Kekerasan (HV)
1.	$X_{3\ 1}$	112.7
2.	$X_{3\ 2}$	124.6
3.	$X_{3\ 3}$	125.8
Rata-rata		279.3

Dari hasil rata-rata tersebut dapat disimpulkan bahwa proses pengecoran holding time memiliki tingkat kekerasan yang berbeda. Coran Al-Si akibat proses holding time pada peleburan dengan variasi 0 menit, 10 menit, 20 menit, dan 30 menit didapatkan hasil rata-rata harga kekuatan kekerasan terhadap variasi holding time peleburan 0 menit pada pengecoran

logam Al-Si adalah sebesar 283.8 HV, harga kekuatan kekerasan terhadap variasi holding time peleburan 10 menit pada pengecoran logam Al-Si adalah sebesar 283.3 HV, harga kekuatan kekerasan terhadap variasi holding time peleburan 20 menit pada pengecoran logam Al-Si adalah sebesar 252.3 HV, harga kekuatan kekerasan terhadap variasi holding time peleburan 30 menit pada pengecoran logam Al-Si adalah sebesar 279.3 HV.

Hasil Struktur Mikro



Gambar 3. Hasil Foto Mikro Al-Si *Holding Time* 0 menit



Gambar 4. Hasil Foto Mikro Al-Si Dengan *Holding Time* 10 Menit

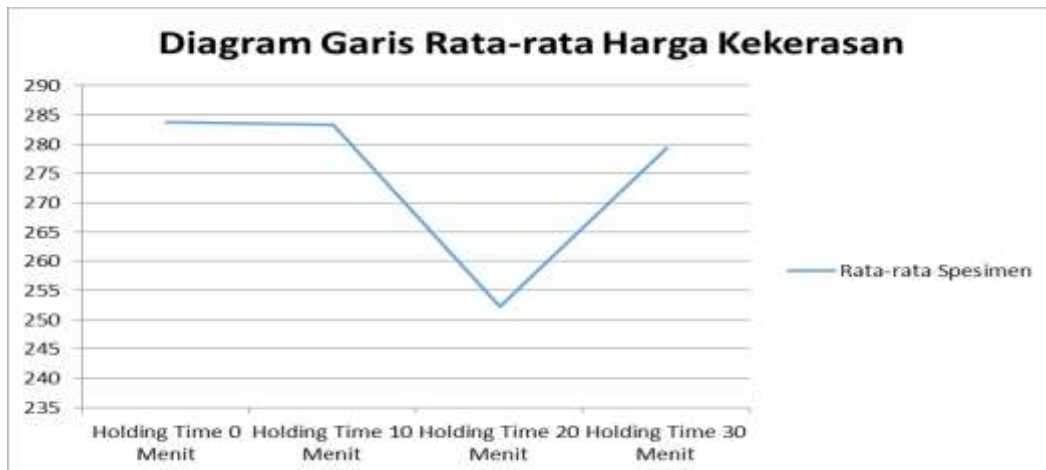


Gambar 5. Hasil Foto Mikro Al-Si Dengan *Holding Time* 20 Menit

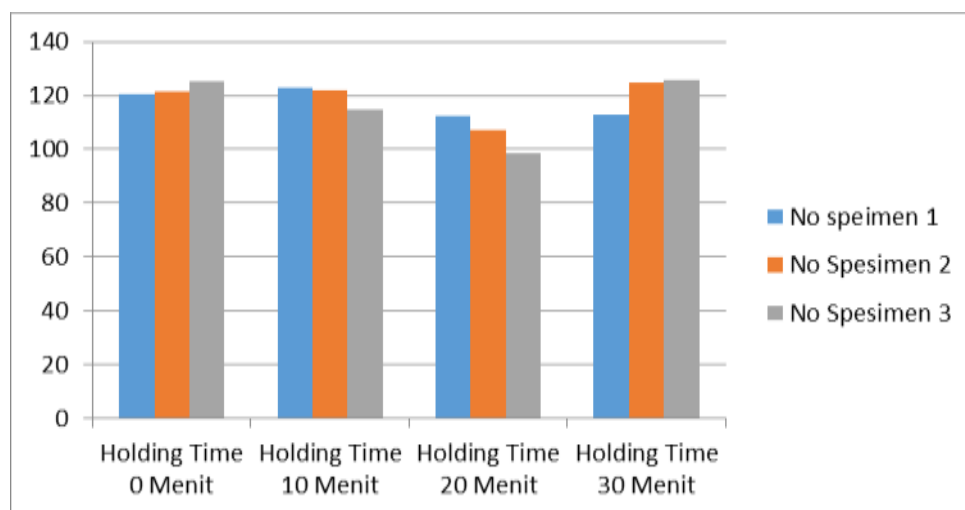


Gambar 6. Hasil Foto Mikro Al-Si Dengan *Holding Time* 30 Menit

Hasil foto struktur mikro logam pengecoran Al-Si menunjukkan adanya perbedaan. Secara keseluruhan Struktur dari logam pengecoran Al-Si memiliki bentuk struktur mikro berupa struktur dendrite yang menjadi ciri khas dari struktur mikro dari paduan Al-Si. Pada variasi 7000 C bentuk struktur mikronya berupa dendrite yang terbentuk belum begitu jelas dan berukuran besar pendek serta tidak teratur. Ini mengakibatkan pada waktu uji kekerasan menghasilkan nilai kekerasan yang rendah.



Gambar 7. Diagram Garis Rata-Rata Harga Kekerasan Coran Al-Si Akibat *Holding Time*



Gambar 8. Diagram Batang Harga kekerasan Coran Al-Si Akibat *Holding Time*

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan pada coran Al-Si akibat proses holding time pada peleburan dengan variasi 0 menit, 10 menit, 20 menit, dan 30 menit didapatkan kesimpulan sebagai berikut. Harga kekuatan kekerasan terhadap variasi holding time peleburan 0 menit pada pengecoran logam Al-Si adalah sebesar 283.8 HV, harga kekuatan kekerasan terhadap variasi holding time peleburan 10 menit pada pengecoran logam Al-Si adalah sebesar 283.3 HV, harga kekuatan kekerasan terhadap variasi holding time peleburan 20 menit pada pengecoran logam Al-Si adalah sebesar 252.3 HV, harga kekuatan kekerasan terhadap variasi holding time peleburan 30 menit pada pengecoran logam Al-Si adalah sebesar 279.3 HV. Berdasarkan pengamatan struktur mikro spesimen dengan variasi holding time peleburan 0 menit dan 30 menit pada pengecoran logam Al-Si didapatkan bentuk dendrit yang mengindikasikan meningkatnya kekerasan, berdasarkan pengamatan struktur mikro spesimen dengan variasi holding time peleburan 10 menit dan 20 menit pada pengecoran logam Al-Si didapatkan bentuk dendrit yang mengindikasikan kurangnya kekerasan dengan ukuran butir yang lebih kecil jika dibandingkan dengan spesimen 0 menit, 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.

SARAN

Bedasarkan saran yang diperoleh, beberapa hal yang perlu ditindak lanjuti antara lain sebagai berikut. Perlu diadakan penelitian lanjutan dengan interval holding time yang lebih tinggi (diatas 30 menit), Pperlu diadakan penelitian lanjutan dengan jenis logam paduan yang sama yaitu Al-Si (piston bekas) dengan menggunakan metode cetakan permanen, pasir, maupun die casting dan pada variasi holding time yang sama dengan menambahkan treatment pada cetakan, perlu diadakan penelitian lanjutan dengan jenis logam paduan yang lain dan beragam dengan menggunakan metode holding time pada peleburan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Prof. Dr. Zainudin, M. Pd selaku Rektor Universitas Nahdlatul Ulama Blitar, Lestariningsih, S.Pt., M.P selaku Dekan FIE, Nurhadi Saputro, S. Pd., M. Eng. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Nahdlatul Ulama Blitar, Johan Wayan Dika, M.Pd., selaku dosen pembimbing I, Mashudi, S.Si., M.T., selaku dosen pembimbing II, Dwi Leksono S.T., M.Pd., selaku pembimbing pengecoran yang telah memberikan waktu kepada saya untuk melakukan penelitian, Drs. Imam Sudjono, M.T. Selaku Kepala Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang telah memberikan waktu kepada saya untuk melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mandala, M., Siradj, E., & Djamil, S. (2016). Struktur Mikro dan Sifat Mekanis Aluminium (Al-Si) pada Proses Pengecoran Menggunakan Cetakan Logam, Cetakan Pasir dan Cetakan Castable. Poros, 14(2), 88-98.
- [2] Wijaya, M. T. (2017). Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Terhadap Ketangguhan Impak Dan Struktur Mikro Pada Pengecoran Aluminium. Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer, 8(1), 219-224.
- [3] Saefuloh, I., Pramono, A., Jamaludin, W., Rosyadi, I., & Haryadi, H. (2018). Studi karakterisasi sifat mekanik dan struktur mikro material piston alumunium-silikon alloy. FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta, 2(1), 56-62.
- [4] Drihandono, S., Eko Budiyo, 2016. "Pengaruh Temperatur Tuang, Temperatur Cetakan, dan Tekanan Pada Pengecoran Bertekanan (High Pressure Die Casting/HPDC) Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Aluminium Paduan Silikon (Al-Si 7,79 %)". Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung.
- [5] Wijoyo dan Ari Fakhrudin, 2016. "Kajian Ketangguhan Impak Paduan Al-12,3Si Hasil Pengecoran Lost Foam Dengan Variasi Lapisan Colloidal Silica". Prosiding SNTIF 3 2016, Fakultas TeknikUMK, Kudus.
- [6] Suyanto, Ratna, D.P., dan Riyanto W., 2016. "ADC3 Yang Dibuat Dengan Peleburan Ulang Aluminium Bekas Sebagai Bahan Propeler Kapal Kayu" Jurnal Simetris, Vol. 7 No. 2 November 2016, ISSN: 2252-4983, 761 – 768.
- [7] Sutiyo, 2011. " Metode Pengecoran Lost Foam Menjawab Tantangan Dunia Industri Pengecoran Logam". Jurnal Foundry Politeknik Manufaktur Ceper, Vol.1, pp. 21-29.