

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN AWAL CETAKAN HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING PADA PENGECORAN Al-Si TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN CACAT CORAN

Fikri Fahrizal Manurung¹, Mahadi²

**Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan 20155,
Indonesia**

Email: fikriamanurung30@gmail.com

ABSTRAK

Pengecoran sentrifugal merupakan metode yang efektif untuk membuat benda coran, namun perlu diperhatikan parameter-parameter dari pengecoran sentrifugal seperti temperatur logam cair yang akan dituang, temperatur cetakan, kecepatan putar cetakan, dan gaya sentrifugal yang terjadi. Dari parameter tersebut fokus pada penelitian ini adalah pada parameter temperatur cetakan dengan Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui variasi temperatur pemanasan awal cetakan horizontal centrifugal casting sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas produk coran yang dilakukan dengan perbaikan proses pengecorannya salah satunya dengan metode pengecoran sentrifugal. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Al-Si dengan penambahan Si sebesar 30%. Variasi temperatur pemanasan awal yang digunakan dalam penelitian ini adalah 100 °C, 200 °C dan 300 °C. Cacat yang banyak terjadi pada preheating 100°C. dari mulai cacat salah alir, cacat porositas dan cacat retakan. Nilai kekerasan dari masing-masing variasi preheating 100 °C, 200 °C dan 300 °C adalah 174,50 BHN, 181,23 BHN dan 196,22 BHN. Kekerasan tertinggi didapat pada preheating 300 °C. Nilai energi serapan yang diperoleh dari masing-masing variasi preheating 100 °C, 200 °C dan 300 °C adalah 14,32 joule, 15,27 dan 17,84 Joule. Nilai energi serapan tertinggi didapat pada preheating 300 °C.

Kata kunci : Centrifugal casting, preheating, Al-Si

ABSTRACT

Centrifugal casting is an effective method for making castings, but it is necessary to pay attention to the parameters of centrifugal casting such as the temperature of the liquid metal to be poured, the temperature of the mold, the rotational speed of the mold, and the centrifugal force that occurs. From these parameters the focus of this research is on the mold temperature parameter with the aim of this research is to determine the variation of the preheating temperature of the horizontal centrifugal casting mold as an effort to improve the quality of casting products by improving the casting process, one of which is the centrifugal casting method. The material used in this study was Al-Si with the addition of 30% Si. Variations in the initial heating temperature used in this study were 100 °C, 200 °C and 300 °C. Most defects occur at preheating 100 °C. starting from faulty flow defects, porosity defects and crack defects. The hardness values of each variation of preheating 100 °C, 200 °C and 300 °C were 174.50 BHN, 181.23 BHN and 196.22 BHN. The highest hardness was obtained at 300 °C preheating. The absorption energy values obtained from each variation of preheating 100 °C, 200 °C and 300 °C were 14.32 joules, 15.27 and 17.84 Joules. The highest absorption energy value was obtained at 300 °C preheating..

Keywords : Centrifugal casting, preheating, Al-Si

Pendahuluan

Pengecoran sentrifugal merupakan metode yang efektif untuk membuat benda coran, namun perlu diperhatikan parameter-parameter dari pengecoran sentrifugal seperti temperatur logam cair yang akan dituang, temperatur cetakan, kecepatan putar cetakan, dan gaya sentrifugal yang terjadi. Temperatur tuang mempengaruhi laju pembekuan dan jumlah segregasi yang terjadi. Tingginya temperatur penuangan (ditinjau dari titik cair) akan meningkatkan sifat mampu alir dari logam cair

sehingga logam cair dapat mencapai seluruh rongga cetakan tanpa adanya pembekuan dini. Temperatur cetakan juga harus diperhatikan, cetakan dilakukan pre-heating sampai mencapai suhu tertentu. Hal ini dilakukan untuk mengurangi terjadinya perbedaan temperatur yang terlalu tinggi. Selain itu pemanasan cetakan pada proses pengecoran sentrifugal dapat memperlambat proses solidifikasi maka proses pembekuan akan semakin lama dan homogen sehingga mampu meningkatkan kekuatan impak.

Produk yang dihasilkan pada penelitian ini adalah Cylinder Liner yang terbuat dari paduan aluminium dan silikon [1] pada penelitian yang lain produk cylinder liner yang dihasilkan terbuat dari campuran aluminium dan silikon carbide (SiC) [2] cylinder liner merupakan salah satu bagian dari beberapa komponen yang terdapat pada bagian blok mesin. Fungsi dari cylinder liner adalah untuk melindungi bagian dalam cylinder block dari gesekan ring piston. Cylinder liner ini berbentuk tabung dimana proses pembuatannya menggunakan proses horizontal centrifugal casting.

Proses pengecoran sentrifugal pada penelitian ini menggunakan logam aluminium. Aluminium merupakan logam yang ringan, tahan korosi, dan memiliki kekuatan yang relatif rendah, getas, dan lunak, serta banyak dipakai oleh industri pengecoran logam khususnya industri komponen mesin. Untuk mengatasi kekuatan aluminium yang relatif rendah, maka perlu adanya paduan dari logam yang lain yaitu silikon untuk meningkatkan sifat mekanis dan struktur dari logam yang diinginkan.

Berdasarkan hal diatas, perlu diadakan penelitian tentang pengaruh temperatur pemanasan awal cetakan pada pengecoran sentrifugal aluminium dengan sudut 180° (Horizontal). Untuk mengetahui cacat coran dengan mengidentifikasi cacat coran secara visual. Selanjutnya untuk mengetahui seberapa besar ketangguhan akibat perlakuan tersebut maka digunakan uji Impak serta untuk mengetahui struktur coran aluminium tersebut menggunakan alat struktur mikro.

Teori

1. Non Metal Ferrous

Logam non ferro atau logam bukan besi adalah logam yang tidak mengandung unsur besi (Fe). Logam non ferro murni kebanyakan tidak digunakan begitu saja tanpa dipadukan dengan logam lain, karena biasanya sifat-sifatnya belum memenuhi syarat yang diinginkan. Pemilihan paduan tertentu tergantung pada banyak hal, antara lain kekuatan, kemudahan dalam pemberian bentuk, berat jenis, harga bahan baku, upah pembuatan dan penampilannya. Secara umum semakin berat suatu logam bukan besi semakin baik daya tahan korosinya. [3] Logam non ferro juga digunakan untuk campuran besi atau baja dengan tujuan memperbaiki sifat-sifat baja. Dari jenis logam non ferro berat yang sering digunakan untuk paduan baja antara lain, nikel, kromium, molibdenum, wolfram dan sebagainya. Sedangkan dari logam non ferro ringan antara lain: magnesium, titanium, kalsium dan sebagainya. Logam-logam nonferro dan paduannya tidak diproduksi secara besar-besaran seperti logam besi, tetapi cukup vital untuk kebutuhan temperatur karena memiliki sifat-sifat yang tidak ditemukan pada logam besi dan baja.

2. Pengecoran Logam

Pengecoran logam adalah proses pembuatan benda dengan mencairkan logam dan menuangkan ke dalam rongga cetakan. Proses ini dapat digunakan untuk membuat benda-benda dengan bentuk rumit. Benda berlubang yang sangat besar yang sangat sulit atau sangat mahal jika dibuat dengan metode lain, dapat diproduksi massal secara ekonomis menggunakan temperatur pengecoran yang tepat [4] Pengecoran logam dapat dilakukan untuk bermacam-macam logam seperti, besi, baja, paduan tembaga (perunggu, kuningan, perunggu aluminium dan lain sebagainya), paduan logam ringan (paduan aluminium, paduan magnesium, dan sebagainya), serta paduan lain, semisal paduan seng, monel (paduan nikel dengan sedikit tembaga), hasteloy (paduan yang mengandung molibdenum, krom, dan silikon), dan sebagainya. Beberapa contoh produk pengecoran diantaranya pipa, tromol, rem, selubung silinder, tutup silinder, velg, dan sebagainya.

Dalam proses pengecoran logam tahapan peleburan untuk mendapatkan logam cair pasti akan dilakukan dengan menggunakan suatu tungku peleburan di mana material bahan baku dan jenis tungku yang akan digunakan harus disesuaikan dengan material yang akan dilebur. Pemilihan tungku peleburan yang akan digunakan untuk mencairkan logam harus sesuai dengan bahan baku yang akan dilebur. Paduan Aluminium, paduan tembaga, paduan timah hitam, dan paduan ringan lainnya biasanya dilebur dengan menggunakan tungku peleburan jenis krusibel, sedangkan untuk besi cor menggunakan tungku induksi frekuensi rendah atau kupola. Tungku induksi frekuensi tinggi biasanya digunakan untuk melebur baja dan material tahan temperatur tinggi.

3. Centrifugal Casting (Pengecoran Sentrifugal)

Centrifugal Casting adalah proses pengecoran logam yang menggunakan gaya sentrifugal untuk membentuk bagian silinder. Proses pengecoran ini berbeda dengan pengecoran yang menggunakan gravitasi dan tekanan untuk mengisi cetakan. Centrifugal Casting dilakukan dengan jalan menuangkan logam cair ke dalam cetakan yang berputar sehingga dihasilkan coran yang mampat tanpa cacat karena pengaruh gaya sentrifugal. Centrifugal casting sendiri terbagi menjadi dua posisi yaitu vertikal dan horizontal. Vertical centrifugal casting adalah proses penuangan logam cair ke dalam cetakan yang berputar pada posisi tegak. Sedangkan horizontal centrifugal casting adalah proses penuangan logam cair ke dalam cetakan yang berputar pada posisi mendatar.[5]

4. Cylinder Liner

Cylinder liner merupakan komponen combustion chamber yang berhubungan dengan tekanan tinggi, dan beban gesek yang besar sebagai akibat gerak naik turun piston. Cylinder liner harus tahan terhadap 3 temperature tinggi, tidak mudah aus dan mampu menerima gaya yang besar dari piston. Ukuran cylinder liner harus sesuai dengan ukuran piston dan ring piston. Liner harus mempunyai kemampuan menyerap panas dan mentransfer seluruh panas dari permukaan dalam liner ke permukaan luar liner. Liner harus tahan karat karena pada permukaan bagian luar berhubungan langsung dengan air pendingin. Untuk menjamin efisiensi pendingin yang tinggi, ketebalan liner lebih kurang 5 – 10mm.[6]

5. Cacat Coran

Cacat-cacat pada coran paduan aluminium adalah sama dengan pada besi cor, tetapi pada paduan ini terutama mudah terjadi rongga penyusutan, dross dan lubang jarum. Rongga penyusutan dapat dihindarkan dengan mempergunakan banyak cil dan penambah yang direncanakan baik seperti halnya pada baja cor.[7]

Metodologi Penelitian

1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan eksperimen riset (eksperimental reasearch). Penelitian eksperimental merupakan satu-satunya metode penelitian yang dapat menguji secara benar hipotesis menyangkut hubungan kausal (sebab akibat). Dalam penelitian eksperimen dilakukan perubahan paling sedikit satu variabel, mengontrol variabel lain yang relevan dan mengamati efek atau pengaruhnya terhadap satu atau lebih variabel terikat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan, dampak dan cacat coran material Aluminium-Silikon menggunakan centrifugal casting dengan variasi temperature pemanasan awal cetakan.

2. Tempat dan Waktu Penelitian

Proses pengecoran centrifugal casting dilakukan di CV Karya Yudita Baroqah yang terletak di kecamatan Medan Marelan kota Medan. Sedangkan untuk pengujian impact dan kekerasan dilakukan di laboratorium metalurgi Teknik, Universitas Sumatera Utara. Adapun untuk penelitian ini dilakukan selama 3 bulan, mulai bulan Mei 2022 sampai Juli 2022

3. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tungku peleburan, Mesin centrifugal casting, timbangan, thermogun, krusibel, blower, Impact tester, Brinell hardness test. Sedangkan untuk bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Aluminium dan Silikon.

Hasil

1. Hasil Pengecoran Al-Si

Pengecoran dengan metode centrifugal casting pada penelitian ini menggunakan Aluminium dengan penambahan komposisi campuran 30% Si serta variasi temperature cetakan yang digunakan pada penelitian ini adalah 100 °C, 200 °C, 300 °C. Tujuan dari menggunakan variasi temperature cetakan adalah untuk mencari nilai sifat mekanik terbaik dan cacat-cacat yang terjadi pada pengecoran metode centrifugal casting



Gambar 1. Hasil Pengecoran Al-Si berbagai variasi preheating

2. Analisa cacat coran

2.1 Cacat salah alir

a. Preheating 100°C

Tampak	Depan	Belakang	Kanan	Kiri
Hasil Foto				

Gambar 2. Cacat salah alir variasi preheating 100°C

b. Preheating 200°C

Tampak	Depan	Belakang	Kanan	Kiri
Hasil Foto				

Gambar 3. Cacat salah alir variasi preheating 200°C

c. Preheating 300°C

Tampak	Depan	Belakang	Kanan	Kiri
Hasil Foto				

Gambar 4. Cacat salah alir variasi preheating 300°C

2.2 Porositas

a. Preheating 100°C

Tampak	Depan	Belakang	Kanan	Kiri
Hasil Foto				

Gambar 5. Cacat porositas variasi preheating 100°C

b. Preheating 200°C

Tampak	Depan	Belakang	Kanan	Kiri
Hasil Foto			Tidak teridentifikasi terdapat cacat porositas	

Gambar 6. Cacat poroitas variasi preheating 200°C

c. Preheating 300°C

Tampak	Depan	Belakang	Kanan	Kiri
Hasil Foto				Tidak teridentifikasi terdapat cacat porositas

Gambar 7. Cacat poroitas variasi preheating 300°C


2.3 Retakan

a. Preheating 100°C

Tampak	Depan	Belakang	Kanan	Kiri
Hasil Foto				

Gambar 8. Cacat retakan variasi preheating 100°C

b. Preheating 200°C

Tampak	Depan	Belakang	Kanan	Kiri
Hasil Foto		Tidak teridentifikasi terdapat cacat retakan	Tidak teridentifikasi terdapat cacat retakan	Tidak teridentifikasi terdapat cacat retakan

Gambar 9. Cacat retakan variasi preheating 200°C

c. Preheating 300°C

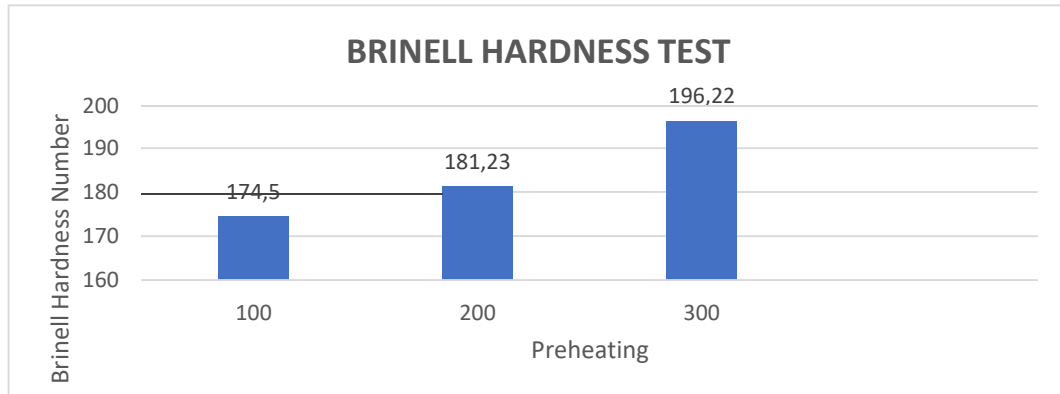
Tampak	Depan	Belakang	Kanan	Kiri
Hasil Foto			Tidak teridentifikasi terdapat cacat retakan	Tidak teridentifikasi terdapat cacat retakan

Gambar 10. Cacat retakan variasi preheating 300°C

3. Hasil Pengujian

3.1 Hasil Pengujian Kekerasan

Nilai Rata-rata BHN	
Preheating 100°C	174,50
Preheating 200°C	181,23
Preheating 300°C	196,22

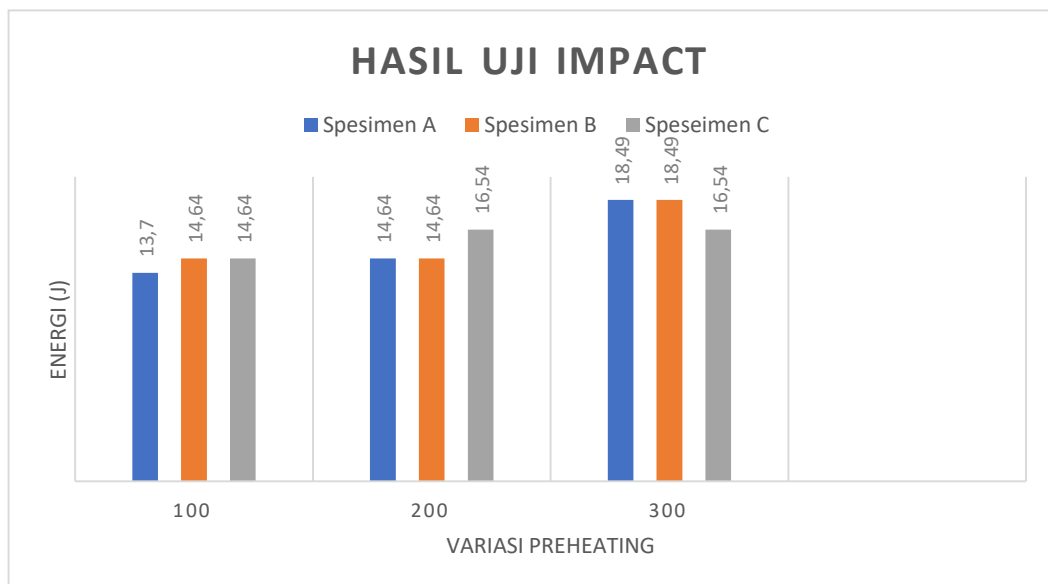


Gambar 11. Grafik rata-rata nilai Brinell Hardness Test

Pada gambar diatas memperlihatkan bahwa kekerasan rata-rata tertinggi diperoleh pada pengujian benda cor pada variasi preheating 300°C dibandingkan dengan variasi 100°C dan 200°C. hal ini terjadi karena pada variasi 300°C, Silikon (Si) terdistribusi secara merata pada saat menuangkan kedalam cetakan. Hasil pengujian Brinell Test terhadap variasi temperature pemanasan awal menunjukkan hasil yang berbeda, penambahan suhu pada cetakan meningkatkan nilai kekerasan pada benda cor yang dihasilkan.

3.2 Hasil Pengujian Impact

Variasi Preheating	Spesimen A	Spesimen B	Spesimen C	Nilai rata-rata energi yang diserap (J)
100 °C	13,70	14,64	14,64	14,32
200 °C	14,64	14,64	16,54	15,27
300 °C	18,49	18,49	16,54	17,84



Gambar 12. Grafik nilai rata-rata uji Impact

NILAI IMPACT			
Preheating	Spesimen A	Spesimen B	Spesimen C
100 °C	0,147	0,155	0,159
200 °C	0,155	0,155	0,177
300 °C	0,196	0,198	0,175

Pada hasil pengujian impact diatas dapat dilihat bahwa variasi preheating 300 oC memiliki nilai impact yang tinggi dibandingkan dengan variasi preheating 200 oC dan 100 oC. Selain jenis patahan laju pendinginan juga berpengaruh terhadap kekuatan impact semakin lambat laju pendinginan aluminium menyebabkan kekuatan impact aluminium meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur pemanasan awal cetakan.

Fasa aluminium memiliki sifat ulet tetapi lunak. Sedangkan fasa silikon memiliki sifat lebih keras, tetapi bersifat getas. Pada paduan ini sebagai bahan dasarnya adalah aluminium. Sedangkan silikon sebagai unsur pepadu. Keberadaan fasa silikon di dalam matrik aluminium adalah sebagai fasa penguat yang tersebar.

Fasa silikon disamping dapat meningkatkan kekuatan/kekerasan, keberadaannya memiliki dampak lain. Oleh karena sifat silikon adalah keras dan getas, dengan semakin tinggi kandungan silikon pada paduan ini maka jumlah fasa silikon akan semakin tinggi juga. Sebagai akibatnya adalah paduan akan menjadi semakin getas, atau keuletan paduan akan semakin berkurang dengan semakin tingginya kandungan silikon dalam paduan Al-Si. Disamping itu pada penelitian ini selanjutnya masih harus dilakukan rekayasa terhadap struktur mikro maupun mengatasi cacat-cacat pengecoran.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksperimental, peneliti dapat menyimpulkan bahwa :

1. Proses pembuatan cylinder liner dengan menggunakan metode centrifugal casting menggunakan tiga variasi preheating pada cetakan yaitu 100 °C, 200 °C dan 300 °C memiliki hasil yang berbeda. Cacat yang banyak terjadi pada preheating 100 °C dari mulai cacat salah alir, cacat porositas dan cacat retakan.
2. Data hasil pengujian kekerasan yang dilakukan pada pengecoran centrifugal casting dengan menggunakan variasi temperature pemanasan awal 100 °C, 200 °C dan 300 °C diperoleh kekerasan tertinggi pada benda cor variasi 300 °C memiliki kekerasan tertinggi sebesar 196,22 BHN untuk nilai rata-rata benda cor, sedangkan 100 °C dan 200 °C dengan masing-masing nilai kekerasan pada benda cor sebesar 174,50 BHN untuk 100 °C dan 181,23 BHN untuk 200 °C.
3. Data hasil pengujian impact energi diserap variasi 300 °C tertinggi sebesar 17,84 Joule sedangkan untuk variasi 100 °C dan 200 °C energi yang diserap dengan masing-masing energi serapan sebesar 14,32 untuk 100 °C dan 15,27 untuk 200 °C.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Orang Tua dan Keluarga Besar. Bapak Mahadi, ST.MT selaku Dosen Pembimbing. Seluruh Staff Pengajar dan Staff Tata Usaha di Departemen Teknik Mesin USU. Rekan Tim Penelitian centrifugal casting

Daftar Pustaka

- [1] Trytek, A et al. 2015. *Combustion Engine Cylinder Liners Made for Al-Si Alloys*. Poland: Rzeszow
- [2] Sruthi.A,Dhanasekar.V. 2017. *Characterisation of SiC reinforced aluminium matrix composites for engine cylinder liner application*. Anna Univesity:India.
- [3] Tata surdia, Shinroku saito.2015. *Pengetahuan Bahan Teknik*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- [4] Sudjana, Hardi. 2008. *Teknik Pengecoran Logam (Jilid II)*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Mengengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Indonesia.
- [5] Surdia, Tata dan Kenji Chijiwa. 2006. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita
- [6] Shigley's. 2006. *Mechanical Engineering Design 8th Edition*.McGraw Hill.NewYork