



Investigasi Cacat Makro pada Pengecoran Al Si Variasi *Holding Time* Peleburan

J.W. Dika 1^{a,*}, A. Suwito 2^b dan Y.R. Pratiwi 1^a

^aUniversitas Nahdlatul Ulama Blitar, Jl. Masjid No. 22, Blitar, 66117, Indonesia

^bUniversitas Jember, Jalan. Kalimantan No. 37, Kampus Tegalboto, Jember, 68121, Indonesia

*Corresponding author email: johanwayandika@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Diterima: 26-12-2020

Direvisi: 22-01-2021

Disetujui: 22-02-2021

Tersedia online: 02-03-2021

ABSTRACT

This research aims to analyze the macro structure of the Al-Si castings given holding time treatment at the time of melting. This research is included in experimental research with a quantitative approach. The data analysis uses data analysis using descriptive techniques. The specimens were produced from casting using the sand casting method and melted with a variation of the holding time of 0.15, 25 and 35 minutes. Furthermore, the observation of macro defects was observed with macro photos. Based on the results of the observation, it was found that the defects included pinhole, mold loss, adhesives, wrong flow & cold plugs. In addition, there was also a porosity defect in the test specimens resulting from the melting time of 0, 15, 25, and 35 minutes with the percentage of porosity, respectively, 2, 6%, 4.22%, 3.07%, and 3.08%.

Keywords: (Al-Si Cast, Holding Time, Macro Defects, Porosity).

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *macro structure* pada hasil coran Al-Si yang diberikan treatment *holding time* pada saat peleburan. Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Adapun analisis data menggunakan analisis data menggunakan teknik deskriptif. Benda uji dihasilkan dari pengecoran dengan metode *sand casting* dan dilebur dengan variasi *holding time* 0,15, 25, dan 35 menit. Selanjutnya, pengamatan cacat makro diamati dengan foto makro. Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan bahwa cacat yang terdapat antara lain lubang jarum, rontok cetakan, pelekat, salah alir & sumbat dingin. Selain itu juga terdapat cacat porositas pada benda uji hasil *holding time* peleburan 0, 15, 25, dan 35 menit dengan persentase porositas secara berurutan adalah 2, 6%, 4,22 %, 3,07%, dan 3,08%.

DOI: 10.26905/jtmt.v17i1.5201

Kata Kunci: (Al-Si Cor, *Holding Time*, Cacat Makro, Porositas).

1. Pendahuluan

Sand Casting merupakan salah satu jenis metode pengecoran logam yang populer. Hal ini dikarenakan metode ini tergolong metode yang paling tua dan masih digunakan hingga saat ini. Secara sederhana, [1] mengartikan bahwa *sand casting* adalah pembentukan benda atau komponen melalui penuangan logam cair kedalam rongga cetak yang terdapat pada cetakan pasir.

Pembuatan *sand casting* setidaknya melibatkan 3 bahan utama. Bahan utama yang paling umum digunakan adalah pasir silika, bentonit serta air. Adapun komposisi dari ketiga bahan tersebut adalah pasir silika sebesar 85%, bentonit sebesar 10% dan air sebesar 5%. Komposisi cetakan pasir juga dapat direkayasa. Sehingga komposisinya tidak harus

melibatkan pasir silika dan pengikat berupa bentonit. Rekayasa ini ditujukan untuk mendapatkan cetakan pasir dengan *mechanical properties* yang optimal, sehingga dapat menghasilkan benda cor dengan *mechanical properties* yang optimal juga serta meminimalisir terjadinya cacat cor.

Untuk menghasilkan benda cor dengan *mechanical properties* yang optimal, maka cetakan pasir harus memenuhi syarat. [2] menjelaskan bahwa pasir cetak memerlukan sifat-sifat sebagai berikut.

- Mempunyai sifat mampu bentuk sehingga mudah dalam pembuatan cetakan dengan kekuatan yang cocok. Cetakan yang dihasilkan harus kuat sehingga tidak rusak karena dipindah-pindah dan dapat menahan logam cair waktu dituang ke dalamnya. Karena itu kekuatannya pada

temperatur kamar dan kekuatan panasnya sangat diperlukan

- Permeabilitas yang cocok. Dikuatirkan bahwa hasil coran mempunyai cacat seperti rongga penyusutan, gelembung gas atau kekasaran permukaan, kecuali jika udara atau gas yang terjadi dalam cetakan waktu penuangan disalurkan melalui rongga-rongga diantara butir-butir pasir keluar dari cetakan dengan kecepatan yang cocok
- Distribusi besar butir yang cocok. Permukaan coran diperhalus kalau coran dibuat di dalam cetakan yang berbutir halus. Tetapi kalau butir pasir terlalu halus, gas dicegah keluar dan membuat cacat, yaitu gelembung udara. Distribusi besar butir harus cocok mengingat dua syarat yang disebut diatas
- Tahan panas terhadap temperatur logam yang dituang.
- Butir pasir dan pengikat harus mempunyai derajat tahan api tertentu terhadap temperatur tinggi, kalau logam cair dengan temperatur tinggi ini dituang ke dalam cetakan
- Komposisi yang cocok. Butir pasir bersentuhan dengan logam yang dituang mengalami peristiwa kimia dan fisika karena logam cair mempunyai temperatur yang tinggi. Bahan-bahan yang tercampur yang mungkin menghasilkan gas atau larut dalam logam adalah tidak dikehendaki
- Mampu dipakai lagi. Pasir harus dapat dipakai berulang-ulang supaya ekonomis
- Pasir harus murah

ketebalan dinding, lubang dan bentuk-bentuk khusus dari benda tuangan (*casting*) tidak akan terjadi perubahan.

- 3) *Cup*, yaitu setengah bagian dari bagian atas dari cetakan pasir.
- 4) *Drag*, yakni setengah bagian bawah dari cetakan pasir tersebut.
- 5) *Gate* ialah lubang terbuka dimana dituangkannya logam cair kedalam cetakan diantara *core* dan *drag*
- 6) *Riser* ialah cadangan logam cair yang berguna dalam mengisi kembali rongga cetakan bila terjadi penyusutan akibat solidifikasi
- 7) *Cavity* ialah tempat logam cair yang dituangkan ke dalam cetakan
- 8) *Sprue* ialah saluran masuk dari luar dengan posisi vertikal
- 9) *Pouring Cup* ialah lekukan pada cetakan yang fungsi utamanya adalah untuk mengurangi kecepatan logam cair masuk langsung ke dari ladle ke *sprue*
- 10) *Parting line* ialah garis atau batas *cup* dan *drag* bertemu
- 11) *Gas Vents* ialah berguna untuk jalan keluar udara atau gas
- 12) *Mold Cavity* ialah bentuk pola yang tersimpan di pasir pada cetakan

Selanjutnya [2] menambahkan bahwa terdapat 4 unsur yang diperhatikan dalam proses penuangan logam cair ke dalam cetakan. Keempat unsur yang dimaksud meliputi pengeringan ladle, pembuangan terak, temperatur penuangan dan waktu penuangan.

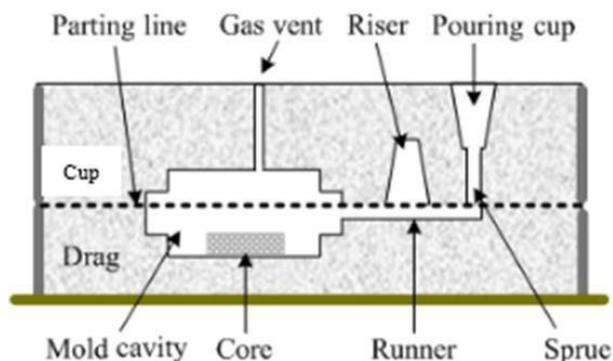
Salah satu material yang paling banyak digunakan adalah logam, terlebih lagi dalam bidang manufaktur berupa pengecoran logam. Penggunaan ini didasari dengan adanya sifat-sifat unggul yang dimiliki oleh logam seperti sifat yang hampir terdapat pada berbagai macam keinginan produk. Selain itu, sifat dari logam juga dapat diperbaiki maupun direkayasa sehingga dapat membuat suatu sifat yang baru atau meningkatkan sifat yang telah ada.

Salah satu material logam yang digunakan dalam dunia pengecoran adalah aluminium. [4] menjelaskan bahwa material ini sering digunakan karena mempunyai *high strength to weight ratio* yang unggul serta mempunyai *melting point* yang rendah jika dibandingkan dengan besi dan baja. Selain itu, aluminium juga mempunyai sifat yang dapat didaur ulang, tahan korosi, konduktor listrik & panas yang baik serta ekonomis. Berikut adalah *melting point* pada paduan aluminium.

Tabel 1. Rangkuman Melting Point Aluminium dengan Variasi Paduan dan Komposisi

Paduan dan Komposisi	Temperatur Mulai Cair (°C)	Temperatur Berahir Cair (°C)	Temperatur Penuangan (°C)
Al-4,5 Cu	521	644	700-780
Ti-4Cu-3Si	521	627	700-780
Al-4,5Cu-5Si	521	613	700-780
Al-12Si	574	582	670-750
Al-9,5Si-0,5Mg	557	596	670-740
Al-3,5Cu-8,5Si	538	593	670-740

Mold for a sand casting



Gambar 1. Cetakan Pasir (Sumber:[3])

Ditinjau dari proses pembuatan cetakan pasir, Sudjana (2008) menjelaskan bahwa terdapat bagian-bagian yang harus mendapatkan perhatian. Bagian-bagian yang dimaksud adalah sebagai berikut.

- 1) Pola, mal atau model (*pattern*), yaitu sebuah bentuk dan ukuran benda yang sama dengan bentuk asli benda yang dikehendaki, pola ini dapat dibuat dari kayu atau plastik yang nantinya akan dibentuk pada cetakan pasir dalam bentuk rongga atau yang disebut *mold* jika model ini dikeluarkan yang kedalamnya akan dituangkan logam cair.
- 2) Inti (*core*), inti ini merupakan bagian khusus untuk yang berfungsi sebagai bingkai untuk melindungi struktur model yang akan dibentuk, dengan demikian keadaan

Paduan dan Komposisi	Temperatur Mulai Cair (°C)	Temperatur Berahir Cair (°C)	Temperatur Penuangan (°C)
Al-7Si-0,3Mg	557	613	670-740
Al-4Cu-1,5Mg-2Ni	532	635	700-760
Al-3,8 Mg	599	641	700-760
Al-10Mg	499	604	700-760
Al-12Si-0,8Cu-1,7Mg-2,5Ni	538	566	670-740
Al-9-Si-3,5Cu-0,8Mg-0,8 Ni	520	582	670-740
Mg-6Al-3Zn	455	610	670-830
Mg-8,7Al-0,7Zn	468	596	640-700
Mg-9Al-2Zn	443	593	670-830
Mg-1,8Mn	650	650	730-830
Mg-4,5Zn-0,7Zr	585	625	700-840
Mg-5,7Zn-0,75Zr-1,8Th	577	615	730-840
Mg-0,75Zr-3,3Th	589	651	700-815
Mg-2,8Zn-0,75Zr-3,3Re	540	640	710-840

Aluminium dengan tingkat kemurnian yang tinggi mempunyai kelemahan berupa rendahnya *mechanical properties* dan mampu cor. Sehingga untuk mendapatkan *mechanical properties* yang baik, maka aluminium harus dipadukan dengan menambahkan unsur lain seperti silisium, tembaga, mangan, magnesium, nikel, ataupun unsur dan senyawa lainnya. Coran paduan aluminium memunculkan sifat yang baik seperti ringan dan mampu menjadi penghantar panas yang baik sekali [5].

Penggunaan paduan aluminium untuk keperluan industri otomotif dituntut memiliki kekuatan yang baik. Beberapa unsur yang sering dipadukan dengan aluminium diantaranya adalah silikon (Si), tembaga (Cu), magnesium (Mg), nikel (Ni), mangan (Mn), seng (Zn), ferro (Fe), titanium (Ti), dan bismuth. Aluminium paduan dengan silikon sebagai unsur paduan utama adalah kelas paduan yang mempunyai mampu cor yang baik hingga penggunaannya hampir mencapai 90% dari total pengecoran aluminium [6]. Silikon mempunyai unsur yang umum digunakan dalam paduan aluminium. Hal ini dikarenakan penambahan unsur silikon meningkatkan karakteristik pengecoran seperti meningkatkan mampu alir (*fluidity*), ketahanan terhadap retak panas (*hot tearing*), dan *feeding characteristic*. Paduan aluminium silikon memiliki sifat mampu cor yang baik, tahan korosi, dapat diproses dengan pemesinan dan dapat dilas [7].

Perbaikan sifat fisis dan mekanis aluminium yang mengalami proses pengecoran ulang dilakukan dengan cara merekayasa peleburan, proses penuangan dan proses pembekuan. Penambahan temperatur tuang tidak signifikan terhadap kenaikan nilai kekerasan dan jumlah nilai rata-rata porositasnya semakin turun [8]. Suhu tuang pengecoran yang paling optimal untuk menghasilkan kualitas pengecoran yang terbaik terhadap kekerasan pada hasil *remelting* aluminium tromol Supra X dengan cetakan logam adalah pada suhu tuang 700°C [9]. Hal ini terjadi karena sifat suhu pada pengecoran aluminium yaitu semakin tinggi suhu penuangan pengecoran, maka nilai kekerasan akan semakin rendah, hal ini disebabkan pada suhu yang tinggi, proses pembekuan coran akan semakin lama. Pengamatan struktur mikro pada aluminium coran

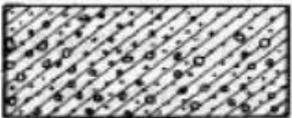
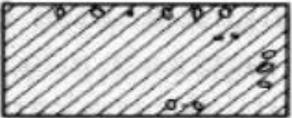
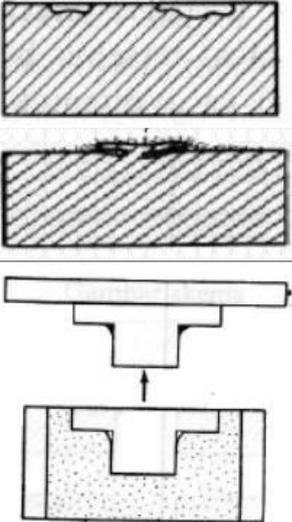
dengan suhu tuang 700°C terlihat butiran Al-Si yang berbentuk panjang seperti jarum yang berwarna gelap tersebar merata di permukaan aluminium, butiran Al-Si yang tersebar merata di permukaan aluminium ini menandakan mempunyai nilai kekerasan yang tinggi.

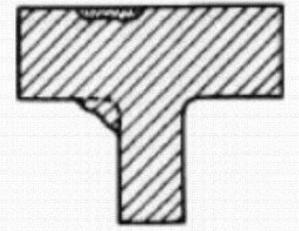
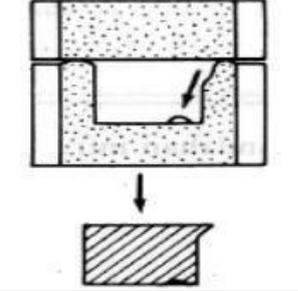
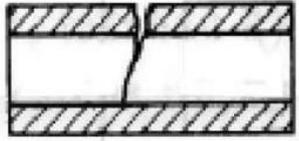
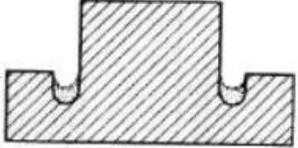
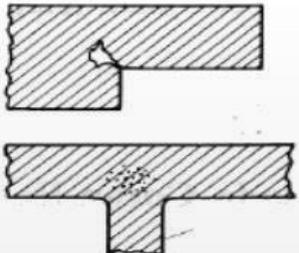
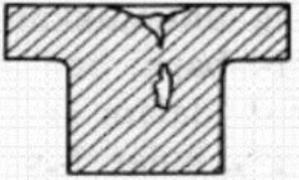
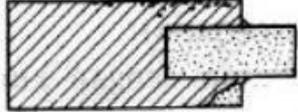
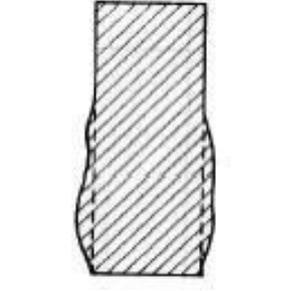
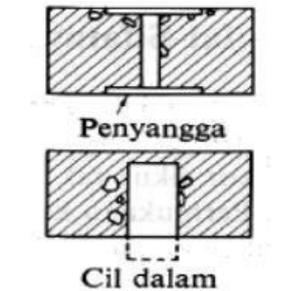
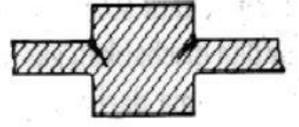
Salah satu rekayasa peleburan atau pengecoran adalah dengan cara *holding time* (menahan waktu), yaitu menahan logam paduan aluminium silikon pada temperatur lebur (kondisi cair) yang kemudian ditahan selama beberapa waktu. Rekayasa ini bertujuan untuk meningkatkan kekerasan pada suatu material. Hal ini sesuai dengan pernyataan yang disampaikan oleh [9] bahwa dengan diberlakukannya *holding time* pada saat peleburan dapat meningkatkan kekerasan serta ukuran dari struktur mikro menjadi mengecil.

Upaya untuk mengidentifikasi hasil cor dengan rekayasa *holding time* adalah dengan pengamatan cacat pada benda cor. [10] menjelaskan bahwa cacat produk cor dapat dikategorikan atas *major defect* dan *minor defect*. *Major defect* yaitu cacat produk cor yang tidak dapat diperbaiki, sedangkan *minor defect* adalah cacat yang masih dapat diperbaiki dengan perbaikan ekonomis.

[2] menjelaskan bahwa cacat benda cor yang paling umum adalah lubang jarum, rongga udara, pelekat, rontok cetakan, salah alir & sumbat dingin.

Tabel 2. Cacat Benda Cor

No	Nama	Keterangan
1	Lubang Jarum	
2	Rongga Udara	
3	Ekor Tikus	
4	Pelekat	

No	Nama	Keterangan	No	Nama	Keterangan
5	Rontok Cetakan		12	Cup Terdorong ke atas	
6	Salah Alir & Sumbat Dingin		13	Penyinteran	
7	Penyusutan Dalam		14	Inklusi Terak	
8	Penyusutan Luar		15	Inklusi Pasir	
9	Rongga Penyusutan		16	Membengkok	
10	Rongga Gas karena Cil				
11	Retak Penyusutan				

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ialah rancangan penelitian eksperimental dengan jenis pendekatan kuantitatif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *macro structure* dan porositas pada coran paduan Al-Si (piston Mitsubishi ME 012928) yang ditahan dalam kondisi lebur dengan kurun waktu 15, 25, dan 35 menit *melalui sand casting*.

2.1. Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Alat yang Digunakan dan Spesifikasi Nama alat yang

No	digunakan	Spesifikasi	Jumlah
1	Jangka Sorong	Insize Tipe: 150 mm	1 buah
2	Timbangan Analog	Kapasitas 5 kg	1 buah
3	Dapur Krusibel	Nasional, Kapasitas 20 Kg Aluminium	1 buah
4	Digital Thermometer	Krisbow KW06-278 Spekulasi -50 °C – 1300 °C	1 buah
5	Timbangan Digital	Kapasitas 0,01 gram – 99,99 gram	1 buah
6	Alat Uji Komposisi	XRF Merk Panalytical Typed Minipal 4	1 buah

No	Nama alat yang digunakan	Spesifikasi	Jumlah
7	Alat Uji Makro Struktur	Nikon D3200	1 buah

2.2. Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah paduan Al-Si dari piston Mitsubishi ME 012928, pasir silika dengan ukuran *mesh* 40, bentonit, air, dan grafit.

2.3. Tempat Penelitian

Penelitian terdiri dari 3 kegiatan yang terdiri dari pengecoran, pengamatan *macro structure* pada hasil coran, dan pengujian cacat porositas. Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di laboratorium pengecoran logam jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang dan laboratorium bersama Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang.

2.4. Variabel Penelitian

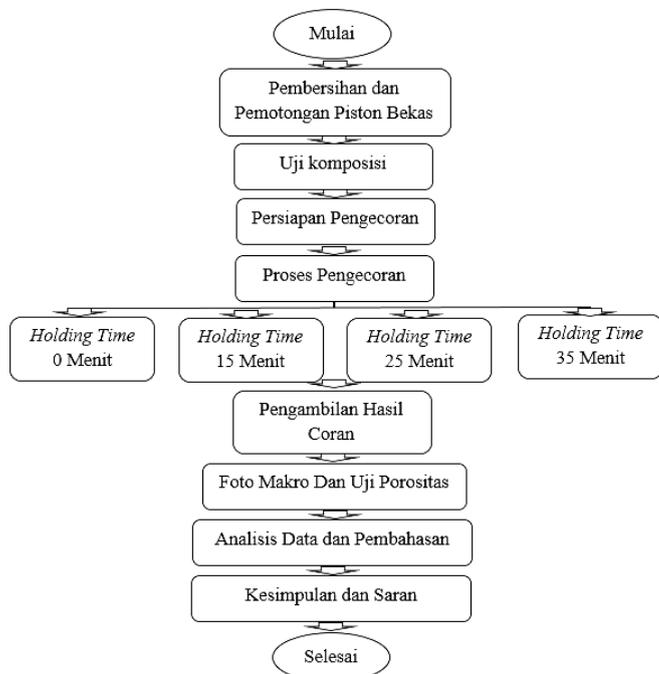
Variabel pada penelitian ini terdiri dari variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol. Secara rinci, ketiga variabel tersebut dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Variabel Penelitian

No	Jenis Variabel	Variabel
1	Variabel bebas	<i>Holding time</i> Al Si (15, 25, dan 35 menit)
2	Variabel terikat	<ul style="list-style-type: none"> •<i>Macro Structure</i> •Porositas
3	Variabel kontrol	<ul style="list-style-type: none"> •Piston bekas Mitsubishi ME 012928 •Temperatur 700°C

•Cetakan pasir

Berikut adalah diagram alir penelitian ini.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan Gambar 2, dapat diketahui bahwa secara umum terdapat tahap persiapan, pengecoran dan pengujian. Pada tahap persiapan, seluruh alat yang digunakan dan bahan sudah tersedia di tempat penelitian. Pada tahap pengecoran, maka

diperlukan beberapa langkah yang harus dilakukan. Berikut adalah langkah-langkah pada tahap pengecoran.

- 1) Pemotongan piston Mitsubishi ME 012928 menjadi kecil-kecil
- 2) Pembersihan piston dengan menggunakan bensin dan sikat dan kemudian dilap dengan kain hingga bersih
- 3) Pengayakan pasir silika dengan MESH 40 (ukuran butir 0,400 mm)
- 4) Penimbangan komposisi cetakan yang terdiri dari pasir silika 85,4% (7,686 kg), bentonit 9,1% (0,819 kg), air 4,5% (0,405 kg), dan grafit 1% (0,09 kg)
- 5) Secara bertahap mencampur pasir silika dengan bentonit, setelah merata dilanjutkan dengan menambahkan air dan diaduk hingga homogen
- 6) Menaburkan grafit pada alas cetakan, dan lumasi pola dengan menggunakan grafit
- 7) Pola diletakkan terbalik pada *drag* yang terbalik juga, dilanjutkan dengan mengisikan campuran pasir diatas disertai dengan pemadatan, dan ratakan permukaan menggunakan papan rata
- 8) Balik *drag*, pasangkan *cup*, saluran pengisi, saluran penambah dan saluran udara.
- 9) Isikan campuran pasir pada *cup* disertai dengan pemadatan
- 10) Ambil ketiga saluran tersebut secara perlahan
- 11) Angkat *cup* dan ambil pola menggunakan 2 baut secara perlahan
- 12) Pasangkan lagi *cup* pada *drag*, dan pindahkan ke tempat yang dekat dengan dapur krusibel
- 13) Buatlah tempat yang terhubung langsung dengan saluran pengisi sebagai penampung cairan yang dituangkan dari ladle
- 14) Tandai 4 cetakan menggunakan kardus dan spidol dengan rincian *raw material*, *holding time* 15 menit, *holding time* 25 menit, dan *holding time* 35 menit
- 15) Nyalakan *brander* pada dapur krusibel dan kemudian atur nyala apinya
- 16) Panaskan dapur krusibel, setelah bagian dalam dapur (kowi) terlihat merah masukan potongan-potongan piston Mitsubishi ME 012928 menggunakan alat pemegang panjang
- 17) Setelah piston Mitsubishi ME 012928 leleh, pastikan suhu yang didapatkan 700 °C
- 18) Taburkan koperal sebanyak 2 sendok teh
- 19) Ambil terak menggunakan alat pengambil terak
- 20) Ambil cairan piston Mitsubishi ME 012928 menggunakan ladle

Tahap berikutnya adalah pengujian cacat makro melalui foto makro dan uji porositas. Berikut adalah langkah-langkah yang terdapat pada foto makro.

- 1) Siapkan spesimen hasil patahan uji impak, bedakan menurut variasi *holding timenya*.

- 2) Siapkan kamera Nikon D3200.
- 3) Siapkan alas dengan diberikan garis batas agar didapatkan pengambilan foto yang sama.
- 4) Siapkan alat bantu kamera untuk mengatur jarak pengambilan foto agar jarak dan sudut pandang foto sama
- 5) Letakkan spesimen pada alas, ambil satu persatu spesimen menurut variasi *holding time*. Foto semua bagian spesimen hasil patahan uji impact.
- 6) Bedakan hasil foto dari masing-masing variasi *holding time*.

Selanjutnya adalah uji porositas. Pada uji ini, porositas diketahui dari volume yang dimiliki pada setiap spesimen. Untuk memudahkan tingkat porositas maka digunakan rumus sebagai berikut.

$$\rho = m/v$$

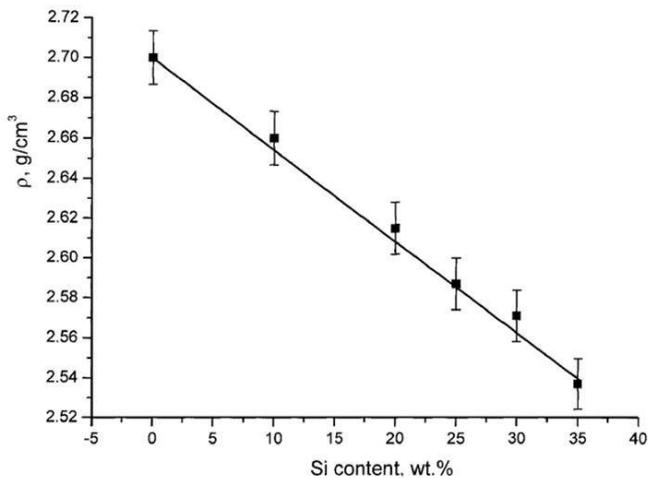
Keterangan:

ρ = massa jenis (kg/m^3)

m = massa (kg)

v = volume (m^3)

[11] menggambarkan bahwa massa jenis aluminium silikon tergantung dengan persentase kandungan silikon, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Grafik Massa Jenis Al Si Berdasarkan Kandungan Si [11]

Langkah-langkah yang terdapat pada uji porositas adalah sebagai berikut.

- 1) Lakukan pengukuran pada spesimen
- 2) Hitung volume pada spesimen tersebut berdasarkan hasil pengukuran pada langkah 1
- 3) Nilai yang didapatkan pada langkah 2 dijadikan sebagai ukuran standar
- 4) Siapkan spesimen yang akan diuji
- 5) Siapkan sebuah wadah yang berisi air dan pastikan air yang tersebut dapat menenggelamkan spesimen secara sempurna

- 6) Timbang wadah yang berisikan air tersebut dan catat nilai massanya
- 7) Tenggelamkan spesimen dan tunggu beberapa waktu saat spesimen tenggelam atau spesimen tidak mengeluarkan gelembung udara
- 8) Timbang wadah yang berisi air dan spesimen yang tenggelam secara sempurna dan catat nilai massanya
- 9) Hitung nilai persentase porositas.

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang dihasilkan pada penelitian ini berupa angka, gambar beserta pemaparannya. Adapun hasil yang akan dibahas pada bagian ini meliputi uji komposisi dari bahan yang digunakan, hasil dari pengamatan macro structure dan uji porositas.

3.1. Uji Komposisi

Sebelum dilakukan proses pengecoran, diperlukan komposisi unsur yang terkandung pada piston Mitsubishi ME 012928, selain itu untuk mengetahui nilai massa jenis pada aluminium silikon yang mengacu pada grafik [11] yang berfungsi untuk menghitung prosentase cacat porositas. Berdasarkan pengujian yang dilakukan dengan menggunakan metode XRF yang berada di Laboratorium Bersama Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang didapatkan hasil komposisi sebelum dicor sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Uji Komposisi XRF Piston Mitsubishi ME 012928

Compound	Conc (%)
Al	60.5 +/- 2.3
Si	12.7 +/- 0.7
P	0.34 +/- 0.02
Ca	0.34 +/- 0.03
V	0.035 +/- 0.003
Cr	0.058 +/- 0.006
Mn	0.082 +/- 0.00097
Fe	1.48 +/- 0.05
Ni	4.36 +/- 0.13
Cu	4.48 +/- 0.12
Zn	0.15 +/- 0.008
Sn	15.4 +/- 2.6
Re	0.07 +/- 0.009

(Sumber: Hasil Pengujian Piston Mitsubishi di Laboratorium Sentral FMIPA UM)

Dari hasil uji komposisi tersebut dapat diketahui kandungan silikon sebanyak 12.7% +/- 0.7. Sehingga didapatkan nilai massa jenis pada piston Mitsubishi ME 012928 sebesar 2.64 gr/cm^3 .

Pasir cetak yang digunakan pada pengecoran ini ialah pasir silika dengan MESH 40 (ukuran butir 0,400 mm). Berikut unsur yang terkandung pada pasir silika.

Tabel 6. Unsur-Unsur yang Terkandung pada Pasir Silika

Compound	Conc (%)
Si	74.4
K	6.84

Compound	Conc (%)
Ca	9.23
Ti	1.3
V	0.03
Cr	0.15
Mn	0.099
Fe	4.45
Ni	2.65
Cu	0.38
Ba	0.3
Re	0.49

(Sumber: Laboratorium Pengecoran Teknik Mesin Fakultas Teknik UM)

Sedangkan jenis pengikat yang digunakan ialah bentonit, berikut unsur yang terkandung pada bentonit.

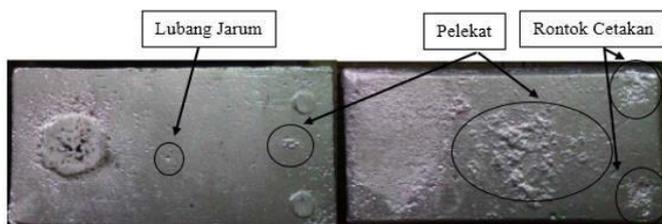
Tabel 7. Unsur-Unsur yang Terkandung pada Bentonit

Compound	Conc (%)
Al	6.8
Si	21.9
K	0.26
Ca	5.05
Ti	2.02
V	0.14
Cr	0.14
Mn	0.44
Fe	60.11
Ni	1.56
Cu	0.36
Zn	0.15
Eu	0.48
Re	0.3
P	0.43

(Sumber: Laboratorium Pengecoran Teknik Mesin Fakultas Teknik UM)

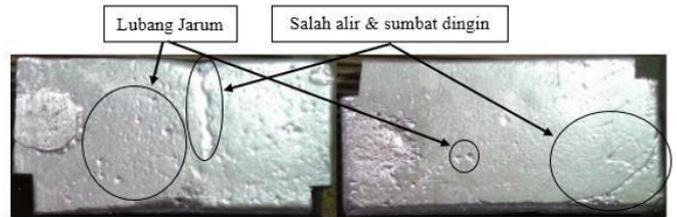
3.2. Macro Structure

[8] menjelaskan bahwa *macro structure* merupakan bentuk pengujian yang bersifat sederhana berupa pengamatan benda uji secara visual yang bertujuan untuk menganalisis jenis cacat yang dialami. Berikut adalah hasil pengamatan *macro structure* pada hasil coran Al-Si tanpa *holding time* dan dengan *holding time* variasi 15, 25, dan 35 menit.



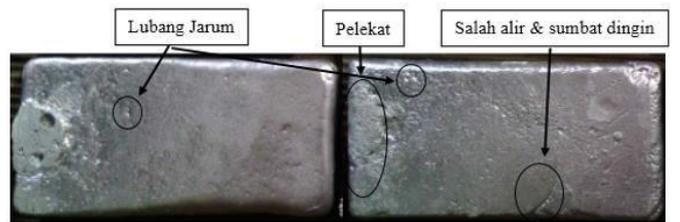
Gambar 4. Pengamatan *Macro Structure* Coran Al-Si tanpa *Holding Time* tampak atas (kiri) tampak bawah (kanan)

Berdasarkan pengamatan pada Gambar 4, diketahui terdapat cacat makro berupa lubang jarum, pelekat, dan rontok cetakan.



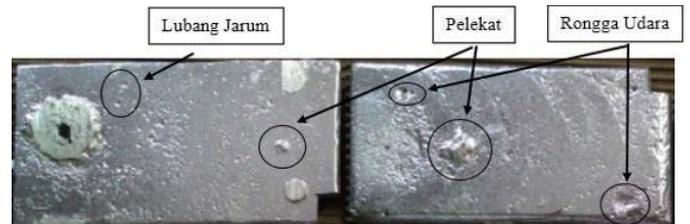
Gambar 5. Pengamatan *Macro Structure* Coran Al-Si dengan *Holding Time* 15 menit tampak atas (kiri) tampak bawah (kanan)

Berdasarkan pengamatan pada Gambar 5, diketahui terdapat cacat makro berupa lubang jarum dan salah alir & sumbat dingin.



Gambar 6. Pengamatan *Macro Structure* Coran Al-Si dengan *Holding Time* 25 menit tampak atas (kiri) tampak bawah (kanan)

Berdasarkan pengamatan pada Gambar 6, diketahui terdapat cacat makro berupa lubang jarum, pelekat, dan salah alir & sumbat dingin.



Gambar 7. Pengamatan *Macro Structure* Coran Al-Si dengan *Holding Time* 35 menit tampak atas (kiri) tampak bawah (kanan)

Berdasarkan pengamatan pada Gambar 7, diketahui terdapat cacat makro berupa lubang jarum, pelekat, dan salah alir & sumbat dingin.

Cacat makro yang sering terjadi pada coran Al-Si akibat *holding time* dengan variasi waktu 0, 15, 25, dan 35 menit ialah lubang jarum. Cacat lubang jarum merupakan salah satu jenis cacat yang terdapat pada permukaan hasil coran yang identik dengan bentuk bola-bola kecil (yang berukuran 1-2 mm) layaknya bekas tusukan jarum [14]. Adapun karakter dari cacat jenis ini adalah lubang yang permukaan dasarnya cenderung berwarna biru atau perak.

Penyebab terjadinya cacat jenis ini menurut [15] adalah sebagai berikut.

- Adanya logam cair pada saat akan membeku beriringan dengan terbentuknya gas hidrogen pada area dinding cetakan,
- Adanya gelembung gas yang terus terbentuk pada saat proses pembekuan sedang berlangsung,
- Adanya gelembung udara yang terjebak akibat proses pembekuan yang terjadi secara cepat
- Adanya kandungan unsur hidrogen pada cairan logam.

Selanjutnya adalah cacat makro berupa rongga udara. Cacat makro jenis ini hanya terjadi pada coran Al-Si dengan *holding time* 35 menit. Adapun penyebab terjadinya rongga udara sama dengan penyebab terjadinya lubang jarum menurut [16].

Cacat makro selanjutnya adalah pelekat. Cacat jenis ini terjadi pada semua coran Al-Si kecuali pada *holding time* 15 menit. Karakteristik dari cacat jenis pelekat ini adalah adanya berbagai macam gumpalan yang terdapat pada permukaan coran sehingga permukaan nampak buruk. Penyebab terjadinya cacat jenis menurut [17] adalah sebagai berikut.

- Tidak adanya perbaikan pada rongga cetak yang telah dibuat (adanya pengabaian terhadap pasir-pasir yang melekat)
- Kemampuan rekat pasir cetak yang tinggi akibat kondisi yang masih basah atau tidak mendapatkan perlakuan temperatur untuk meminimalisir kemampuan rekat pasir cetak
- Adanya temperatur yang kurang sesuai pada setiap komposisi pasir cetak (pasir silika yang *high temperature*, tidak sesuai kadar air dan pengikat)
- Kadar penumbukan pasir cetak yang tidak sesuai
- Adanya *powder* pemisah antara pola dan pasir cetak yang tidak baik
- Adanya pola yang tidak memiliki kemiringan yang baik
- Pengambilan atau penarikan pola yang tidak atau kurang getarannya

Cacat makro akibat rontok cetakan hanya terjadi pada coran Al-Si dengan *holding time* 0 menit. Karakteristik dari cacat jenis rontok cetakan ini ditandai dengan adanya tanda pada permukaan hasil cor yang terlihat seperti membengkak. Adapun penyebab terjadinya cacat ini menurut [18] antara lain.

- Intensitas penumbukan yang kurang baik
- Adanya pecah pasir pada cetakan
- Kemampuan bentuk pasir yang kurang
- Adanya perlakuan yang kurang hati-hati dari operator terhadap cetakan pasir

Cacat makro yang terahir adalah salah alir & sumbat dingin. Cacat jenis ini terjadi pada coran Al-Si dengan *holding time* 15 menit dan 25 menit. Karakteristik dari cacat jenis salah alir dan sumbat dingini menurut [19] adalah ditandai dengan tidak tercapainya logam cair dalam mengisi rongga cetak yang telah dibuat. Adapun penyebab dari adanya jenis cacat ini menurut [20] adalah sebagai berikut.

- Adanya rongga cetak yang ukurannya terlalu tipis
- Rendahnya temperatur penguangan
- Lambatnya proses penguangan yang berakibat logam cair semakin berkurang temperaturnya (membeku)
- Kurangnya saluran udara pada rongga cetak

3.3. Porositas

Berikut adalah hasil pengujian cacat porositas.

Tabel 8. Data Uji Porositas tanpa *Holding Time*

No.	Spesimen	Massa Spesimen (gr)	Volume Spesimen (cm ³)	Volume Total (cm ³)	% Porositas
1.	X ₀₁	14,38	5,45	5,57	

2.	X ₀₂	14,04	5,32	5,61	
3.	X ₀₃	14,23	5,39	5,41	
	Rata-Rata	14,22	5,38	5,53	2,61

Tabel 9. Data Uji Porositas *Holding Time* 15 Menit

No.	Spesimen	Massa Spesimen (gr)	Volume Spesimen (cm ³)	Volume Total (cm ³)	% Porositas
1.	X ₁₁	14,34	5,43	5,73	
2.	X ₁₂	14,38	5,45	5,63	
3.	X ₁₃	14,42	5,46	5,70	
	Rata-Rata	14,38	5,45	5,69	4,22

Tabel 10. Data Uji Porositas *Holding Time* 25 Menit

No.	Spesimen	Massa Spesimen (gr)	Volume Spesimen (cm ³)	Volume Total (cm ³)	% Porositas
1.	X ₂₁	13,77	5,22	5,54	
2.	X ₂₂	14,06	5,33	5,51	
3.	X ₂₃	14,18	5,37	5,38	
	Rata-Rata	14,00	5,30	5,48	3,07

Tabel 11. Data Uji Porositas *Holding Time* 35 Menit

No.	Spesimen	Massa Spesimen (gr)	Volume Spesimen (cm ³)	Volume Total (cm ³)	% Porositas
1.	X ₃₁	14,14	5,36	5,48	
2.	X ₃₂	14,4	5,45	5,60	
3.	X ₃₃	14,45	5,47	5,73	
	Rata-Rata	14,33	5,43	5,60	3,08

Selanjutnya hasil uji porositas dapat dirangkum sebagai mana Table 12 berikut.

Tabel 12. Hasil Uji Porositas dengan Variasi *Holding Time*

No.	<i> Holding Time</i> (menit)	Porositas
1.	0	2,6 %
2.	15	4,22 %
3.	25	3,07 %
4.	35	3,08 %

Berdasarkan Tabel 12, dapat diketahui bahwa persentase porositas tertinggi pada *holding time* 15 menit yaitu 4,2%, sedangkan prosentase porositas terendah yaitu pada *holding time* 0 menit. Persentase yang didapatkan dari *holding time* 25 menit yaitu 3,072% sedangkan persentase pada *holding time* 35 menit yaitu 3,076%. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh [9].

Adapun penyebab porositas menurut [21], antara lain:

- Adanya suhu tuang yang tinggi
- Adanya logam cair yang menyerap gas
- Kurang keringnya cetakan
- Terdapat reaksi antara logam induk dan uap air pada cetakan.
- Adanya hidrogen yang mempunyai kadar larut tinggi
- Adanya pasir cetak yang permeabilitasnya kurang baik

Secara umum adanya berbagai cacat pada hasil coran ini akan berdampak pada *mechanical properties* pada suatu material. Hal ini senada dengan yang disampaikan oleh [22] bahwa porositas berpengaruh terhadap besarnya harga impaks, semakin banyak persentase porositas, maka semakin kecil harga impaknya.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan *macro structure* dan porositas pada hasil coran Al-Si yang diberikan *treatment holding time* pada saat peleburan dengan variasi 0, 15, 25, dan 35 menit, maka terdapat kesimpulan sebagai berikut.

- a. *Macro structure* yang teridentifikasi secara umum berdasarkan hasil analisis adalah lubang jarum, pelekat, salah alir & sumbat dingin,
- b. Porositas paling rendah terdapat pada spesimen tanpa holding time, sedangkan porositas paling tinggi terdapat pada holding time 15 menit. Adapun secara rinci hasil porositas pada benda uji akibat holding time 0, 15, 25, dan 35 menit adalah 2,6%; 4,22%; 3,07% dan 3,08%.

Referensi

- [1] H. Sudjana, *Teknik Pengecoran Logam Jilid 2 Untuk SMK*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Mengengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional. 2008
- [2] T. Surdia, dan K. Chijiwa, *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: PT Pradnya Paramita. 2000
- [3] <http://www.backyardworkshop.com/blog-posts/metal-casting/103-sandcasting-info.html>
- [4] B. Kusharjanta and D. Ariawan, "Kajian Letak Saluran Masuk (Ingate) Terhadap Cacat Porositas, Kekerasan, Dan Ukuran Butir Paduan Aluminium Pada Pengecoran Menggunakan Cetakan Pasir.," *Mekanika*, vol. 10, no. 1, 2011.
- [5] S. Djiwo and A. Eko Purkuncoro, "Analisis Kekerasan Al-Cu Dengan Variasi Prosentase Paduan Cu Pada Proses Pengecoran Dengan Penambahan Serbuk Degasser.," *J. Flywheel*, vol. 9, no. 1, 2014.
- [6] V. S. Zotolorovsky, N. A. Belov, and M. V. Glazolf, *Casting Aluminium Alloy*. Moscow, 2007.
- [7] Rusnoto, "Studi Kekuatan Impak pada Pengecoran Paduan Al-Si (Piston Bekas) dengan Penambahan Unsur Mg.," *J. Foundry*, vol. 3, no. 2, pp. 24–28, 2013.
- [8] P. S. Hermawan, H. Purwanto, and S. M. B. Respati, "No TitleAnalisa Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Pada Pengecoran Squeeze Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Produk Sepatu Kampas Rem Dengan Bahan Aluminium (Al) Silikon (Si) Daur Ulang.," *Maj. Ilm. MOMENTUM*, vol. 9, no. 2, 2013.
- [9] G. K. C. J. Rogo, "Pengaruh Variasi Suhu Tuang Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Hasil Remelting Aluminium Tromol Supra X Dengan Cetakan Logam.," *J. Nosel*, vol. 2, no. 2, 2013.
- [10] Nurhadi. Studi Karakteristik Material Piston dan Pengembangan Prototipe Piston Berbasis Limbah Piston Bekas. Tesis Universitas Diponegoro Semarang, 2010.
- [11] Nikanorov, S. P., et al. Structural and mechanical properties of Al–Si alloys obtained by fast cooling of a levitated melt. *Materials Science and Engineering: A*, Vol. 390. No. 1-2, pp 63-69, 2005.
- [12] M. Taufiq, M. Murjito, and D. Kurniawati, "Pengaruh Variasi Holding Time Peleburan terhadap Karakteristik Logam Al-Si Menggunakan Cetakan Pasir.," *REM (Rekayasa Energi Manufaktur) J.*, vol. 3, no. 1, pp. 21–27, 2018.
- [13] A. E. Purkuncoro and A. Taufik, "Analisis Perbandingan Model Cacat Coran Pada Bahan Besi Cor Dan Aluminium Dengan Variasi Temperatur Tuang Sistem Cetakan Pasir.," *Ind. Inov. J. Tek. Ind.*, vol. 6, no. 1, pp. 38–44, 2016.
- [14] A. R. Sadewo, "Pengaruh Variasi Posisi Pola Terhadap Cacat Coran, Struktur Mikro, dan Kekerasan dari Hasil Coran Pembuatan Produk Tutup Motor Listrik Dengan Metode Cetakan Pasir (Sand Casting).," Universitas Semarang, 2019.
- [15] B. Suharnadi and N. Santoso, "Variasi Penambahan Fluk Untuk Mengurangi Cacat Lubang Jarum Dan Peningkatan Kekuatan Mekanik.," *J. Mater. dan Teknol. Proses*, vol. 1, no. 1, 2015.
- [16] A. Fahrudin, "Simulasi Dan Perbaikan Pengecoran Cetakan Pasir Pada Crankshaft Sinjai (Mesin Jawa Timur) Material Fcd 600Title.," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.
- [17] M. Fachri, "Pengaruh Pengikat Cetakan Pasir Terhadap Kualitas Produk Pulley Berbahan Aluminium Daur.," Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan, 2020.
- [18] P. Aji, "Pengaruh Kadar Air Pada Pasir Cetak Terhadap Jenis Cacat Coran, Struktur Mikro, dan Kekerasan Pengecoran Aluminium Bekas.," Universitas Semarang, 2019.
- [19] F. F. F. K. Palagan, "Pengaruh model sistem saluran pada proses pengecoran logam Al-Si dengan penggunaan 15% lumpur Porong, Sidoarjo sebagai pengikat pasir cetak terhadap cacat cor fluiditas dan kekerasan cor.," *J. Tek. Mesin*, vol. 23, no. 2, 2017.
- [20] S. Sulardjaka, A. Suprihanto, and P. Wahyudi, "Analisis Cacat Cor Pada Proses Pengecoran Burner Kompom (Studi Kasus Di Pt. Suyuti Sido Maju, Ceper).," *ROTASI*, vol. 12, no. 3, pp. 27-33., 2010.
- [21] S. Sugeng and L. Anggraini, "Analisis Cacat Porositas Pada Aluminium Sebagai Aplikasi Tuas Kendaraan Bermotor Diproses Dengan Die Casting Tekanan Tinggi.," *n Pros. Semin. Nas. Cendekiawan*, pp. 49–54, 2018.
- [22] R. Y. Salam and A. Shahab, "Studi Eksperimental

TRANSMISI Volume 17 Nomor 1 2021

Pengaruh Model Sistem Saluran dan Variasi Temperatur
Tuang terhadap Prosentase Porositas, Kekerasan dan
Harga Impact pada Pengecoran Adc 12 dengan Metode
Lost Foam Casting,” *J. Tek. ITS*, vol. 4, no. 1, 2015.