



Analisis Pengaruh Campuran Pasir Silika Dengan Pengikat *Waterglass* Terhadap Cacat *Blow-hole*

Muhamad Hafiz Syamputra¹, Gugun Gundara², Muhamad Kamaludin³, Ghinfa Firqah Najiyah⁴
^{1,2,3,4}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya, Jl. Tamansari Gobras,
Tasikmalaya, Jawa Barat, 46196

muhamadhafizsyamputra@gmail.com

Diterima: 16 01 2025

Direvisi: 26 01 2025

Disetujui: 03 07 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh campuran pasir silika dengan pengikat *waterglass* terhadap cacat *blow-hole* dalam proses pengecoran logam di PT. Kartika Alas Utama. Metode yang digunakan meliputi pengujian visual, analisis komposisi kimia, dan perhitungan penyusutan. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan campuran pasir silika dan *waterglass* dengan pengendalian kelembapan serta ventilasi cetakan yang baik mampu mengurangi cacat *blow-hole* secara signifikan. Komposisi kimia logam hasil cor menunjukkan dominasi unsur Fe (98,17%), C (0,41%), dan Si (0,61%), yang memengaruhi sifat mekanis logam. Tingkat penyusutan rata-rata sebesar 1,74% mencerminkan stabilitas dimensi produk cor yang baik. Kesimpulan penelitian menegaskan bahwa optimalisasi parameter seperti kadar *waterglass*, kontrol ventilasi, dan kelembapan pasir dapat meningkatkan kualitas hasil cor dan meminimalkan cacat *blow-hole*.

Kata kunci: Pasir silika, *Waterglass*, Cacat *Blow-hole*, Pengecoran Logam, Penyusutan.

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of silica sand mixed with a waterglass binder on blowhole defects in the metal casting process at PT. Kartika Alas Utama. The methods used include visual testing, chemical composition analysis, and shrinkage calculation. The results indicate that using a mixture of silica sand and waterglass, with proper moisture control and mold ventilation, significantly reduces blow-hole defects. The chemical composition of the cast metal showed dominance of Fe (98.17%), C (0.41%), and Si (0.61%), which influence the mechanical properties of the metal. An average shrinkage rate of 1.74% reflects good dimensional stability in the cast products. The study concludes that optimizing parameters such as waterglass concentration, ventilation control, and sand moisture can improve casting quality and minimize blowhole defects.

Keywords: silica sand, waterglass, blow-hole defects, metal casting, shrinkage.

PENDAHULUAN

Pengecoran logam merupakan proses pembuatan benda dengan mencairkan logam dan menuangkannya ke dalam rongga cetakan, sehingga akan terbentuk suatu model yang sesuai dengan bentuk dan pola cetakan. Tahapan yang harus dilakukan dalam proses pengecoran logam dengan menggunakan cetakan pasir, antara lain: mempersiapkan pola dan bahan pasir cetak, pengolahan pasir cetak, pembuatan cetakan, peleburan logam, penuangan logam cair ke dalam cetakan, pembongkaran dan pemotongan sistem saluran, pembersihan dan pemeriksaan hasil pengecoran.[1]

Cacat *blow-hole* dalam proses pengecoran logam merupakan tantangan umum yang dihadapi oleh industri pengecoran. *Blow-hole* merujuk pada rongga atau lubang yang terbentuk di dalam produk cor akibat terperangkapnya gas selama proses pengecoran. Cacat ini dapat menurunkan kualitas serta kekuatan produk akhir, sehingga penting untuk memahami penyebabnya dan langkah-langkah pencegahan. *Blow-hole* dapat dikelompokkan menjadi dua jenis utama, yaitu *blow-hole* permukaan dan *blow-hole* internal, yang dibedakan berdasarkan letak serta faktor penyebabnya. Faktor utama penyebab *blow-hole* seringkali berkaitan dengan karakteristik material cetakan serta parameter proses pengecoran. Salah satu aspek penting adalah permeabilitas pasir cetak. Studi menunjukkan bahwa permeabilitas pasir cetak green sand yang tidak optimal dapat menyebabkan akumulasi gas dalam cetakan, yang kemudian menghasilkan *blow-hole*. [2]

Pasir silika, yang mengandung lebih dari 95% mineral kuarsa dengan komposisi utama SiO₂, merupakan material esensial dalam proses pengecoran logam, terutama dalam pembuatan cetakan pasir. Sifat fisik pasir silika, seperti kemampuan menahan suhu tinggi dan stabilitas dimensi, menjadikannya pilihan unggul di industri pengecoran. Keunggulan lainnya adalah sifat kolapsibilitasnya yang baik, sehingga cetakan dapat mengembang dan menyusut tanpa mengalami keretakan saat logam cair dituangkan, menghasilkan produk cor berkualitas tinggi. Selain itu, pasir silika memiliki permeabilitas yang baik, memungkinkan gas yang dihasilkan selama pengecoran keluar secara efisien tanpa menimbulkan cacat pada cetakan. [3]

Waterglass, atau natrium silikat, adalah bahan pengikat yang sangat efektif dalam pasir cetak karena sifatnya yang ramah lingkungan dan kemampuannya untuk meningkatkan performa cetakan. Komposisi dan sifat *waterglass* memainkan peran penting dalam proses pengecoran, khususnya melalui interaksinya dengan pasir silika dan mekanisme yang mengatur daya ikatnya. Penjelasan berikut menguraikan komposisi, sifat, mekanisme pengikatan, serta dampaknya terhadap pembentukan gas dalam kaitannya dengan *waterglass*. [4]

Studi Purbowo berjudul “Studi Penambahan Gula Tetes Pada Cetakan Pasir Terhadap Kuantitas Cacat *Blow-hole*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana penambahan gula tetes dengan berbagai komposisi mempengaruhi cacat *blow-hole* pada permukaan benda cor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposisi cetakan pasir dengan 5% bentonit dan 2% gula tetes menghasilkan permukaan coran yang lebih rata dan bebas dari cacat *blow-hole* dibandingkan komposisi lainnya. Namun, penambahan gula tetes yang berlebihan meningkatkan kebasahan cetakan, yang memicu pembentukan gas dan menyebabkan cacat *blow-hole*. [5]

Studi Sumpena berjudul “Pengaruh Kadar *Waterglass* Sebagai Bahan Pengikat Cetakan Pasir Kering Dengan Metode C Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana variasi kadar *waterglass* mempengaruhi kekerasan dan kekuatan tarik produk *pulley*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa cetakan pasir dengan kadar *waterglass* sebesar 23% menghasilkan nilai kekerasan dan kekuatan tarik tertinggi, masing-masing sebesar 238,7 BHN dan 163,50 MPa. Sebaliknya, cetakan dengan kadar *waterglass* sebesar 13% memiliki kekerasan dan kekuatan tarik terendah, yang menunjukkan bahwa kadar *waterglass* memengaruhi sifat mekanis dan kualitas cetakan pasir secara signifikan. [6]

Studi Bagas Patria Nugraha berjudul “Analisa Penyusutan, Density, dan Cacat Coran pada Hasil Pengecoran Cetakan Handpress Kancing Bungkus dengan Material Besi Cor Kelabu Menggunakan Pasir Cetak”. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis temperatur, waktu pendinginan, dan perubahan unsur kimia menggunakan CE Meter, serta mengetahui densitas, sifat fisis dan mekanis, penyusutan, dan cacat coran pada produk hasil pengecoran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai densitas produk bervariasi, dengan produk samping (A) sebesar 6,84 gr/cm³, produk samping (B) 6,89 gr/cm³, dan produk bawah 7,37 gr/cm³. Pengujian kekerasan rata-rata menunjukkan nilai 78,72 HRB. Struktur mikro memperlihatkan serpihan grafit yang menyebabkan keuletan rendah. Selain itu, komposisi kimia produk didominasi oleh karbon (3,47%), silikon

(2,41%), mangan (0,43%), dan tembaga (0,26%). Cacat coran yang teridentifikasi meliputi cacat lubang jarum dan cacat salah alir.[7]

Studi Pandey berjudul “Analisis Untuk Meminimalkan Cacat *Blow-hole* dalam Proses Pengecoran”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berbagai faktor penyebab cacat *blow-hole* pada proses pengecoran serta merumuskan langkah-langkah untuk meminimalkan cacat tersebut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan partikel halus klorin sebagai katalis dapat secara efektif mengurangi kadar gas yang menyebabkan *blow-hole*. Namun, kelembapan berlebih pada cetakan dan reaksi karbon dengan oksigen tetap menjadi faktor signifikan yang mempengaruhi terbentuknya cacat *blow-hole*.[8]

Studi Dabade dan Bhedasgaonkar berjudul “Analisis Cacat Pengecoran Menggunakan Metode *Design of Experiments* (DoE) dan Simulasi Pengecoran Berbantuan Komputer”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis bagaimana parameter proses cetakan pasir basah memengaruhi cacat *blow-hole* dan porositas penyusutan pada komponen besi cor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa optimasi parameter, seperti kadar kelembapan pasir, kekuatan kompresi pasir, permeabilitas, dan kekerasan cetakan, mampu mengurangi tingkat penolakan pengecoran akibat cacat pasir dari 10% menjadi 3,59%. Selain itu, desain ulang sistem gating dan riser melalui simulasi pengecoran berhasil menurunkan porositas penyusutan hingga 15%, meningkatkan kualitas dan efisiensi hasil pengecoran.[9]

Studi Major-Gabryś berjudul Pengaruh Berbagai Matriks Pasir Terhadap Sifat Kekuatan Cetakan Pasir dengan Silikat Natrium Terhidrasi untuk Proses Pengecoran Ablation. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana variasi matriks pasir dan tipe pengikat memengaruhi sifat kekuatan cetakan pasir pada proses pengecoran ablation. Hasil pengujian menunjukkan bahwa cetakan pasir dengan kandungan pengikat 2,0 p.p.w. memiliki kekuatan lentur terbaik, tetapi perbedaan jenis matriks pasir, terutama dengan pengikat R145, menghasilkan kekuatan yang lebih rendah rata-rata 30% dibandingkan pengikat R150, terutama pada kondisi panas. Hal ini mengindikasikan bahwa pemilihan pengikat dan matriks pasir sangat memengaruhi kualitas cetakan pada proses pengecoran ablation.[10]

Studi Kaewkongkha berjudul Investigasi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi *Blow-Hole* dalam Proses *Die Casting*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana tekanan pengecoran, kecepatan injeksi, posisi awal kecepatan tinggi, dan tekanan vakum memengaruhi pembentukan *blow-hole* pada paduan aluminium R14. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kondisi optimal, dengan tekanan pengecoran 85 MPa, kecepatan injeksi rendah 0,30 m/s, kecepatan injeksi tinggi 2,49 m/s, posisi awal kecepatan tinggi 326,81 mm, dan tekanan vakum -97,28 kPa, mampu mengurangi tingkat *blow-hole* hingga 5,18%. [11]

Studi Sharma berjudul Pengendalian *Blow-Hole* dalam Proses *High-Pressure Die Casting*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mengendalikan faktor-faktor yang menyebabkan cacat *blow-hole* pada proses *die casting*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penghapusan tepi tajam pada runner, pengurangan waktu perjalanan logam, dan validasi ulang kecepatan tembakan lambat secara signifikan mengurangi jumlah *blow-hole*. Dengan penerapan tindakan korektif ini, cetakan dengan desain yang dioptimalkan mampu meminimalkan cacat *blow-hole*, sehingga meningkatkan kualitas dan efisiensi hasil pengecoran.[12]

Studi Qosim berjudul Pengaruh Kadar Kelembapan pada Pasir Cetak Basah terhadap Cacat Hasil Pengecoran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana variasi kadar kelembapan pada pasir cetak memengaruhi cacat hasil pengecoran menggunakan material aluminium-silikon daur ulang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar kelembapan 2,5% menghasilkan cacat berupa porositas kecil, sementara kadar 3,5% menunjukkan cacat seperti drops, misrun, *blow-hole*, dan shrinkage cavity. Pada kadar 4,5%, ditemukan cacat paling parah, termasuk *buckle* dan *shrinkage cavity* signifikan. Kadar kelembapan optimal untuk meminimalkan cacat adalah 2,5%, meskipun porositas kecil masih terdeteksi.[13]

Studi Hosadyna-Kondracka berjudul Pengaruh Pasir Cetak dengan Pengikat Anorganik *Cordis* terhadap Proses Pengecoran Ablation. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi bagaimana penggunaan pengikat *Cordis* berbasis natrium silikat terhidrasi memengaruhi kekuatan cetakan pasir dan kualitas permukaan hasil coran dalam proses pengecoran ablation. Hasil pengujian menunjukkan bahwa cetakan dengan pengikat *Cordis* memiliki kekuatan yang memadai, dengan nilai kekuatan lentur panas mencapai 2,48 MPa. Selain itu, teknologi *Cordis* menghasilkan coran dengan permukaan yang baik tanpa cacat signifikan, dan pasir cetak dapat direklamasi secara efisien, sehingga mendukung efisiensi dan keberlanjutan dalam industri pengecoran.[14]

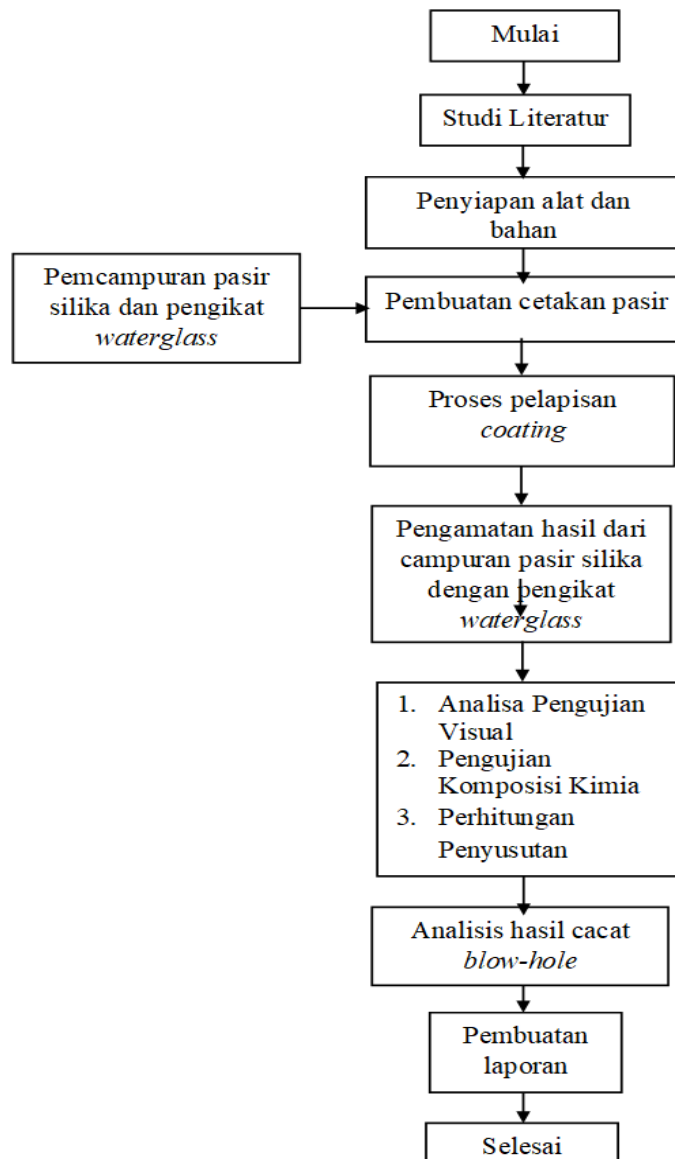
Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi

campuran pasir silika dengan pengikat *waterglass* terhadap cacat *blow-hole* pada hasil pengecoran. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam bagi industri pengecoran logam dalam mengoptimalkan komposisi cetakan pasir guna mengurangi cacat *blow-hole* dan menghasilkan produk coran dengan kualitas yang lebih baik.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini, variasi campuran pasir silika dengan pengikat *waterglass* digunakan sebagai bahan cetakan. Kemudian, hasil pengecoran dianalisis untuk mengamati cacat *blow-hole* yang terbentuk. Proses ini melibatkan pengujian komposisi kimia, perhitungan penyusutan, dan pengamatan visual terhadap hasil coran. Diagram alir penelitian dapat ditunjukkan pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama tiga bulan, mulai dari bulan November 2024 hingga Januari 2025. Kegiatan penelitian diawali dengan pengumpulan data pada minggu pertama bulan November, dilanjutkan dengan proses analisis data yang berlangsung selama dua bulan. Penulisan laporan dan finalisasi hasil penelitian dilakukan pada bulan Januari 2025. Penelitian ini melibatkan beberapa tahapan, dimulai dari pembuatan cetakan pasir silika dengan variasi pengikat *waterglass* di PT. Kartika Alas Utama. Selanjutnya, persiapan alat untuk pengujian dan proses pengambilan data dilakukan di Laboratorium PT. Kartika Alas Utama.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat : peralatan keselamatan kerja, gas LPG, mesin pengaduk pasir silika, sekop, gas karbon dioksida (CO₂), sendok pasir, *torch* atau obor api, pipa, kuas, sekop, palu besi, kompresor, dan gerinda potong.

Bahan : pasir silika, *waterglass*, *coating*, dan *methanol*

Prosedur Penelitian

1. Tahapan pembuatan cetakan pasir

Proses pengecoran dimulai dengan pembuatan pola cetak yang sesuai dengan bentuk produk yang diinginkan. Selanjutnya, pasir cetak dicampur dengan *waterglass* dan dimasukkan ke dalam cetakan, diikuti dengan proses pengerasan menggunakan gas CO₂. Setelah cetakan siap, logam cair dituangkan ke dalam cetakan melalui saluran penuangan, diikuti oleh proses pendinginan hingga logam membeku. Tahap terakhir melibatkan pembongkaran cetakan, pembersihan produk cor, dan pemeriksaan hasil pengecoran.

2. Pengujian komposisi kimia

Spesimen untuk pengujian komposisi kimia hasil pengecoran pada cetakan logam disiapkan terlebih dahulu. Permukaan spesimen diratakan menggunakan mesin amplas untuk menghilangkan kotoran yang menempel dan memastikan permukaan menjadi halus serta rata. Selanjutnya, spesimen dipasang pada alat *spectrometer* untuk proses pengujian komposisi kimia. Alat *spectrometer* akan menganalisis spesimen dan menampilkan hasil berupa unsur-unsur yang terkandung di dalamnya secara menyeluruh, yang kemudian ditampilkan pada layar sistem komputer untuk dianalisis lebih lanjut.

3. Pengujian pengamatan visual

Pengamatan visual dilakukan untuk memeriksa keberadaan cacat *blow-hole* secara langsung pada permukaan produk cor. Cacat yang teridentifikasi dapat berupa lubang kecil atau cekungan akibat gas yang terperangkap selama proses solidifikasi.

4. Perhitungan penyusutan

Tingkat penyusutan dihitung dengan membandingkan volume benda asli dan volume produk cor. Rumus perhitungan yang digunakan adalah:

$$S = \frac{(V_{\text{asli}} - V_{\text{produk}})}{V_{\text{asli}}} \times 100\%$$

Dimana :

S : Persentase penyusutan

V asli : Volume benda asli (cm³)

V produk : Volume benda produk (cm³)

Persentase penyusutan memberikan gambaran stabilitas dimensi produk cor yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Komposisi Kimia

Setelah proses pengecoran selesai, dilakukan uji komposisi kimia untuk mengidentifikasi unsur-unsur kimia yang terkandung dalam produk hasil pengecoran. Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium PT. Kartika Alas Utama. Berdasarkan hasil pengujian komposisi kimia, diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil pengujian komposisi kimia

No	Unsur	Kandungan %
1	Fe	98,17374
2	C	0,41924
3	Si	0,61774
4	Mn	0,22042
5	P	0,02565
6	S	<0,00000
7	Cr	0,32671
8	Zn	0,00305
9	Sb	<0,00000
10	Nb	<0,00000
11	Sn	<0,00000
12	Ti	0,00268
13	Cu	0,07365
14	Mo	0,00219
15	Ni	0,03821
16	V	0,00234
17	Al	0,01936
18	B	0,00457
19	Co	0,00719
20	Pb	0,00109
21	W	0,00910
22	Ta	0,03488
23	Zr	0,00121
24	Bi	0,01299
25	Ca	<0,00000
26	Se	0,00896
27	Te	0,00213
28	Ce	<0,00000
29	La	<0,00000
30	As	0,00485
31	N	0,00269

Hasil analisis komposisi kimia menunjukkan keberadaan 31 unsur, dengan 6 unsur utama yang paling dominan, yaitu Fe, Mn, Si, Cu, Al, dan Zn. Kandungan Besi (Fe) yang mencapai 98,2% berkontribusi besar pada peningkatan kekuatan dan kekerasan material. Mangan (Mn) sebesar 0,61% memberikan tambahan ketangguhan, menjadikan material lebih tahan terhadap deformasi akibat beban dinamis. Silikon (Si) dengan kadar 0,22% berperan dalam meningkatkan ketahanan terhadap abrasi dan suhu tinggi. Kandungan Tembaga (Cu) sebesar 0,07% berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tarik material. Aluminium (Al) sebanyak 0,02% membantu meningkatkan ketahanan korosi terhadap lingkungan abrasif atau yang mengandung garam. Sementara itu, Seng (Zn) dengan kadar 0,003% berkontribusi pada peningkatan kekerasan material, menjadikannya lebih tahan terhadap gesekan.

Hasil Pengujian Visual

Dari pengamatan yang telah dilakukan didapatkan beberapa hasil sebagai berikut :



Gambar 1 Hasil cor sebelum pemesinan



Gambar 2 Hasil cor sesudah pemesinan

Berdasarkan dari gambar 1 sebelum proses pemesinan terlihat adanya cacat *blow-hole*, *Blow hole* ditandai dengan adanya lubang kecil atau cekungan pada permukaan benda yang dihasilkan, yang disebabkan oleh gas yang terperangkap dalam logam cair selama proses solidifikasi, Gas yang berasal dari kelembapan pasir cetakan atau gas yang dilepaskan oleh pengikat pasir tidak keluar sepenuhnya karena ventilasi cetakan yang buruk, dan adanya pengotor (impurities) atau residu pada logam cair dapat memicu pembentukan gas. sedangkan pada gambar 2 sesudah proses pemesinan terlihat tidak adanya cacat *blow-hole* disebabkan oleh cetakan memiliki ventilasi yang cukup atau logam cair telah melalui proses *degassing* yang baik, gas terperangkap dapat diminimalkan sehingga *blow-hole* tidak muncul. Faktor lain yang mungkin adalah kualitas pasir cetakan yang baik dan kontrol kelembapan yang tepat, sehingga penguapan gas berlebih dari cetakan dapat dicegah. Namun, untuk memastikan tidak adanya cacat *blow-hole*, pemeriksaan lebih lanjut.

Perhitungan Penyusutan

Setelah proses pengecoran dengan menggunakan bahan besi cor selesai, produk cetakan pasir diukur volumenya menggunakan jangka sorong. Data volume tersebut kemudian digunakan untuk menghitung tingkat penyusutan. Adapun data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Data hasil pengukuran volume asli dan produk

Tabel 2 Volume asli dan produk

No.	Volume	Volume asli (cm ³)	Volume produk (cm ³)
1.	Volume samping kiri dan kanan	588,3	582,7
2.	Volume atas dan bawah	226,22	220,5

2. Contoh perhitungan persentase penyusutan

Perhitungan persentase penyusutan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

- a. Pola Samping kiri dan kanan

Perhitungan Volume

V asli : 588,3 cm³

V produk : 582,7 cm³

$$S = \frac{(V \text{ asli} - V \text{ produk})}{V \text{ asli}} \times 100\%$$

$$S = \frac{(588,3 - 582,7)}{588,3} \times 100\%$$

$$S = 0,952\%$$

Tabel 3 Hasil persentase penyusutan

Volume	Volume asli (cm ³)	Volume produk (cm ³)	S (%)
Volume samping kiri dan kanan	588,3	582,7	0,952%
Volume atas dan bawah	226,22	220,5	2,53%
Rata-rata penyusutan			1,74%

Hasil perhitungan penyusutan menunjukkan bahwa penyusutan rata-rata sebesar 1,74% cukup rendah, yang menunjukkan keberhasilan dalam menjaga stabilitas dimensi produk cor. Penyusutan yang rendah juga membantu meminimalkan pembentukan porositas atau *blow-hole* karena gas terperangkap selama proses pengerasan logam

KESIMPULAN

Pengamatan hasil cor menunjukkan adanya cacat *blow-hole* pada permukaan sebelum pemesinan, yang hilang setelah proses pemesinan. Hal ini menunjukkan perbaikan pada desain ventilasi cetakan dan proses *degassing*. Faktor-faktor seperti ventilasi cetakan yang optimal, pengendalian kelembapan pasir cetakan, dan kualitas *waterglass* yang baik berkontribusi dalam mengurangi gas selama solidifikasi. Analisis komposisi kimia menunjukkan dominasi Fe (98,17%), C (0,41%), dan Si (0,61%), dengan silikon meningkatkan ketahanan abrasi dan panas, sehingga membantu mengurangi cacat permukaan. Tingkat penyusutan rata-rata 1,74% mencerminkan stabilitas dimensi produk cor dan minimnya pembentukan porositas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahcmad Fauzan, "Analisis Pembuatan Main Pulley Yst-Revo Dengan Metode Cetakan Sand Casting Dan Finishing Shot Blasting," *J. Tek. dan Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 112–119, 2024, doi: 10.56127/jts.v3i2.1551.
- [2] Hariningsih, "Optimalisasi komposisi pasir cetak green sand sebagai upaya menghilangkan cacat blow holes.," *J. FOUNDRY*, vol. 5, pp. 23–29, 2022.
- [3] Zalmidun, "Article Review: Jenis-Jenis Cetakan Pasir," *ENOTEK J. Energi dan Inov. Teknol.*, vol. 1, pp. 21–24, Apr. 2022, doi: 10.30606/enotek.v1i2.1273.
- [4] O. B. I. Melissa McAlexander, Keshav Bharadwaj, W. Jason Weiss, "Waterglass-based clinker-free cementitious systems," *Constr. Build. Mater.*, vol. 417, 2024.
- [5] Soejono Tjitro and Tedy Purbowo, "Studi Penambahan Gula Tetes Pada Cetakan Pasir Terhadap Kuantitas Cacat Blow-hole," *J. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 43–47, 2003, [Online]. Available: <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/mes/article/view/15970>
- [6] S. Sumpena, W. Wardoyo, and H. Sukarjo, "Pengaruh Kadar Waterglass Sebagai Bahan Pengikat Cetakan Pasir Kering Dengan Metode CO₂ Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik," *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 5, no. 1, p. 39, 2021, doi: 10.30588/jeemm.v5i1.851.
- [7] B. P. Nugraha and S. T. A. Yulianto, "Analisa Penyusutan, Density, Dan Cacat Coran Pada Hasil Pengecoran Cetakan Permanen Handpress Kancing Bungkus Dengan Material Besi Cor Kelabu Menggunakan Pasir Cetak," 2020, [Online]. Available: <http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/80415>
- [8] R. Pandey and P. R. Srivastava, "An Analysis To Minimize The Defects In Casting Process," vol. 0869, no. 7, pp. 33–37, 2019.
- [9] U. A. Dabade and R. C. Bhedasgaonkar, "Casting defect analysis using design of experiments (DoE) and computer aided casting simulation technique," *Procedia CIRP*, vol. 7, pp. 616–621, 2013, doi: 10.1016/j.procir.2013.06.042.
- [10] K. Major-gabryś, S. Puzio, A. Bryłka, and J. Kamińska, "The Influence of Various Matrixes on the Strength Properties of Moulding Sands with Thermally Hardened Hydrated Sodium Silicate for the Ablation Casting Process," vol. 5, no. 2, pp. 31–35, 2021.
- [11] P. Kaewkongkha and S. Tangjitsitcharoen, "Investigation of factors affecting the Blow Holes in Die Casting Process," vol. 05, no. 06, pp. 47–51, 2015.
- [12] B. Sharma and A. Vihar, "BLOW HOLE CONTROL IN HIGH PRESSURE," vol. 5, no. 7, pp. 140–144, 2020.
- [13] E. Of, M. Content, O. F. Green, S. On, and C. Defects, "EFFECT OF MOISTURE CONTENT OF GREEN SAND ON THE," vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2020.
- [14] M. Hosadyna-Kondracka, K. Major-Gabryś, J. Kamińska, A. Grabarczyk, and M. Angrecki, "Moulding Sand with Inorganic Cordis Binder for Ablation Casting," *Arch. Foundry Eng.*, vol. vol.18, no. No 4, pp. 110–115, 2018, doi: 10.24425/afe.2018.125178.