

KARAKTERISASI LIMBAH DEBU DARI DUST COLLECTOR INDUSTRI PENGECORAN LOGAM

Tasha Rizka¹, Muhammad Awaludin¹, Hariningsih^{2*}

¹Program Studi Teknologi Pengecoran Logam, Politeknik Manufaktur Ceper

²Program Studi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Ceper

*Corresponding author: hariningsih@polmanceper.ac.id

Diterima: 26 Februari 2024

Direvisi: 28 Mei 2024

Disetujui: 21 Juli 2024

Terbit online: 26 Juli 2024

ABSTRAK

Debu merupakan limbah hasil industri yang memiliki kandungan silika yang tinggi. Debu dari dust collector di area cetakan greensand di industri pengecoran logam memiliki kandungan silika dan kadar lempung. Kandungan tersebut berasal dari komposisi penyusun pasir cetak greensand, yaitu dari pasir silika dan bentonit. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter debu dari dust collector area cetakan greensand pada industri pengecoran logam. Pengujian yang dilakukan meliputi grain fineness number (GFN), clay content, moisture, MB active clay, volatile combustible material (VCM), dan loss on ignition (LOI). Hasil pengujian clay content dan MB active clay menunjukkan bahwa debu dust collector memiliki kandungan lempung sebesar 76,54%, 41% dari kandungan lempung tersebut masih aktif sebagai perekat (active clay). Karena kandungan active clay-nya yang cukup tinggi, maka debu dust collector dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengikat pada pasir cetak greensand. Namun, debu tidak dapat digunakan sebagai bahan pengikat utama pada pasir cetak greensand. Dimana hasil uji VCM menunjukkan bahwa debu menghasilkan 28,48% gas ketika dipanaskan pada suhu 649 °C. Sedangkan pada pengujian LOI, debu terbakar 57,00% saat dipanaskan pada suhu 1010°C. Banyaknya debu yang terbakar dan gas yang muncul dapat menyebabkan cacat cor gas hole pada benda cor.

Kata kunci: debu, dust collector, greensand, industri, pengecoran logam

ABSTRACT

Dust is industrial waste that has a high silica content. Dust from dust collectors in greensand mold areas in the metal casting industry contains silica and clay. This content comes from silica sand and bentonite, which are the main ingredients of greensand mold. Therefore, this research aims to determine the dust characteristics of the greensand mold area in the metal casting industry. Tests carried out include grain fineness number (GFN), clay content, moisture, MB active clay, volatile combustible material (VCM), and loss on ignition (LOI). The clay content and MB active clay test results show that the dust has a clay content of 76.54%, and 41% of the clay content is still active as a binder (active clay). Because the active clay content is quite high, dust can be used as a binding agent for greensand molding. However, dust cannot be used as the main binding agent in greensand molding. The VCM test results show that dust produces 28.48% gas when heated at a temperature of 649 °C. Meanwhile, in the LOI test, the dust burned 57.00% when heated at a temperature of 1010°C. The large amount of burning dust and gas that appears can cause gas hole defects in the casting.

Keywords: dust, dust collector, greensand, industry, metal casting

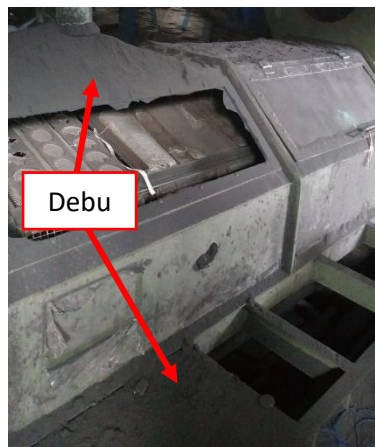
1. PENDAHULUAN

Pengecoran logam adalah suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi. Logam cair akan dituangkan atau ditekan ke dalam cetakan yang memiliki rongga cetak (*cavity*) sesuai dengan bentuk atau desain yang diinginkan. Pasir cetak merupakan salah satu dari teknik pengecoran konvensional yang masih dipakai di industri manufaktur [1]. Pasir cetak *greensand* masih menjadi metode favorit

yang sering dan banyak dipakai karena paling murah [2][3]. Pasir cetak *greensand* terdiri dari pasir silika sebagai bahan utama, zat pengikat (bentonit), dan bahan tambah [4]. Pasir cetak *greensand* memiliki karakteristik mampu alir gas atau permeabilitas, kekerasan, dan kekuatan yang baik sehingga lebih cocok untuk pengecoran [5][6].

Industri pengecoran logam adalah salah satu industri yang dalam proses produksinya menghasilkan debu, uap logam, oksida logam dan panas lingkungan yang berasal dari proses peleburan, penggerindaan presisi, pengecoran logam, pasir cetak, dan aktifitas lain [7]. *Fly ash* atau debu adalah mineral aluminosilikat yang banyak mengandung unsur-unsur seperti Ca (kalsium), K (kalium), dan Na (natrium). Selain itu *fly ash* juga mengandung sejumlah kecil unsur C (karbon) dan N (nitrogen). Kandungan silika yang tinggi pada *fly ash* dapat digunakan campuran pengikat pasir cetak. Secara struktur mikro *fly ash* terdiri dari butiran heterogen [8]. Bentuk bubuk dari debu ini memiliki ukuran butir yang sangat halus dan dapat digunakan sebagai campuran (aditif) yang baik untuk pasir silika berukuran kasar. Bahan aditif memainkan peran yang sangat penting dalam membawa perubahan spesifik tertentu dalam sifat cetakan [9]. Kualitas coran bergantung pada permeabilitas, *green compression strength* (GCS) dan *dry compression strength* (DCS) dari pasir cetak. Sifat-sifat ini bervariasi menurut bentuk dan ukuran partikel pasir cetakan dan bahan pengikat yang ditambahkan dengan pasir [10]. Selain itu, jika dilihat dari senyawa penyusunnya, bentonit dan *fly ash* memiliki kemiripan yaitu kandungan CaO (lempung). Namun, kandungan CaO pada bentonit lebih banyak dibandingkan pada *fly ash* [11]. *Fly-ash* dapat digunakan sebagai alternatif bahan pengikat yang potensial untuk produksi pasir cetak pengecoran [12].

Debu dari *dust collector* di area cetakan *greensand* di industri pengecoran logam memiliki kandungan silika dan kadar lempung. Kandungan tersebut berasal dari komposisi penyusun pasir cetak *greensand*, yaitu dari pasir silika dan bentonit. Kadar debu lingkungan kerja yang melebihi nilai ambang batas (NAB) di industri pengecoran logam berpotensi menimbulkan gangguan saluran pernafasan bagi tenaga kerja, salah satunya berupa penimbunan debu di paru yang menyebabkan pneumokoniosis. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter debu dari *dust collector* area cetakan *greensand* pada industri pengecoran logam. Tujuan jangka panjang dari penelitian ini yaitu memanfaatkan debu *dust collector* sebagai bahan aditif untuk pasir cetak *greensand*, sebagai upaya mengurangi limbah debu yang ada di industri pengecoran logam.



Gambar 1. Debu pada *dust collector* area cetakan *greensand* industri pengecoran logam

2. METODE PENELITIAN

Debu yang digunakan sebagai objek penelitian ini yaitu debu yang berasal dari *dust collector* industri pengecoran logam. Debu yang digunakan khusus diambil dari *dust collector* di area *greensand moulding*. Debu *dust collector* yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1.

Gambar 2. Debu *dust collector*

Jenis pengujian dan alat pengujian disajikan pada Tabel 1. Pengujian *grain fineness number* (GFN) menunjukkan distribusi ukuran butiran pasir. GFN adalah jumlah lubang per sentimeter pada ayakan atau saringan yang digunakan untuk memisahkan atau mengelompokkan butiran pasir dengan diameter yang sama [13]. Pengujian GFN dilakukan dengan menggunakan alat *laboratory sifter*. Pengujian *clay content* bertujuan untuk mengetahui kadar lempung yang terdapat pada debu. Pengujian *clay content* menggunakan alat *AFS clay tester* dan persentase kadar lempung dihitung dengan Persamaan 1. Pengujian MB (*methelyne blue*) *active clay* bertujuan untuk mengetahui berapa persen kadar lempung yang masih aktif atau masih berfungsi sebagai perekat. Dimana kandungan *active clay* di dalam pasir cetak *greensand* akan sangat mempengaruhi *permeabilitas*, *compression strength* dan *compactibility*. Pengujian *active clay* menggunakan *methelyne blue clay tester*. Persentase *active clay* dihitung dengan Persamaan 2. Pengujian *volatile combustible material* (VCM) dilakukan untuk mengetahui jumlah gas yang ditimbulkan akibat pemanasan. Pengujian VCM pada debu dilakukan dengan memanaskan debu pada temperatur 649°C selama 1 jam. Pengujian *loss on ignition* (LOI) dilakukan untuk mengetahui kandungan material yang terbakar. Pengujian LOI pada debu dilakukan dengan memanaskan debu sampai 1010°C dengan waktu tahan 4 jam.

Tabel 1. Jenis pengujian dan alat pengujian

Jenis Pengujian	Alat Uji
Grain fineness number (GFN)	<i>Laboratory sifter</i>
<i>Clay Content</i>	<i>AFS Clay tester</i>
MB <i>Active Clay</i>	<i>Ultrasonic dan methelyne blue clay tester</i>
<i>Volatile combustible material</i> (VCM)	<i>Muffle furnace</i>
<i>Loss On Ignation</i> (LOI)	<i>Muffle furnace</i>

$$\text{Clay Content (\%)} = \frac{\text{berat sampel akhir} - \text{berat sampel awal}}{\text{berat sampel awal}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Active Clay (\%)} = \frac{A \times B \times E}{C \times D} \quad (2)$$

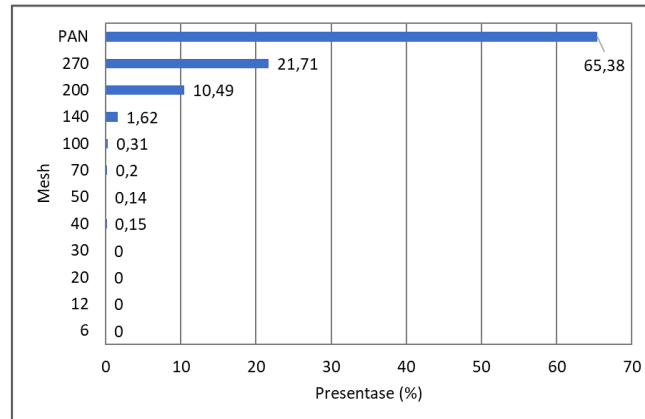
dimana:

- A = kandungan bentonit standar (%)
- B = berat pasir standar (gr)
- C = berat pasir cetak yang diuji (gr)
- D = volume *methylene blue* standar (ml)
- E = volume *methylene blue* pada sampel uji (ml)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji GFN disajikan pada Gambar 3. Ukuran butir yang mendominasi terdapat pada 3 (tiga) mesh yaitu mesh 200, 270, dan PAN. Jumlah debu terbanyak terdapat pada PAN dengan nilai 65,38 %, oleh karena itu debu *dust collector* dapat dikategorikan sebagai debu karena memiliki ukuran butir yang halus. Gambar 4. menunjukan hasil dari pengujian *loss on ignition* (LOI) dengan temperatur pengujian 1010°C selama 4 jam. Debu *dust collector* sudah tersinter secara keseluruhan. Jika *crucible*

diposisikan terbalik, sampel debu tidak jatuh atau masih menempel pada *crucible*. Selain itu debu sulit dikikis atau dikeruk dengan menggunakan bantuan sendok.



Gambar 3. Diagram persebaran butir hasil uji GFN

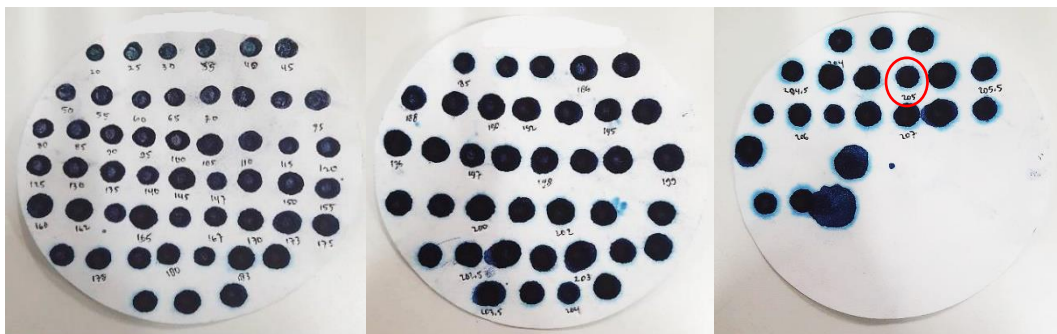


Gambar 4. Debu setelah diuji LOI

Pengujian *clay content* dilakukan dengan sampel debu yang telah kering sebanyak 50 gr, air 475 ml dan *tetrasodium pyropospat* sebanyak 25 ml. Berikut ini hasil perhitungan *clay content* pada debu setelah dilakukan beberapa kali penyulingan.

$$\begin{aligned}
 \text{Clay Content (\%)} &= \frac{\text{berat sampel akhir} - \text{berat sampel awal}}{\text{berat sampel awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{50 - 11,73}{50} \times 100\% \\
 &= 76,54\%
 \end{aligned}$$

Hasil titrasi debu *dust collector* yang dilakukan beberapa kali titrasi hingga mencapai *good halo* disajikan pada Gambar 5. *Good halo* merupakan suatu proses untuk menentukan penggunaan larutan *methylene blue* untuk mencapai hasil yang akurat. *Good halo* ini dapat dilihat dari warna biru muda yang berada di sekitar lingkaran biru tua dengan ketebalan 2 mm. Debu *dust collector* mencapai *good halo* pada penambahan lauran *methylene blue* sebesar 205 ml.



Gambar 5. Hasil titrasi pengujian *active clay* debu *dush collector*

Berikut ini hasil perhitungan *active clay* pada debu.

Diketahui:

A = kandungan bentonit standar (%)	= 6 %
B = berat pasir standar (gr)	= 5 gr
C = berat pasir cetak yang diuji (gr)	= 5 gr
D = volume <i>methylene blue</i> standar (ml)	= 30 ml
E = volume <i>methylene blue</i> pada sampel uji (ml)	= 205 ml

$$\begin{aligned}
 \text{Active Clay (\%)} &= \frac{A \times B \times E}{C \times D} \\
 &= \frac{6 \times 5 \times 205}{5 \times 30} \\
 &= \frac{6150}{150} \\
 &= 41 \%
 \end{aligned}$$

Hasil uji pada debu secara keseluruhan ditampilkan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil perhitungan *clay content*, debu dari *dust collector* area cetakan *greensand* memiliki kandungan lempung sebesar 76,54 %. Sedangkan hasil titrasi dan perhitungan *active clay* menunjukkan bahwa terdapat 41 % *active clay* pada debu *dust collector* tersebut. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan dari peneliti sebelumnya yang menyatakan bahwa *fly ash* atau debu memiliki kandungan CaO atau lempung [11]. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa debu dari *dust collector* di area cetakan *greensand* industri pengecoran logam, dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengikat pada pasir cetak *greensand* karena 41% *active clay* tersebut masih aktif sebagai perekat. Akan tetapi, jika ditinjau dari hasil uji VCM dan LOI, debu tidak dapat digunakan sebagai bahan pengikat utama pada pasir cetak *greensand*. Berdasarkan hasil uji VCM, debu menghasilkan 28,48% gas setelah dipanaskan pada suhu 649 °C. Hasil uji LOI juga menunjukkan bahwa 57,00% debu terbakar saat dipanaskan pada suhu 1010°C. Banyaknya debu yang terbakar dan gas yang muncul dapat menyebabkan cacat cor gas hole pada benda cor. Peneliti sebelumnya menyebutkan bahwa penggunaan 1% debu dapat menurunkan terjadinya cacat *gas hole*, namun penggunaan debu lebih dari 1% dapat menyebabkan cacat *gas hole* meningkat. Cacat *gas hole* meningkat seiring meningkatnya penggunaan debu sebagai pengikat [8].

Tabel 2. Hasil pengujian debu *dust collector*

Jenis Pengujian	Hasil
GFN (%)	256,29
AFS Clay Content (%)	76,54
MB Active Clay (%)	41,00
Percent V.C.M @ 649°C (%)	28,48
Loss On Ignation @ 1010°C (%)	57,00

4. KESIMPULAN

Hasil pengujian pada debu *dust collector* dari area cetakan *greensand* industri pengecoran logam menunjukkan:

- Debu *dust collector* memiliki kandungan lempung 76,54% dan *active clay* sebesar 41% dari kandungan lempung. Debu *dust collector* dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengikat pada pasir cetak *greensand* karena 41% *active clay* tersebut masih aktif sebagai perekat.
- Hasil uji VCM menunjukkan bahwa debu menghasilkan 28,48% gas, sedangkan debu terbakar 57,00% pada pengujian LOI. Debu tidak dapat digunakan sebagai bahan pengikat utama pada pasir cetak *greensand*. Banyaknya debu yang terbakar dan gas yang muncul dapat menyebabkan cacat cor *gas hole* pada benda cor.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. T. Bhirawa, P. Studi, T. Industri, and U. Suryadarma, "Proses Pengecoran Logam Dengan Menggunakan Sand Casting," *J. Tek.*, vol. 4, no. 1, pp. 31–41, 2013, doi: 10.35968/jtin.v4i1.826.

- [2] Hariningsih, D. A. Priandana, and M. Awaludin, “Pengaruh Penggunaan Strach Tapioka Sebagai Aditif Pada Pasir Cetak Greensand,” *J. Foundry*, vol. 6, no. 1, pp. 16–23, 2023.
- [3] A. D. Shieddieque, I. Putra Nugraha, M. I. Z. Muttahar, and G. Heryana, “Pengaruh Variasi Campuran Bentonit Terhadap Karakteristik Pasir Cetak Untuk Proses Sand Casting,” *Rekayasa*, vol. 15, no. 3, pp. 316–325, 2022, doi: 10.21107/rekayasa.v15i3.16194.
- [4] I. M. Astika, D. P. Negara, and M. A. Susantika, “Pengaruh Jenis Pasir Cetak dengan Zat Pengikat Bentonit Terhadap Sifat Permeabilitas dan Kekuatan Tekan Basah Cetakan Pasir (Sand Casting),” *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. Vol.4, no. No.2, pp. 132–138, 2010.
- [5] J. Sadarang, R. K. Nayak, and I. Panigrahi, “Effect of binder and moisture content on compactibility and shear strength of river bed green sand mould,” in *Materials Today: Proceedings*, Elsevier Ltd, 2020. doi: 10.1016/j.matpr.2020.08.640.
- [6] Hariningsih, N. Lia, and Y. Umardani, “Optimalisasi komposisi pasir cetak green sand sebagai upaya menghilangkan cacat blow holes,” *J. Foundry*, vol. 5, no. 2, pp. 23–29, 2022.
- [7] M. S. Kusumastuti, A. Suwarni, and Haryono, “Analisis Terjadinya Pneumokoniosis Pada Tenaga Kerja Industri Pengecoran Logam Di Koperasi Batur Jaya, Cepur, Klaten,” *J. Kesehat. Lingkungan.*, vol. 4, no. 3, pp. 101–108, 2013, [Online]. Available: <https://e-journal.poltekkesjogja.ac.id/index.php/Sanitasi/article/view/685/455>
- [8] F. Bahrudin, B. Harjanto, and H. Saputro, “Pengaruh Variasi Penambahan Fly Ash & Bentonit Terhadap Sifat Pasir Cetak Dan Cacat Gasholes Pada Hasil Pengecoran Logam Aluminium,” *NOZEL J. Pendidik. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 1, pp. 56–64, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.uns.ac.id/nozel/article/view/30430>
- [9] P. Srinivasarao and A. K. Birru, “Effect of Mechanical Properties with Addition of Molasses and FlyAsh in Green SandMoulding,” *Mater. Today Proc.*, vol. 4, no. 2, pp. 1186–1192, 2017, doi: 10.1016/j.matpr.2017.01.136.
- [10] P. Karunakaran, C. Jegadheesan, P. Dhanapal, and P. Sengottuvel, “Sugar industry fly ash: An additive for molding sand to make aluminium castings,” *Russ. J. Non-Ferrous Met.*, vol. 55, no. 3, pp. 247–253, 2014, doi: 10.3103/S1067821214030079.
- [11] H. T. Novinda, M. Putut, and P. Poppy, “Analisis Variasi Komposisi Fly Ash Dan Bentonit Pada Pengikat Cetakan Pasir Terhadap Permeabilitas, Kekuatan Tekan, Dan Fluiditas Green Sand Mold,” *J. Tek. Mesin*, vol. 24, no. 1, pp. 1–11, 2016.
- [12] T. C. Eisele, S. K. Kawatra, and A. Nofal, “Tensile properties of class C fly-ash as a foundry core binder,” *Miner. Process. Extr. Metall. Rev.*, vol. 25, no. 4, pp. 279–286, 2004, doi: 10.1080/08827500390256834.
- [13] M. M. Khan, M. Singh, S. M. Mahajani, G. N. Jadhav, and S. Mandre, “Reclamation of used Green Sand in small scale foundries,” *J. Mater. Process. Technol.*, no. 2010, 2018, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2018.01.005.