

# Pengaruh penggunaan debu terhadap sifat mekanik pasir cetak *greensand* dengan bahan dasar pasir silika baru

Hariningsih<sup>1</sup>, Tasha Rizka<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Ceper, Klaten

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Pengecoran Logam, Politeknik Manufaktur Ceper, Klaten

Penulis Korespondensi : Hariningsih (hariningsih@polmanceper.ac.id)

## ABSTRAK

Debu yang berasal dari dust collector di area cetakan *greensand* dalam industri pengecoran logam memiliki kadar silika dan lempung yang tinggi. Kandungan ini berasal dari komposisi penyusun pasir cetakan *greensand*, yaitu bentonit dan pasir silika. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan debu dust collector terhadap sifat mekanik pasir cetak *greensand* baru, yakni pasir cetak *greensand* yang menggunakan bahan dasar pasir silika baru, serta mendapatkan presentase penggunaan debu yang tepat untuk mencapai nilai green compressive strength (GCS) yang optimal. Variasi debu yang digunakan adalah 0%, 0,5%, 1% dan 1%. Pengujian pasir yang dilakukan meliputi pengujian compactibility, moisture, permeability, green compression strength (GCS), dry compression strength (DCS), wet tensile strength (WTS). Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tekan cetakan meningkat seiring dengan meningkatnya presentase penggunaan debu. Apabila kadar air bertambah, kekuatan tekan dan permeabilitasnya akan bertambah atau naik sampai pada titik maksimal. Sedangkan jika kadar airnya bertambah terus maka kekuatan tekan dan permeabilitasnya akan menurun. Penggunaan debu yang optimal pada pasir cetak *greensand* baru yaitu dengan presentase debu 1%.

**KATA KUNCI** debu: dust collector; pasir cetak; *greensand*; sifat mekanik.

## 1. PENDAHULUAN

Pengecoran logam merupakan suatu metode dalam proses manufaktur yang memanfaatkan logam dalam keadaan cair dan cetakan untuk menciptakan bentuk yang mendekati desain akhir produk. Logam cair tersebut dituangkan atau ditekan ke dalam cetakan yang memiliki rongga sesuai dengan bentuk yang diinginkan [1][2]. Salah satu teknik pengecoran tradisional yang masih digunakan dalam industri manufaktur adalah pasir cetak [3]. Metode pasir cetak *greensand* tetap menjadi pilihan utama karena biaya yang relatif rendah [4][5]. Pasir cetak *greensand* terdiri dari pasir silika sebagai komponen utama, ditambah dengan zat pengikat seperti bentonit dan bahan tambahan lainnya [6]. Karakteristik pasir cetak *greensand*, seperti kemampuan aliran gas atau *permeability*, kekerasan, dan kekuatan yang baik, menjadikannya lebih sesuai untuk proses pengecoran [7][8].

Industri pengecoran logam merupakan sektor yang menghasilkan berbagai emisi seperti debu, uap logam, oksida logam, dan panas lingkungan selama proses produksi, termasuk peledakan, pengerindaan presisi, dan pengecoran logam, serta penggunaan pasir cetak dan aktivitas lainnya [9]. *Fly ash*, yang merupakan mineral aluminosilikat, kaya akan unsur-unsur seperti kalsium

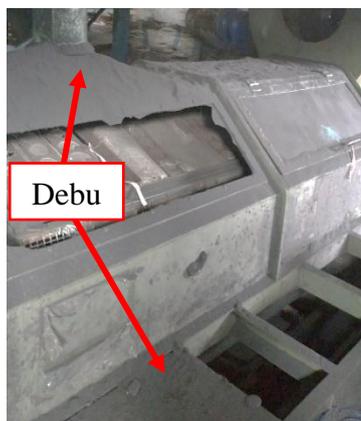
(Ca), kalium (K), dan natrium (Na). Selain itu, *fly ash* juga mengandung sejumlah kecil karbon (C) dan nitrogen (N). Tingginya kandungan silika dalam *fly ash* menjadikannya sebagai bahan campuran yang efektif untuk pengikat pasir cetak. Dari segi struktur mikro, *fly ash* terdiri dari butiran yang beragam [10]. Dalam bentuk bubuk, debu ini memiliki ukuran partikel yang sangat halus dan dapat berfungsi sebagai aditif yang baik untuk pasir silika kasar [6]. Aditif ini sangat penting dalam memodifikasi sifat cetakan secara spesifik [11]. Bahan aditif memainkan peran yang sangat penting dalam membawa perubahan spesifik tertentu dalam sifat cetakan [8][4]. Bahan tambahan seperti *fly ash*, serbuk gergaji, *coal dust*, *seacoal*, tepung pati atau *starch* dan sekam padi digunakan dalam jumlah terbatas. Bahan-bahan tersebut dapat meningkatkan kualitas pasir cetak dan hasil coran [12]. Kualitas hasil coran sangat dipengaruhi oleh permeabilitas, kuat tekan basah (*green compression strength/GCS*), dan kuat tekan kering (*dry compression strength DCS*) dari pasir cetak [8]. Sifat-sifat ini dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran partikel pasir cetakan serta bahan pengikat yang ditambahkan. Selain itu, jika dilihat dari komposisi kimianya, bentonit dan *fly ash* memiliki kesamaan dalam kandungan CaO

(kalsium oksida), meskipun kadar CaO pada bentonit lebih tinggi dibandingkan dengan *fly ash* [13]. *Fly ash* dapat dijadikan alternatif yang menjanjikan sebagai bahan pengikat dalam produksi pasir cetak untuk pengecoran [14].

Debu dari *dust collector* di area cetakan *greensand* di industri pengecoran logam memiliki kandungan kadar lempung yang tinggi. Kandungan tersebut berasal dari komponen penyusun pasir cetak *greensand*, yang terdiri dari pasir silika dan bentonit. Debu dari *dust collector* mengandung 76,54% lempung, yang mana 41% masih aktif sebagai perekat (*active clay*). Oleh karena debu dari *dust collector* dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengikat dan aditif pada pasir cetak *greensand* [15]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan debu dari *dust collector* area cetakan *greensand* di industri pengecoran logam terhadap sifat mekanik pasir cetak *greensand* dengan bahan dasar pasir silika baru.

**2. BAHAN DAN METODE**

Objek penelitian ini adalah pasir cetak *green sand* yang menggunakan bahan dasar pasir silika baru. Komposisi pasir cetak *green sand* yaitu pasir silika, bentonit, dan air. Dalam penelitian ini, penggunaan bentonit dikurangi dan diganti dengan debu yang diambil dari *dust collector* pada bagian cetakan industri pengecoran logam. Gambar 1. menunjukkan debu dari *dust collector* yang digunakan dalam penelitian ini. Komposisi detail pasir cetak *green sand* yang digunakan disajikan pada Tabel 1. Sedangkan variasi penggunaan debu yaitu sebesar 0%, 0,5%, 1 %, dan 1,5%. Pencampuran atau *mixing* pasir cetak dilakukan sebanyak 2 kali, yakni *mixing* kering selama 2 menit dan *mixing* basah selama 10 menit. Langkah pertama yaitu *mixing* kering, yakni mencampur serta mengaduk bahan kering yang terdiri dari pasir, bentonit, dan debu. Langkah ke dua adalah *mixing* basah, yakni menambahkan air pada hasil campuran bahan kering lalu diaduk hingga tercampur rata.



Gambar 1. Debu dari *dust collector* pada bagian cetakan industri pengecoran logam

**Tabel 1. Komposisi pasir cetak *greensand***

Bahan	Presentase (%)	Berat (gram/ml)
-------	----------------	-----------------

Pasir silika baru	100	2000
Bentonit	10	200
Air	2,9 – 3	58 – 60

Tabel 2. menunjukkan jenis pengujian dan alat yang digunakan. Pengujian *moisture* mengukur kandungan air pada pasir cetak, pengujian *compactibility* untuk mengetahui kemampuan pasir cetak untuk dipadatkan atau dibentuk, dan pengujian *permeability* mengukur kemampuan pasir cetak untuk mengalirkan gas. Kemampuan pasir cetak untuk mempertahankan bentuknya ditunjukkan dengan nilai *wet strength tensile* (WTS). Pengujian *dry compression strength* (DCS) untuk mengukur kekuatan pasir cetak setelah tidak ada lagi kandungan air di dalamnya. DCS ini menunjukkan kemampuan pasir cetak untuk menahan erosi dan tekanan statis. Pengujian *dry compression strength* (DCS) menunjukkan kemampuan pasir cetak untuk menahan tekanan dari logam cair yang masuk ke dalam cetakan.

**Tabel 2. Jenis pengujian dan alat pengujian**

Bagian dokumen	Ukuran dan gaya font
Moisture	Moisture tester
Permeability	Permeability tester
Compactability	Sand Rammer
Wet tensile strength (WTS)	Wet Tensile Strength Tester
Green compression strength (GCS)	Universal sand strength machine
Dry compression strength (DCS)	Universal sand strength machine

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengujian pasir cetak *greensand* baru dengan variasi penggunaan debu disajikan pada Tabel 3. berikut ini.

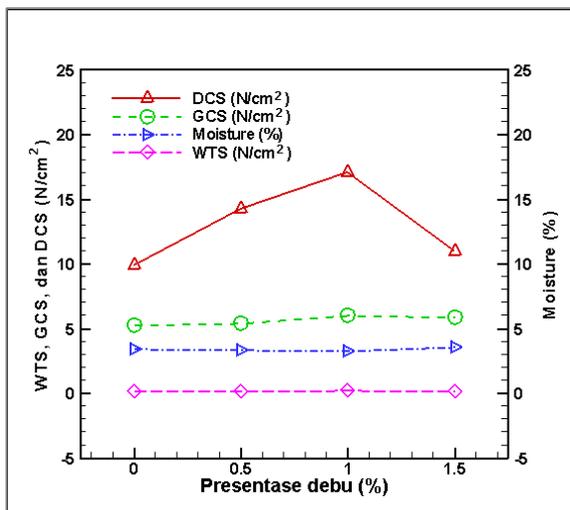
**Tabel 3. Jenis pengujian dan alat pengujian**

Pengujian	Presentase debu (%)			
	0	0,5	1	1,5
Moisture	3,465	3,348	3,271	3,558
Permeability	157	169	164	128
Compactability	40	40	40	40
WTS	0,17	0,185	0,208	0,186
GCS	5,3	5,4	6,0	5,9
DCS	9,9	14,3	17,1	11,0

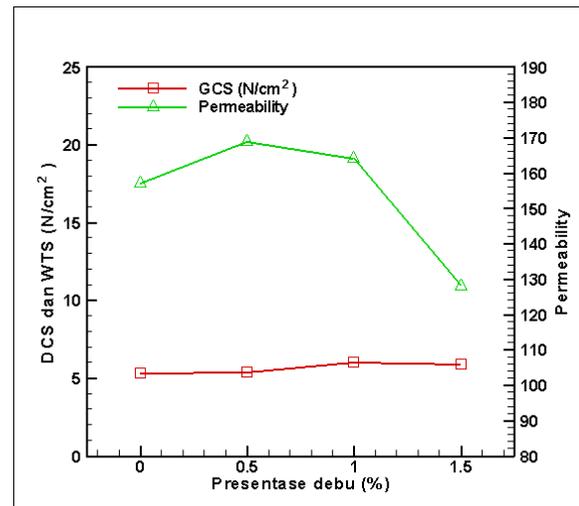
Nilai *moisture* (kadar air) pada pengujian 0% debu adalah 3,465%, mengalami penurunan menjadi 3,348% saat menggunakan 0,5% debu, terjadi penurunan lagi menjadi 3,271% saat menggunakan 1% debu dan mengalami peningkatan menjadi 3,558% saat menggunakan 1,5% debu. Permeabilitas pasir cetak saat menggunakan 0% debu berada diangka 157, naik menjadi 169 saat menggunakan 0,5% debu dan menjadi 164 pada penggunaan 1% debu, namun menurun drastis menjadi 128 saat menggunakan 1,5% debu. Nilai WTS pada pasir cetak menggunakan 0% debu yaitu sebesar 0,170 N/cm<sup>2</sup>, mengalami kenaikan menjadi 0,185 N/cm<sup>2</sup> pada saat penggunaan 0,5% debu, lalu mengalami kenaikan lagi menjadi 0,208 N/cm<sup>2</sup> saat menggunakan 1% debu, dan saat menggunakan 1,5% debu mengalami penurunan menjadi 0,186 N/cm<sup>2</sup>. Nilai GCS pada 0% debu yaitu sebesar 5,3 N/cm<sup>2</sup>, naik menjadi 5,4 N/cm<sup>2</sup> saat menggunakan 0,5% debu, naik lagi menjadi 6,0

N/cm<sup>2</sup> saat menggunakan 1% debu, namun mengalami penurunan menjadi 5,9 N/cm<sup>2</sup> saat menggunakan 1,5% debu. Sedangkan nilai DCS pada 0% debu yaitu 9,9 N/cm<sup>2</sup>, mengalami kenaikan menjadi 14,3 N/cm<sup>2</sup> saat menggunakan 0,5% debu, naik lagi menjadi 17,1 N/cm<sup>2</sup> saat menggunakan 1% debu, tetapi mengalami penurunan menjadi 11,0 N/cm<sup>2</sup> saat menggunakan 1,5% debu.

Gambar 2. menampilkan perbandingan *moisture*, WTS, DCS, dan GCS dengan nilai *compactability* yang tetap, yakni 40%. Gambar 3. menunjukkan perbandingan GCS dan *permeability*. Dengan nilai *compactability* yang tetap, yakni 40%. Nilai GCS meningkat seiring meningkatnya presentase debu yang digunakan, namun *permeability* menurun. Nilai *moisture* berbanding terbalik dengan nilai WTS, DCS, GCS, dan *permeability*. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan peneliti sebelumnya bahwa apabila kadar airnya bertambah terus maka kekuatan tekan dan permeabilitasnya akan menurun. Hal ini dikarenakan ruangan antara butir-butir pasir di tempati oleh bentonit yang kelebihan air sehingga kemampuan alir gasnya sulit untuk keluar [6][4]. Kekuatan tekan dan kekuatan geser yang lebih tinggi menyebabkan permeabilitas menurun [16].



Gambar 2. Perbandingan WTS, GCS, DCS, dan *moisture*



Gambar 3. Perbandingan GCS dan *permeability*

#### 4. KESIMPULAN

Penambahan debu mempengaruhi sifat mekanik pasir cetak *greensand* baru dan penambahan debu yang paling optimal yaitu sebanyak 1%. Penambahan lebih dari 1% debu pada pasir cetak *greensand* baru menyebabkan kenaikan penggunaan air yang mengakibatkan tingginya kadar air (*moisture*), tetapi menurunkan *permeability*, *green compression strength* (GCS), *dry compression strength* (DCS) dan *wet tensile strength* (WTS).

#### 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.
- [2] N. Andika, R. Pane, and A. Sudiyanto, "Proses Pengecoran Dan Manufaktur Logam," *J. Metall. Eng. Process. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 123–130, 2021.
- [3] A. Qohar, I. Ketut, G. Sugita, and P. Lokantara, "Pengaruh Permeabilitas dan Temperatur Tuang Terhadap Cacat dan Densitas Hasil Pengecoran Aluminium Silikon (Al-Si) Menggunakan Sand Casting," *J. Ilm. Tek. DESAIN Mek.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–6, 2017.
- [4] H. 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] M. S. Kusumastuti, A. Suwarni, and Haryono, “Analisis Terjadinya Pneumokoniosis Pada Tenaga Kerja Industri Pengecoran Logam Di Koperasi Batur Jaya, Ceper, Klaten,” *J. Kesehat. Lingkungan.*, vol. 4, no. 3, pp. 101–108, 2013.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] L. Lutiyatmi, R. Sidiq, H. Hariningsih, and A. Nurdin, “Analisa Pengaruh Penambahan Seacoal Terhadap Karakteristik Pasir Cetak Greensand,” *Perwira J. Sci. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–4, 2024.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] T. Rizka, M. Awaludin, and H. Hariningsih, “Karakterisasi Limbah Debu Dari Dust Collector,” *Foundry*, vol. 7, no. 2, pp. 77–82, 2024.
- [16] S. Sutyoko and F. Madani, “Perubahan karakteristik cetakan green sand dan cacat inklusi pasir akibat perubahan kadar bentonit,” *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 6, no. 2, p. 50, 2022.