

## OPTIMALISASI KOMPOSISI PASIR CETAK *GREEN SAND* SEBAGAI UPAYA MENGHILANGKAN CACAT *BLOW HOLES*

Hariningsih<sup>1\*</sup>, Nofi Lia<sup>1</sup>, Yusuf Umardani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pengecoran Logam, Politeknik Manufaktur Ceper

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Diponegoro Semarang

\*Corresponding author: [hariningsih@polmanceper.ac.id](mailto:hariningsih@polmanceper.ac.id)

Diterima: 1 Maret 2022

Direvisi: 18 April 2022

Disetujui: 20 Mei 2022

Terbit online: 2 Juni 2022

### ABSTRAK

Presentase cacat *blow holes* yang terjadi pada produk *wing nut* sebesar 41,67%. Produk *wing nut* tersebut diproduksi dengan menggunakan pasir cetak *green sand*. Permeabilitas dari pasir cetak yang tidak optimum merupakan salah satu penyebab terjadinya *blow holes*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan komposisi pasir cetak yang tepat, yang dapat mencapai nilai permeabilitas optimum untuk mengurangi cacat *blow holes*. Permeabilitas diperbaiki dengan menambahkan pasir baru dengan *grain fineness number* (GFN) yang lebih rendah. Komposisi awal pasir cetak *green sand* menggunakan 1 % pasir silika baru dengan GFN 69,75, sedangkan komposisi baru menggunakan 1,2 % pasir silika baru dengan GFN 46,85. Pengujian pasir cetak yang dilakukan meliputi pengujian *moisture*, *compactibility*, *permeability*, *green compression strength* (GCS), *dry compression strength* (DCS), *wet tensile strength* (WTS), *active clay*, *clay content*, *grain fineness number* (GFN), *volatile combustible material* (VCM), dan *loss on ignitions* (LOI). Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan pasir silika baru dengan GFN yang lebih rendah dapat meningkatkan permeabilitas dan menurunkan *moisture* pasir cetak. Penurunan *moisture* mengurangi jumlah gas yang dihasilkan oleh cetakan dan peningkatan permeabilitas dapat mengalirkan gas ke luar sehingga tidak terjebak dalam rongga cetak. Hal ini dibuktikan dengan data produksi yang menunjukkan persentase cacat *blow holes* menurun hingga menjadi 2,37 %.

Kata kunci : *Wing nut*, *blow holes*, permeabilitas, *moisture*, *green sand*

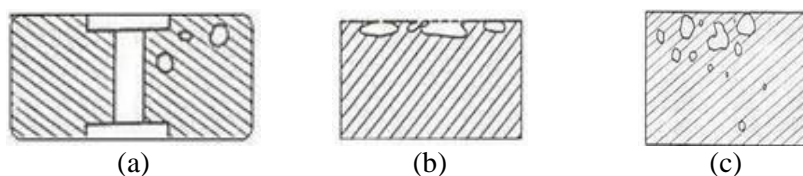
### ABSTRACT

*The percentage of blow holes defects that occur in wing nut products is 41.67%. The wing nut product is produced using green sand mold. Permeability of molding sand that is not optimal is one of the causes of blow holes. The purpose of this research is to obtain the right composition of molding sand, which can achieve the optimum permeability value to reduce blow hole defects. Permeability is improved by adding new sand with a lower grain fineness number (GFN). The initial composition of the green sand mold used 1% new silica sand with a GFN of 69.75, while the new composition used 1.2% new silica sand with a GFN of 46.85. The molding sand tests carried out included testing for moisture, compactibility, permeability, green compression strength (GCS), dry compression strength (DCS), wet tensile strength (WTS), active clay, clay content, grain fineness number (GFN), volatile combustible material (VCM), and loss on ignitions (LOI). The test results show that the addition of new silica sand with lower GFN can increase permeability and decrease moisture of molding sand. The decrease in moisture reduces the amount of gas produced by the mold and the increase in permeability can allow the gas to flow out so that it is not trapped in the mold cavity. This is evidenced by production data which shows the percentage of blow holes defects decreased to 2.37%.*

Keyword: *Wing nut*, *blow holes*, permeability, *moisture*, *green sand*

## 1. PENDAHULUAN

*Wing nut* (*ears-nut* atau *butterfly-nut*) digunakan untuk merakit bagian-bagian dari berbagai mesin [1]. *Wing nut* biasanya dibuat dengan menuangkan logam cair dalam pasir cetak. Produk jadi selalu disertai dengan sejumlah rongga atau *blow holes*, sehingga membentuk permukaan kasar, kualitas rendah dan kecenderungan patah [2]. *Green sand* adalah pasir cetak yang umum digunakan, namun dapat menyebabkan cacat cor seperti *blow holes*, *pin holes*, *shrinkage* dan *porosity* [3][4]. *Blow holes* adalah rongga ber dinding halus, dasarnya bulat, sering tidak menyentuh permukaan benda cor eksternal, rongga yang besar sering terisolasi [5]. Cacat *blow holes* disebabkan oleh permeabilitas pasir cetak yang rendah dan kadar air atau *moisture* yang tinggi sehingga cetakan menghasilkan gas yang berlebih [6]. Sumber utama gas dari *green sand* adalah uap air dan *seacoal*. Keluarnya gas ini selama pengisian cetakan terjadi melalui dua rute yaitu pori-pori pasir cetak dan lubang ventilasi atau *gas vent*. Jika kadar air melebihi batas optimum maka dapat menyebabkan *blow holes*. Kadar air tergantung pada distribusi butiran pasir yang halus dan jenis pengikat atau *clay* yang digunakan. Gambar 1 menunjukkan skema *blowholes* yang terjadi di dekat inti, di permukaan produk dan di bawah permukaan atau di dalam produk [5].



Gambar 1. *Blow holes* (a) di dekat inti, (b) di permukaan dan (c) di bawah permukaan produk[5]

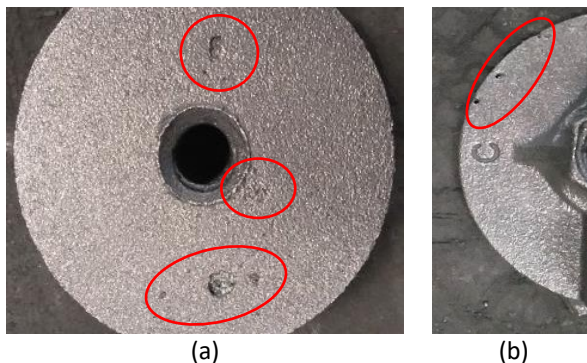
Pasir cetak *green sand* yang telah digunakan sebagian besar digunakan kembali sampai berkali-kali [7]. Efek panas saat pengecoran menyebabkan sebagian kandungan *clay* dari pasir cetak tersintering setelah siklus penuangan atau pengecoran, sehingga membuat pasir tidak layak pakai. Sintering adalah penggabungan partikel menjadi satu massa padat tanpa melelehkan bahan tersebut, sintering terjadi karena tekanan dan panas atau suhu tinggi [8]. Sekitar 15 % pasir yang telah digunakan dibuang dan pasir baru ditambahkan untuk menggantikan pasir yang dibuang tersebut. Pasir baru ditambahkan untuk mempertahankan spesifikasi teknis pasir cetak dan menggantikan pasir yang hilang selama proses pengecoran [9]. Pasir cetak *green sand* memiliki sifat mampu alir gas atau permeabilitas, kekerasan, dan kekuatan yang baik sehingga lebih cocok untuk pengecoran [10]. Kualitas benda cor tergantung pada sifat fisik, mekanik, dan kimia cetakan. Properti ini bervariasi dengan bentuk dan ukuran partikel pasir, komposisi kimia, sifat pengikatan pengikat, dan suhu fusi [11]. Permeabilitas adalah mampu alir gas yang dihasilkan selama pengecoran logam melalui saluran kecil dalam cetakan. Saluran ini adalah hasil dari ukuran partikel yang konstan (pasir) dan zat pengikat [7]. Permeabilitas cetakan yang rendah menyebabkan *blow holes* dan *pin hole* pada pengecoran [12]. Permeabilitas dipengaruhi oleh porositas pasir cetak yang tergantung pada bentuk dan ukuran partikel pasir, kadar air dan kadar *clay* [13]. Permeabilitas pasir cetak *green sand* menurun dengan meningkatnya persentase *coal dust* dan kandungan *clay* [14], namun kekuatan tekan cetakan meningkat [8]. *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. Permeabilitas pasir cetak *green sand* menurun jika nilai GFN semakin tinggi dan akan meningkat saat nilai GFN semakin rendah. Selain itu, GFN rendah dapat menyebabkan logam mengalir ke dalam pori-pori cetakan [15].

Berdasarkan pemaparan penyebab *blow holes* di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi pasir cetak *greensand* terhadap permeabilitas dan kadar air. Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan presentase komposisi pasir cetak *green sand* yang optimum agar dapat mengurangi atau menghilangkan cacat *blow holes*.

## 2. METODE PENELITIAN

Material yang digunakan untuk membuat *wing nut* adalah FCD 50 yang dicetak menggunakan pasir cetak *green sand*. Secara visual cacat cor yang terjadi pada produk *wing nut* yaitu cacat *gas*

holes, secara spesifik disebut *blow holes* pada permukaan produk [5]. Gambar 2. (a) dan (b) menunjukkan cacat *blow holes* yang muncul saat menggunakan komposisi pasir cetak awal. *Blow holes* muncul pada 4 titik di kedua sisi permukaan produk.



Gambar 2. *Blow holes* pada produk *wing nut*

Komposisi awal pasir cetak *green sand* menggunakan pasir lama yang ditambah 1 % pasir silika baru dengan GFN 69,75, komposisi lengkap disajikan pada Tabel 1. Komposisi baru menggunakan pasir lama yang ditambah 1,2 % pasir silika baru dengan GFN 46,85, komposisi baru disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Komposisi awal pasir cetak *greensand*

Bahan	%	Berat (kg)
Pasir lama	95,2	476
Pasir silika baru GFN 69.75	1	5
Bentonit	1	5
<i>Coal dust</i>	0,3	1,5
Air	2,5	12,5
Total	100	500

Tabel 2. Komposisi baru pasir cetak *greensand*

Bahan	%	Berat (kg)
Pasir lama	95	475
Pasir silika baru GFN 46.85	1,2	6
Bentonit	1	5
<i>Coal dust</i>	0,3	1,5
Air	2,5	12,5
Total	100	500

Jenis pengujian dan alat pengujian disajikan pada Tabel 3. Pengujian pasir cetak dilakukan di laboratorium pasir cetak *green sand* milik PT Octo Corindo Sarana. Pengujian pasir cetak dilakukan sebanyak 3 kali. Pengujian pertama dilakukan sebelum terjadi *blow holes* yaitu pada bulan Agustus. Pengujian kedua dilakukan saat *blow holes* muncul yaitu pada bulan Oktober. Pengujian ketiga dilakukan setelah menggunakan komposisi pasir cetak yang baru.

Tabel 3. Jenis pengujian dan alat pengujian

Jenis Pengujian	Alat Uji
<i>Moisture</i>	<i>Moisture tester</i>
<i>Permeability</i>	<i>Permeability tester</i>
<i>Green compression strength</i> (GCS)	<i>Universal sand strength machine</i>
<i>Wet tensile strength</i> (WTS),	<i>Wet tensile strength tester</i>
<i>Active clay</i>	<i>AFS Clay tester</i>
<i>Grain fineness number</i> (GFN).	<i>Laboratory sifter</i>

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

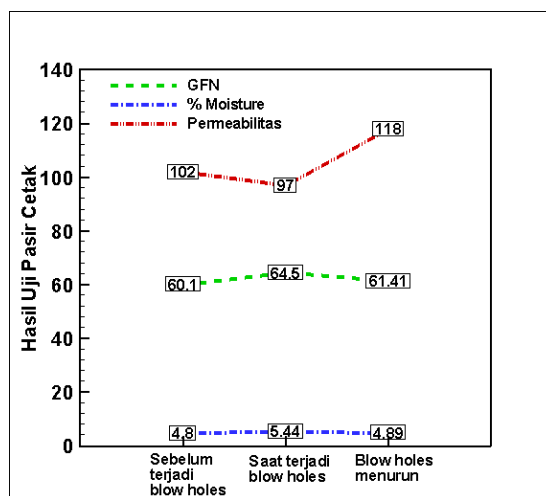
#### 3.1. Karakteristik Pasir Cetak

Hasil pengujian pasir cetak disajikan pada Tabel 4. Sebelum terjadi dan saat terjadi *blow holes*, *wing nut* dicetak menggunakan komposisi awal (Tabel 1). Pasir cetak awal sebelum terjadi *blow holes* memiliki GFN 60,1 dan mengalami peningkatan menjadi 64,5 selama pemakaian. Peningkatan GFN dapat terjadi karena ada sebagian pasir yang terbuang saat proses reklamasi dan butiran pasir berubah karena proses penumbukan cetakan. Peningkatan GFN berpengaruh pada permeabilitas dan *moisture* pasir cetak. Permeabilitas mengalami penurunan dari 102 menjadi 97 dan *moisture* meningkat dari 4,8 % naik menjadi 5,44 %. Setelah komposisi pasir cetak diperbaharui dengan menambahkan pasir silika baru dengan GFN yang lebih rendah, permeabilitas naik menjadi 118 dan *moisture* turun menjadi 4,89 %.

Tabel 4. Hasil pengujian pasir cetak *green sand* untuk produk *wing nut*

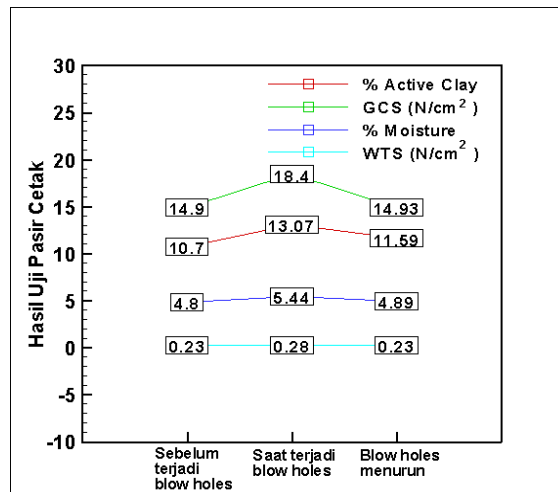
Jenis Pengujian	Standar	Hasil pengujian pasir cetak lama		Hasil pengujian pasir cetak baru ( <i>blow holes</i> menurun)
		Sebelum terjadi <i>blow holes</i>	Saat terjadi <i>blow holes</i>	
<i>Moisture</i> (%)	2,8 – 4	4,80	5,44	4,89
<i>Permeability</i>	> 90	102,00	97,00	118,00
<i>GCS</i> (N/cm <sup>2</sup> )	> 15	14,90	18,40	14,93
<i>WTS</i> (N/cm <sup>2</sup> )	> 0,200	0,23	0,28	0,23
<i>Active clay</i> (%)	10 – 12	10,70	13,07	11,59
<i>GFN</i>	50 – 60	60,10	64,50	61,41

Perbandingan GFN, *moisture* dan permeabilitas yang ditampilkan pada Gambar 3. menunjukkan kecenderungan yang sama antara *moisture* dan GFN, sedangkan permeabilitas berbanding terbalik dengan *moisture* dan GFN. Permeabilitas pasir cetak menurun seiring dengan semakin besarnya nilai GFN. Hasil ini sesuai dengan yang diungkapkan peneliti sebelumnya bahwa permeabilitas pasir menurun jika nilai GFN semakin tinggi dan akan meningkat saat nilai GFN semakin rendah [15]. Kadar air atau *moisture* pasir cetak naik seiring dengan semakin besarnya nilai GFN. Hal ini sama seperti yang dinyatakan oleh peneliti sebelumnya bahwa kadar air tergantung pada distribusi butiran pasir [12]. Butiran pasir yang lebih besar akan menyebabkan rongga (celah) antara butiran pasir lebih besar dan akan terisi oleh air sehingga mengganggu permeabilitas gas [8].



Gambar 3. Perbandingan GFN, *moisture* dan permeabilitas

Selain dipengaruhi oleh distribusi butiran pasir, kadar air juga dipengaruhi oleh kadar *clay* [5]. Gambar 4. menunjukkan perbandingan *active clay*, GCS, *moisture* dan WTS. Sebelum terjadi *blow holes* pasir cetak mengandung *active clay* 10,7 %, saat terjadi *blow holes* meningkat menjadi 13,07 %. Setelah menggunakan komposisi baru, *active clay* turun menjadi 11,59 %. Peningkatan pada kadar *active clay* juga mempengaruhi kuat tekan basah (*wet tensile strength*/WTS). Komposisi awal memiliki kuat tekan basah 0,23 N/cm<sup>2</sup> lalu meningkat menjadi 0,28 N/cm<sup>2</sup> saat terjadi *blow holes* dan menurun kembali setelah menggunakan komposisi baru menjadi 0,23 N/cm<sup>2</sup>. Selain *moisture* dan WTS, *active clay* juga mempengaruhi GCS (*green compression strength*). GCS awal 14,9 N/cm<sup>2</sup> naik menjadi 18,4 N/cm<sup>2</sup> saat terjadi *blow holes* dan turun menjadi 14,93 N/cm<sup>2</sup> saat menggunakan komposisi baru.

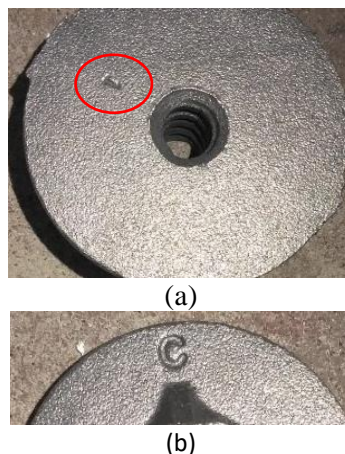


Gambar 4. Perbandingan *active clay*, GCS, *moisture* dan WTS

Berdasarkan grafik pada Gambar 4. kekuatan tekan cetakan meningkat seiring dengan meningkatnya presentase *active clay*, sama seperti yang diungkapkan oleh peneliti sebelumnya [8][14]. Peningkatan *active clay* diikuti dengan peningkatan GCS, *moisture* dan WTS.

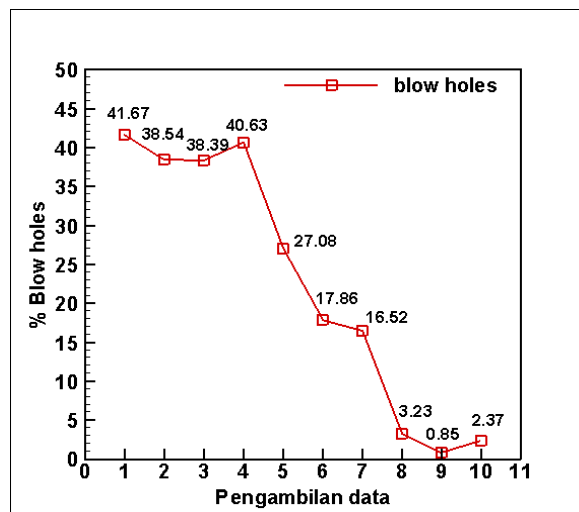
### 3.2. Hasil Cor Produk *Wing Nut*

Perubahan komposisi pada pasir cetak *green sand* dapat memberi pengaruh pada hasil produk *wing nut*. Hasil produksi menunjukkan terjadinya pengurangan jumlah cacat *blow holes* pada permukaan produk *wing nut*. Gambar 5. memperlihatkan cacat *blow holes* dengan komposisi pasir cetak baru. *Blow holes* hanya muncul pada 1 titik dan 1 sisi permukaan produk.



Gambar 5. *Blow holes* pada produk *wing nut* yang menggunakan pasir cetak baru

Data produksi yang ditampilkan pada Gambar 6. menunjukkan perubahan presentase cacat *blow holes* pada produk *wing nut*. Data nomor 1-4 adalah presentase cacat *blow holes* yang muncul saat menggunakan komposisi pasir cetak awal. Data nomor 5-10 menunjukkan presentase cacat *blow holes* yang terjadi setelah menggunakan komposisi pasir cetak baru. Grafik tersebut menunjukkan bahwa presentase cacat mengalami penurunan yang signifikan setelah menggunakan komposisi pasir cetak baru. Hal ini membuktikan bahwa komposisi pasir cetak baru dapat mengurangi terjadinya cacat *blow holes*, dimana pasir cetak baru memiliki permeabilitas yang lebih tinggi daripada pasir cetak awal saat terjadi *blow holes*. Permeabilitas yang lebih tinggi membuat gas yang dihasilkan oleh cetakan dan proses penuangan logam cair dapat dialirkan ke luar, sehingga tidak terjebak dalam rongga cetak. Temuan ini sesuai dengan pernyataan dari penelitian sebelumnya bahwa permeabilitas cetakan yang rendah menyebabkan *blow holes* dan *pin hole* pada pengecoran [12]. Selain itu, sumber utama gas dari *green sand* adalah air. Jika kadar air melebihi batas optimum dapat menyebabkan *blow holes* [5].



Gambar 6. Presentase *blow holes* sebelum dan sesudah perubahan komposisi pasir cetak *green sand*

#### 4. KESIMPULAN

Hasil produksi produk *wing nut* menunjukkan:

- Presentase komposisi pasir cetak yang paling optimal yaitu: 95 % pasir lama, 1,2 % pasir silika baru GFN 46,85, 1 % bentonite, 0,3 % coal dust, dan 2,5 % air.
- Penambahan pasir baru dengan *grain fineness number* (GFN) yang lebih rendah meningkatkan permeabilitas dan menurunkan *moisture* pasir cetak.
- Penurunan *moisture* mengurangi jumlah gas yang dihasilkan oleh cetakan dan peningkatan permeabilitas dapat mengurangi gas yang terjebak dalam cetakan. Hal ini dibuktikan dengan menurunnya persentase *blow holes* pada produk *wing nut* hingga menjadi 2,37 % setelah menggunakan komposisi baru.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. Kukhar, E. Klimov, S. Chernenko, O. Markov, O. Anishchenko, and A. Prysiachnyi, "Improving of closed die-forging of transport and marine fasteners 'wing nut,'" in *International Scientific Conference Transport of Siberia*, 2020.
- [2] P. Wu and K. Hsien, "Manufacturing method of wing nut," *U.S. Pat. Appl. No. 12/716,592*, vol. 1, no. 19, 2011.

- [3] R. M. Said, M. R. M. Kamal, N. H. Miswan, and S. J. Ng, “Optimization of moulding composition for quality improvement of sand casting quality improvement of sand casting,” *J. Adv. Manuf. Technol.*, 2016.
- [4] G. Guili, S. Dequan, and D. Jingwei, “Review on the Methods for Measuring the Moisture Content of Green Sand,” in *Proceedings of 2012 International Conference on Mechanical Engineering and Material Science*, 2012, no. Mems, pp. 501–504.
- [5] M. R. Latte, “Blow-hole Defect Analysis of Cylinder Block- A Case Study,” *Int. J. Eng. Res. Technol.*, vol. 10, no. 1, pp. 626–631, 2017.
- [6] R. Monroe, “Porosity in Castings,” *AFS Trans.*, pp. 1–28, 2005.
- [7] N. Cruz, C. Briens, and F. Berruti, “Green sand reclamation using a fluidized bed with an attrition nozzle,” *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 54, no. 1, pp. 45–52, 2009.
- [8] F. O. Aramide, S. Aribio, and D. O. Folorunso, “Optimizing the Moulding Properties of Recycled Ilaro Silica Sand,” *Leonardo J. Sci.*, no. 19, pp. 93–102, 2011.
- [9] R. L. P. Carnin, M. V. Folgueras, R. R. Luvizão, S. L. Correia, C. J. da Cunha, and R. S. Dungan, “Use of an integrated approach to characterize the physicochemical properties of foundry green sands,” *Thermochim. Acta*, vol. 543, pp. 150–155, 2012.
- [10] 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*, 2020, no. xxxx.
- [11] N. Prabhushankar and N. Balaji, “Various alternative sources for silica sand, binders and additives in sand casting and their properties - A review,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 993, no. 1, 2020.
- [12] M. B. Parappagoudar, D. K. Pratihari, and G. L. Datta, “Non-linear modelling using central composite design to predict green sand mould properties,” in *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, 2015, vol. 221, pp. 881–895.
- [13] A. P. Ihom, J. N. Ogbodo, A. M. Allen, E. I. Nwonye, and C. Ilochionwu, “Analysis and prediction of green permeability values in sand moulds using multiple linear regression model,” *African J. Eng. Res.*, vol. 2, no. February, pp. 8–13, 2014.
- [14] N. Nagurbabu, R. K. Ohdar, and P. T. Pushp, “Application of Intelligent Techniques for Controlling the Green Sand Properties,” *Indian Foundry Congr.*, pp. 177–186, 2007.
- [15] 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.