

PEMANFAATAN ABU VULKANIK GUNUNG KELUD SEBAGAI BAHAN ADITIF DALAM PEMBUATAN CETAKAN PENGECORAN LOGAM

Yusuf Umardani

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059
E-mail: umardanyusuf@yahoo.com

ABSTRAK

Erupsi gunung berapi selalu mengeluarkan Abu vulkanik yang dikeluarkan dari perut bumi, seperti letusan gunung Kelud pada awal tahun 2014 ini yang mengeluarkan ratusan juta m² abu Vulkanik. Abu vulkanik salah satu unsur yang terkandung didalamnya adalah lempung/bentonit. Bentonit dalam proses pengecoran logam dimanfaatkan sebagai bahan aditif untuk mengikat antar butiran pasir sehingga pasir bisa dibentuk sebagai bahan cetakan. Kekuatan ikatan antar butiran diuji melalui kuat tekan, mampu bentuk dan kuat geser dari pasir tersebut. Metode penelitian ini dengan cara membuat spesimen dari pasir yang dicampur dengan abu vulkanik 5%, 10 % dan 15%. Kemudian dilihat kekuatan tekan, kekuatan geser dan mampu bentuk serta mampu alir udara atau permeabilitasnya. Pasir cetak dengan tambahan abu vulkanik 15% mempunyai kekuatan tekan sebesar 22,8 kg/mm dan kekuatan geser sebesar 17,7 kg/mm.

Kata kunci: Pasir cetak, kadar lempung, pengecoran logam

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang mempunyai banyak pulau dengan gunung berapinya, dan berada pada wilayah cincin api, sehingga di Indonesia mempunyai banyak gunung berapi dalam keadaan masih aktif. Salah satu gunung berapi yang masih aktif adalah gunung kelud.

Gunung kelud terletak di pulau jawa tepatnya di perbatasan antara tiga kabupaten yaitu Kediri, Blitar dan kabupaten Malang. Gunung kelud baru saja mengalami erupsi dan mengeluarkan ratusan juta meter kubik material dari perut bumi, diantara material yang dikeluarkan adalah abu vulkanik.

Abu vulkanik yang dikeluarkan oleh gunung kelud jumlahnya sangat banyak dan tersebar dari wilayah jawa timur, hampir seluruh jawa tengah dan sebagian wilayah jawa barat, bahkan sampai pulau Sumatera.

Abu Vulkanik selain menimbulkan bencana, juga membawa manfaat diantaranya adalah dalam jangka panjang akan menyuburkan tanah dan yang tidak kalah penting adalah abu vulkanik dapat dimanfaatkan di Industri Pengecoran.

Pengecoran logam di Indonesia sebagian besar menggunakan pasir sebagai bahan cetakannya. Pasir untuk bisa digunakan sebagai bahan cetakan harus mempunyai sifat mampu bentuk, yang dihasilkan dari ikatan antar butirnya. Ikatan antar butir terjadi karena adanya bahan aditif atau bahan penambah yang dinamakan lempung/clay, atau istilah di pengecoran dinamakan Bentonit.

Abu Vulkanik mengandung beberapa unsur, salah satunya adalah unsur clay/lempung, sehingga abu vulkanik bisa dimanfaatkan sebagai bahan penambah dalam pembuatan cetakan.

Pada penelitian ini dilakukan dengan cara membuat spesimen dari campuran pasir silika ditambah 5%, 10% dan 15% abu vulkanik sebagai bahan pengikatnya, kemudian dilakukan pengujian diantaranya adalah uji Tekan, Uji Permeabilitas/daya salur udara, uji kuat geser dan uji kadar clay/lempungnya.

2. MATERIAL DAN METODOLOGI

Sebagian besar Pengecoran logam di Indonesia menggunakan pasir sebagai bahan utama pembuatan Cetakan. Bahan cetakan Pengecoran logam terdiri dari:

- 1) Bahan dasar: Pasir dan Non Pasir (Grafit, logam dan Keramik).
- 2) Bahan perekat: Bentonit, Kaolinit, air kaca dan semen.
- 3) Bahan aditif: Karbon aktif, karbon tidak aktif dan Non karbon.

2.1. Bahan dasar (pasir)

Pasir memiliki butiran dengan garis tengah 0,02 – 0,2 mm. Untuk besar butiran dengan garis tengah < 0,02 dinyatakan sebagai debu. Sebagai dasar pemilihan, pasir dikualifikasikan sebagai berikut:

Pasir kasar: 50% lebih dengan butiran lebih besar dari 0,2 mm.

Pasir menengah: 45% lebih dengan butiran 0,1 - 0,2mm.

Pasir halus: 40% lebih dengan butiran 0,06 – 0,1 mm.

Beberapa macam pasir menurut asal-usulnya:

2.1.1. Pasir alam

Pasir yang termasuk kedalam jenis pasir alam yaitu:

- Pasir kuarsa (SiO_2) dengan sifat-sifat sebagai berikut : titik lebur 1700°C , warna putih kelabu, Berat jenis $2,65 \text{ Kg/dm}^3$. Pasir ini memiliki pemuaihan yang besar yaitu pada temperatur 573°C dimana terjadi perubahan α -kuarsa menjadi β -kuarsa sebesar $0,8\%$.
- Pasir Zirkon ($33\% \text{ SiO}_2 + 67\% \text{ ZrO}_2$) dengan sifat-sifat sebagai berikut : titik lebur 2450°C , warnanya putih kecoklatan dengan berat jenis $4,6 \text{ Kg/dm}^3$. Pasir zirkon memiliki pemuaihan yang sangat kecil, karena itu zirkon sangat cocok untuk digunakan pada pengecoran benda presisi dan pengecoran baja karena temperatur leburnya yang tinggi.

2.1.2. Pasir pecahan batuan

Pasir yang termasuk kedalam jenis pasir pecahan batuan yaitu:

Pasir Chromit ($50\% \text{ Cr}_2\text{O}_3 + 27\% \text{ Fe}_2\text{O}_3 + 10\% \text{ Al}_2\text{O}_3 + 10\% \text{ MgO} + 3\% \text{ batuan lain}$) dengan sifat-sifat sebagai berikut: titik lebur $1900\text{--}2000^\circ\text{C}$, berwarna hitam metalik dan $\text{Bj } 4,5 \text{ Kg/dm}^3$.

Pasir Olivin ($93\% \text{ 2MgO SiO}_2 + 6\% \text{ 2FeOSiO}_2 + 1\% \text{ batuan lain}$) dengan sifat-sifat sebagai berikut : memiliki titik lebur 1730°C berwarna hijau kelabu dengan $\text{Bj } 4,5 \text{ Kg/dm}^3$. Pasir Olivin memiliki keunggulan selain pemuaihan yang kecil juga ketahanannya terhadap penetrasi cairan baja tinggi.

2.1.3. Pasir buatan

Pasir yang termasuk kedalam jenis pasir ini adalah pasir Schamotte yang merupakan produk buatan yang berasal dari sejenis lempung ataupun kaolin. Umumnya terdiri dari Aluminium Silikat ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) dan kuarsa. Pasir ini memiliki titik lebur 1750°C berwarna abu-abu muda dan $\text{Bj } 2,7 \text{ Kg/dm}^3$. Pasir ini banya kdipergunakan pada pengecoran baja.

2.2. Bahan pengikat

Bahan-bahan pengikat yang dapat dipergunakan untuk membuat pasir cetak adalah bermacam-macam yaitu:

2.2.1. Bahan pengikat yang mengandung unsur silikat

Beberapa bahan pengikat yang termasuk kelompok ini antara lain:

- Tanah lempung, merupakan bahan pengikat pasir cetak yang paling tua penggunaannya. Tanah lempung mengandung tiga jenis komponen yaitu:

- 1) Montmorillonit
- 2) Kaolinit
- 3) Illite

Saat ini jenis pengikat yang lazim dipergunakan dipabrik pengecoran adalah Bentonit, yang merupakan hasil pengolahan lebih lanjut dari bahan montmorillonite. Nama bentonit ini diambil daridua nama tempat, Front benton di Wyoming USA dimana jenis tanah lempung ini mula-mula ditemukan. Bentonit dibagi lagi kedalam dua jenis yaitu Western atau sodium bentonit dan Southern atau Kalsium bentonit. Kedua jenis bentonit ini memiliki perbedaan dalam komposisi kimia dan sifat-sifat fisiknya.

- Semen, adalah merupakan pengikat hidrolis, dimana akan mengeras dengan campuran air. Portland semen dibedakan menjadi semen biasa yang umumnya terdiri dari Kalsium Silikat dengan Kalsium Aluminat dan dipadu dengan semen alumina, rapid semen yang sangat cepat mengeras merupakan campuran dari $40\% \text{ Kalsiumoksid}$ dan $40\% \text{ tanah lempung (Al}_2\text{O}_3)$. Jenis semen yang lain adalah semen putih dan semen tahan api yang merupakan campuran dari semen biasa denganbatu tahan api.
- Air kaca, adalah campuran dari natrium silikat ($\text{Na}_2\text{OSiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) yang terbentuk dari hasil peleburan antara kuarsa dan soda yang dilarutkan dalam air.

Kualitas air kaca dipengaruhi oleh kandungan air dan perbandingan antara SiO_2 dengan Na_2O yang sering disebut dengan istilah kadar kering atau modulnya. Sebagai contoh air kaca dengan $30\% \text{ SiO}_2$, $10\% \text{ Na}_2\text{O}$ dan $60\% \text{ H}_2\text{O}$ memiliki modul ($\text{SiO}_2 : \text{Na}_2\text{O}$) = $30 : 10$ dan kadar keringnya = $30\% + 10\%$.

2.2.2. Hidrat arang

Beberapa macam tepung dapat digunakan sebagai bahan pengikat pasir cetak seperti tepung terigu, tepung kentang maupun tepung kanji (tapioka). Untuk memperbaiki sifat pasir cetak kadang-kadang dicampurkan gula tetes.

2.2.3. Mineral Organik

Bahan pengikat ini berasal dari lemak hewan maupun lemak tumbuhan. Pasir cetak yang mengandung bahan pengikat ini akan mengeras setelah dipanaskan hingga suhu 220°C selama beberapa jam. Sifat pasir cetak ini dapat ditingkatkan dengan mencampurkan tepung maupun bentonit kedalamnya.

2.2.4. Sintetis

Bahan sintetis yang umum digunakan sebagai bahan pengikat adalah resin Phenol dan resin Furan.

- Pengerasan dingin.
Pada sistem ini resin dipisahkan dari katalisnya. Perpaduan antar resin dan katalis akan menyebabkan reaksi dan berubah menjadi kristal. Katalis dapat berupa cairan maupun gas.
- Pengerasan panas
Dalam hal ini resin telah diolah lebih lanjut sehingga akan mengeras setelah dipanaskan, resin ini disebut dengan nama resin Hot box. Setelah ditemukan sejenis resin yang disebut seperti nama penemunya, Croning, maka resin Hot box semakin sedikit digunakan.

2.3. Bahan tambah atau bahan pembantu

Bahan tambah ini umumnya diberikan dengan tujuan untuk memperbaiki sifat pasir cetak maupun untuk menghindari hal-hal tertentu terhadap pasir cetak, seperti:

- Untuk meningkatkan kehalusan permukaan tuangan, maka kedalam pasir cetak dapat ditambahkan debu arang. Khusus untuk tujuan ini maka debu arang yang digunakan berasal dari jelaga.
- Untuk meredam tegangan akibat pemuaiian pasir kuarsa, maka kedalam pasir cetak dapat ditambahkan bahan-bahan yang bersifat elastis seperti tatal kayu, tepung-tepungan maupun serbuk batu bara.
- Untuk mengatasi penetrasi cairan logam kedalam cetakan, kedalam pasir cetak dapat ditambahkan pasir yang lebih tahan panas sebagai pasir muka seperti pasir zirkon maupun chromit.
- Untuk mempermudah dalam pembongkaran pasir inti, dapat dicampurkan bahan-bahan oprganik seperti tatal kayu, tepung-tepungan, dan gula tetes.
- Untuk meningkatkan kemampuan alir gas pada pasir cetak, maka dapat ditambahkan tepung-tepungan, tepung-tepungan ini akan terbakar saat proses penuangan dan meninggalkan rongga yang dapat dilalui oleh gas.

Syarat-Syarat Pasir Cetakan dan Inti

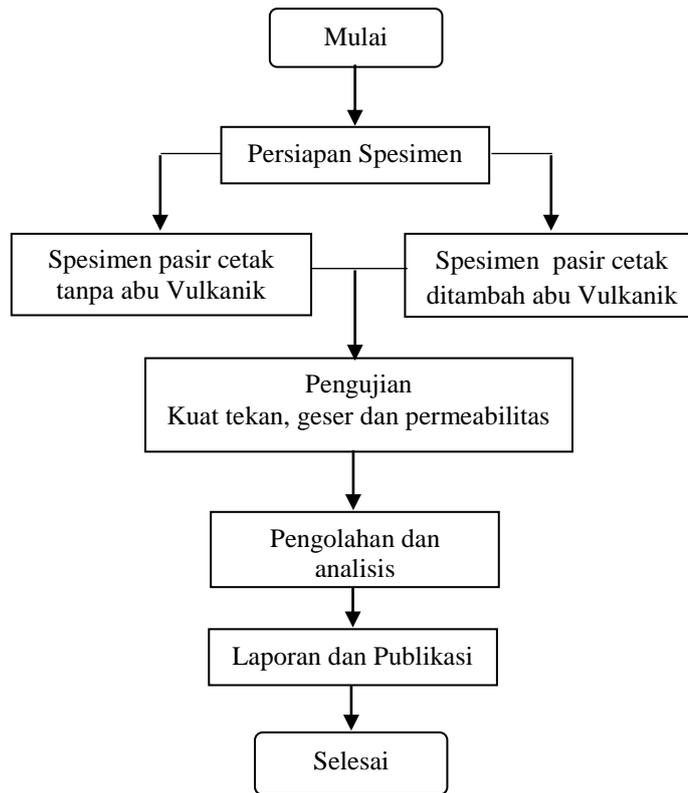
Pasir cetakan yang baik harus memiliki hal-hal sebagai berikut:

- 1) Kemampuan Bentuk
Terutama untuk pembuatan cetakan dengan tangan, pasir cetak harus dapat dibentuk dengan baik, secara sederhana pembuat cetakan dapat menguji pasir cetak tersebut dengan cara menggenggamnya dengan kuat, maka pada pasir cetakan akan terbentuk garis-garis tangan.
- 2) Kemampuan Alir Pasir
Pada metode pembuatan cetakan terutama pembuatan inti dengan suntikan atau semprotan maka kemampuan bentuk pasir cetakan dinyatakan dengan kemampuan alir. Kemampuan alir ini yang menjamin pasir cetakan mampu mengisi setiap rongga maupun celah yang tidak berada diarah penyuntikan sekalipun.
- 3) Ketahanan Bentuk
Pada saat dibuat cetakan akan mengalami perlakuan, seperti dibalik, dipasang inti dan juga pada saat penuangan pasir cetakan menerima beban tekanan cairan. Untuk menghindari kerusakan maka pasir cetakan harus melalui pengujian ketahanan bentuk yang terdiri dari uji tarik, uji tekan dan uji geser.
- 4) Kemampuan Alir Gas
Pada saat penuangan akan terbentuk bermacam-macam gas, gas tersebut harus dapat keluar dari lubang pori-pori pasir cetakan. Gas yang terjebak dalam rongga cetakan akan menimbulkan cacat rongga gas pada tuangan atau bahkan meledak.
- 5) Ketahanan Panas
Sebuah cetakan dinyatakan tahan panas bila titik lebur / temperatur cair dari pasir cetakannya lebih tinggi daripada logam cair yang dituangkan.
- 6) Kemudahan Hancur
Tuangan harus dapat dikeluarkan dengan mudah dari cetakan, berarti pasir cetakan harus mudah dihancurkan setelah dituang. Dengan demikian akan menghemat biaya dan waktu.
- 7) Kemampuan Daur Ulang
Untuk menghemat penggunaan pasir maka akan sangat baik bila pasir cetak dapat di daur ulang lagi.

3. METODE PENELITIAN

Untuk kepentingan pengujian diperlukan penyiapan spesimen uji. Adapun spesimen uji yang disiapkan adalah spesimen uji pasir cetak tanpa abu vulkanik, spesimen uji pasir cetak ditambah abu vulkanik 5%, 10 % dan 15%. Kemudian dilakukan pengujian Kuat tekan, Pengujian geser dan pengujian daya salur udara.

Tahapan penelitian diatas diuraikan pada diagram alir seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium Pasir Cetak di Politeknik Manufaktur Ceper, dengan mencampurkan bahan dasar pasir cetak yang mempunyai kadar air 4% ditambah bahan abu vulkanik dengan prosentase 5%, 10% dan 15%

Adapun data-data hasil pengujian ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil uji Kuat Tekan Pasir

	1 (kg/mm ²)	2 (kg/mm ²)	3 (kg/mm ²)	Rata2 (kg/mm ²)
Pasir Cetak I	12,8	9,8	16,6	13,0
Pasir Cetak II	15,8	17,2	13,5	15,5
Pasir Cetak III	22,8	17,8	27,7	22,8

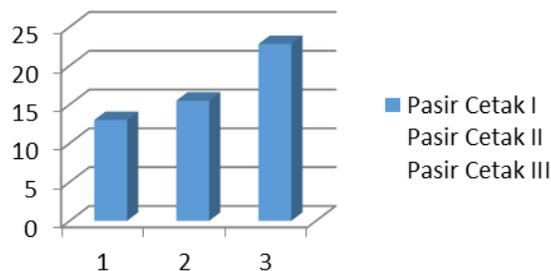
Keterangan:

Pasir Cetak I = Pasir cetak dengan kadar air 4% ditambah abu vulkanik 5%

Pasir Cetak II = Pasir cetak dengan kadar air 4% ditambah abu vulkanik 10%

Pasir Cetak III = Pasir cetak dengan kadar air 4% ditambah abu vulkanik 15%

Dari Tabel 1 dapat digambarkan menjadi diagram histogram sebagai berikut:



Gambar 2. Histogram Pengujian Tekan Pasir Cetak

Dari Gambar 2 diatas dapat dilihat bahwa pasir cetak yang ditambah abu vulk anik akan menambah kekuatan tekannya, semakin besar prosentase tambahan abu vulkanik semakin besar pula kekuatan tekannya.

Abu Vulkanik mempunyai ukuran butiran yang sangat halus yaitu mempunyai mesh sekitar 200. Sehingga dengan menaikkan prosentase penambahan abu vulkanik akan berpengaruh terhadap permeabilitas/daya salur udara dalam cetakan, semakin tinggi prosentase abu vulkanik semakin rendah permeabilitasnya.

4.2. Pengujian Geser

Pengujian kuat Geser dilakukan di Laboratorium Pasir Cetak di Politeknik Manufaktur Ceper, dengan mencampurkan bahan dasar pasir cetak yang mempunyai kadar air 4% ditambah bahan abu vulkanik dengan prosentase 5%, 10% dan 15%. Adapun data-data hasil pengujian ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil uji Kuat Geser Pasir

	1 (kg/mm ²)	2 (kg/mm ²)	3 (kg/mm ²)	Rata2 (kg/mm ²)
Pasir Cetak I	10,0	7,8	13,0	10,3
Pasir Cetak II	12,3	13,8	10,8	12,3
Pasir Cetak III	18,0	13,8	20,1	17,3

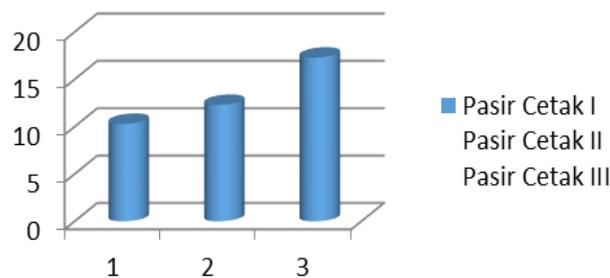
Keterangan:

Pasir Cetak I = Pasir cetak dengan kadar air 4% ditambah abu vulkanik 5%

Pasir Cetak II = Pasir cetak dengan kadar air 4% ditambah abu vulkanik 10%

Pasir Cetak III = Pasir cetak dengan kadar air 4% ditambah abu vulkanik 15%

Dari Tabel 2 di atas dapat digambarkan menjadi diagram histogram sebagai berikut:



Gambar 3. Histogram hasil uji kuat Geser

Dari Gambar 3 di atas menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar abu vulkanik semakin tinggi pula kekuatan gesernya. Akan tetapi semakin tinggi prosentase abu vulkaniknya akan menurunkan permeabilitas/daya salur udara dalam cetakan, karena ukuran butiran abu vulkanik adalah mesh 200.

5. KESIMPULAN

Pernyataan Berdasarkan dari data dan hasil penelitian yang telah kami lakukan dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Abu Vulkanik dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengikat pasir di dalam pembuatan cetakan di Industri pengecoran logam.
- 2) Semakin tinggi prosentase penambahan abu vulkanik semakin tinggi pula kekuatan tekan dan kekuatan gesernya.
- 3) Pasir Cetak dengan penambahan abu vulkanik sebesar 15% akan mempunyai kekuatan Tekan sebesar 22,8 kg/mm dan kekuatan geser sebesar 17,7 kg/mm.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. E.S. Gotto, G : Penyusun *Pengetahuan Bahan Pengecoran*, Polman-Bandung 1987 (rev-2000-2003).
2. Tata Surdia, *Teknik Pengecoran Logam*, Penerbit Erlangga, Jakarta 1995.
3. Calister, Wiliam D. 2007. *Materials science and engineering 7th*.Kanada: John Wiley & Sons, Inc.