



NOZEL

Jurnal Pendidikan Teknik Mesin

Jurnal Homepage: <https://jurnal.uns.ac.id/nozel>



PENGARUH VARIASI BAHAN PENGIKAT TERHADAP KEKUATAN CETAKAN PASIR, PERMEABILITAS, FLUIDITAS, KEKERASAN LOGAM DAN KUALITAS HASIL PENGECORAN LOGAM PADUAN Al-Si DENGAN METODE GRAVITY CASTING

Dian Adi Putra¹, Siswanto¹, Poppy Puspitasari¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

Email: putradianadi@gmail.com

Abstract

This research was conducted to investigate the effect of binder variation including bentonit, lapindo mud, and portland cement on the silica molding sand strength, permeability, fluidity, metal hardness and the quality of Al-Si alloy casting by using gravity casting method. The experimental design was used on this research and analyzed by using descriptive data analysis. The result showed molding sand containing 15% lapindo mud binder had the highest wet compressive strength (8,73 N/cm²). The molding sand containing 15% portland cement binder had the highest dry compressive strength (>32 N/cm²). The highest wet tensile strength was resulted by the molding sand containing 15% bentonit binder (3,33 N/cm²), while the highest dry tensile strength was resulted by the molding sand containing 15% portland cement binder (18,60 N/cm²). The highest wet shear strength was resulted by the molding sand containing 15% portland cement binder (0,57 N/cm²), while the highest dry shear strength was resulted by the molding sand containing 15% portland cement binder (1,03 N/cm²). The molding sand containing 15% bentonit binder had the finest permeability (210 mm/minute). In the real practical application, the molding sand containing 15% portland cement binder was unable to result an appropriate molding strength when manually compressed in cope and drag (casting flask), thus it was unable to use as metal pouring media. The molding sand containing 15% lapindo mud binder had the finest fluidity but it had the lowest hardness (120,30 HV). The molding sand containing 15% bentonit binder resulted the best Al-Si alloy casting quality and the highest hardness (129,60 HV).

Keyword: binder, molding sand strength, permeability, fluidity, metal hardness and casting quality

A. PENDAHULUAN

Pengecoran logam menurut Surdia & Chijjiwa (1980:1) adalah proses

pembentukan benda dimulai dengan mencairkan logam, menuangkannya ke dalam cetakan, kemudian membiarkan

logam tersebut sampai dingin dan membeku.

Dalam sistem dan proses pengecoran menggunakan cetakan pasir (sand casting), tidak bisa lepas dari cetakan. Cetakan coran menjadi sangat penting karena dapat mempengaruhi logam hasil coran dari segi sifat mekanik dan cacat logam yang terbentuk selama proses penuangan dan pembekuan (Diah dalam Apriliyanto & Sakti, 2014).

Jenis pasir cetak yang banyak digunakan di industri pengecoran logam adalah pasir cetak silika karena pasir silika mengandung banyak SiO₂ dalam bentuk kwarsa dan mengandung sedikit kotoran (mika atau felspar), sedikit lempung, besi oksida (iron oxides) dan refractory minerals seperti chromite (British Geological Survey Mineral Planning Factsheet, 2009). Selain itu pasir silika memiliki sifat mampu bentuk dan mudah dalam pembuatan cetakan dengan kekuatan yang cocok, memiliki permeabilitas yang sesuai dan juga distribusi besar butir yang sesuai untuk bahan pembuatan cetakan pasir basah (green sand).

Terdapat beberapa jenis bahan pengikat yang secara umum telah dipergunakan dalam pembentukan cetakan coran seperti tanah lempung

yang salah satu jenisnya adalah bentonit dan juga bahan lain juga mempunyai potensi untuk dijadikan bahan pengikat karena sifatnya yang lekat, salah satunya seperti yang sudah diteliti oleh Broto (2014) adalah lumpur lapindo yang diambil dari daerah Porong Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Widodo (2014) tentang penggunaan semen portland sebagai bahan pengikat cetakan pasir juga mampu memberikan kesimpulan bahwa komposisi semen portland sebanyak 6 % dalam pasir cetak Malang mempunyai kualitas hasil pengecoran paduan logam Al-Si terbaik.

B. METODE PENELITIAN

Bahan

1. Bahan pengikat yang digunakan terdiri dari tiga jenis meliputi bentonit, semen *portland* tipe PPC yang diproduksi oleh PT. Semen Indonesia Tbk, dan lumpur lapindo yang diambil di bibir tanggul sebelah barat daerah semburan di Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo.
2. Aluminium yang digunakan merupakan logam paduan antara aluminium dan silika yang diperoleh dari piston bekas pada kendaraan bermotor.

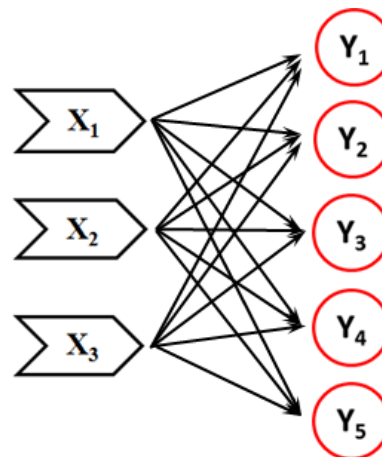
Tabel 1. Hasil Pengujian X-Ray Fluorescence Kandungan Bahan Penelitian

Compo-und	Concentration Unit (%)			
	Alumunium	Bentonit	Lumpur Lapindo	Semen Portland
Al	38	18	7.70	1.40
Si	6.40	46.20	25.90	5.69
S	-	-	-	0.60
P	0.87	-	0.66	-
K	-	5.22	3.71	0.61
Ca	2.10	3.14	8.72	79.68
Ti	0.31	2.79	2.42	0.48
V	0.70	0.16	0.14	0.02
Cr	0.26	0.09	0.13	0.06
Mn	1.72	0.24	0.68	0.11
Fe	4.32	21.90	44.80	7.52
Ni	3.97	1.80	1.65	0.90
Cu	2.40	0.29	0.34	0.15
Zn	-	0.14	0.20	0.03
Sr	-	-	1.40	0.23
Mo	-	-	-	0.60
In	-	-	-	1.90
Ba	-	-	-	0.20
Eu	-	0.20	0.40	0.01
Re	-	0.20	-	0.26

Design Eksperimen

Untuk mengetahui pengaruh variasi bahan pengikat terhadap kekuatan cetakan pasir, permeabilitas, fluiditas, kekerasan logam dan kualitas hasil pengecoran logam paduan Al-Si dengan metode *gravity casting*, maka penelitian ini akan menggunakan metode penelitian eksperimental.

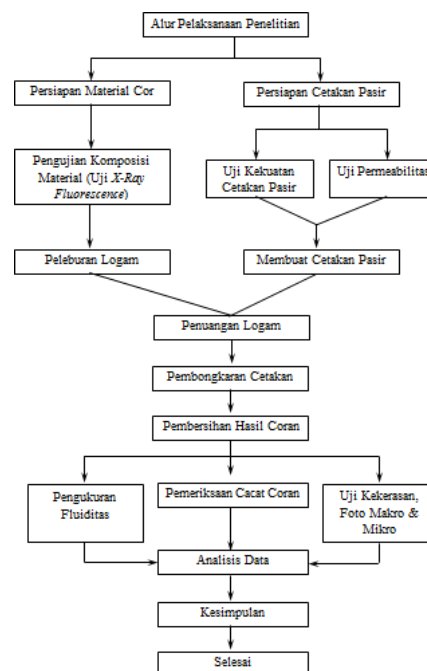
Desain penelitian eksperimen ini menerapkan desain *pre-experimental* dengan bentuk *one-shot case study*. Paradigma dalam penelitian eksperimen model ini dapat digambarkan bahwa terdapat sekelompok sampel yang diberi sebuah perlakuan dan selanjutnya diobservasi hasilnya. Untuk gambaran lebih jelasnya dapat dilihat melalui gambar di bawah ini.



Keterangan :

- X₁ = Lumpur Lapindo 15%
- X₂ = Bentonit 15%
- X₃ = Semen Portland 15%
- Y₁ = Kekuatan Cetakan Pasir
- Y₂ = Permeabilitas Cetakan Pasir
- Y₃ = Fluiditas Hasil Coran
- Y₄ = Kekerasan Hasil Coran
- Y₅ = Kualitas Hasil Coran

Gambar 1. Design Penelitian Eksperimen yang Digunakan



Gambar 2. Alur Pelaksanaan Penelitian

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekuatan Cetakan Pasir

1. Kekuatan Tekan Cetakan Pasir

Tabel 2 di bawah ini menunjukkan hasil pengujian kekuatan tekan cetakan pasir dalam keadaan basah dan dalam keadaan kering (diberikan perlakuan panas).

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekuatan Tekan Cetakan Pasir

Uji Ke-	Kekuatan Tekan Basah (N/cm ²)			Kekuatan Tekan Kering (N/cm ²)		
	Lapindo 15%	Bentonit 15%	Semen 15%	Lapindo 15%	Bentonit 15%	Semen 15%
1	8.60	5.70	6.70	24.30	13	>32
2	8.70	5.20	5.80	22.80	12.90	>32
3	8.90	5.20	7.10	22.40	13.40	>32
Jumlah	26.20	16.40	19.60	69.50	39.30	-
Rata-Rata	8.73	5.47	6.53	23.17	13.10	-

2. Kekuatan Tarik Cetakan Pasir

Tabel 3 di bawah ini menunjukkan hasil pengujian kekuatan tarik cetakan pasir dalam keadaan basah dan dalam keadaan kering (diberikan perlakuan panas).

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Cetakan Pasir

Uji Ke-	Kekuatan Tarik Basah (N/cm ²)			Kekuatan Tarik Kering (N/cm ²)		
	Lapindo 15%	Bentonit 15%	Semen 15%	Lapindo 15%	Bentonit 15%	Semen 15%
1	3.20	3.30	2.60	5.10	4.80	18.40
2	3.10	3.20	2.60	5.90	5.40	18.50
3	3.40	3.50	2.50	4.90	5.30	18.90
Jumlah	9.70	10	7.70	15.90	15.50	55.80
Rata-Rata	3.23	3.33	2.57	5.30	5.17	18.60

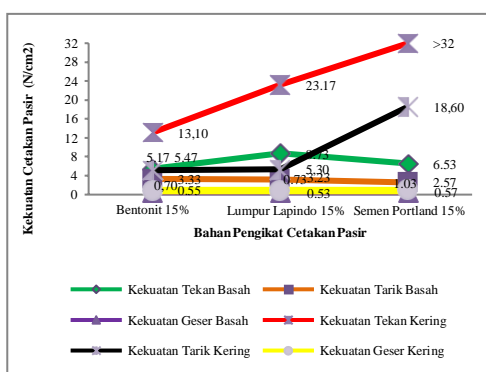
3. Kekuatan Geser Cetakan Pasir

Tabel 4 di bawah ini menunjukkan hasil pengujian kekuatan geser cetakan pasir dalam keadaan basah dan dalam

keadaan kering (diberikan perlakuan panas).

Tabel 4. Hasil Pengujian Kekuatan Geser Cetakan Pasir

Uji Ke-	Kekuatan Geser Basah (N/cm ²)			Kekuatan Geser Kering (N/cm ²)		
	Lapindo 15%	Bentonit 15%	Semen 15%	Lapindo 15%	Bentonit 15%	Semen 15%
1	0.50	0.55	0.60	0.70	0.70	0.70
2	0.55	0.50	0.50	0.70	0.80	1.50
3	0.55	0.60	0.60	0.80	0.60	0.90
Jumlah	1.60	1.65	1.70	2.20	2.10	3.10
Rata-Rata	0.53	0.55	0.57	0.73	0.70	1.03



Gambar 3. Grafik Perbandingan Kekuatan Cetakan Pasir

Berdasarkan gambar 3 di atas terlihat bahwa keseluruhan spesimen cetakan pasir mengalami peningkatan kekuatan setelah diberikan perlakuan panas pada suhu 110 °C selama 30 menit. Hal ini senada dengan pernyataan Surdia & Chijiwa (1980:113) yang menyatakan bahwa sifat pasir yang dikeringkan adalah mempunyai permeabilitas dan kekuatan yang meningkat dibandingkan dengan dalam keadaan basah karena air bebas dan air yang diabsorpsi pada permukaan butir tanah lempung dihilangkan. Peningkatan kekuatan cetakan pasir setelah dikeringkan yang

paling signifikan diantara ketiganya adalah pada spesimen cetakan pasir dengan bahan pengikat semen portland 15%.

Fakta yang terjadi pada saat proses pembuatan cetakan pasir yang memanfaatkan cup dan drag adalah cetakan pasir dengan bahan pengikat semen portland 15% dalam keadaan basah tidak mampu menunjukkan sifat yang cocok sebagai media penuangan logam karena campuran pasir selalu mengalami kerontokan sehingga pada akhirnya tidak terbentuk rongga cetakan yang sesuai dengan pola.

Sifat pasir cetak silika sebagai bahan utama yang direkatkan oleh semen portland berbeda dengan sifat pasir Malang sebagaimana yang telah diteliti sebelumnya oleh Widodo (2014). Pada pasir Malang, meskipun tanpa diberikan bahan pengikat sifat dasarnya sudah memiliki mampu bentuk yang cukup baik. Sedangkan pada pasir silika, sifat mampu bentuknya tidak dapat maksimal jika tidak diberikan bahan pengikat yang sesuai.

Sifat semen portland adalah sebagai hidrolic binder (perekat hidrolis) dimana komponen-komponen yang terkandung di dalam semen tersebut

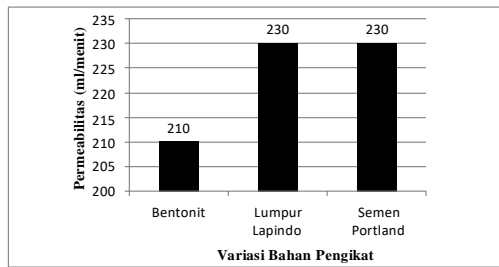
dapat bereaksi dengan air membentuk zat baru yang bersifat merekat terhadap batuan. Kekuatan campuran pasir dan semen sangat dipengaruhi oleh faktor air semen, jenis semen, jumlah komposisi semen, suhu perawatan, dan juga sifat agregat pasir (Mukhlis, 2013). Hal ini yang menjelaskan bahwa cetakan pasir dengan bahan pengikat semen *portland* 15% mempunyai kekuatan yang meningkat secara signifikan ketika diberikan perlakuan panas. Menurut Mukhlis (2013) campuran pasir dan semen (beton) akan mengalami kenaikan kekuatan yang cepat ketika suhu perawatannya semakin tinggi.

Permeabilitas Cetakan Pasir

Berikut ini ditampilkan gambar diagram batang perbandingan nilai permeabilitas dari masing-masing cetakan pasir dengan bahan pengikat bentonit 15%, lumpur lapindo 15%, dan semen *portland* 15%.

Tabel 5. Hasil Permeabilitas Cetakan Pasir

BAB	HASIL PENELITIAN		
	Lapindo 15%	Bentonit 15%	Semen 15%
PERMEABILITAS	230 ml/menit	210 ml/menit	230 ml/menit
t sampai 1000 ml	36 detik	32 detik	62 detik
t sampai 2000 ml	64 detik	65 detik	102 detik
P tekanan	333.43 Pa	372.65 Pa	333.43 Pa



Gambar 4. Diagram Batang Perbandingan Nilai Permeabilitas Cetakan Pasir

Stefanescu dalam Widodo (2014) menyatakan bahwa permeabilitas dikontrol oleh porositas pasir. Porositas cetakan pasir yang besar terbentuk ketika proses pencampuran komposisi pasir silika, lumpur lapindo dan air. Lumpur lapindo yang semula berbentuk serbuk kemudian dicampurkan dengan pasir silika dan air, secara perlahan membentuk butiran-butiran halus yang mengikat pasir dan akhirnya membentuk gumpalan campuran pasir silika dan lumpur lapindo yang agak kasar. Kejadian serupa juga terjadi pada cetakan pasir dengan komposisi bahan pengikat semen *portland* 15%. Fenomena berbeda terjadi ketika proses pencampuran antara pasir silika, bentonit, dan air. Sifat bentonit ketika dicampurkan bersama pasir silika dan air tidak seperti dua bahan pengikat sebelumnya yang membentuk gumpalan pasir dan pengikat yang kasar. Bentonit menjaga kerekatan antara butir secara

merata tanpa membentuk gumpalan yang kasar. Dari ketiga fenomena ini menunjukkan bahwa bahan pengikat yang membentuk gumpalan kasar cenderung menyebabkan terjadinya porositas yang besar pada cetakan pasir, begitu juga sebaliknya.

Fluiditas Logam Hasil Coran

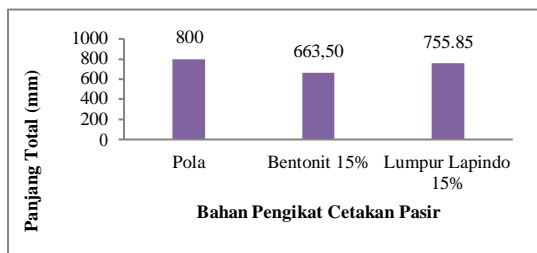
Untuk mengetahui hasil mampu alir logam cair pada rongga cetakan ketika proses pengecoran logam paduan Al-Si, maka dilakukan kegiatan pengukuran panjang, lebar dan ketebalan dari batang hasil pengecoran yang menggunakan pola *Birmingham*.



Gambar 5. Pola yang Digunakan

Tabel 6. Perbandingan Ukuran Total Benda Hasil Coran

Dimensi	Model	Spesimen		
		Bentonit 15%	Lapindo 15%	Semen <i>Portland</i> 15%
Panjang (mm)	800	663.50	755.85	-
Lebar (mm)	80	78.99	82.88	-
Tebal (mm)	18	20.50	21.71	-



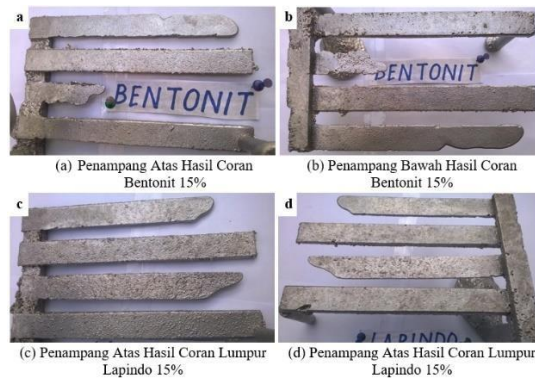
Gambar 6. Diagram Batang Perbandingan Panjang Total Hasil Coran dan Pola

Cetakan pasir berpengikat lumpur lapindo 15% memiliki porositas pasir yang lebih besar dibandingkan dengan cetakan pasir berpengikat bentonit 15%. Dari sini kandungan air yang terdapat di dalam cetakan pasir berpengikat lumpur lapindo 15% lebih cepat menguap ke udara bebas dibandingkan dengan cetakan pasir berpengikat bentonit 15%. Dari kedua kondisi tersebut apabila masing-masing jenis cetakan pasir dituangi logam cair, maka secara otomatis logam yang dituangkan akan lebih cepat membeku ketika dimasukkan ke dalam cetakan pasir berpengikat bentonit 15%. Keadaan cetakan pasir berpengikat lumpur lapindo 15% yang relatif lebih kering dibandingkan dengan cetakan pasir berpengikat bentonit 15% menyebabkan kemampuan alir logam cair lebih tinggi karena panas dari logam cair tidak banyak terserap oleh cetakan pasir. Selain itu pola yang lebih tebal menghendaki perpindahan panas yang cukup lama dari logam cair ke cetakan

pasir sehingga fluiditas logam cair cenderung lebih maksimal jika ketebalan rongga cetak lebih besar.

Kualitas Hasil Coran

Kualitas hasil coran dapat dilihat melalui pengamatan visual terhadap kondisi benda hasil coran baik secara langsung atau pun menggunakan teknologi foto makro memanfaatkan kamera Canon EOS 550D.



Gambar 7. Kondisi Hasil Pengecoran Logam Paduan Al-Si

Tabel 7. Foto Makro Spesimen Hasil Coran

Spesimen	Bentonit 15%	Lumpur Lapindo 15%
Batang 1 (ketebalan 8 mm)		
Jumlah Cacat Porositas	94 lubang	158 lubang
Batang 2 (ketebalan 5 mm)		
Jumlah Cacat Porositas	83 lubang	209 lubang



Berdasarkan pengamatan visual terhadap hasil pengecoran dan hasil foto makro terlihat bahwa hasil coran dari cetakan pasir dengan bahan pengikat bentonit 15% menunjukkan kualitas permukaan hasil coran yang lebih halus bila dibandingkan dengan hasil coran dari cetakan pasir dengan bahan pengikat lumpur lapindo 15%. Kekasaran permukaan hasil coran dari cetakan pasir dengan pengikat lumpur lapindo 15% berkaitan erat dengan nilai permeabilitas cetakan pasir yang terlalu tinggi.

Cacat inklusi pasir yang terjadi pada hasil coran cetakan pasir berpengikat bentonit 15% relatif lebih banyak dibandingkan dengan spesimen hasil coran cetakan pasir berpengikat lumpur lapindo 15%, akan tetapi bentuk dan kondisi cacat inklusi pasir yang terjadi pada spesimen hasil coran cetakan pasir berpengikat lumpur lapindo 15% diameter dan kedalamannya relatif lebih besar. Hal ini disebabkan butiran pasir yang terinklusi ke dalam logam hasil coran cetakan pasir berpengikat lumpur lapindo 15% ukurannya lebih besar

dibandingkan butiran pasir yang terinklusi ke dalam logam hasil coran cetakan pasir berpengikat bentonit 15%.

Hasil foto makro menunjukkan penyebaran cacat lubang jarum (porositas) yang lebih banyak dan merata pada spesimen hasil pengecoran cetakan pasir dengan bahan pengikat lumpur lapindo 15% dibandingkan dengan spesimen hasil pengecoran cetakan pasir dengan bahan pengikat bentonit 15%.

Kekerasan *Microvickers* Hasil Coran

Metode yang digunakan dalam pengujian kekerasan benda hasil coran kali ini adalah menggunakan metode uji kekerasan Vickers. Alat yang digunakan dalam uji kekerasan kali ini adalah *Microvickers Hardness Tester*.

Spesimen yang diuji nilai kekerasannya diambil tiga buah masing-masing dipotong dengan ukuran 20 mm × 20 mm. Sebelum dilakukan pengujian, permukaan spesimen diampas, dipoles (*polishing*) dan dietsa terlebih dahulu untuk mendapatkan permukaan yang halus dan rata serta memperjelas morfologi permukaan spesimen di bawah pengamatan mikroskop.

1. Kekerasan Spesimen Hasil Coran dari Cetakan Pasir dengan Bahan Pengikat Bentonit 15

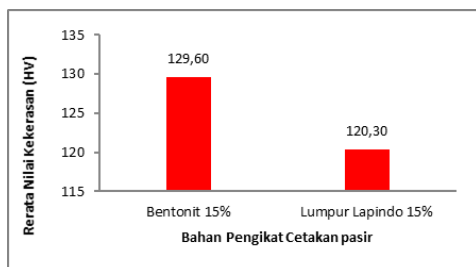
Tabel 8. Hasil Pengujian Kekerasan *Vickers* (Bahan Pengikat Bentonit 15%)

Ketebalan (mm)	Kekerasan (HV)			Rata-Rata
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	
8	126.40	108.40	123.50	119.40
5	154.20	136.40	136.90	142.50
3	125.60	122.40	132.80	126.90
Jumlah				388.80
Rata-Rata				129.60

2. Kekerasan Spesimen Hasil Coran dari Cetakan Pasir dengan Bahan Pengikat Lumpur Lapindo 15%

Tabel 9. Hasil Pengujian Kekerasan *Vickers* (Bahan Pengikat Lumpur Lapindo 15%)

Ketebalan (mm)	Kekerasan (HV)			Rata-Rata
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	
8	111.40	103.90	113.50	110.60
5	114.20	110	111.40	111.90
3	146.70	128.90	139.70	138.40
Jumlah				360.90
Rata-Rata				120.30



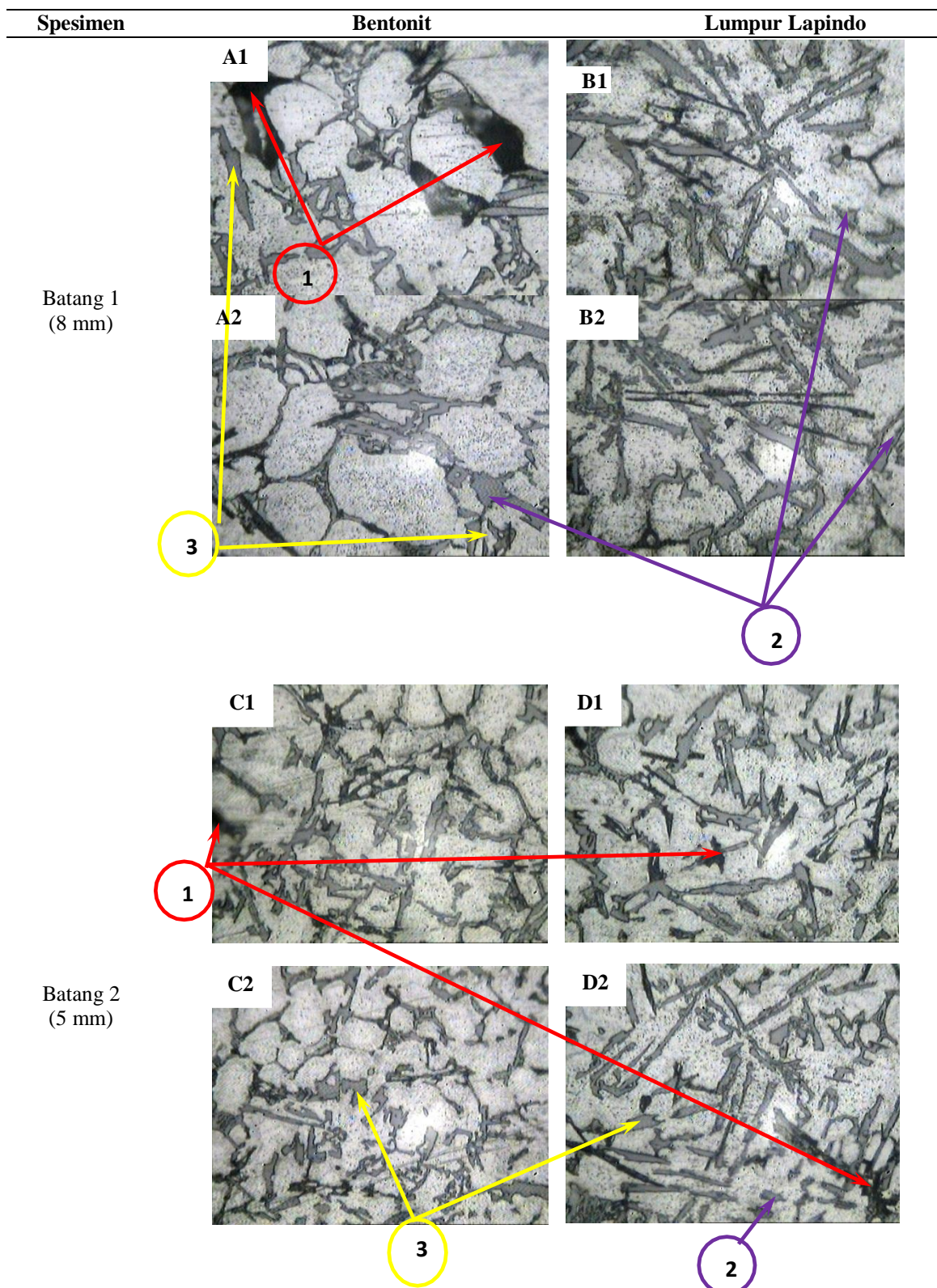
Gambar 8. Diagram Batang Perbandingan Rerata Nilai Kekerasan Hasil Cor

Kekerasan spesimen hasil coran berhubungan erat dengan struktur mikro pembentuknya. Struktur mikro dari logam Al-Si yang memiliki waktu untuk menyatukan struktur atom Al dan Si dan terbentuk matrik Al-Si yang lebih sempurna jika waktu pendinginan semakin lama, jika matrik Al-Si primer yang terbentuk lebih banyak dengan ukuran yang besar maka kekerasan permukaan logam dari Al-Si akan lebih rendah (Widodo, 2014:64).

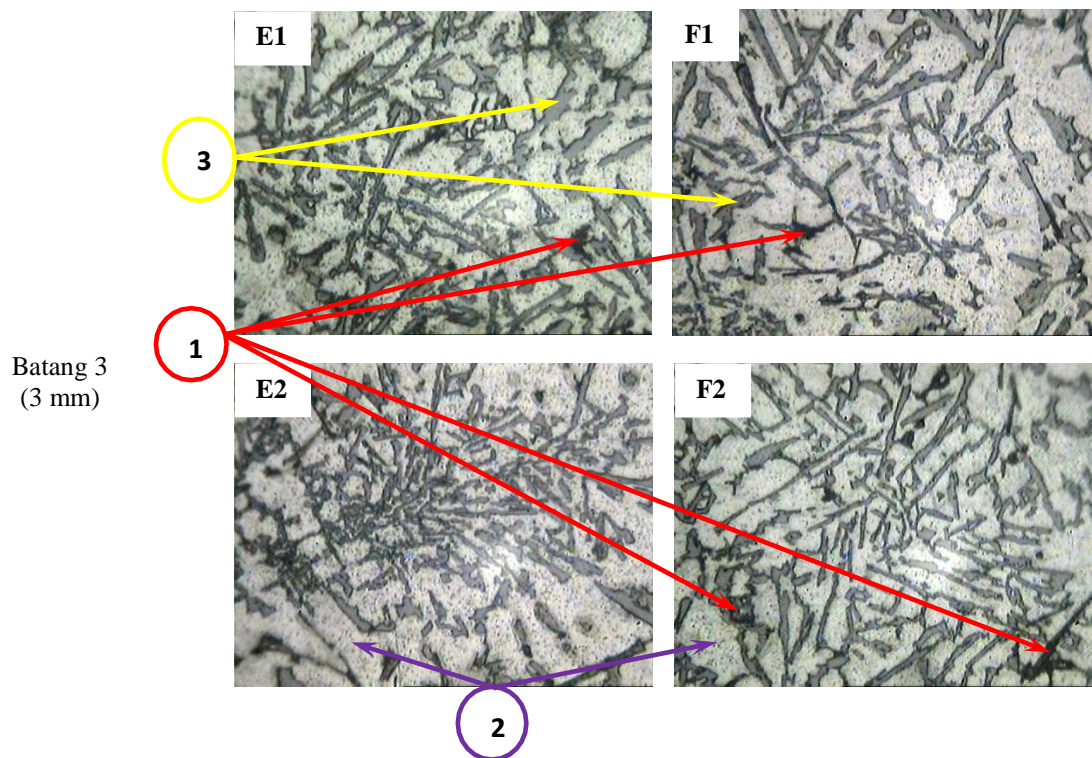
Hasil Foto Mikro

Pengamatan foto mikro menggunakan mikroskop yang terdapat pada alat *Microvickers Hardness Tester* dengan perbesaran 400x. Pengamatan dilakukan pada tiga spesimen berbeda untuk satu hasil coran dari masing-masing varian bahan pengikat. Pada satu spesimen diambil masing-masing dua foto dengan tujuan didapatkan gambaran yang lebih jelas pada spesimen.

Tabel 10. Perbandingan Foto Mikro Spesimen Hasil Coran dengan Perbesaran 400×



Spesimen	Bentonit	Lumpur Lapindo
----------	----------	----------------



Keterangan:

1. Cacat porositas
2. Matrik Al-Si
3. Si primer

Ketika diamati secara seksama nampak bahwa semakin berkurangnya ketebalan spesimen hasil coran semakin kecil dan merata pula struktur butir matrik Al-Si berikut juga struktur butir Si primer yang terbentuk. Hal ini dikarenakan semakin berkurangnya ketebalan rongga cetakan yang dialiri logam cair semakin cepat pula logam tersebut mengalami pendinginan. Laju pendinginan yang cepat akan terjadi laju pengintian lebih besar dari laju pembentukan butir, sehingga terbentuk

struktur yang lembut. Sedangkan pada laju pembekuan lambat terjadi laju pembentukan butir lebih besar dari laju pengintian, sehingga terbentuk struktur dengan butir yang lebih besar (Dwiyanto, 2010).

D. KESIMPULAN

1. Pengaruh penggunaan bahan pengikat bentonit 15% pada cetakan pasir silika antara lain menghasilkan kekuatan tekan basah $5,47 \text{ N/cm}^2$, kekuatan tarik basah $3,33 \text{ N/cm}^2$, kekuatan geser basah $0,55 \text{ N/cm}^2$,

kekuatan tekan kering 13,10 N/cm², kekuatan tarik kering 5,17 N/cm², dan kekuatan geser kering 0,70 N/cm². Nilai permeabilitas mencapai 210 ml/menit, nilai fluiditas dari panjang, lebar, dan tebal total berturut-turut mencapai 663,50 mm, 78,99 mm, dan 20,50 mm. Nilai kekerasan hasil coran mencapai 129,60 HV dan cacat hasil coran yang terbentuk antara lain cacat rongga udara, lubang jarum, cetakan rontok, *discontinuity*, inklusi pasir dan kekasaran permukaan dan penyusutan.

2. Pengaruh penggunaan bahan pengikat lumpur lapindo 15% pada cetakan pasir silika antara lain menghasilkan kekuatan tekan basah 8,73 N/cm², kekuatan tarik basah 3,23 N/cm², kekuatan geser basah 0,53 N/cm², kekuatan tekan kering 23,17 N/cm², kekuatan tarik kering 5,30 N/cm², dan kekuatan geser kering 0,73 N/cm². Nilai permeabilitas mencapai 230 ml/menit, nilai fluiditas dari panjang, lebar, dan tebal total berturut-turut mencapai 755,85 mm, 82,88 mm, dan 21,71 mm. Nilai kekerasan hasil coran mencapai 120,30 HV dan cacat hasil coran yang terbentuk antara lain

cacat rongga udara, lubang jarum, cetakan rontok, *discontinuity*, inklusi pasir dan kekasaran permukaan dalam jumlah dan skala yang relatif lebih besar dibandingkan dengan cacat coran yang terbentuk pada hasil coran menggunakan cetakan pasir berbahan pengikat bentonit 15%.

3. Pengaruh penggunaan bahan pengikat semen *portland* 15% pada cetakan pasir silika antara lain menghasilkan kekuatan tekan basah 6,53 N/cm², kekuatan tarik basah 2,57 N/cm², kekuatan geser basah 0,57 N/cm², kekuatan tekan kering >32 N/cm², kekuatan tarik kering 18,60 N/cm², dan kekuatan geser kering 1,03 N/cm². Nilai permeabilitas mencapai 230 ml/menit. Namun dalam praktiknya proses pembuatan cetakan pasir basah (*greensand*) dengan komposisi pasir silika 80%, semen *portland* 15%, dan air 5% secara manual tidak dapat menghasilkan cetakan pasir yang mempunyai kekuatan dan *compactibility* yang memadai untuk dijadikan media penuangan logam.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliyanto, Praba & Sakti, A. M. 2014. Analisis Variabel Proses Produk Pengecoran Logam Menggunakan

- Cetakan Sand Casting. *Jurnal Teknik Mesin*, (Online), 2 (2): 70-78, (http://scholar.google.com/scholar?q=pasir+cetak&btnG=&hl=id&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2014), diakses 10 Maret 2014.
- British Geological Survey-Natural Environment Research Council. 2009. Mineral Planning Factsheet: Silica Sand. (Online), (<https://www.bgs.ac.uk/downloads/directDownload.cfm?id=1369&noexcel=true&t=Silica%20sand>), diakses 10 Maret 2014.
- Broto, Opi Wisnu. 2014. Pengaruh Penggunaan Lumpur Lapindo sebagai Bahan Pengikat pada Pasir Cetak terhadap Kualitas dan Fluiditas Hasil Pengecoran Logam Al-Si. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Dwiyanto. 2010. Pengaruh Perbedaan Casting Modulus Coran terhadap Kekerasan serta Struktur Mikro Hasil Proses Pengecoran Cetakan Pasir Paduan Aluminium. Skripsi tidak diterbitkan. Surakarta: Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Mukhlis, Yelvi. 2013. Pengaruh Beberapa Jenis Pasir terhadap Kekuatan Beton, *Jurnal Poli Rekayasa*, (Online), 9 (1): 49-55, (<http://ojs.polinpdg.ac.id/index.php/JPR/article/download/768/735>), diakses 13 Nopember 2014.
- Sugiyono. 2013. Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D). Bandung: Alfabeta.
- Surdia, Tata & Chijjiwa, Kenji. 1980. Teknik Pengecoran Logam. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Widodo, Toni Prasetyo. 2014. Pengaruh Kadar Semen Portland dalam Pasir Cetak terhadap Kekuatan Cetakan Pasir, Permeabilitas, Fluiditas, Kekerasan Logam dan Kualitas Coran Logam Al-Si dengan Metode Gravity Casting. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Universitas Negeri Malang.