

Pengaruh Variasi Campuran Bentonit Terhadap Karakteristik Pasir Cetak Untuk Proses Sand Casting

Apang Djafar Shieddieque^{1*}, Ismail Putra Nugraha¹, Mochammad Iqbal Zaenal Muttahar¹, Ghany Heryana¹

¹Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana Purwakarta
Jl Cikopak No 53 Mulyamekar Purwakarta 41151 Jawa Barat

*apang@wastukencana.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v15i3.16194>

ABSTRACT

The casting process is widely used because it has the advantage of being able to make products with small dimensions to very large dimensions, the use of materials is more efficient, the casting products can be directly used. However, in the casting process, the main triggers for the formation of defects are the nature of the mold, low permeability, low molding compressive strength, low sintering point, unsuitable sand grain distribution, so research is needed to obtain the right type of molding sand as a sand mold in metal casting. The only type of additive is bentonite. Bentonite can absorb water and expands between 8-15 times and remains dispersed in water for a certain period of time. This study aims to examine the effect of a mixture of variations of local bentonite and Australian bentonite on the characteristics of the molding sand for the sand casting process. The tests carried out are in the form of size distribution testing, X-Ray Diffraction, water content testing, compressive strength, and permeability measurements. Bentonite was varied into 5 variations of the mixture with a difference of 20% in each mixture. The results of the large size distribution of silica sand grains were 37.6 GFN. The results of XRD testing of local bentonite showed a higher content of calcium compounds and Australian bentonite contained higher sodium compounds. The largest water content test value is 5.825%. The largest compressive strength test value is 2.7 Kgf/cm².

Key words : Australian bentonite; sand casting; compressive strength; water content; XRD

PENDAHULUAN

Peningkatan pasar kendaraan dan permintaan pada sektor otomotif pada umumnya sangat berpengaruh pada perkembangan investasi di dalam sektor pengecoran logam dan diperkirakan ditahun berikutnya perkembangannya akan stagnan (Nugroho *et al.*, 2018). Proses pengecoran sering digunakan dikarenakan mempunyai keunggulan antara lain pembuatan barang jadi dengan dimensi yang kecil sampai dimensi yang sangat besar, pemakaian bahan lebih hemat, produk hasil coran bisa digunakan tanpa wajib dikerjakan lebih lanjut ataupun dilakukan sedikit proses pemesinan. Teknik pengecoran dibagi menjadi dua teknik ialah, teknik pengecoran secara konvensional dan teknik pengecoran secara non-konvensional. Teknik pengecoran konvensional salah satu teknik yang memakai cetakan tidak tetap, seperti: *sand casting* (cetakan pasir), *low pressure sand casting*, *shell mold casting*, dan *full*

mold casting (Aji, 2018). Sedangkan teknik pengecoran secara non-konvensional salah satu teknik yang biasa dipakai untuk produksi massal, teknik pengecoran ini memakai cetakan tetap atau permanen, sehingga dapat dipakai secara berulang-ulang, contoh pengecoran secara non-konvensional seperti: *high-pressure die casting*, *low-pressure die casting*, *permanent-mold casting*, *centrifugal casting*, *plaster-mold*, dan *investment casting* (Aji, 2018).

Salah satu dari teknik pengecoran secara konvensional yang masih dipakai di industri manufaktur adalah pengecoran dengan menggunakan pasir cetak (Bhirawa, 2021). Pasir cetak memiliki, tiga jenis cetakan pasir seperti *green sand*, *cold-box* dan *no-bake mold*. Cetakan yang sering dan banyak dipakai dan paling murah yaitu kategori *green sand mold* (cetakan pasir

Cite this as:

Shieddieque, A.D., Nugraha, I.P., Muttahar, M.I.Z & Heryana, G. (2022). *Pengaruh Variasi Campuran Bentonit Terhadap Karakteristik Pasir Cetak untuk Sand Casting*. *Rekayasa* 15 (3). 316-325 pp.

doi: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v15i3.16194>.

© 2022 Shieddieque

Article History:

Received: July, 8th 2022; **Accepted:** December, 10th 2022

Rekayasa ISSN: 2502-5325 has been Accredited by Ristekdikti (Arjuna) Decree: No. 23/E/KPT/2019 August 8th, 2019 effective until 2023

basah) (Hartono, 2012).

Untuk menghindari dan mengurangi terjadinya pada kelemahan yang disebutkan dari penelitian Bhirawa, banyak hal yang berpengaruh seperti : Cacat-cacat pengecoran yang umum terjadi yaitu beberapa kekasaran pada permukaan, cacat porositas di dalam coran dan cacat-cacat yang disebabkan pada ketidakkokohan pada cetakan (Bhirawa, 2021). Penyebab khusus terjadinya kerusakan pada proses pengecoran adalah sifat-sifat pada cetakan yaitu, permeabilitas yang rendah, kekuatan tekan cetakan yang rendah, *sintering point* yang sedikit, distribusi butiran pasir kurang tepat, persentase zat pengikat dan persentase kadar air. Maka dari itu perlu dilakukan riset untuk mendapatkan klasifikasi pasir cetak yang baik sebagai cetakan pasir pada industri pengecoran logam (Tantawi, 2017).

Pada prosedur pengecoran memakai cetakan pasir basah, sewaktu-waktu ditemukan cacat yang tidak di harapkan pada produk pengecoran seperti kekasaran lapisan permukaan coran, intrusi logam cair ke dalam cetakan, gelembung udara, rongga, kegagalan cetakan dan inklusi terak (Bahrudin *et al.*, 2020). Pencampuran komposisi pada cetakan pasir basah yaitu tahap yang penting dalam pengecoran, kemudian tanah lempung, air dan bahan pelengkap sebagai pengikat (bentonit) (Sulardjaka, A. Suprihanto, 2010). Selama proses pengecoran, panas yang dipindahkan ke pasir di sekitar cetakan menyebabkan degradasi struktur bentonit, sehingga membentuk jenis endapan baru di permukaan butiran pasir (Bahrudin *et al.*, 2020).

Mineral bentonit memiliki diameter kurang dari 2 μm yang mencakup dari bermacam-macam mineral phyllosilicate yang menyimpan silica, aluminium oksida dan hidrosida yang bisa mengikat air. Bentonit yaitu sejenis batuan yang banyak mengandung mineral montmorillonite sifatnya yang unik yaitu dapat mengembang dalam air, interkalasi dan mempunyai karakter penukar ion, membuat bahan ini menarik dipakai menjadi katalis organo clay, nano clay, dan katalis (Cao *et al.*, 2014; Le & Shi, 2012).

Terdapat dua jenis bentonit di alam diantaranya natrium bentonit dan kalsium bentonit. Natrium bentonit memiliki lebih banyak ion Na^+ daripada ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} (Buchari *et al.*, 1996). Ketika direndam dalam air, bentonit ini bisa menyerap air dan mengembang antara 8-15 kali dan tetap terdispersi dalam air untuk jangka waktu tertentu.

Sifat istimewa dari bentonit yaitu dapat untuk membentuk *gel thixotropic* dengan air. Kemampuan dalam menyerap air dalam total yang besar dan kapasitas tukar kation yang tinggi. Keunikan sifat bentonit yaitu dapat mengembang dan membentuk koloid jika dimasukkan kedalam air (Ridwan, 2019). Daerah penghasil utama natrium bentonit di dunia adalah Wyoming, Montana dan South Dakota (Muttahar *et al.*, 2021).

Kualitas bentonit yang digunakan merupakan salah satu penunjang baiknya cetakan pasir yang dibuat yang mana kualitas tersebut memainkan peran penting dalam mencapai kualitas coran yang baik. Dalam penelitian Nandagopal, sifat permeabilitas dan kekerasan cetakan difokuskan untuk meningkatkan kualitas cetakan. Sifat-sifat ini ditingkatkan dengan mengoptimalkan parameter persentase berat bentonit barat. Hasil menarik yang ditemukan pada penelitian Nandagopal yang menunjukkan bahwa paduan parameter variasi persen bentonit, kekerasan nominal cetakan dan pengurangan ketebalan dinding meningkatkan kualitas cetakan dengan meningkatkan nilai permeabilitas dari 80 menjadi 120 (Nandagopal, 2020).

Penelitian mengenai karakterisasi dari bentonit Riau (Muttahar, 2021) dan bentonit Australia (Shieddieque, 2022) menunjukkan bahwa kandungan bentonite Australia mengandung natrium dan bentonite Riau mengandung kalsium. Penelitian ini dilakukan untuk pengembangan lanjutan pemanfaatan bentonite dengan karakteristik yang berbeda diantaranya untuk mengetahui nilai kadar air, kekuatan tekan dan permeabilitas dari campuran variasi komposisi cetakan pasir basah dengan variasi campuran bentonit lokal dan bentonit Australia. Penelitian ini difokuskan pada kajian mengenai pengaruh campuran variasi bentonit lokal Riau dan bentonit Australia Wyoming terhadap karakteristik pasir cetak untuk proses *sand casting*. Diharapkan pada penelitian ini mendapatkan hasil yang cukup baik dan optimum, kemudian dapat diperolehnya data-data yang bisa digunakan pada industri manufaktur sehingga mengurangi biaya produksi.

METODE PENELITIAN

Material

Material bentonit yang dipakai pada riset ini adalah bentonit lokal berasal dari Riau dan bentonit Australia yang terdapat pada

Laboratorium QC Pasir Pengecoran dan Perlakuan Panas di Balai Besar Logam dan Mesin (BBLM). Bentonit lokal ini terdapat dari daerah Riau Indonesia, kemudian Bentonit Australia ini terdapat dari daerah Wyoming Australia. Komposisi cetakan pasir basah sebesar 3% berat bentonit dan 5% berat air berdasarkan pada berat pasir. Dengan memvariasikan komposisi campuran sebagai berikut :

1. 0% bentonit Lokal dan 100% bentonit Australia;
2. 20% bentonit Lokal dan 80% bentonit Australia;
3. 40% bentonit Lokal dan 60 % bentonit Australia;
4. 80% bentonit Lokal dan 40% bentonit Australia;
5. 100% bentonit Lokal dan 20% bentonit Australia.

Pengujian Distribusi Ukuran

Pengujian distribusi ukuran yaitu pemilihan prosentase pada berat butiran untuk ukuran diameter tertentu atau cara untuk mendapatkan ukuran besarnya butiran pasir diperlihatkan dengan GFN (*Grain Fineness Number*) (Slamet, 2014). Pengujian ini mengacu pada standar (*American Foundry Society*) AFS 1106-12-S, pengujian ini dilakukan dengan mengayak 25 gr pasir silika dengan ukuran ayakan sebesar No. 1,4; 1; 0,71; 0,5; 0,355; 0,25; 0,18; 0,125; 0,09; 0,063 mm. Pengujian ini dengan perhitungan GFN dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$GFN = \frac{\sum \text{berat per ayakan (\%)}}{\sum \text{berat kumulatif}} \dots \dots \dots (1)$$

Karakterisasi X-Ray Diffraction

Karakterisasi XRD adalah Salah satu cara yang dipakai untuk memastikan struktur suatu padatan kristalin yaitu metode serbuk difraksi sinar-X (*X-ray powder diffraction*) (Anggara et al., 2018). Pengujian *X-Ray Diffraction* dilakukan di BATAN (Badan Tenaga Nuklir Nasional) berbentuk serbuk sebanyak 1 gram dengan ukuran 230 mesh. Prinsip kerja XRD yaitu sampel berupa serbuk padatan ditempatkan pada suatu plat kaca. Sinar-X diperoleh dari elektron yang keluar dari filamen panas dalam keadaan vakum pada tegangan tinggi, dengan kecepatan tinggi menumbuk permukaan logam, biasanya tembaga (Cu). Sinar-X tersebut menembak sampel padatan kristalin, kemudian men difraksikan sinar ke segala arah dengan memenuhi Hukum Bragg (Jamaluddin, 2010). Detektor bergerak dengan kecepatan sudut

yang konstan untuk mendeteksi berkas sinar-X yang didifraksikan oleh sampel. Sampel serbuk atau padatan kristalin memiliki bidang-bidang kisi yang tersusun secara acak dengan berbagai kemungkinan orientasi, begitu pula partikel-partikel kristal yang terdapat di dalamnya. Setiap kumpulan bidang kisi tersebut memiliki beberapa sudut orientasi sudut tertentu (Jamaluddin, 2010) ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Prinsip Kerja XRD (Jamaluddin, 2010)

Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air yaitu suatu pengujian yang digunakan untuk mengeringkan suatu bahan atau sampel yang bertujuan untuk mengetahui berapa kadar air yang tersedia pada suatu bahan atau sampel. Pengujian kadar air mengacu pada standar AFS 2216-00-S dilakukan seberat 20 gr pada komposisi campuran pasir cetak basah menggunakan *infrared moistur analyzer* dan *pan*. Pengujian kadar air dihitung memakai Persamaan 2.

$$\text{Kadar air} = \frac{(\text{berat awal} - \text{berat akhir})}{\text{berat awal}} \times 100\% \dots (2)$$

Alat pengujian yang bernama *infrared moistur analyzer* dan *pan* ditunjukkan pada Gambar 2 memiliki *switch timer*. Jika diputarkan penuh akan memakan waktu 15 menit dan memiliki panas dari lampu 86°C. Pengujian kadar air dilakukan dengan melakukan penimbangan sebanyak sampel yang ingin di uji, lalu sampel dimasukkan ke dalam *oven* pemanas dan dipanaskan dengan temperatur 86°C selama 15 menit kemudian di timbang. Setelah itu panaskan kembali selama 5 menit ketika sudah pada 5 menit timbang kembali berat sampel, apabila berat sampel yang kedua nya adalah sama /konstan maka tidak perlu dilakukan pemanasan kembali, apabila berat berubah maka perlu dilakukan pemanasan kembali hingga berat sampel tidak berubah dengan yang sebelumnya. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui berat kadar air yang telah dipanaskan telah hilang

sehingga menghasilkan timbangan yang sama. Setelah berat akhir pada sampel diketahui lalu hitung kadar airnya dengan persamaan 2.



Gambar 2. Infrared Moistur Analyzer

Pengujian Kekuatan Tekan

Pengujian kekuatan tekan yaitu kesanggupan untuk bisa menahan aliran logam cair yang memiliki tekanan dengan waktu masih panas yang dapat mengakibatkan cetakan pada pasir itu menjumpai perubahan bentuk atau kerapuhan pada cetakan (Kusuma, 2012). Pengujian kekuatan tekan pada standar pembuatan specimen cetakan mengikuti standar AFS 5222-13-S dilakukan seberat ± 160 gram dengan ukuran diameter dan tinggi sebesar Ø2 in x 2 in. Komposisi campuran pasir cetak basah pada cetakan. Pengujian dilakukan dengan alat *Universal Sand Strength Machine*. Pengujian ini mengikuti standar AFS 2251-00-S.99999. Alat *Universal Sand Strength Machine* dan satuan perhitungannya ditunjukkan pada Gambar 3 memiliki tempat sampel yang mana akan diputar dengan tuas putar mengarah ke atas dan ada penanda titik di awali nol sampai sampel hancur nantinya di nilai berapa dan bisa dilihat dari nilai yang terdapat di satuannya, untuk penelitian ini menggunakan *GREEN COMP* karena pasir basah.

Pengujian Permeabilitas

Pengujian Permeabilitas ini bertujuan untuk menguji seberapa besar gas yang mengalir atau lolos yang terperangkap di dalam rongga-rongga yang ada pada cetakan ke luar cetakan. Pengujian ini memiliki komposisi campuran pasir cetak basah seberat 250 gram. Pengujian ini mengikuti standar AFS 5224-13-S dilakukan menggunakan alat *permeability meter* dan standar pembuatan

specimen cetakan mengikuti standar AFS 5222-13-S. Pengujian ini memiliki 2 tahap yaitu *compactibility* pengujian ini mengacu pada standar dan *permeability*. Pengujian *compactibility* suatu tahap wajib yang digunakan sebelum uji *permeability*, dimana campuran pasir cetak basah akan ditekan dan dirapatkan pada silinder pematat menggunakan alat *sand rammer*, kemudian pengujian *permeability* suatu tahap pengujian yang berfungsi untuk mendapatkan nilai permeabilitas dari pasir cetak menggunakan alat *permeability meter*. Pengujian permeabilitas dihitung menggunakan Persamaan 3.

$$P = \frac{V \cdot h}{p \cdot a \cdot t} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

- P= AFS Permeability number (cm³/s)
- k= Konstanta (pa)
- h= Tinggi Spesimen, (cm)
- p= Pressure head, (g/cm²)
- a= Area Spesimen, (cm²)
- V= Volume Udara (cm³)
- t= Waktu, (detik)

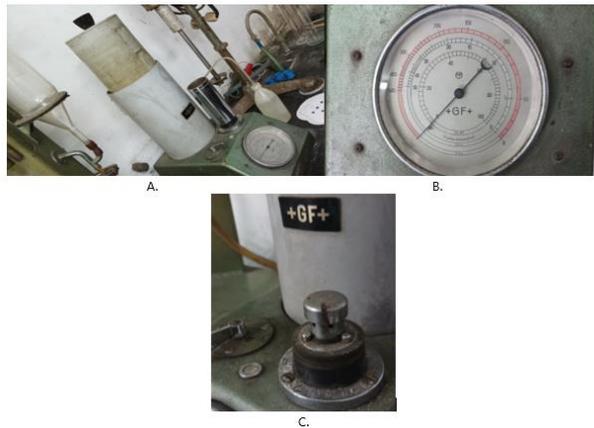
Alat pengujian ini memiliki 2 tahap yaitu *compactibility* dimana campuran pasir cetak basah akan ditekan dan dirapatkan dimasukkan pada silinder pematat, kemudian ditekan 3 kali oleh *sand rammer* yang mana ketinggian harus tetap pada penunjuk garis tidak boleh lebih dan kurang dari garis merah ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. A (Alat pematat pasir *Sand Rammer*), B. (Penunjuk garis pada *Sand Rammer*), C. (Silinder pematat)

Permeability berfungsi untuk mendapatkan nilai permeabilitas dari pasir cetak dimana silinder pematat yang sudah ditekan lalu dimasukkan ke dalam sumbat karet dengan posisi yang terbalik dan putar keran disamping sumbat karet, putar "OPEN", tarik pengapung ke atas sampai batas ketinggian yang ditentukan (posisi 0) lalu putar

kembali kran ke posisi "CLOSE", kemudian putar kran ke posisi " MEASURE" sehingga air dalam skala akan naik/turun dan penunjuk angka akan bergerak, lalu penunjuk angka akan berhenti ke angka yang dihasilkan dan nilai tersebut adalah hasilnya pada skala yang berwarna merah dan angka tersebut masuk dalam persamaan ($p = \text{pressure head}$ dan hasilnya dikalikan 2 dan serta *record* waktu ketika memulai keran ke posisi "MEASURE" dan matikan waktu ketika jarum penunjuk angka mulai turun). Alat uji ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. A.(Permeability Meter) B. (Penunjuk angka pada Permeability Meter), C. (Sumbat Karet)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Distribusi Ukuran Besar Butir (Pasir Silika)

Pengujian distribusi ukuran besar butir pasir silika dilakukan dengan alat yang bernama *Sieve Analysis Type PSA (GF)/Laboratory Siever*. Pengujian ini dilakukan dua kali dalam pengujiannya, nilai hasil GFN (*Grain Fineness Number*) yang pertama yaitu memiliki GFN 37,78 ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Distribusi Ukuran Besar Butir (Pasir Silika)

NO	Diameter lubang ayakan (Mesh)	Ukuran ayakan (mm)	Berat Fraksi (Sn) (gr)	Fraksi Berat (%)	Faktor Pengali (Fn)	Sn x Fn
1	14	14	0	0	6	0
2	18	1	0	0	9	0
3	25	0,71	0,01	0,040	15	0,15
4	35	0,5	2,92	11,845	25	73
5	45	0,355	16,16	65,557	35	565,6
6	60	0,25	4,14	16,795	45	186,3
7	80	0,18	0,88	3,569	60	52,8
8	120	0,125	0,42	1,703	81	34,02

NO	Diameter lubang ayakan (Mesh)	Ukuran ayakan (mm)	Berat Fraksi (Sn) (gr)	Fraksi Berat (%)	Faktor Pengali (Fn)	Sn x Fn
9	170	0,09	0,08	0,324	118	9,44
10	230	0,063	0,01	0,040	164	1,64
11		PAN	0,03	0,121	275	8,25
12		TOTAL	0	100		931,2
						GFN 37,78

Nilai rata rata GFN dari distribusi ukuran besar butir (pasir silika) yaitu 37,77 GFN. Semakin tinggi nya angka GFN nya, membuat pasir terus menjadi halus serta energi salur udaranya (permeabilitas) relatif rendah (Utomo, 2017). Dalam dimensi butir yang kecil dapat menciptakan permukaan coran yang baik, sebaliknya dimensi butir yang besar hendak menciptakan permeabilitas yang baik, mengakibatkan bisa melepaskan gas- gas dalam rongga cetak sepanjang pada proses penuangan (Haryanto et al., 2015). Setelah itu dalam mutu cetakan pasir dipengaruhi oleh sebagian kondisi, sebagian antara lain ialah dimensi pada butir serta kandungan pada pengikat pasir cetak (Bahrudin et al., 2020). Dalam keadaan pasir yang baik untuk memperoleh kekuatan dari cetakan yang optimum serta densitas yang tepat merupakan butir pasir yang mana mempunyai distribusi yang normal di atas 4 ataupun lebih dimensi mesh yang bersebelahan (Slamet, 2014).

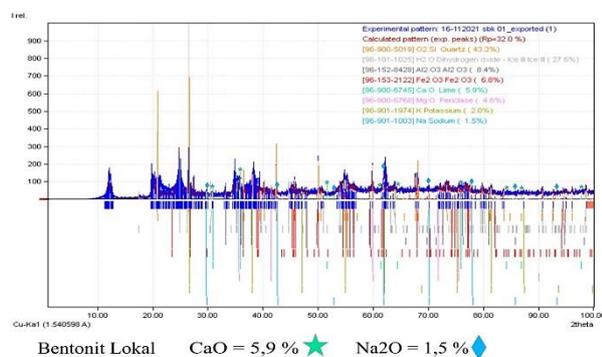
Kenaikan dari komposisi butiran pasir 200 mesh akan meningkatnya kompaktibilitas yang mana kepadatan dari pasir cetak terus menjadi besar (Slamet, 2014). Kondisi ini akan terus menjadi mengurangi pada energi permeabilitas pasir pada cetakan, serta berdampak pada sulitnya gas keluar serta menimbulkan permukaan yang agresif pada produk cor yang disebabkan gas tertahan pada cetakan. Kebalikannya, permeabilitas yang besar menyebabkan gas yang tercipta bisa dengan lancarnya keluar sehingga permukaan barang cor lebih terlihat halus. Sisi tepatnya konsumsi distribusi dimensi pasir yang lebih kecil menimbulkan permukaan *cavity* (rongga), ialah bagian dalam dari cetakan yang bertabrakan dengan cairan logam membuat lebih halus serta akan menciptakan produk cor yang halus dan bagian yang kompleks dari cetakan dapat terisi sepenuhnya oleh cairan (Slamet, 2014).

Distribusi besar butir jika pada bentonit akan sangat mempengaruhi keunggulan dari hasil benda, tepatnya pada barang produk proses pengecoran (Karimi & Salem, 2011). Tetapi kalau

butir pasir dan pengikatnya sangat halus, gas yang ditimbulkan membuat sulit keluar sehingga membuat cacat pada produk barang pengecoran ialah berbentuk gelembung udara (Iqbal *et al.*, 2021).

Pengujian X-Ray Diffraction (XRD)

Pada pengujian X-Ray Diffraction (XRD) dilakukan dengan alat yang bernama mesin XRD D8 DISCOVER Plus di Badan Tenaga Nuklir Nasional Bandung (BATAN), yang dilakukan analisis secara kualitatif dengan mengidentifikasi komposisi fasa kristal bentonit dengan memberikan sudut 20° dan panjang gelombang 10-100 dan di dapatkan hasil pengujian pada sampel bentonit Lokal yang ditunjukkan pada Gambar 5 dan bentonit Australia yang ditunjukkan pada Gambar 6 menggunakan software Match.



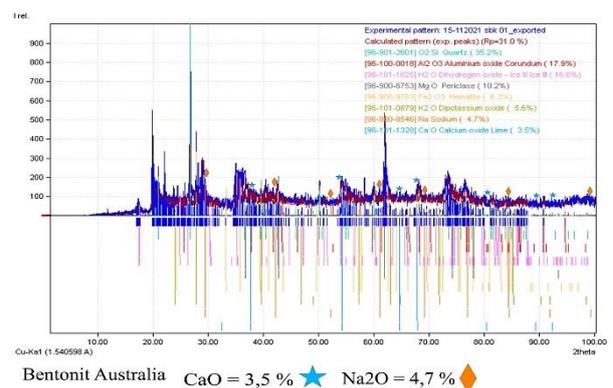
Gambar 5. Grafik Pengujian XRD (X-Ray Diffraction) Bentonit Lokal

Pada Gambar 5 bentonit lokal setelah diuji memiliki beberapa senyawa kimia yang terkandung seperti SiO₂ Quartz (43,3%), H₂O Dihydrogen oxide (27,6%), Al₂O₃ (8,4%), Fe₂O₃ (6,8%), CaO Lime (5,9%), MgO Periclase (4,6%), K Potassium (2,0%) dan Na Sodium (1,5%). Bentonit termasuk mineral yang memiliki gugus aluminosilikat. Unsur-unsur kimia yang terkandung dalam bentonit ditunjukkan pada Tabel 2 dan hasil menunjukkan bahwa bentonit Lokal memiliki kandungan senyawa kimia CaO (Calsium) (5,9%) yang lebih tinggi dibandingkan dengan Na₂O (Natrium) (1,5%), dinyatakan bahwa bentonit lokal ini memiliki basis Calsium yang lebih besar.

Tabel 2. Kandungan Unsur Kimia yang Terkandung pada Bentonit

Senyawa	Natrium Bentonit (%)	Kalsium Bentonit (%)
---------	----------------------	----------------------

Senyawa	Natrium Bentonit (%)	Kalsium Bentonit (%)
SiO ₂	61,3-61,4	62,12
Al ₂ O ₃	19,8	17,33
Fe ₂ O ₃	3,9	5,30
CaO	0,6	3,68
MgO	1,3	3,3
Na ₂ O	2,2	0,3
K ₂ O	0,4	0,33
H ₂ O	7,2	7,22



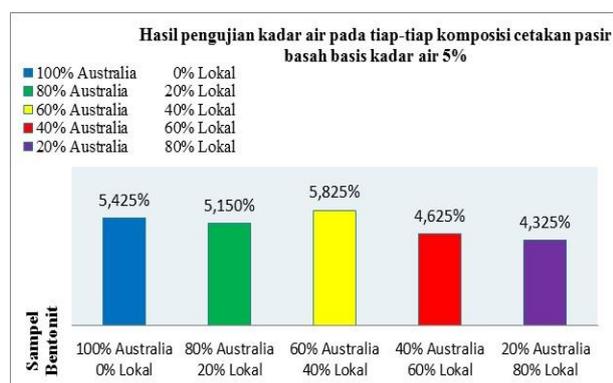
Gambar 6. Grafik Pengujian XRD (X-Ray Diffraction) Bentonit Australia

Pada Gambar 6 bentonit Australia setelah diuji memiliki beberapa senyawa kimia yang terkandung seperti O₂Si Quartz (35,2%), Al₂O₃ aluminium oxide corundum (17,9%), H₂O Dihydrogen oxide (16,6%), MgO Periclase (10,2%), Fe₂O₃ (6,3%), K₂O dipotassium oxide (5,6%), Na-Sodium (4,7%) dan CaO Lime (5,9%). Bentonit tergolong mineral yang mempunyai gugus alumino-silikat. Unsur-unsur pada kimia yang tertera pada bentonit ditunjukkan pada Tabel 3. Pada hasil menunjukkan bahwa bentonit Australia memiliki kandungan Na-Sodium (Natrium) (4,7%) lebih tinggi dibandingkan dengan CaO Lime (Calsium) (5,9%), dinyatakan bahwa bentonit Australia ini memiliki basis Natrium yang lebih besar. Perbandingan pada hasil data grafik pada pengujian XRD bentonit Lokal memiliki kandungan senyawa kimia CaO (Calsium) (5,9%) yang lebih tinggi dibandingkan dengan Na₂O (Natrium) (1,5%) yang mana kandungannya lebih rendah, dinyatakan bahwa bentonit lokal ini memiliki basis Calsium yang lebih besar. Pada hasil data grafik pengujian XRD bentonit Australia memiliki kandungan senyawa kimia Na Sodium (Natrium) (4,7%) lebih tinggi dibandingkan dengan CaO Lime

(Calsium) (3,5%) yang lebih rendah, dinyatakan bahwa bentonit Australia ini memiliki basis Natrium yang lebih besar. Pada dua jenis bentonit di alam, di antaranya natrium bentonit dan kalsium bentonit. Natrium bentonit memiliki lebih banyak ion Na^+ daripada ion Ca^{2+} (Buchari *et al.*, 1996).

Pengujian Kadar Air

Penelitian yang dilakukan pada pengujian kadar air untuk komposisi cetakan pasir basah memiliki beberapa hasil dan kandungan yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 7. Peneliti menetapkan komposisi campuran cetakan pasir basah sebesar 5% kadar air, diketahui bahwa pada komposisi cetakan pasir basah yang paling mendekati 5% yaitu variasi 80% Australia dan 20% lokal yaitu 5,15% pada variasi ini menunjukkan bahwa saat pengeringan untuk mendapatkan kadar air, terdapat pengeringan beberapa kali setelah 15 menit dan 5 menit pengeringan hingga berat campuran cetakan pasir basah menunjukkan konstan, dan yang paling tinggi variasi 60% Australia dan 40% Lokal yaitu 5,825% pada variasi ini terdapat pengeringan beberapa kali setelah 15 menit dan 5 menit pengeringan hingga berat campuran cetakan pasir basah menunjukkan konstan, dan yang paling kecil variasi 20% Australia dan 80% Lokal yaitu 4,325% pada variasi ini menunjukkan terdapat pengeringan beberapa kali setelah 15 menit dan 5 menit walaupun tidak sebanyak variasi hasil 5,15% dan 5,82% dan untuk variasi campuran yang lain tidak menunjukkan pengeringan tambahan setelah 15 menit dan 5 menit. Nilai rata-rata yang terdapat pada pengujian kadar air yaitu sebesar 5,07%.



Gambar 7. Hasil Pengujian Kadar Air pada Komposisi Cetakan Pasir Basah

Kemudian hasil 5 variasi ini yang memiliki jarak antara 4,32% sampai dengan 5,82% dikuatkan lagi menurut SNI bahwa masih dalam standar, kadar air

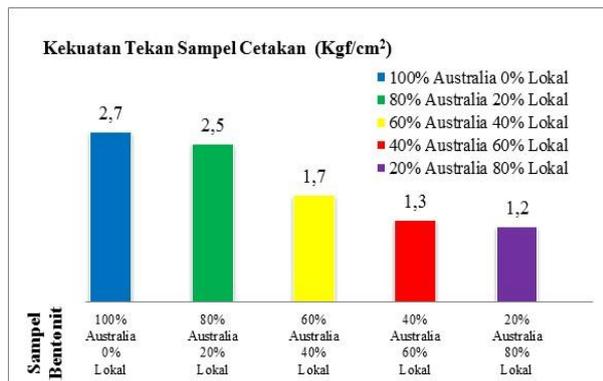
standar dalam pasir cetak adalah 3 s/d 6% (SNI 15-0312-1989) (Desiana, 2012), disimpulkan bahwa masih dalam kriteria pasir cetak basah. Berdasarkan referensi dari buku "Petunjuk Praktis Teknologi Pengecoran Besi Tuang" disebutkan bahwa kadar air ideal untuk cetakan pasir basah coran sedang dengan pembuatan cetakan dengan pembuatan tangan berkisar antara 4,5 – 6,0 % (Tim Penulis BBLM, 2006), dibandingkan dengan data penelitian ini bahwa lebih bagus karena nilai yang didapat memenuhi kriteria pembuatan cetakan pasir basah.

Pada hasil 5 variasi ini yang memiliki jarak antara 4,32% sampai dengan 5,82% salah satunya nilai kadar air pada 5%. Pada penelitian menunjukkan bahwa Varian kadar air 5% dapat digunakan namun memunculkan sedikit hambatan yang tidak bersifat fatal terhadap coran. Varian 5% cenderung mudah retak di permukaan luar (Widayat, 2014). Pada penelitian lain menyatakan bahwa dengan kadar bentonit 10%, kadar air 5%, dan komposisi pasir tanjung bintang 50% memiliki porositas yang paling rendah yaitu sebesar 5,08% (Hendronursito, 2016).

Pengujian Kekuatan Tekan

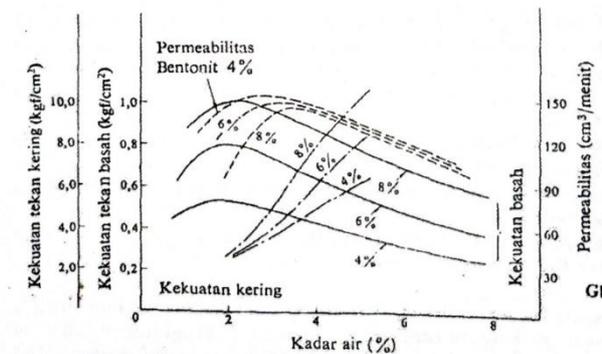
Pada pengujian kekuatan tekan ini, di lapangan spesimen dibuat 2 spesimen supaya bisa terlihat jelas hasil bagus atau tidaknya dengan parameter yang sama yaitu waktu *curing* (pengeringan) tetap 1 jam dan juga mengantisipasi gagal pada spesimen yang pertama untuk hasil ditunjukkan pada Gambar 8. Dalam tiap-tiap bertambahnya bentonit untuk pasir cetak basah di peroleh hasil pada kekuatan tekan yang beragam. Pada sampel bentonit 100% Australia dan 0% Lokal menempati kekuatan tekan yang paling besar yaitu 2,7 Kgf/cm^2 . Pada variasi campuran cetakan pasir basah ini memiliki hasil yang lebih padat, serta memiliki permukaan yang halus karena hanya memiliki bentonit Natrium yang terkandung dalam cetakan dan pada sampel bentonit 20% Australia dan 80% Lokal menempati kekuatan tekan yang paling rendah yaitu 1,2 Kgf/cm^2 . Pada variasi ini menunjukkan variasi campuran cetakan pasir basah ini memiliki hasil yang kurang kuat dan permukaan terkesan kasar karena bentonit lokal yang berbasis Calsium banyak terkandung dalam cetakan ketimbang bentonit Australia. Pada hasil diatas kekuatan tekan yang terkecil yaitu 1,2 Kgf/cm^2 sampai yang terbesar yaitu 2,7 Kgf/cm^2 .

Nilai rata-rata yang terdapat pada pengujian kekuatan tekan yaitu sebesar 1,88 Kgf /cm².



Gambar 8. Hasil Grafik Pengujian Kekuatan Tekan dengan Tiap-Tiap Komposisi Pada Cetakan Pasir Basah

Dengan kelebihan kadar air, kekuatan tekan akan meningkat karena rapatnya pada rongga-rongga pada butiran pasir yang diikat oleh bentonit yang diberi air, tapi seiring penambahan air kekuatan tekan akan maksimal kemudian selanjutnya akan menurun karena rongga-rongga dipenuhi bentonit yang mengembang menutupi butiran pasir sehingga bersifat rapuh pada pasir cetak basah, Jika kekurangan kadar air bentonit yang berfungsi sebagai pengikat kurang maksimal karena bentonit tidak mengembang sepenuhnya untuk mengikat butiran pasir, sehingga dapat menurunkan hasil pada kekuatan tekannya.



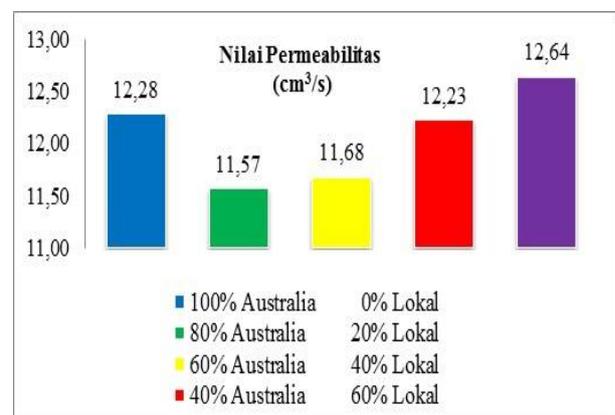
Gambar 9. Pengaruh Air dan Bentonit pada Pasir Diikat Bentonit (Surdia dan Chijiwa, 2006)

Seiring kekurangan air kekuatan tekan akan sangat buruk karena bentonit tidak akan mengembang dan rongga-rongga butiran pasir akan semakin banyak celah dan bersifat sangat rapuh dan mudah hancur sehingga sangat tidak cocok untuk digunakan, maka dari itu perlu menentukan nilai kadar air terhadap kekuatan tekan yang optimal agar hasil sesuai dan baik.

Dibuktikan dengan pernyataan oleh (Surdia dan Chijiwa, 2006), dengan grafik pengaruh air dan bentonit pada pasir diikat bentonit ditunjukkan pada Gambar 9.

Pengujian Permeabilitas

Pengujian dari aliran gas (permeabilitas) pada standar AFS digunakan oleh alat *permeability meter* ditunjukkan pada Gambar 10. Untuk mendapatkan perbedaan tekanan dan waktu yang mana dibutuhkan untuk melewati 2000 cc udara, cara membuat spesimen mengacu pada standart (*American Foundry Society*) AFS 5222-13-S, spesimen memiliki bentuk tabung dengan dimensi Ø2 in x 2 in di Balai Besar Logam dan Mesin (BBLM).



Gambar 10. Hasil Pengujian Permeabilitas Pada Tiap-Tiap Komposisi Cetakan Pasir Basah

Diketahui bahwa pada nilai grafik diatas menunjukkan hasil nilai pengujian permeabilitas tertinggi di peroleh oleh variasi 20% Australia dan 80% lokal dengan nilai 12,64 cm³/s, sedangkan yang terendah di peroleh pada variasi 80% Australia dan 20% Lokal dengan nilai 11,57 cm³/s. Nilai rata-rata yang terdapat pada pengujian permeabilitas yaitu sebesar 12,08 cm³/s. Dalam Keberhasilan mendapatkan hasil pengecoran yang tepat sangat ditentukan pada hasil kekuatan tekan dan hasil permeabilitas yang tepat (Kusuma, 2012). Nilai standar disebutkan bahwa kekuatan tekan ideal untuk cetakan pasir basah coran sedang dengan pembuatan cetakan menggunakan tangan berkisar sebesar 80 – 120 (Tim Penulis BBLM, 2006), perbedaan nilai terjadi karena adanya bentonit yang mengembang karena menyerap air, sehingga bisa menutup saluran udara yang tersedia sehingga permeabilitas cenderung lebih rendah.

Menurut peneliti dengan kelebihan kadar air, permeabilitas akan menurun karena pada rongga-rongga dipenuhi oleh bentonit yang mengembang sehingga sulitnya udara keluar pada celah-celah rongga, jika seiring penambahan kadar air permeabilitas akan semakin buruk, karena sangat sulit udara untuk keluar atau hampir udara tidak bisa keluar sama sekali sehingga mengakibatkan cacat coran jika digunakan. Jika kekurangan kadar air bentonit yang berfungsi sebagai pengikat tidak terlalu mengembang sehingga memberikannya banyak celah udara untuk bisa keluar dari rongga-rongga pasir cetak basah. Seiringnya kekurangan air nilai permeabilitas akan tinggi karena rongga-rongga pada pasir cetak basah akan sangat banyak celah yang longgar dan udara akan sangat bebas untuk bisa keluar, maka dari itu perlu menentukan nilai kadar air terhadap permeabilitas yang optimal agar hasil sesuai dan baik. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Astika, (2010) menjelaskan apabila kadar air yang bertambah, kekuatan dan permeabilitasnya akan bertambah atau naik sampai pada titik maksimal dan kemudian apabila kadar airnya bertambah terus maka kekuatan tekan dan permeabilitasnya akan menurun, hal ini dikarenakan ruangan antara butir – butir pasir ditempati oleh bahan pengikat yang kelebihan air sehingga kemampuan alir udara sulit untuk keluar.

KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini yaitu hasil pengujian rata-rata distribusi ukuran besar butir pasir silika adalah 37,6 GFN, hasil pengujian XRD (X-Ray Diffraction) pada bentonit Lokal mempunyai kandungan senyawa Kalsium yang lebih besar sementara untuk bentonit Australia mengandung senyawa Natrium yang lebih besar. Hasil pengujian kadar air diperoleh nilai kadar air yang paling rendah pada yaitu komposisi 20% Australia dan 80% Lokal sebesar 4.325% dan nilai kadar air yang tertinggi yaitu pada komposisi 60% Australia dan 40% Lokal sebesar 5.825%. Di dapatkan nilai rata-rata keseluruhan yang terdapat pada pengujian kadar air yaitu sebesar 5,07%.

Hasil pengujian kekuatan tekan didapatkan nilai kekuatan tekan yang paling rendah yaitu pada komposisi 20% Australia dan 80% Lokal sebesar 1,2 Kgf /cm² dan nilai kekuatan tekan yang paling tinggi yaitu pada komposisi 100% Australia dan 0% Lokal sebesar 2,7 Kgf /cm². Di dapatkan nilai rata-rata keseluruhan yang terdapat pada pengujian kekuatan tekan yaitu sebesar 1,88 Kgf /cm². Hasil

pada pengujian permeabilitas didapatkan nilai permeabilitas yang paling rendah yaitu pada komposisi 80% Australia dan 20% Lokal sebesar 11,57 cm³/s dan nilai permeabilitas yang paling tinggi yaitu pada komposisi 100% Australia dan 0% Lokal sebesar 2,7 cm³/s. Di dapatkan nilai rata-rata yang terdapat pada pengujian permeabilitas yaitu sebesar 12,08 cm³/s.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, P. (2018). Pengaruh Kadar Air Pada Pasir Cetak Mikro dan Kekerasan Pengecoran Aluminium Bekas. <https://lib.unnes.ac.id/36146/>
- Anggara, F., Amijaya, D. H., Harijoko, A., Tambaria, T. N., Sahri, A. A., & Asa, Z. A. N. (2018). Rare earth element and yttrium content of coal in the Banko coalfield, South Sumatra Basin, Indonesia: Contributions from tonstein layers. *International Journal of Coal Geology*, 196(July), 159–172. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2018.07.006>
- Asnawi Gani, T. (2006). Petunjuk Praktis Teknologi Pengecoran Besi Tuang. *Cetakan III, Balai Besar Logam dan Mesin (BBLM). Bandung.*
- Astika, I. M., Negara, DNK ; Susanti, Made Agus. 2010. Pengaruh Jenis Pasir Cetak dengan Zat Pengikat Bentonit Terhadap Sifat Permeabilitas dan Kekuatan Tekan Basah Cetakan Pasir (Sand Casting). *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra*. Vol. 4 No.2 (132-138).
- Bahrudin, F., Harjanto, B., & Saputro, H. (2020). Pengaruh Variasi Penambahan Fly Ash & Bentonit Terhadap Sifat Pasir Cetak Dan Cacat Gasholes Pada Hasil Pengecoran Logam Aluminium. 8(2), 53–61.
- BBLM-JICA. Petunjuk Praktis Teknologi Pengecoran Besi Tuang. *Cetakan III, Januari 2006, Bandung*
- Bhirawa, W. T. (2021). Proses Pengecoran Logam Dengan Menggunakan Sand Casting. *Jurnal Teknik Industri*, 4(1), 31–41. <https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jtin/article/view/826>
- Buchari, B., & Harsini, M. (1996). Karakterisasi Bentonit Pacitan. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 6(1-2).
- Cao, C. Y., Meng, L. K., & Zhao, Y. H. (2014). Adsorption of phenol from wastewater by organo-bentonite. *Desalination and Water*

- Treatment*, 52(19–21), 3504–3509. <https://doi.org/10.1080/19443994.2013.803649>.
- Desiana, S. (2012). Pengaruh Variasi Waterglass Terhadap Kadar Air Dan Kadar Lempung Pada Pasir Cetak. Skripsi. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Haryanto, M. A. (2015). Analisis Pengaruh Variasi Ukuran Butir dan Kadar Pengikat terhadap Kekuatan Tekan Cetakan Pasir. (Doctoral dissertation). Universitas Muhammadiyah Jember.
- Hendronursito, Yusup; Prayanda, Yogi, (2016). Potensi Pasir Lokal Tanjung Bintang Pada Aluminium Sand Casting Terhadap Porositas Produk Hasil Cor Aluminium. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*. Vol. 1 No. 2 (60-68).
- Jamaluddin. K. 2010. X-RD (X-Ray Diffraction). Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Haluleo.
- Karimi, L., & Salem, A. (2011). The role of bentonite particle size distribution on kinetic of cation exchange capacity. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 17(1), 90–95. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2010.12.002>
- Kusuma, G. T. (2012). Studi Penambahan Bentonit Pada Pasir Cetak Basah Terhadap Permeabilitas Dan Kekuatan Tekan. *Skripsi*, 6–8.
- Le, Z., & Shi, L. (2012). The effect of copper chloride on the surface of bentonite in adsorption of propylmercaptan. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects*, 34(13), 1231–1237. <https://doi.org/10.1080/15567031003792387>
- Muttahar, M. I. Z., Djuanda, D. R., Afrilinda, E., & Supriyadi, S. (2022). Karakterisasi Sifat Fisik Bentonit Riau melalui Metode Pengujian Distribusi Ukuran, Swelling Index, Pengukuran pH, dan Methylene Blue Value. *Metal Indonesia*, 43(2), 90–95.
- Nandagopal, M., Sivakumar, K., Velmurugan, S., Durairaj, R. B., & Mageshwaran, G. (2020). Multi-objective optimization of western bentonite (Al₂H₂Na₂O₁₃Si₄)-blended green sand casting process parameters to improve mould quality. *Transactions of the Canadian Society for Mechanical Engineering*, 45(1), 110–119.
- Nugroho, A., & Rusiyanto, R. (2018). Analisis Program Pelatihan Alat Pelindung Diri (APD) Pada Pekerja Pengecoran Logam di Lingkungan Koperasi Rakitan Rakyat Tegal. *SNKPPM*, 1(1), 1–4.
- Ridwan. (2019). Pengolahan Dan Karakterisasi Bentonit Alam Aceh Sebagai Pengisi Bionanokomposit Poli Kaprolakton /Poli Asam Laktat/Kitosan. *Disertasi Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. Universitas Sumatera Utara.
- Slamet, S. (2015). Komposisi Distribusi Butir Pasir Cetak Terhadap Tingkat Produktifitas Akibat Cacat Produk Cor (Studi Kasus di IKM Budi Jaya Logam Kecamatan Juwana–Pati). *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1).
- Sulardjaka, A. Suprihanto, Y. U. dan P. W. (2010). Analisis Cacat Cor Pada Proses Pengecoran Burner Kompur. 27–33.
- Surdia, T & Chijiwa, K. 2006. Teknik pengecoran logam. PT Pradnya Paramita. Jakarta 13140.
- Tantawi, M. Amrullah Sayid. 2017. Pengaruh Cetakan Pasir Silika dengan Zat Pengikat Bentonit pada Pengecoran Kuningan Terhadap Cacat Coran, Struktur Mikro, dan Kekerasan.
- Utomo, C., & Patna Partono, S. T. (2017). Perencanaan dan pembuatan dies permanent mold pengecoran logam dengan material besi cor ductile (FCD). (Doctoral dissertation). Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Widayat, Widi; Budiyono, Aris, (2014). Pengaruh Kadar Air Pasir Cetak Terhadap Kualitas Coran Paduan Aluminium. *Jurnal Kompetensi Teknik*. Vol. 6, No.1.