



Pengaruh Rasio Penggunaan Pasir Baru dengan Pasir Bekas Terhadap Kadar Abu / *Lost On Ignition* (LOI) dan Kekuatan Tarik Pasir pada Cetakan Pasir Kering

Rima Himmaniyatul Fiyana¹, Muthia Putri Darsini Lubis², Hizkia Alpha Dewanto^{3*}

¹Materials and Metallurgical Engineering, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan. Email: 06161062@student.itk.ac.id

²Materials and Metallurgical Engineering, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan. Email: muthia_lubis@lecturer.itk.ac.id

^{3*}Materials and Metallurgical Engineering, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan. Corresponding email: hizkia.ad@lecturer.itk.ac.id

Abstract

This research explores the possibility to reuse casting sand for metal castings. The ratio of new and used casting sand for this research are 100:0, 70:30, 50:50, and 30:70. According to the American Foundry Society (AFS), the sand mould must pass standards before casting can be done through the Lost on Ignition (LOI) and Tensile Strength tests on the sand mould. The amount of LOI increases along with the amount of reclaimed sand used as a result from Lost On Ignition (LOI) tests on the mould with 0.18%, 0.79%, 1.99%, and 2.16% percentage for each ratio. The increase also happens in tensile strength tests with values of 39.30 N/cm², 59.58 N/cm², 60.42 N/cm², and 62.21 N/cm² for each ratio. This is caused by the use of used sand from the casting process which has been mixed with impurities from the previous casting process. The increase in tensile strength value is influenced by size distribution of sand particles that have influenced the sand mould density. By using used sand, production costs can be reduced by 23.30% of the ratio of new sand to used sand at 30:70. This can reduce used sand waste (reduce the amount of sand that is disposed of) and also reduce the cost of removing sand in the metal casting industry.

Keywords : Mould, New Sand, Used Sand, Metal casting

Abstrak

Penelitian ini meninjau kemungkinan penggunaan kembali pasir cetak untuk pengecoran logam. Rasio pasir baru dan pasir bekas yang digunakan dalam penelitian ini adalah 100:0, 70:30, 50:50, dan 30:70. Berdasarkan American Foundry Society (AFS), cetakan pasir harus memenuhi persyaratan sebelum dilakukan pengecoran dengan melakukan beberapa pengujian pada cetakan kering yaitu uji kadar abu / lost on ignition (LOI) dan uji kekuatan tarik pasir. Hasil penelitian pengujian kadar abu (LOI) terjadi kenaikan seiring dengan banyaknya penggunaan pasir bekas pada cetakan yaitu sebesar 0,18%, 0,79%, 1,99%, dan 2,16%. Peningkatan ini juga terjadi pada pengujian kekuatan tarik pasir yaitu sebesar 39.30 N/cm², 59.58 N/cm², 60.42 N/cm², and 62.21 N/cm². Hal ini disebabkan karena penggunaan pasir bekas dari proses pengecoran yang telah tercampur oleh pengotor dari proses pengecoran sebelumnya. Kenaikan nilai kekuatan tarik pasir dipengaruhi oleh penggunaan distribusi ukuran butir.

Kata kunci : cetakan, pasir baru, pasir bekas, pengecoran logam

1. Pendahuluan

Teknik pengecoran logam sudah diterapkan sekitar tahun 4.000 sebelum masehi dimulai dengan membuat perhiasan dari emas atau perak dengan proses tempaan dan membuat senjata dengan penempaan tembaga, kemudian tembaga dicairkan untuk dibuat perunggu pertama kalinya di Mesopotamia sekitar 3.000 tahun sebelum masehi. Seiring berjalannya waktu dan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, metode yang digunakan untuk teknik pengecoran logam pun semakin banyak (Surdia, 2013). Pengecoran (*casting*) merupakan proses dimana logam dipanaskan sampai mencair, kemudian dituangkan kedalam cetakan yang selanjutnya dibiarkan beberapa saat agar logam tersebut membeku sesuai dengan bentuk cetakannya (shakravarti, 2017).

Ada dua macam proses pengecoran yaitu *traditional casting* dan *contemporary casting*. Pengecoran juga diklasifikasikan berdasarkan umur cetakan yaitu pengecoran dengan sekali pakai (*expendable mold*) dan pengecoran dengan cetakan permanen (*permanent mold*). Pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir (*sand casting*) termasuk dalam *expendable mold*, karena cetakan hanya dapat digunakan untuk satu kali pengecoran saja kemudian cetakan harus dirusak untuk mengambil produk coran. *Sand casting* masih sering digunakan karena mudah dalam pembuatan cetakan sehingga menghemat waktu produksi, memiliki permeabilitas yang baik, dan dapat digunakan untuk membuat produk yang rumit dan berukuran besar (Qohar, 2017). *Sand casting* merupakan teknik pengecoran logam tertua di dunia dan masih digunakan sampai sekarang (Surdia, 2013).

Menurut (Andoko dkk, 2017) *sand casting* merupakan salah satu proses pengecoran logam yang paling sering digunakan karena biaya produksi yang rendah, dapat digunakan kembali, memiliki ketahanan terhadap panas, mudah dalam pengoperasiannya, dan hasil produk pengecoran yang baik. Selain itu ada kekurangan yang dimiliki yaitu untuk produk yang sifatnya permintaan khusus dari konsumen maka dibutuhkan waktu yang lama dan biaya yang tidak sedikit untuk jumlah satuan barangnya, membutuhkan volume logam cair yang lebih dari volume benda sebenarnya, bentuk yang dihasilkan terkadang tidak presisi, dan banyak limbah dari sisa produk yang diproduksi.

Cetakan pasir merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam *sand casting*, karena kualitas cetakan pasir dapat mempengaruhi kualitas hasil produk cor. Terjadinya cacat pada produk seperti inklusi pasir diakibatkan karena rendahnya kekuatan mekanis dari pasir cetak sehingga ketika logam dituang, pasir cetak tidak mampu menahan logam cair yang masuk sehingga ikut terkikis dan larut dalam logam cair. Kekuatan pasir dipengaruhi oleh ukuran butir dan persentase bahan pengikat (Devianty, 2014). Cetakan pasir cetak dibagi menjadi dua, yaitu cetakan basah (*green sand casting*) dan cetakan pasir kering (*dry sand casting*). *Green sand casting* menggunakan campuran pasir dan pengikat berupa tanah liat / bentonit sesuai dengan *presentase* yang diinginkan. Sedangkan *dry sand casting* menggunakan campuran pasir dan pengikat yang kemudian dikeringkan dalam oven atau dengan bantuan panas yang lainnya sehingga pasir tersebut dalam keadaan kering. Tujuan pengeringan cetakan yaitu memperkuat cetakan dan mengeraskan permukaan rongga cetakan (Qohar, 2017).

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh (Slamet dan Qomaruddin, 2016), mengungkapkan bahwa dengan membandingkan produk cor yang menggunakan pasir silika sintetis dan pasir silika daur ulang dengan penguat senyawa resin (campuran tar dan fenol dengan perbandingan 70% : 30%) didapatkan bahwa dengan penambahan resin alami melalui daur ulang pasir bekas inti cor dapat digunakan kembali, karena kekasaran produk tidak termasuk produk *reject* dan dapat dilakukan *finishing*.

Selama ini pasir bekas pengecoran cenderung dibuang karena daya rekat rendah setelah mengalami proses pembakaran. Salah satu faktor penggunaan pasir bekas untuk proses pengecoran yaitu untuk pemanfaatan limbah pasir untuk digunakan kembali pada proses pengecoran dengan memberikan variasi presentase penggunaan pasir baru dengan pasir bekas dan sekaligus mengurangi *cost*. Oleh karena itu, pada penelitian

ini dilakukan penelitian dengan memberikan variasi penggunaan pasir baru dengan pasir bekas untuk mengoptimalkan biaya produksi dan untuk mengetahui hasil produk pengecoran. Dimana pada penelitian ini pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kadar abu / *lost on ignition* (LOI), pengujian kekuatan tarik pasir cetak, serta analisa biaya pengeluaran pasir.

2. Metodologi

2.1 Material

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir baru, pasir bekas, *phenolix urethane no-bake resin XPI* (pepset 01), *phenolix urethane no-bake resin XPII* (pepset 02), dan katalis. Pasir baru merupakan pasir silika khusus untuk pembuatan cetakan sand casting, yang belum pernah digunakan sebelumnya untuk pembuatan pasir cetakan. Sedangkan pasir bekas dalam penelitian ini adalah pasir silika untuk cetakan sand casting, yang sebelumnya telah digunakan dalam keperluan yang sama. Dengan kata lain, pasir bekas merupakan daur ulang dari pasir cetakan *sand casting*, yang dalam penelitian ini disebut sebagai pasir baru. Sementara itu, Pepset 01, Pepset 02, dan katalis merupakan bahan baku untuk campuran pengikat pasir, agar cetakan pasir tidak mudah berubah bentuk saat digunakan sebagai cetakan pengecoran logam.

Adapun kuantitas bahan baku penelitian ini dinyatakan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Bahan baku penelitian

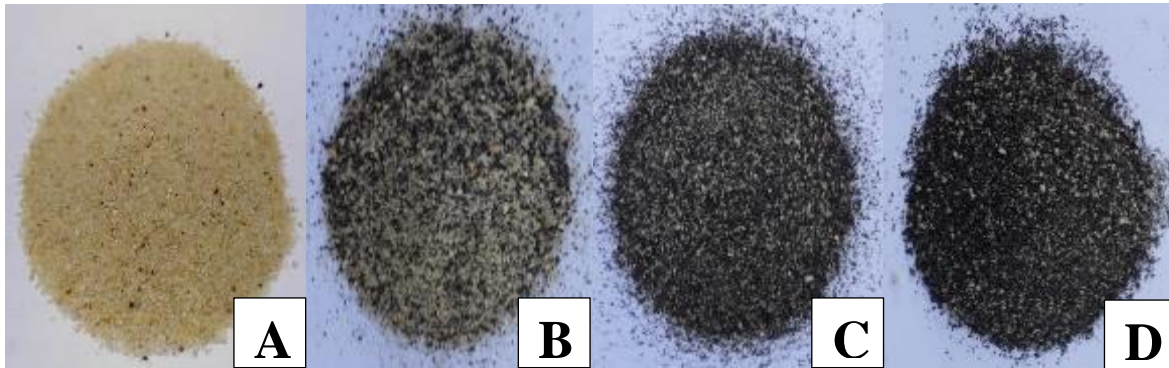
Nama bahan	Kuantitas (gr)
Pasir baru	3100,00
Pasir bekas	3100,00
<i>Pepset 01</i>	42,00
<i>Pepset 02</i>	42,00
Katalis	1,68

2.2 Metode

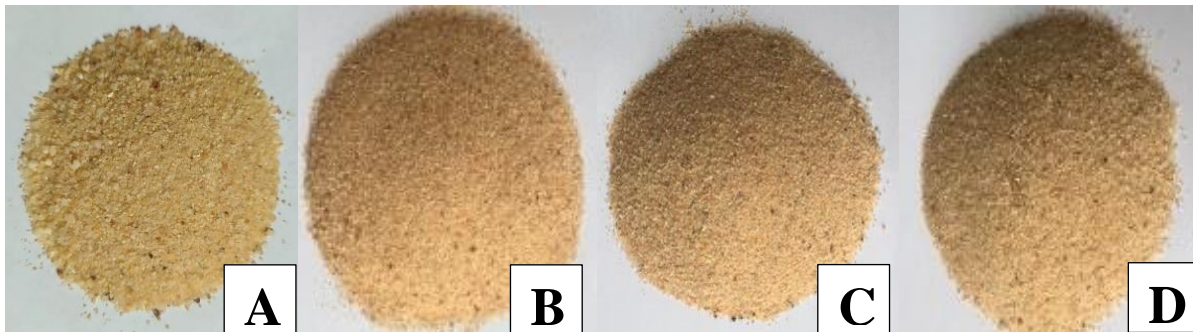
Proses pengujian kadar abu / *lost on ignition* (LOI) dilakukan setelah pencampuran pasir baru dengan pasir bekas sesuai dengan variasi penelitian sebelum diberikan bahan pengikat pada pasir. Pertama, pasir dicampur sesuai dengan variasi penelitian, yaitu rasio penggunaan pasir baru dengan pasir bekas 100:0, 70:30, 50:50, dan 30:70. Kemudian massa cawan kosong (M1) ditimbang. Selanjutnya pasir yang telah dicampurkan sesuai variasi penelitian dimasukkan ke dalam cawan kosong, dan massa total cawan dan pasir diukur (M2). Setelah itu, pasir yang telah dicampurkan sesuai variasi penelitian dipanaskan dalam oven sampai temperatur 105°C dan ditahan selama 2 jam. Kemudian, pasir tersebut dipanaskan kembali dalam *furnace* sampai temperatur 920°C, kemudian temperatur tersebut ditahan selama 2 jam. Setelah itu, sampel pasir dalam cawan tersebut diambil, kemudian didinginkan hingga temperatur ruang. Selanjutnya massa dari pasir yang telah diberikan pemanasan (W3) diukur beserta cawan. Kemudian melakukan perhitungan persentase kadar abu / *lost on ignition* (LOI) pada tiap variasi penelitian dengan persamaan berikut, sesuai standar *American Foundry Society AFS 5100-00-S*.

$$LOI = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100\% \quad (1)$$

Setelah itu pengujian tarik pasir dilakukan, dimana pasir tersebut telah ditambahkan dengan bahan pengikat. Pertama, menyiapkan pasir yang telah dilakukan pencampuran sesuai dengan variasi peneliti-



Gambar 1 Sampel Pasir Sebelum Pengujian LOI dengan Rasio Penggunaan Pasir Baru dengan Pasir Bekas (A) 100:0, (B) 70:30, (C) 50:50, Dan (D) 30:70



Gambar 2 Sampel Pasir Setelah Pengujian LOI dengan Rasio Penggunaan Pasir Baru dengan Pasir Bekas (A) 100:0, (B) 70:30, (C) 50:50, Dan (D) 30:70

an, yaitu rasio penggunaan pasir baru dengan pasir bekas 100:0, 70:30, 50:50, dan 30:70. Selain itu bahan pengikat disiapkan dengan melakukan kalibrasi volume pasir, dimana penggunaan pepset 01 dan pepset 02 pada sampel pasir dengan berat 1,00 kg sebanyak 14,00 gram dari 1,40% berat pasir, dan katalis sebanyak 0,56 gram dari 4% penggunaan pepset 01 dengan pasir. Berikutnya, pasir dicampur dengan bahan pengikat pada tiap variasi penelitian. Campuran pasir dimasukkan kedalam cetakan pasir yang berbentuk “dog bone”, sesuai standar *American Foundry Society* AFS 3301-08-S dan AFS 3342-00-3. Sampel pasir dibuat sebanyak 3 sampel untuk setiap variable rasio pasir lama dan pasir baru. Kemudian sampel pasir dibiarkan dalam udara ruang selama 4 jam. Kemudian sampel pasir dilepas dari cetakan (*mold*) pasir. Kemudian kekuatan tarik pasir diukur.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengujian Kadar Abu / Lost On Ignition (LOI)

Pengujian kadar abu / *lost on ignition* (LOI) dilakukan setelah pencampuran pasir baru dengan pasir bekas sesuai dengan variasi penelitian sebelum diberikan bahan pengikat pada pasir. Berikut merupakan penampakan dari pasir cetak sebelum dan sesudah dilakukannya pengujian LOI dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.

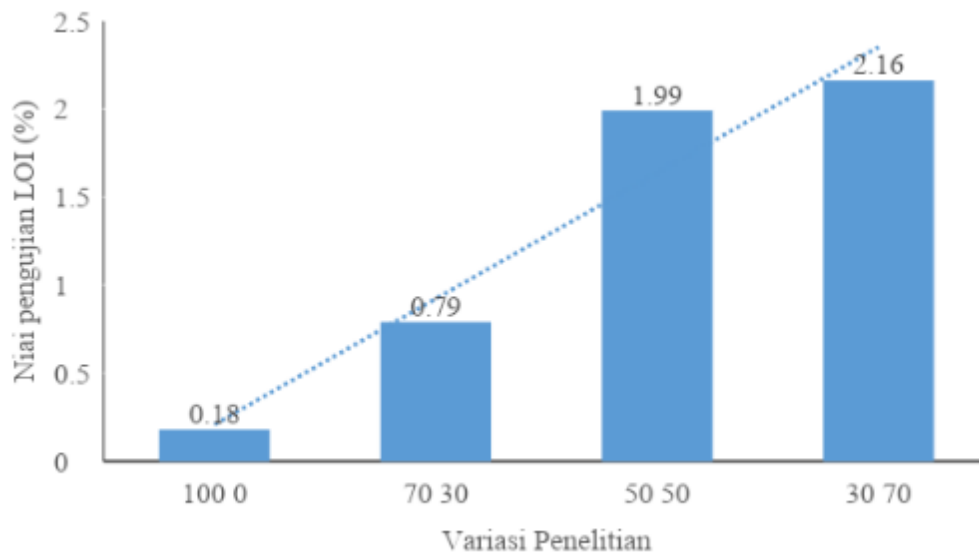
Pada Gambar 1, dapat dilihat bahwa dengan penambahan pasir bekas pada pasir baru untuk pembuatan cetakan pasir terdapat perbedaan warna secara visual. Dimana semakin sedikit penambahan pasir bekas pada pasir baru maka yang terlihat paling dominan adalah pasir baru begitupun sebaliknya. Pasir bekas ini berasal dari limbah pasir cetak yang masih bisa dipakai setelah dilakukan pengecoran sebelumnya. Seperti

yang telah dilansirkan pada penelitian Joseph (2016), bahwa pasir bekas memiliki warna yang lebih gelap dikarenakan pasir tersebut telah menerima panas dari logam cair saat dituangkan pada cetakan. Pasir cetak memiliki warna yang berbeda pada tiap variasi penelitian, apabila setelah dilakukan pengujian LOI maka pasir cetak tersebut memiliki warna yang sama seperti pada Gambar 2. Dalam penelitian January (2015), bahwa pasir silika memiliki warna putih atau bening, namun apabila mengandung zat pengotor Fe oksida maka pasir silika berwarna kuning, sedangkan pasir silika yang mengandung pengotor Cu oksida berwarna merah. Kemudian diperoleh hasil dari pengujian kadar abu / *lost on ignition* (LOI) seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Kadar Abu / *Lost On Ignition* (LOI)

Variasi Rasio Penggunaan Pasir Baru dengan Pasir Bekas	Nilai LOI (%)
100:0	0,18
70:30	0,79
50:50	1,99
30:70	2,16

Berikut merupakan grafik hasil dari penelitian dengan rasio penggunaan pasir baru dan pasir bekas menggunakan pengujian kadar abu / *lost on ignition* (LOI).



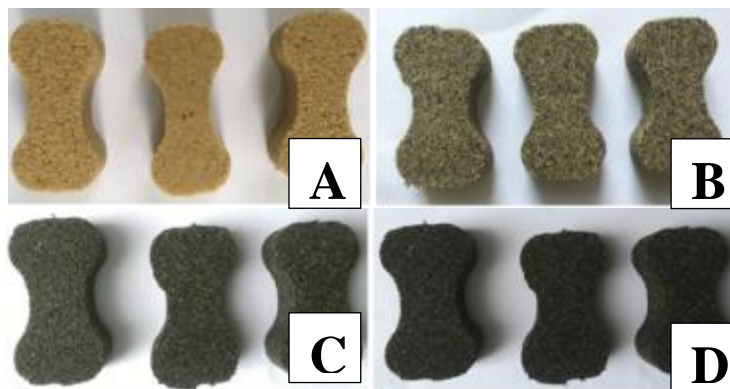
Gambar 3 Grafik Hasil Pengujian Kadar Abu / *Lost On Ignition* (LOI) pada Rasio Penggunaan Pasir Baru dengan Pasir Bekas

Diperoleh grafik pada Gambar 3, dimana nilai pengujian kadar abu / *lost on ignition* (LOI) dengan penggunaan pasir baru 100% sebesar 0,18%, sedangkan rasio penggunaan pasir baru dengan pasir bekas 70:30 adalah 0,79%, 50:50 adalah 1,99%, dan 30:70 adalah 2,16% yang mengalami kenaikan persentase nilai LOI nya seiring dengan semakin banyak penggunaan pasir bekas. Berdasarkan pada penelitian Doloksabiru dan Pratomo (2014), bahwa nilai LOI yang semakin rendah artinya semakin sedikit massa yang hilang setelah dilakukan pemanasan, begitupun sebaliknya. Nilai ini mengidentifikasi persentase pasir yang hilang diakibatkan panas dari logam cair pada saat proses pengecoran. Penggunaan pasir bekas juga mempengaruhi nilai LOI, dimana pasir yang telah mengalami pemanasan akibat dari proses pengecoran sebelumnya terjadi perubahan dimensi / bentuk butir pasir bahkan pengabuan (pasir halus setelah terjadi pembakaran) karena adanya interaksi langsung dengan logam cair. Selain itu pasir bekas juga

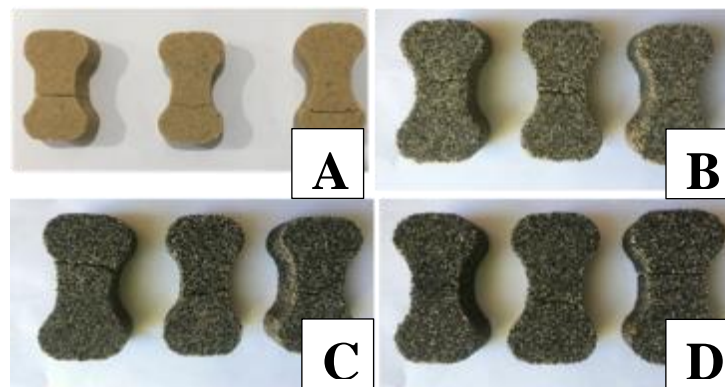
terdapat pengotor hasil dari proses solidifikasi logam cair. Semakin banyaknya pasir halus dan pengotor pada pasir bekas dapat mengakibatkan pasir terikut saat proses penuangan logam cair dalam cetakan pada produk pengecoran yang menyebabkan cacat inklusi pasir. Cacat ini menyebabkan adanya ruang antara butir pasir lebih besar. Ruang antar butir ini mengalami peniupan gas CO₂ kedalam cetakan yang meningkatkan potensi terjadinya penetrasi logam cair dalam cetakan. Selain itu ruang antar butir juga dipengaruhi oleh distribusi ukuran butir pasir. Dilansir dari penelitian Campbell (2015), bahwa pengaruh dari *thermal shock* pada pasir dapat mengubah bentuk kristal pasir silika yang menyebabkan peningkatan fraktur pada butir pasir silika. Oleh karena itu variasi dari hasil penelitian yang telah dilakukan sudah sesuai dengan standar industri pengecoran yaitu kurang dari 3% dan sesuai dengan *American Foundry Society* (AFS).

3.2. Hasil Pengujian Tarik Pasir

Pengujian tarik pasir dilakukan saat pembuatan cetakan coran dimana pasir telah ditambahkan dengan bahan pengikatnya sesuai dengan rasio penggunaan pasir baru dengan pasir bekas. Berikut merupakan penampakan dari sampel sebelum dan sesudah dilakukan pengujian tarik pasir dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4 Sampel Pasir Sebelum Pengujian Tarik Pasir Rasio Penggunaan Pasir Baru dengan Pasir Bekas (A) 100:0 , (B) 70:30 , (C) 50:50, Dan (D) 30:70

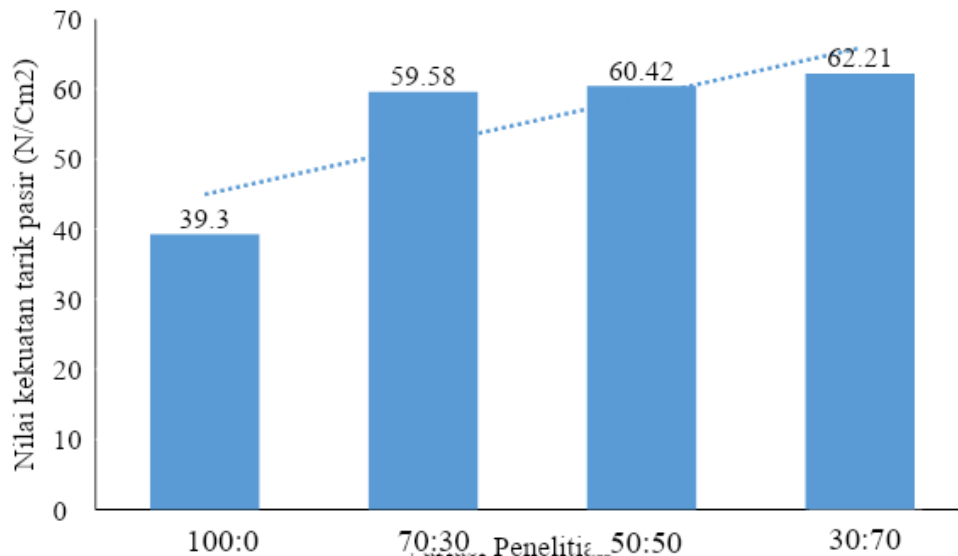


Gambar 5 Sampel Pasir Setelah Pengujian Tarik Pasir Rasio Penggunaan Pasir Baru dengan Pasir Bekas (A) 100:0 , (B) 70:30 , (C) 50:50, Dan (D) 30:70

Tabel 3 Hasil Pengujian Tarik Pasir

Variasi Rasio Penggunaan Pasir Baru dengan Pasir Bekas	Nilai Kekuatan Tarik Pasir (N/Cm ²)			Rata – Rata (N/Cm ²)
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	
100:0	39,00	35,50	43,40	39,30
70:30	50,68	66,19	61,88	59,58
50:50	50,98	62,76	67,52	60,42
30:70	42,19	78,27	66,16	62,21

Berikut merupakan grafik hasil dari penelitian dengan rasio penggunaan pasir baru dan pasir bekas menggunakan pengujian tarik pasir yang telah dilakukan.

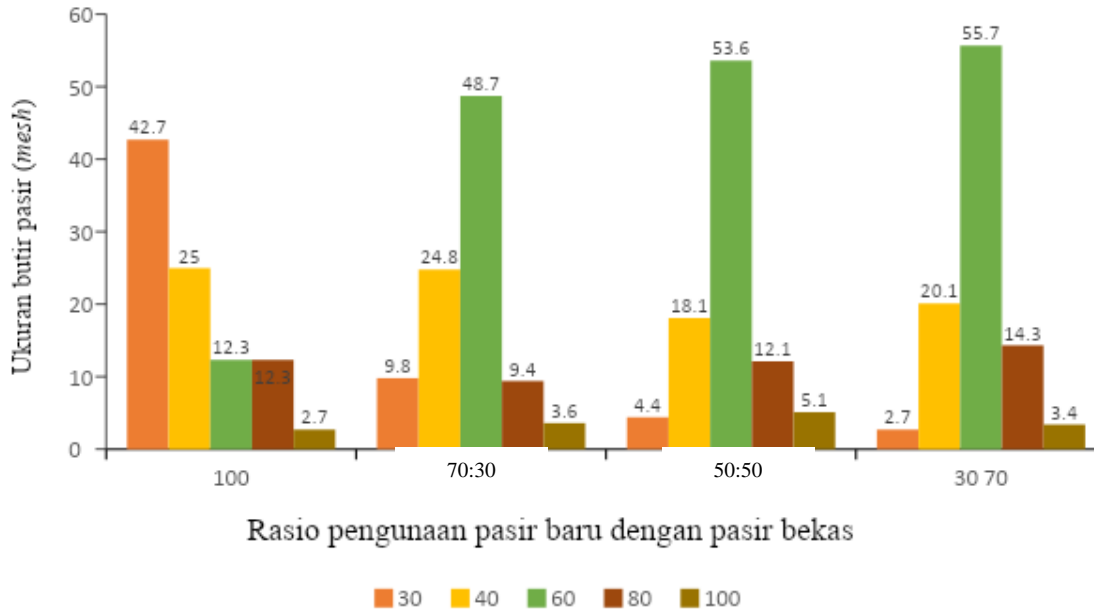


Gambar 6 Grafik Rata - rata Hasil Pengujian Tarik Pasir pada Rasio Penggunaan Pasir Baru dengan Pasir Bekas 100:0, 70:30, 50:50, Dan 30:70

Berdasarkan Gambar 6 diketahui besarnya nilai kekuatan tarik pasir pada tiap variasi penelitian ini telah dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali untuk tiap variasi penelitian tujuannya untuk mengetahui keakuratan data yang telah dilakukan penelitian. Rata – rata nilai pengujian tarik pasir dengan penggunaan 100% pasir baru sebesar 39,3 N/Cm². Sedangkan pada rasio penggunaan pasir baru dengan pasir bekas 70:30 adalah 59,58 N/Cm², 50:50 adalah 60,42 N/Cm², dan 30:70 adalah 62,21 N/Cm². Dari hasil grafik diatas terjadi kenaikan nilai kekuatan tarik pasir seiring dengan penambahan penggunaan pasir bekas. Nilai kekuatan tarik pasir ini sangat layak digunakan karena cetakan tidak mudah hancur terkena aliran logam cair dan memungkinkan penyusutan yang rendah. Hasil dari pengujian kekuatan tarik pasir ini telah sesuai dengan *American Foundry Society* (AFS) atau standar industri pengecoran yaitu 20,00 – 70,00 N/Cm². Nilai kekuatan tarik pasir yang tidak sesuai dikhawatirkan dapat menyebabkan cacat pada produk hasil pengecoran. Saat proses pengecoran, cetakan pasir mengalami beban tarik yang menyebabkan penyusutan logam cair yang berubah fasa menjadi padat (*solid*). Apabila nilai kekuatan tarik rendah, maka saat proses pembekuan (*solidifikasi*) cetakan pasir akan terikut pada produk pengecoran. Hal ini menyebabkan pengujian kekuatan tarik pasir sangat dibutuhkan.

Nilai kekuatan tarik pasir tertinggi terdapat pada rasio penggunaan pasir baru dengan pasir bekas 30:70. Hal ini disebabkan karena banyaknya penggunaan pasir bekas dalam variasi penelitian. Berdasarkan pada

penelitian Doloksaribu dan Pratomo (2014), bahwa distribusi dan bentuk butir pasir mempengaruhi besarnya ruang antar butir. Sehingga dapat menyebabkan terjadinya kepadatan pasir pada cetakan. Berikut merupakan hasil dari distribusi ukuran pasir pada rasio penggunaan pasir baru dengan pasir bekas pada variasi penelitian menggunakan *grain refinery number* (GFN) 20 – 100 mesh seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Ukuran Butir Pasir Terhadap Variasi Penelitian

Diketahui bahwa dari hasil distribusi ukuran pasir pada ukuran mesh 30 mengalami penurunan, sedangkan pada ukuran mesh 60 mengalami peningkatan seiring dengan penambahan pasir bekas dalam variasi penelitian. Dimana telah dilansir pada penelitian Devianty dkk (2014), bahwa ukuran butir pasir memberikan pengaruh terhadap kekuatan tarik cetakan yang dikarenakan ukuran butir pasir berhubungan dengan kepadatan cetakan pasir. Jika butiran pasir cetak kecil maka kekuatan tarik pasir cetak semakin besar. Hal ini disebabkan karena luas bidang kontak antar pengikat pasir semakin besar juga yang menyebabkan kerapatannya tinggi. Begitu juga telah dilansir pada penelitian Sidiqqe (2010), bahwa ukuran dan bentuk butir pasir dapat mempengaruhi aliran, solidifikasi, dan juga kekuatan dari cetakan.

Selain itu juga ukuran butir pasir yang kecil dapat menyebabkan permeabilitas pasir yang kecil. Dimana permeabilitas pasir memiliki hubungan erat dengan keadaan permukaan hasil coran. Apabila permeabilitas pasir kecil dapat menyebabkan udara sulit keluar melalui celah – celah antar butir pasir saat proses penuangan logam cair. Hal ini mengakibatkan udara tersebut terjebak dan berpotensi adanya cacat. Sedangkan permeabilitas cetakan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan logam cair akan meresap kesela – sela antar butir pasir yang mengakibatkan permukaan hasil coran yang kasar karena terjadinya penetrasi (Surdia, 1991).

3.3. Hasil Analisa Biaya pengeluaran Pasir

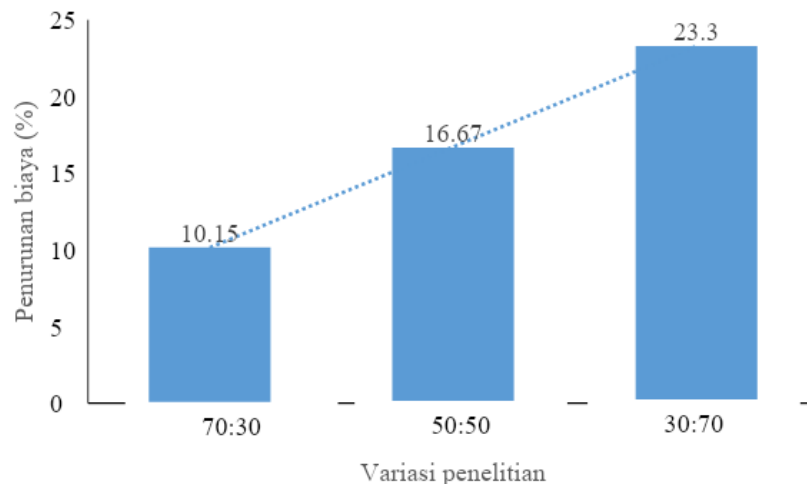
Berikut merupakan biaya pengeluaran pada variasi penelitian yaitu dengan penggunaan campuran pasir baru dengan pasir bekas yang dilakukan pada satu kali cetakan pada proses pengecoran dengan total berat pasir sebanyak 4.4 kg tiap cetakan. Dengan melakukan perbandingan biaya penggunaan 100% pasir baru maka diperoleh grafik biaya pengeluaran seperti pada Tabel 4.

Tabel 4 Biaya Pengeluaran Pasir

Variasi Rasio Penggunaan Pasir Baru dengan Pasir Bekas	Jumlah Biaya Pengeluaran Pasir
100:0	Rp 2.640,00
70:30	Rp 2.372,00
50:50	Rp 2.200,00
30:70	Rp 2.024,00

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan biaya pengeluaran pasir seiring dengan bertambahnya penggunaan pasir bekas. Dimana dengan menggunakan pasir baru 100% maka biaya pengeluaran untuk pembelian pasir sebesar Rp 2.600,00/cetakan. Kemudian pada rasio penggunaan pasir baru 70% dengan pasir bekas 30% diperoleh biaya pengeluaran sebesar Rp2.370,00/cetakan, begitu juga dengan variasi penelitian pada rasio penggunaan pasir baru dengan pasir bekas (50:50) dan (30:70) mengalami penurunan biaya pengeluaran untuk pembelian pasir.

Sesuai dengan Tabel 4 bahwa dengan menambahkan pasir bekas ke pasir baru pada cetakan, selain menurunkan biaya pengeluaran pembelian pasir tetapi juga dapat mengurangi limbah pasir bekas (menurunkan jumlah pasir yang dibuang) yang masih dapat digunakan kembali sesuai dengan *American Foundry Society* (AFS). Semakin banyak penggunaan pasir bekas pada cetakan maka semakin sedikit biaya yang dikeluarkan untuk pasir. Jumlah penggunaan pasir bekas pada campuran pasir baru yang digunakan harus dilakukan penelitian terlebih dahulu, ditakutkan apabila menggunakan pasir bekas yang tidak sesuai dapat menghasilkan kegagalan pada produk hasil pengecoran yang menyebabkan kerugian dari berbagai pihak. Dengan dilakukan penelitian ini diharapkan dalam mengurangi biaya pengeluaran pasir dan memanfaatkan penggunaan kembali pasir bekas yang masih layak pakai di kawasan pabrik pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir.



Gambar 8 Grafik Efisiensi Biaya Pengeluaran Pasir Terhadap Penggunaan 100% Pasir Baru

Dengan adanya penurunan biaya pasir pada variasi penelitian, maka diperoleh nilai efisiensi tiap variasi penelitian dari biaya pengeluaran pada rasio penggunaan pasir baru dengan pasir bekas yang dilakukan perbandingan penggunaan pasir baru 100% dapat ditunjukkan pada Gambar 8.

Semakin banyak penggunaan pasir bekas pada campuran pasir baru maka semakin tinggi pula nilai penurunan biaya untuk pembelian pasir baru. Gambar 8 merupakan grafik efisiensi biaya pengeluaran pasir yang telah dilakukan. Dimana penurunan biaya tertinggi yaitu 23,30% pada rasio penggunaan pasir baru

dengan pasir bekas 30:70 yang dibandingkan dengan rasio penggunaan 100% pasir baru yaitu sebesar 10,15%. Semakin tinggi nilai penurunan biaya pasir baru maka dapat mengefisienkan biaya pengeluaran pasir dari proses pengecoran.

4. Kesimpulan

Terjadi kenaikan persentase nilai kadar abu (LOI) pada rasio penggunaan pasir baru dengan pasir bekas 100:0, 70:30, 50:50, dan 30:70 yaitu 0,18%, 0,79%, 1,99%, dan 2,16%. Kenaikan nilai ini dipengaruhi karena penggunaan pasir bekas yang telah tercampur oleh pengotor dari proses pendinginan. Begitu juga pada pengujian tarik pasir yang mengalami kenaikan kekuatan tarik pasir yaitu 39,30 N/cm², 59,58 N/cm², 60,42 N/cm², dan 62,21 N/cm². Kenaikan ini dipengaruhi distribusi ukuran butir pasir dikarenakan ukuran butir pasir berhubungan dengan kepadatan pasir pada cetakan pasir dan terdapat pengotor hasil dari proses pengecoran sebelumnya. Pemanfaatan limbah pasir bekas pada cetakan pasir dapat mengurangi biaya pengeluaran untuk pembelian pasir yaitu sebesar 23,30% pada rasio penggunaan pasir baru dengan pasir bekas 30:70. Hal ini dapat mengurangi limbah pasir bekas (menurunkan jumlah pasir yang dibuang) dan menurunkan biaya pengeluaran pasir.

Referensi

- Andoko, Riana Nurmalasari., dkk. (2017). The strength of moulding sand consisting of a mixture of bentonite, tapioca flour, and sago flour as a new binder formula to improve the quality of Al-Si cast alloy. *Journal of mechanic engineering science and technology*, Vol 1, No 1.
- Astika, I Made., DNK Putra Negara, Made Agus Susantika. (2010). Pengaruh Jenis Pasir Cetak dengan Zat Pengikat Bentonit Terhadap Sifat Permeabilitas dan Kekuatan Tekan Basah Cetakan Pasir (*Sand Casting*). *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, Vol 4, No 2 : 132 – 138.
- Binoniemi, Benjamin J. (2015). *Loss on ignition using infrared heating. Master's Theses*. 556.
- Devianty, Sella., Ahmad Syuhri., Hari Arbiantara. (2014). Analisa kekuatan tarik dan tekan cetakan pasir akibat kuran butir dan kadar pengikat pasir cetak. *Jurnal ROTOR*, Vol 7, No 2.
- Doloksaribu, Martin., Sri Bimo Pratomo. (2014). Variasi jenis dan Metode Pembuatan Cetakan Pasir Terhadap Cacat Penyinteran untuk Produk *Housing* dan *Frame*. *Jurnal Metal Indonesia*, Vol 36, No 2 : 43 – 47.
- Ekasurya S, Danny. (2014). *Pengaruh Heat Treatment Tempering dengan Variasi Holding Time Terhadap Sifat Mekanik Baja AAR M201 Grade B+*. Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.
- Fahrudin, Achmad.(2015). *Simulasi dan Perbaikan Pengecoran Cetakan Pasir pada Crankshaft Sinjai (Mesin Jawa Timur) Material FCD 600*. Skripsi Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Gautama, Johannes Anhika. (2018). *Pengaruh Anging 140, 160, dan 200 Derajat Celcius Selama 5 Jam Terhadap Sifat Mekanis Aluminium Paduan Tembaga 2.5%*. Skripsi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Sains dan teknologi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- January, Magvira., dan Yuyun Yuniarty., (2015). *Pemurnian Pasir Silika Dengan Metode Sonikasi*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Joseph, Meera K., Farai Banganayi, D Oyombo. (2016). Moulding sand recycling and reuse in small foundries. *Journal Elsevier Procedia Manufacturing* 7 : 86 – 91.

- Kurniawan, Aang., Susilo Adi Widyanto., Yusuf Umardhani. (2013). Pengaruh temperatur cetakan pada cacat visual produk piston dengan metode *die casting*. *Jurnal teknik mesin S-1*, Vol 1 No 3.
- Muttahar, Moch Iqbal Zenal., dkk. (2018). Pengaruh cetakan pasir daur ulang berpengikat *waterglass* terhadap permukaan logam hasil pengecoran. *Jurnal Teknik Mesin Untirta* Vol. Iv, No. 1 :39 – 44.
- Puspitasari, Poppy., Abdurrohma Khafiddin. (2014). Analisis Hasil Pengecoran Logam AL – Si Menggunakan Lumpur Lapindo Sebagai Pengikat Pasir Cetak. *Jurnal Teknik Mesin*, Tahun 22, No 2 : 1 – 11.
- Putra, Nanda Rizki Acmad Diasa., Putut Murdanto, Wahono. (2018). Analisis Sifat Mekanik dan Permeabilitas Pasir Cetak Menggunakan Bahan Campuran Kaolin Pada *Sand Casting*. *Jurnal Teknik Mesin dan Pembelajaran*, Vol 1, No 2 : 1 – 6.
- Qohar, Abdul., I Ketut Gede Sugita, I Putu Lokanta. (2017). Pengaruh Permeabilitas dan Temperatur Tuang Terhadap Cacat dan Densitas Hasil Pengecoran Aluminium Silikon (Al-Si) menggunakan *Sand Casting*. *Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika*, Vol 6, No 1 : 1-6.
- Shakravarti, samir., Swarnendu Senb, Asish Bandyopadhyay. 2017. A Study On Solidification Of Large Iron Casting In A Thin Water Cooled Copper Mould. *Journal of material today*, 4149-4154.
- Suharnadi, Bambang., Nugroho Santoso. (2015). Variasi penambahan fluk untuk mengurangi cacat lubang jarum dan peningkatan kekuatan mekanik. *Jurnal Material Teknologi Proses* (ISSN: 2477-2135), Vol 1, No 1.
- Surdia, Tata. (2013). *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta : Balai Pustaka.
- Surdia, Tata., Kenji Chijiwa. (1982). *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Syah, Kadarisman., Djoko W Karmiadi., Dwi Rahmalina. (2017). Desain gating system dan parameter proses pengecoran untuk mengatasi cacat rongga poros engkol. *Jurnal Teknologi Rekayasa*, Vol. 2, No. 1.
- Tatang T., Roslina., Hafid. (2005). Analisis cacat coran pada produk *fly wheel* hasil proses pengecoran menggunakan cetakan pasir. *Jurnal Metal Indonesia*, Vol 027.
- Undayat, Darma Firmansyah., Cecep Ruskandi., M Nur Hidajatullah. (2018). Perancangan sistem daur ulang pasir pada industri pengecoran logam skala kecil untuk peningkatan efisiensi biaya dan pengurangan limbah. *Jurnal teknologi terapan*, Vol 4 No 1.
- Woods, Kip. (2018). Sand distribution effect on three dimensional printed sand properties. *Electronic Theses and Dissertations*. 534.