

Pengaruh Kadar *Waterglass* Sebagai Bahan Pengikat Cetakan Pasir Kering Dengan Metode CO₂ Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik

^{(1)*} Sumpena, ⁽¹⁾ Wardoyo, ⁽¹⁾ Hb.Sukarjo

⁽¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Proklamasi 45, Jl. Proklamasi No.1, Yogyakarta

*Email: ¹sumpenast@yahoo.co.id

Diterima: 21.05.2021 Disetujui: 29.05.2021 Diterbitkan: 30.05.2021

ABSTRACT

One of the things that greatly influence the results of casting iron casting is the use of printed sand and binding sand binder. One of the chemical binders used in making sand molds is water glass which contains Sodium silicate hydrate so that it will harden after CO₂ gas is drained. Waterglass content in sand molds affects sand permeability and conductivity. This conductivity affects the cooling rate of the molten metal. The cooling rate that occurs in the casting process has an important role in the formation of microstructure, where the microstructure affects the mechanical properties possessed by cast objects. The purpose of this study was to determine the effect of variations in water glass content as a binding agent for dry sand mold with the CO₂ method to the hardness and tensile strength of pulley products. In this study, the sand used was silica sand with a variety of water glass content of 8%, 13%, 18%, 23%, then the mold has flowed with CO₂ gas at a pressure of 1 kgf/cm² for 5 minutes. The composition of the metal liquid used in the manufacture of the specimen is 700 kg initial, 2% carbon and 0.7% silicon. The pouring of metal liquid is carried out using a 17kg capacity ladle at a temperature of around 1300 ° C. The results showed that the highest hardness value in molds with 23% water glass content was 238.7 BHN, and the lowest hardness in molds with 18% water glass content was 200.2 BHN. The highest tensile strength was obtained in molds with 23% water glass content of 163.5 MPa, and the lowest tensile strength in molds with 13% water glass content was 128.28 MPa.

Keywords: Metal casting, silica sand, CO₂, water glass..

ABSTRAK

Salah satu hal yang sangat mempengaruhi hasil pengecoran besi tuang adalah penggunaan pasir cetak dan bahan pengikat pasir cetak. Bahan pengikat kimia yang digunakan dalam membuat cetakan pasir salah satunya adalah *waterglass* yang mengandung *Sodium silicate hydrate* sehingga akan mengeras setelah dialiri gas CO₂. Kadar *waterglass* pada cetakan pasir mempengaruhi permeabilitas dan konduktivitas pasir. Sifat konduktivitas ini mempengaruhi laju pendinginan logam cair. Laju pendinginan yang terjadi pada proses pengecoran mempunyai peranan penting dalam pembentukan struktur mikro, dimana struktur mikro mempengaruhi sifat mekanik yang dimiliki oleh benda cor. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi kadar *waterglass* sebagai bahan pengikat cetakan pasir kering dengan metode CO₂ terhadap kekerasan dan kekuatan tarik produk *pulley*. Pada penelitian ini, pasir yang digunakan adalah pasir silika dengan variasi kadar *waterglass* 8%, 13%, 18%, 23%, kemudian cetakan dialiri gas CO₂ dengan tekanan 1 kgf/cm² selama 5 menit. Komposisi cairan logam yang digunakan dalam pembuatan spesimen adalah 91% tatal, 2% karbon dan 0,7% silikon. Penuangan cairan logam dilakukan menggunakan ladle pada suhu sekitar 1300°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekerasan tertinggi pada cetakan dengan kadar *waterglass* 23% sebesar 238,7 BHN, dan kekerasan terendah pada cetakan dengan kadar *waterglass* 18% sebesar 200,2 BHN. Kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada cetakan dengan kadar *waterglass* 23% sebesar 163,5 MPa, dan kekuatan tarik terendah pada cetakan dengan kadar *waterglass* 13% sebesar 128,28 MPa.

Kata kunci: Pengecoran logam, pasir silika, CO₂, *waterglass*.

I. Pendahuluan

Pengecoran logam merupakan proses manufaktur yang penting di industri logam. Teknologi pengecoran semakin menunjukkan

perkembangan sesuai dengan kebutuhan industri logam itu sendiri. Proses pengecoran masih digunakan sampai sekarang untuk memperoleh bentuk logam sesuai dengan yang diminati. Dalam sistem dan proses pengecoran

tidak lepas dari cetakan. Cetakan inilah yang bisa mempengaruhi logam dari segi kekerasan dan bentuk logam, cetakan yang lazim dipakai sampai sekarang adalah cetakan pasir. Beberapa cetakan pasir dan cetakan tanah mengandung zat pengikat seperti tanah lempung, bentonit dan zat pengikat lainnya (Hamsyah, 2015). Salah satu hal yang sangat mempengaruhi hasil pengecoran besi tuang adalah penggunaan pasir cetak. Pasir cetak yang digunakan dalam proses pengecoran harus mempunyai karakteristik sesuai dengan bentuk benda kerja, dimensi, sifat fisis dan mekanik yang diinginkan. Pasir cetak yang berbeda memiliki bentuk butir, ukuran butir dan komposisi kimia yang berbeda pula. Perbedaan ini berkaitan dengan permeabilitas pasir, kekuatan pasir dan konduktivitas pasir. Konduktivitas pasir ditentukan dari komposisi pasir, ukuran dan bentuk pasir cetak. Sifat konduktivitas ini mempengaruhi laju pendinginan logam cair. Laju pendinginan yang terjadi pada proses pengecoran mempunyai peranan penting dalam pembentukan struktur mikro, dimana struktur mikro mempengaruhi sifat mekanik yang dimiliki oleh benda cor. Permeabilitas pasir sangat dipengaruhi ukuran dan bentuk pasir cetak yang digunakan. Sifat permeabilitas ini akan mempengaruhi pergerakan udara didalam coran. Pergerakan udara di dalam coran sangat mempengaruhi laju aliran logam cair didalam coran sehingga akan mempengaruhi pula pembentukan cacat rongga udara pada hasil coran (Ariawan, dkk. 2005).

Ada berbagai jenis pasir yang digunakan sebagai cetakan dalam industri pengecoran logam. Jenisnya tersebut bergantung pada pengikat yang digunakan dalam pengecoran logam. Secara umum ada dua jenis pengikat pasir yang digunakan dalam industri pengecoran logam. Pengikat kimia dan pengikat lempung yang mengandung bentonit, dan karbon. Salah satu pengikat kimia yang digunakan dalam membuat cetakan pasir adalah *waterglass* yang mengandung *Sodium silicate hydrate* sehingga akan mengeras setelah dialirkan gas CO_2 . Kekerasan yang dihasilkan oleh *waterglass* terhadap cetakan pasir terbilang tinggi dan tak mudah terdeformasi (Muttahar, dkk. 2011).

Cetakan pasir yang digunakan dalam memproduksi *puley* dengan bahan baku FC200 yaitu menggunakan cetakan pasir kering (*dry sand*) dengan metode CO_2 . Pasir yang

digunakan dalam membuat cetakan ini adalah pasir silika dengan bahan pengikat air kaca (*waterglass*). Proses pembuatan cetakan pasir kering (*dry sand*) dengan cara mencampur pasir silika dengan air kaca (*waterglass*), kemudian cetakan pasir dialiri gas CO_2 dengan tekanan $1,0 - 1,5 \text{ kgf/cm}^2$ selama 5 menit. Perbandingan pasir silika dengan air kaca (*waterglass*) dalam membuat cetakan pasir di sebagian industri masih menggunakan perkiraan dan belum ada standar tertentu. Dalam pembuatan cetakan pasir untuk memproduksi *pulley*, biasanya perbandingan pasir silika dengan air kaca (*waterglass*) dalam membuat cetakan pasir yaitu 25:3.

Berdasarkan dari belum adanya standar kadar campuran bahan pengikat air kaca (*waterglass*) dengan pasir silika dalam pembuatan cetakan pasir, maka penulis melakukan penelitian mengenai proses pembuatan cetakan pasir kering (*dry sand*) dengan variabel kadar bahan pengikat air kaca (*waterglass*). Dimana variabel ini yang akan divariasikan sebagai campuran proses pembuatan cetakan pasir kering (*dry sand*). Variasi kadar air kaca (*waterglass*) sebagai bahan pengikat pembuatan cetakan pasir kering (*dry sand*) akan mempengaruhi kekerasan dan kekuatan tarik produk *pulley* dengan bahan baku FC200.

Noor Setyo, 2013 melakukan penelitian berjudul "Pengaruh Bahan Pengikat Cetakan Pasir Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Besi Cor Kelabu" dengan kadar *waterglass* 4%, 7% dan 10%, hasil pengujian kekerasan diperoleh angka kekerasan rata-rata 225 BHN, dan nilai kekuatan tarik rata-rata 320 N/mm^2 . Nurhadi, 2003 dalam penelitiannya yang berjudul "Hubungan Variasi Kadar *Waterglass* dalam Cetakan Pasir Silika terhadap Sikap Mekanik pada Proses Pengecoran Besi Cor Kelabu", dengan kadar *waterglass* 15% dan 25%. Diperoleh hasil pengujian sebagai berikut: nilai kekerasan dengan kadar *waterglass* 15% yaitu 187,33 BHN dan kekuatan tarik $101,31 \text{ N/mm}^2$, sedangkan dengan kadar *waterglass* 25% nilai kekerasan 171,67 BHN dan kekuatan tarik $93,54 \text{ N/mm}^2$. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi kadar *waterglass* sebagai bahan pengikat cetakan pasir kering dengan metode CO_2 terhadap kekerasan dan kekuatan tarik produk *pulley*.

II. Bahan dan Metode

Bahan

Adapun bahan-bahan dan alat-alat yang digunakan untuk kelengkapan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Pasir Silika



Gambar 1. Pasir silika

Pasir silika yang digunakan dalam pembuatan cetakan adalah pasir silika baru yang mempunyai diameter butiran pasir 0,2 mm.

2. Waterglass



Gambar 2. Waterglass

Jenis *waterglass* yang digunakan adalah jenis cair yang disimpan dalam drum khusus.

3. Air

4. Tatal baja karbon rendah



Gambar 3. Tatal baja karbon rendah

Tatal yang digunakan adalah sisa hasil proses pembubutan atau proses *machining* baja karbon rendah yang didapat dari perusahaan lain.

5. Karbon



Gambar 4.. Karbon

Bahan karbon yang digunakan berasal dari arang tempurung kelapa.

Metode

Proses pencampuran *waterglass* dengan air dilakukan dalam bak khusus, yaitu dengan cara:

- Menuangkan *waterglass* dari dalam drum ke dalam ember dan ditimbang menggunakan timbangan gantung mencapai berat 20 kg.
- Menuangkan 20 kg *waterglass* kedalam bak khusus
- Menambahkan air 5 liter kedalam bak khusus yang sudah terisi 20 kg *waterglass*
- Mengaduk campuran *waterglass* dengan air menggunakan balok kayu

Pada penelitian ini variasi kadar *waterglass* dihitung berdasarkan dari berat pasir silika dan masing-masing pasir silika hasil dari pencampuran diletakan pada masing-masing karung ditunjukkan pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1 Variasi kadar *waterglass*

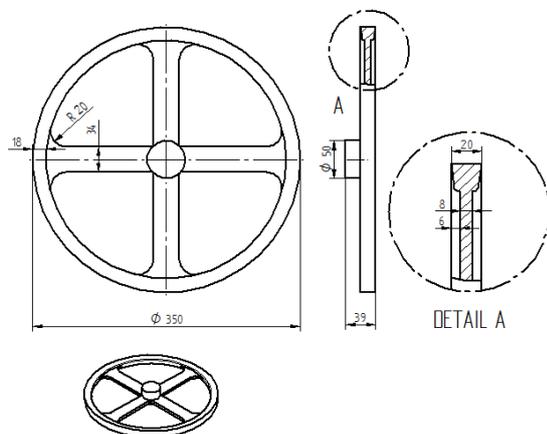
Kode	Berat	Kadar	Berat
	Pasir Silika	Water Glass	Water Glass
A	25 kg	8%	2 kg
B	25 kg	13%	3,25 kg
C	25 kg	18%	4,5 kg
D	25 kg	23%	5,75 kg

Langkah – langkah pencampuran pasir silika dengan variasi kadar *waterglass* (8%, 13%, 18%, 23%) yaitu:

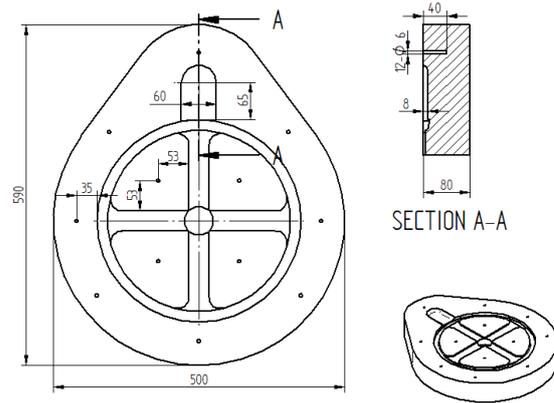
- a) Menimbang *waterglass* dengan masing-masing berat 2 kg, 3,25 kg, 4,5 kg, dan 5,75 kg.
- b) Pasir silika 25kg di tuang pada mesin *mixer* dan ditambahkan dengan 8% atau 2 kg *waterglass* yang sudah dicampur dengan air dan diaduk selama 5 menit dengan mesin *mixer*.
- c) Menuang pasir silika hasil dari proses pengadukan dan diletakan di atas karung.
- d) Pasir silika 25kg di tuang pada mesin *mixer* dan ditambahkan dengan 13% atau 3,25 kg *waterglass* yang sudah dicampur dengan air dan diaduk selama 5 menit dengan mesin *mixer*.
- e) Menuang pasir silika hasil dari proses pengadukan dan diletakan di atas karung.
- f) Pasir silika 25kg di tuang pada mesin *mixer* dan ditambahkan dengan 18% atau 4,5 kg *waterglass* yang sudah dicampur dengan air dan diaduk selama 5 menit dengan mesin *mixer*.
- g) Menuang pasir silika hasil dari proses pengadukan dan diletakan di atas karung.
- h) Pasir silika 25kg di tuang pada mesin *mixer* dan ditambahkan dengan 23% atau 5,75 kg *waterglass* yang sudah dicampur dengan air dan diaduk selama 5 menit dengan mesin *mixer*.
- i) Menuang pasir silika hasil dari proses pengadukan dan diletakan di atas karung.

Proses Pembuatan Cetakan Pasir

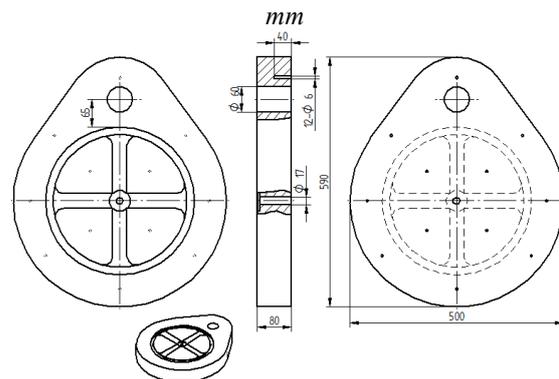
Pola *pulley* untuk membuat cetakan pasir terbuat dari baja yang diproses menggunakan mesin frais, berikut ukuran pola *pulley* dan cetakan pasir ditunjukkan Gambar 5,6 dan 7:



Gambar 5. Dimensi pola pulley dalam satuan mm



Gambar 6. Dimensi cetakan bawah dalam satuan



Gambar 7. Dimensi cetakan atas dalam satuan mm

Langkah – langkah pembuatan pasir cetak yaitu: Melapisi pola dengan *calcium carbonate*, proses pelapisan pola dengan *calcium carbonate* dilakukan menggunakan kuas dan dioleskan secara merata pada pola. Proses pelapisan ini bertujuan agar pola tidak menempel pada pasir cetak saat dilakukan pelepasan pola.



Gambar 8. Proses pelapisan *calcium carbonate* pada pola

Membuat cetakan bawah dengan cara pola diletakan pada pasir silika yang sudah dicampur dengan *waterglass* dan diberi tekanan menggunakan tangan untuk

memadatkan pasir cetak. Membuat lubang diameter 6 mm di permukaan luar cetakan bawah pada cetakan dengan cara menusukan besi berdiameter 6 mm sedalam 40 mm pada cetakan sebanyak 12 lubang yang masing – masing lubang berjarak 50 mm. Pembuatan lubang diameter 6 mm bertujuan untuk mengaliri cetakan dengan gas CO₂.

diam

Proses CO₂ Cetakan Pasir

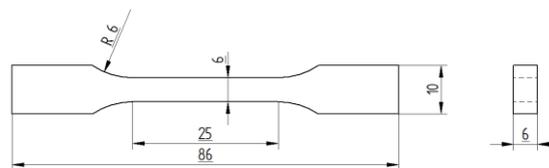
Proses CO₂ bertujuan untuk mengerasakan cetakan pasir, langkah-langkah proses CO₂ cetakan pasir yaitu : membuka keran tabung gas CO₂ secara perlahan sampai regulator menunjukan tekanan 1 kgf/cm² seperti ditunjukkan Gambar 9.



Gambar 9. Tekanan gas CO₂ 14 psi setara 1 kgf/cm²

Memasukan selang tabung gas CO₂ kedalam masing-masing lubang berdiameter 6 mm pada cetakan pasir atas selama 5 menit. Mengulangi langkah pada setiap lubang diameter 6 mm cetakan bawah.

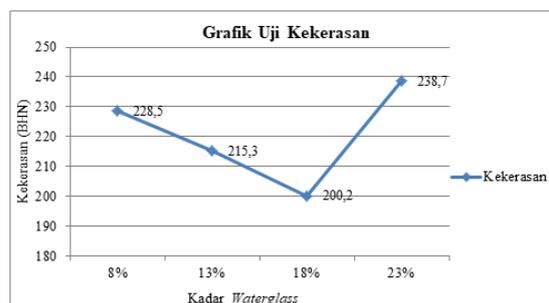
Untuk mengetahui nilai kekerasan produk hasil coran, dilakukan pengujian kekerasan dengan menggunakan alat uji keras *hardness tester Brinell*. Pengujian dilakukan pada 6 titik berbeda secara acak pada masing-masing spesimen. Dari data pengukuran yang diperoleh, kemudian diambil nilai kekerasan rata-ratanya. Untuk pengujian tarik menggunakan metode ASTM E 8M dengan mesin uji tarik. Pengujian ini dilakukan untuk semua spesimen. Pada masing – masing *pulley* dilakukan pengujian tarik 2 kali. Dari data pengukuran yang diperoleh, kemudian diambil nilai kekuatan tarik rata-rata.



Gambar 10. Dimensi spesimen uji tarik

III. Hasil dan Pembahasan

Grafik hasil uji kekerasan *Brinell* spesimen besi cor kelabu FC 200 terhadap variasi kadar *waterglass* ditunjukkan Gambar 11 sebagai berikut:



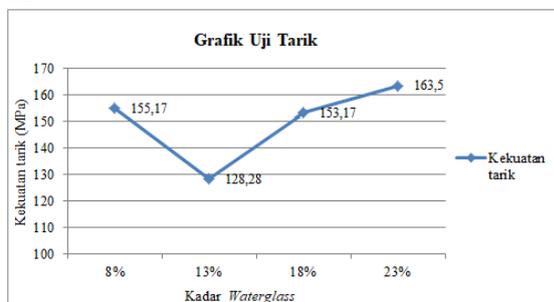
Gambar 11. Grafik pengaruh kadar *waterglass* terhadap nilai kekerasan

Berdasarkan Gambar 11 menunjukkan nilai kekerasan yang diperoleh pada campuran pasir cetak dengan kadar *waterglass* 8% sebesar 228,5 BHN. Pada cetakan dengan kadar *waterglass* 13% nilai kekerasannya sebesar 215,3 BHN berarti mengalami penurunan sebesar 13,2 BHN dari cetakan dengan kadar *waterglass* 8%. Pada cetakan dengan kadar *waterglass* 18% nilai kekerasannya sebesar 200,2 BHN berarti mengalami penurunan sebesar 15,1 BHN dari cetakan dengan kadar *waterglass* 13%. Pada cetakan dengan kadar *waterglass* 23% nilai kekerasannya sebesar 238,7 BHN berarti mengalami peningkatan sebesar 38,5 BHN dari cetakan dengan kadar *waterglass* 18%. Peningkatan nilai kekerasan ini diperkuat dengan penelitian Sera Desiana (2012) yang meneliti variasi kadar *waterglass* terhadap kadar lempung pada pasir cetak. Pada cetakan dengan *waterglass* 0%, 15%, 25% diperoleh nilai kadar lempung berturut-turut 5,44, 12,80, dan 17,68. Semakin tinggi kadar lempung pada pasir cetak, maka kekuatan cetakan pasir naik, sehingga dinding cetakan pasir tidak mudah rontok saat penuangan cairan logam.

Nilai kekerasan pada kadar *waterglass* 8%, 13% dan 18% cenderung menurun

dikarenakan kekuatan cetakan rendah sehingga dinding cetakan rontok saat penuangan logam cair yang mengakibatkan cacat rongga pada hasil pengecoran dan nilai kekerasan hasil coran menurun. Pada cetakan dengan kadar *waterglass* 23% nilai kekerasannya mengalami peningkatan, peningkatan kekerasan ini terjadi karena kekuatan cetakan pasir meningkat sehingga permeabilitas cetakan naik. Penumbukan pasir menggunakan tangan saat membuat cetakan juga mempengaruhi tingkat kepadatan pada masing – masing cetakan dan menyebabkan permeabilitas cetakan berbeda beda.

Hasil uji tarik spesimen besi cor kelabu FC 200 terhadap variasi kadar *waterglass* didapatkan data seperti pada grafik Gambar 12.



Gambar 12. Grafik pengaruh kadar *waterglass* terhadap nilai kekuatan tarik

Berdasarkan Gambar 12 menunjukkan nilai kekuatan tarik yang diperoleh pada campuran pasir cetak dengan kadar *waterglass* 8% sebesar 155,17 MP_a. Pada cetakan pasir dengan kadar *waterglass* 13% nilai kekuatan tariknya sebesar 128,28 MP_a, berarti mengalami penurunan sebesar 26,89 MP_a. Penurunan nilai kekuatan tarik ini diperoleh karena cacat rongga pada hasil coran yang disebabkan cetakan kurang kuat dan rontok pada saat penuangan logam cair. Pada cetakan pasir dengan kadar *waterglass* 18% nilai kekuatan tariknya sebesar 153,17 MP_a, berarti mengalami kenaikan dari cetakan pasir dengan kadar *waterglass* 13% sebesar 24,89 MP_a. Pada cetakan dengan kadar *waterglass* 23% nilai kekuatan tariknya sebesar 163,50 MP_a, berarti mengalami kenaikan dari cetakan dengan kadar *waterglass* 18% sebesar 10,33MP_a, kenaikan kekuatan tarik ini diperkuat dengan penelitian Setyo, (2013) yang meneliti pengaruh *waterglass* terhadap densitas cetakan dan kekuatan tarik hasil coran, penambahan *waterglass* mempengaruhi densitas cetakan

cenderung naik, dan kekuatan tarik hasil coran meningkat.

Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kekerasan tertinggi hasil coran yaitu pada cetakan pasir kering dengan kadar *waterglass* 23% dengan nilai kekerasan 238,7 BHN. Kekerasan terendah hasil coran yaitu pada cetakan pasir kering dengan kadar *waterglass* 18% dengan nilai kekerasan 200,2 BHN, hal tersebut dimungkinkan saat penumbukan pasir cetak kurang padat sehingga menyebabkan cetakan rontok saat penuangan logam cair dan cacat rongga hasil coran.
2. Kekuatan tarik tertinggi hasil coran yaitu pada cetakan pasir kering dengan kadar *waterglass* 23% dengan nilai kekuatan tarik 163,50 MP_a, hal ini terindikasi dan cocok dengan nilai kekerasan tertinggi hasil coran yaitu pada cetakan dengan kadar *waterglass* 23%, hasil coran minim cacat rongga sehingga nilai kekerasannya naik dan kekuatan tariknya juga naik. Kekuatan tarik terendah hasil coran yaitu pada cetakan pasir kering dengan kadar *waterglass* 13% dengan nilai kekuatan tarik 128,28 MP_a.
3. Cetakan pasir dengan metode CO₂ yang paling baik untuk pengecoran *pulley* adalah cetakan pasir dengan bahan pengikat *waterglass* 23%.

Daftar Pustaka

- Amanto, H dan Daryanto. (2003). *Ilmu Bahan*. Cetakan kedua. Jakarta: PT Bumi Aksara
- Ariawan, Dodi., Raharjo, Wahyu, Purwo., Azam, Saiful. (2005). Hubungan Variasi Jenis Pasir Cetak Terhadap Sifat Mekanis Besi Cor Kelabu. *Jurnal Mekanika*, 4 (1). 1-7.
- Desiana, Sera., Wijayanto, Danar, S & Harjanto, B. (2012). Pengaruh Variasi *Waterglass* Terhadap Kadar Air dan Kadar Lempung Pada Pasir Cetak. *Nosel: Jurnal Ilmiah Program Studi Pendidikan Teknik Mesin*, 1(1), 23-29.
- Hamsyah, Ferry, H. (2015). *Pengaruh Bahan Pengikat Pasir Cetak Terhadap Kekuatan Tekan Pasir Cetak*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Mesin, Universitas Gajah Mada.

- Japanese Standards Association. (1993). Ferrous Materials and Metallurgy. JIS Handbook. Japan*
- Morgan, K. (1996). *Metals Test Methods and Analytical Procedures. Annuals Book of ASTM Standards*, 03-01
- Nurhadi. (2003). *Hubungan Variasi Kadar Waterglass dalam Cetakan Pasir Silika terhadap Sifat Mekanik Pada Pengecoran Besi Cor Kelabu*. Surakarta: Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sebelas Maret.
- Muttahar, Moch, Iqbal, Z., Notonegoro, Hamdan, A., Frista, G., Soegiono, B., Fachrudin, Hasanudin, G., Susetyo, Ferry, B., Nazarudin. (2011). Pengaruh Cetakan Pasir Daur Ulang Berkengikat *Waterglass* Terhadap Permukaan Hasil Pengecoran. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*, 4(1), 39-44.
- Setyo, Noor dan Widodo, Sri. (2013). Pengaruh Bahan Pengikat Cetakan Pasir Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Besi Tuang Kelabu. *Jurnal Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tidar Megelang*, 39(2), 17-29.
- Surdia, T., & Chijiwa, K. (1982). *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Yuwono, Akhmad Herman, (2009). *Buku Panduan Praktikum Karakterisasi Material 1 Pengujian Merusak (Destructive Testing)*. Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia.