

ANALISA PENGARUH MEDIA CETAK PADA PENGECORAN *PULLEY* MOBIL BERBAHAN DASAR MESIN *TEXTILE* BEKAS

Muhamad Syafei¹

Diploma 3 Teknik Mesin, Program Vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jl. Lingkar Selatan, Bantul, Yogyakarta 55183 telp : (0274) 387656
Email : muhamadsyafei01@gmail.com

Andika Wisnujati, S.T., M.Eng²

Diploma 3 Teknik Mesin, Program Vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jl. Lingkar Selatan, Bantul, Yogyakarta 55183 telp : (0274) 387656
Email : awjati83@gmail.com

ABSTRAK

Kemajuan teknologi industri semakin berkembang pesat, salah satunya industri logam. Kemajuan industri logam berperan penting di industri otomotif karena banyak menggunakan material dari logam. *Pulley* merupakan komponen yang fungsi sebagai penghubung mekanis ke kompresor AC, *Alternator*, *Power Steering*, dan pompa air dengan menggunakan *V-Belt* sebagai elemen pemindah daya. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh cetakan pasir terhadap struktur mikro dan kekerasan hasil pengecoran *Pulley* berbahan dasar mesin *textile* bekas. Hasil uji komposisi kimia *pulley* berbahan dasar mesin *textile* bekas, di dapat kadungan Fe sebesar 92,89% sebagai unsur yang paling dominan. Kemudian kandungan unsur seperti C sebesar 3,1336%, selain unsur C terdapat unsur lain yang dominan yaitu Si sebesar 2,0036%. Lalu ada unsur tidak dominan seperti Mn sebesar 0,4795%, Cu sebesar 0,1729% dan Cr sebesar 0,1295% serta ada 11 unsur lain dengan kandungan di bawah 0,07%. Struktur mikro *pulley* dengan perbesaran 100x terlihat bentuk grafit yaitu grafit serpih memanjang (*grafit eutektik lamellar*). Struktur mikro *pulley* dengan *variable* cetakan pasir basah memiliki jumlah grafit banyak. Dimana fasa perlitte dominan terlihat dengan ukuran yang besar sehingga material tersebut memiliki sifat keras yang baik. Struktur mikro *pulley* dengan *variable* cetakan pasir kering penyusunnya lebih dominan ferite dengan ukuran perlitte yang sedang sehingga material ini bersifat sedikit ulet dan lebih lunak. Hasil pengujian kekerasan *Pulley* dengan cetakan pasir basah memiliki nilai kekerasan rata-rata 146,403 BHN dan *Pulley* dengan cetakan pasir kering yaitu sebesar 115,043 BHN. Sehingga *pulley* dari kedua *variable* cetakan pasir memiliki sifat kekakuan dan ketangguhan dengan tingkat pemuluran yang tinggi karena terdapat unsur Si sebesar 2%.

Kata kunci: *Pulley*, pasir cetak, komposisi kimia, struktur mikro dan kekerasan.

ABSTRACT

The advances in industrial technology has been developing rapidly, and one of them is metal industry. The advance in metal industry plays crucial role in automotive industry since most materials used is metal. *Pulley* is the component which serves as mechanical connector to AC compressor, *Alternator*, *Power Steering*, and water pump using *V-belt* as its power transfer element. This research aims to study the influence of molding sand on the micro structure and the hardness of *pulley* casting made from used textile machinery. The result of the chemical composition test on used textile machinery *pulley* showed 92.89% Fe content as the most dominant element. Furthermore, the other content such as C element was measured to be 3.1336%, whereas the other dominant element beside C was Si amounted at 2.0036%. There was also some non-dominant element such as Mn as much as 0.4795%, Cu as much as 0.1729% and Cr as much as 0.1295%, and there were 11 other elements below 0.07%. The micro structure of the *pulley* with 100x magnification showed long graphite flakes (*lamellar eutectic graphite*). The micro structure of *pulley* with the wet molding sand *variable* had much graphite. It is in which fasa perlitte is dominantly seen in big size so that the material has a good level of hardness. Meanwhile, the micro structure of *pulley* with dry molding sand *variable* was dominantly consisted of medium-sized perlitte. Thus, its characteristics is more resilience and soft. The result of the hardness test on *pulley* with wet molding sand showed that the mean hardness value was 146.403 BHN while the test on *pulley* with dry molding sand showed that the mean hardness value was 115.043 BHN. Therefore, the *pulley* has stiff and tough characteristic with high level of elasticity because it has Si element of 2%.

Keywords: *Pulley*, molding sand, chemical composition, micro and hardness structure.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pengecoran daur ulang merupakan salah satu alternatif pengembangan industri pengecoran di Indonesia (K. Roziqin, dkk. 2012). Pengecoran logam yaitu suatu proses penuangan logam cair kedalam rongga cetakan untuk mendapatkan bentuk sesuai yang diinginkan. Cacat pada logam tidak hanya timbul dari komposisi yang tidak sesuai tetapi juga bisa berasal dari pengaruh cetakan yang digunakan. Cetakan yang baik harus memiliki sifat tahan panas, memiliki kemampuan tahan bentuk dan memiliki alir gas.

Penggunaan cetakan pasir ada dua macam yaitu cetakan pasir basah dan cetakan pasir kering, pada dasarnya perbedaan jenis cetakan tersebut adalah pada cetakan kering yaitu perlakuan panas dengan pengovenan (Haine dalam Akhmad Hamdani Zuhri. 2014:12). Cetakan pasir kering (*dry sand mould*) dibuat dengan menggunakan bahan pengikat organik, dan kemudian cetakan dibakar dalam oven dengan temperatur berkisar antara 150°C sampai 315°C, komposisi cetakan pasir kering diantaranya: pasir silika bekas 80%, pasir silika baru 20%, resin alkali phenolic 2% dari berat pasir, katalis 20-25% dari resin (Dede Dani Wijaya dan Haris Budiman, Nasim. 2019). Bahan cetakan pasir basah (*green sand mold*) yang digunakan diantaranya pasir silika 85%, bentonite 10%, dan air 5% sebagai media menyatukan anantara pasir dan bentonite (Sihar J. Siagian, dkk. 2017).

Cetakan pasir ini memberikan keuntungan seperti : (I Made Astika, dkk. 2010).

- Bisa digunakan berulang-ulang sehingga memperkecil biaya produksi.
- Mudah dalam pembuatan cetakan sehingga menghemat waktu produksi.
- Dalam permeabilitas yang baik akan menghasilkan produk coran yang baik pula.
- Kekuatan cetakan yang tepat akan memberikan hasil dan kualitas yang baik.

Pada proses pembuatan produk cor dengan menggunakan cetakan pasir basah masih sering terjadi cacat-cacat yang tidak diinginkan pada hasil pengecoran seperti cacat permukaan, penetrasi logam cair kedalam cetakan, rontokan cetakan, inklusi retak, gelembung gas dan rongga penyusutan atau porositas (Sidiq Budiyo, dkk. 2014). Cacat pada produk hasil pengecoran berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan, diantaranya berkurangan daya tahan dan umur produk cor.

1.2 Rumusan Masalah

- Bagaimana pengaruh pengecoran dengan menggunakan jenis cetakan yang digunakan terhadap material berbahan dasar mesin *textile* bekas ?
- Bagaimana sifat fisik (komposisi kimia dan struktur mikro) hasil pengecoran dari jenis cetakan yang digunakan pada material *pulley* mobil ?

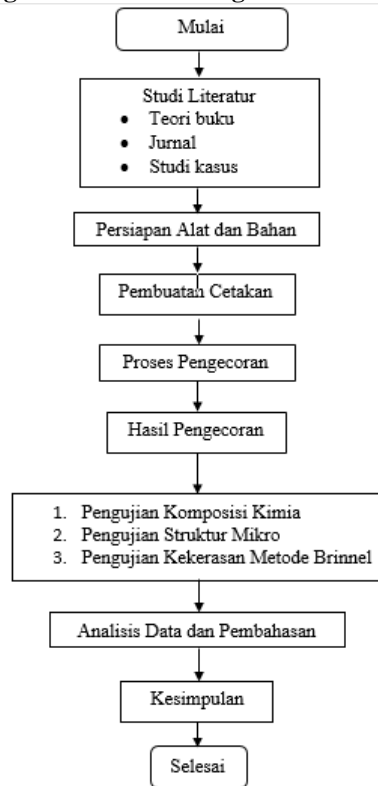
- Bagaimana sifat mekanik (kekerasan) hasil pengecoran dari jenis cetakan yang digunakan pada material *pulley* mobil ?

1.3 Tujuan Penelitian

- Mengetahui pengaruh penggunaan pasir cetak basah dan kering terhadap permukaan luar material cor ?
- Mengetahui pengaruh penggunaan cetakan pasir basah dan kering terhadap sifat fisik (komposisi kimia dan struktur mikro) hasil pengecoran *pulley*?
- Mengetahui pengaruh penggunaan cetakan pasir basah dan kering terhadap sifat mekanik (kekerasan) hasil pengecoran *pulley* ?

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Diagram Alir Metodologi



2.2 Alat dan Bahan Penelitian

2.2.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya:

- Alat pembuatan cetakan.
 - Mesin pengaduk pasir
 - Mesin pengayak pasir
 - Sekop
 - Cetok pasir
 - Penumbuk
 - Spray Gun*

2. Alat pengecoran.
 - a) Dapur Induksi (*Induction furnace*)
 - b) Timbangan
 - c) Infrared termometer
 - d) *Crane* / mesin pengangkut.
 - e) *Ladle* / alat tuang
3. Alat pembongkaran dan pembersihan.
 - a) Sekop
 - b) Palu besi
 - c) kompresor
 - d) Gerinda potong
4. Alat pengujian
 - a) Alat uji komposisi kimia (Spektro Meter)
 - b) Alat uji struktur mikro/Metalografi (Mikroskop optik)
 - c) Alat uji kekerasan (Mesin uji kekerasan Brinell)

2.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Bahan Baku Logam Cair

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan logam cair adalah mesin *textile* bekas karena material ini memiliki sifat mekanik berupa kekerasan yang tinggi dan jumlahnya yang berlimpah.
2. Bahan Baku Cetakan

Bahan baku yang digunakan untuk membuat cetakan terdiri dari:

 - a. Pasir kali
 - b. Air
 - c. Pasir silika
 - d. *Water glass*
 - e. Asam furan
 - f. Serbuk arang
 - g. Gas CO₂

Metode pengecoran yang digunakan adalah metode *sand casting* dengan menggunakan cetakan pasir basah (*green sand mold*) dan cetakan pasir kering (*dry sand mould*) sebagai cetakannya. Material yang digunakan dalam proses pengecoran adalah mesin *textile* bekas. Proses peleburan material mesin *textile* bekas menggunakan dapur induksi dengan temperatur peleburan 1.350°-1.500°. Spesimen hasil pengecoran dilakukan pengujian komposisi kimia dengan alat spektrometer, pengujian struktur mikro dengan mikroskop optik dan pengujian kekerasan dengan metode brinell sebagai pembanding hasil pengecoran material mesin *textile* bekas dengan cetakan pasir basah (*green sand mold*) dan cetakan pasir kering (*dry sand mould*).

2.3 Langkah-langkah pengecoran dalam penelitian

1. Pembuatan pola sesuai dengan bentuk coran yang akan dibuat.
2. Mempersiapkan pasir cetak yang digunakan.
 - a) Proses cetakan pasir basah dengan cara mengayak pasir sungai yang bertujuan untuk memisahkan

pasir berukuran besar, sedang dan lembut, lalu di beri air sesuai perbandingan dan di aduk dengan menggunakan sekop supaya pasir tersebut menjadi lembab merata.

- b) Proses cetakan pasir kering dengan cara mencampurkan pasir silika (SiO₂) dan *water glass* sebagai bahan pengikat pasir dalam mesin pengaduk pasir hingga tercampur secara merata.
3. Mempersiapkan kerangka cetakan yang terbuat dari kayu yang terdiri dari kerangka cetakan *kup* dan *drag*. Kerangka yang digunakan dengan ketebalan 2 mm, lebar 50 mm dan panjang 500 mm. Meletakkan pola di tengah kerangka cetakan *drag* yang sudah di balik dan di beri alas supaya pola tidak bergoyang, kemudian di isi dengan pasir halus yang sudah di saring atau ayak sampai menutupi permukaan pola lalu masukkan pasir kasar kemudian padatkan sehingga saat memasukkan logam cair cetakan tidak mudah hancur.



Gambar 1 Rangka cetakan yang dapat di buka.

4. Proses pemadatan cetakan pasir pada kedua cetakan
 - a. Untuk cetakan pasir basah memadatkan pasir dilakukan dengan cara memukul-mukul pasir cetak dari bagian pinggir terlebih dahulu kemudian ke bagian tengah hingga benar-benar padat.



Gambar 2 Pemadatan cetakan pasir basah dengan penumbuk.

- b. Untuk cetakan pasir kering proses pengerasan cetakan dengan menggunakan gas CO_2 yang dimasukkan ke lubang yang sudah di buat pada cetakan, untuk mengeluarkan udara yang masih terperangkap di dalam cetakan sehingga pasir dapat menjadi padat dan keras.



Gambar 3 Proses pengerasan cetakan pasir kering dengan gas CO_2 .

5. Kerangka cetakan *drag* dibalik sehingga pola ke posisi atas, lepas alas lalu pasang kerangka cetakan *kup* di atas kerangka cetakan *drag*. Buat *sprue* untuk penuangan cairan sesuai dengan *getting system* dengan cara meletakkan pipa di samping pola, kemudian masukkan kembali pasir kasar hingga kerangka cetakan penuh dan lakukan pemadatan seperti langkah di atas. Pipa untuk pembuatan *sprue* dilepas, lalu pisah kerangka cetakan *kup* dan kerangka cetakan *drag* sehingga pola yang masih terletak didalam cetakan dapat dilepas. Kemudian membuat jalur keluarnya gas-gas pada cetakan dengan menggunakan besi berukuran 1-2 mm serta cek bagian dalam cetakan apakah sudah terbentuk sesuai pola yang diinginkan atau belum, apabila belum perbaiki kembali.



Gambar 4 Proses pembuatan *sprue*.

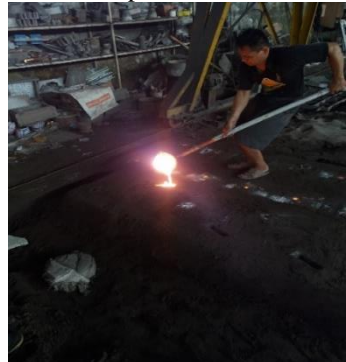


Gambar 5 Proses pembuatan jalur gas keluar.

6. Sebelum kerangka cetakan *drag* dan kerangka cetak *kup* disatukan kembali, kasih bubuk kalsium karbonat atau bubuk anti air pada permukaan cetakan pasir agar tidak menyatu dan pada saat pembongkaran pasir tersebut tidak lengket pada produk yang dapat menimbulkan cacat. Pasang kembali kerangka cetak *drag* dan kerangka cetak *kup* hingga presisi. Logam cair di tuangkan ke dalam rongga cetak melalui *sprue* pada cetakan pasir tersebut dan biarkan hingga logam mengeras. Bongkar cetakan setelah besi cor sudah dingin, di lanjut dengan proses lanjut seperti membersihkan permukaan logam cor dari pasir, memotong logam berlebih, pengecekan produk dan menyesuaikan ukuran dengan proses pemesinan. Kemudian di proses pembuatan spesimen untuk dilakukan pengujian.



Gambar 6 Proses pemberian kalsium karbonat.



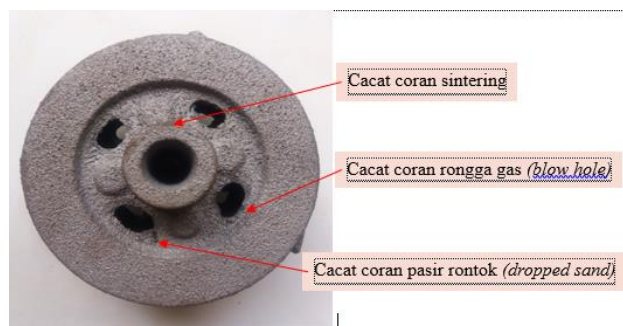
Gambar 7 Proses penuangan logam cair kedalam cetakan.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

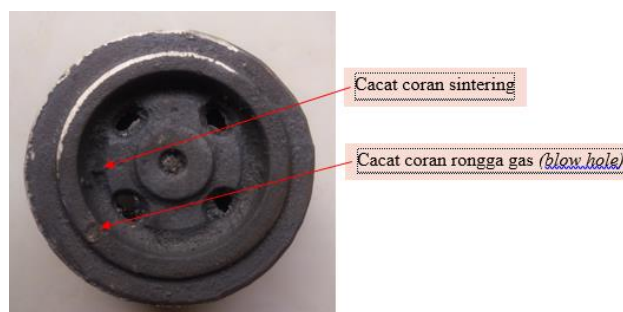
3.1 Pengamatan Secara Visual

Cacat pada produk cor membawa dampak kualitas yang dihasilkan dari pengecoran tersebut, di antaranya berkurangnya daya tahan dan umur produk cor (Sandy F. Canda, Metro M Manullang dan Risky Hamdani. 2019). Hasil pengecoran yang telah dilakukan di PT. Baja Kurnia secara visual terlihat beberapa cacat pada permukaan logam cor yaitu sebagai berikut:

1. Cacat coran rongga gas (*blow hole*), terjadi pada saat penuangan logam cair ke dalam rongga cetak terdapat gas yang terperangkap di dalam cetakan. Cacat ini berbentuk cekungan pada permukaan coran.
2. Cacat coran pasir rontok (*dropped sand*), terjadi ketika pelepasan pola dan pemasangan cetakan setelah pola dilepas. Cacat ini berbentuk tidak beraturan di tempat tertentu.
3. Cacat coran sintering, terjadi pada permukaan logam cor tertentu akibat pasir melekat pada pada permukaan coran.



Gambar 8 Letak cacat cor pada hasil pengecoran *pulley* dengan menggunakan cetakan pasir basah.



Gambar 9 Letak cacat cor pada hasil pengecoran *pulley* dengan menggunakan cetakan pasir kering.

3.2 Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dari *row material* yang digunakan dalam penelitian untuk pembuatan *pulley* mobil dilakukan menggunakan mesin spektrum komposisi kimia yaitu Spectrometer.

Tabel 1 Komposisi Kimia *Row Material*.

No	Unsur Kimia		Persentase (%)
	Nama	Simbol	
1	Ferrum	Fe	93,57
2	Karbon	C	3,5851
3	Silikon	Si	1,9676
4	Sulfur	S	0,0308
5	Phospor	P	0,0397
6	Mangan	Mn	0,4512
7	Nikel	Ni	0,0307
8	Krom	Cr	0,1420
9	Molibden	Mo	0,0071
10	Tembaga	Cu	0,1209
11	Wolfram	W	0,0008
12	Titanium	Ti	0,0134
13	Timah	Sn	0,0126
14	Aluminium	Al	0,0006
15	Niobium	Nb	0,0024
16	Vanadium	V	0,0090
17	Kobalt	Co	0,0042
18	Timbal	Pb	0,0009
19	Magnesium	Mg	0
20	Seng	Zn	0,0024

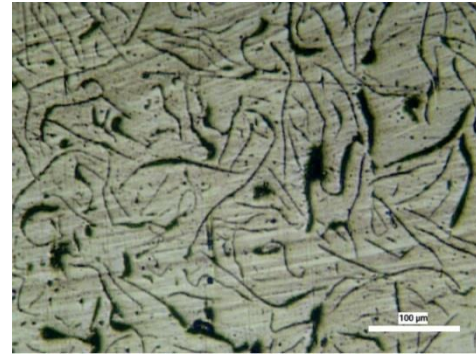
Row material setelah di lebur pada dapur tanur induksi dengan tempertur 1.350°C – 1.500°C untuk pembuatan *pulley*. Pengujian komposisi kimia pada material *pulley* hasil pengecoran ditunjukan pada tabel 2 dibawah.

Tabel 2 Komposisi Kimia Mesin *Textile Bekas*

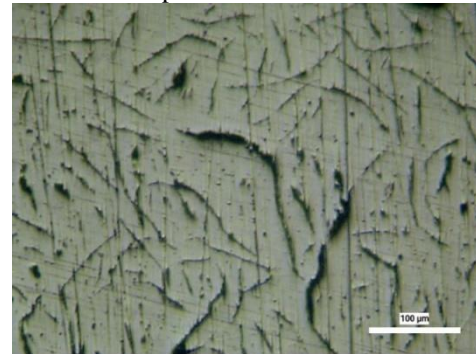
No	Unsur Kimia		Persentase (%)
	Nama	Simbol	
1	Ferrum	Fe	92,89
2	Karbon	C	3,1336
3	Silikon	Si	2,0036
4	Sulfur	S	0,0364
5	Phospor	P	0,0618
6	Mangan	Mn	0,4795
7	Nikel	Ni	0,0340
8	Krom	Cr	0,1295
9	Molibden	Mo	0,0054
10	Tembaga	Cu	0,1729
11	Wolfram	W	0
12	Titanium	Ti	0,0204
13	Timah	Sn	0,0126
14	Aluminium	Al	0,0019
15	Niobium	Nb	0,0003
16	Vanadium	V	0,0089
17	Kobalt	Co	0,0040
18	Timbal	Pb	0
19	Magnesium	Mg	0
20	Seng	Zn	0,0011

3.3 Pengujian Struktur Mikro

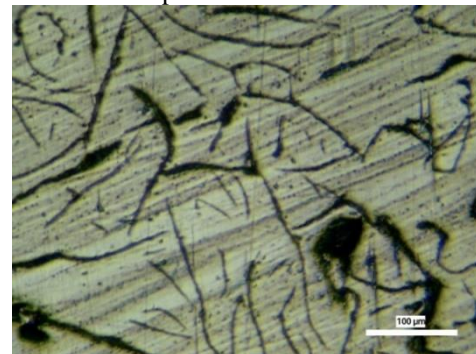
Pengujian struktur mikro logam dari material *pulley* dilakukan menggunakan alat pengamat yaitu mikroskop optik. Sebelum melakukan pengamatan struktur mikro pada spesimen uji dilakukan proses pengampelasan dengan nomor kekasaran dari 50 sampai 2000. Arah pengampelasan tiap tahap harus diubah, kemudian pemolesan dilakukan dengan autosol yaitu *metal polish*, bertujuan agar permukaan rata dan halus seperti kaca. Pemeriksaan struktur mikro memberikan informasi tentang bentuk struktur, ukuran dan banyaknya bagian struktur yang berbeda.



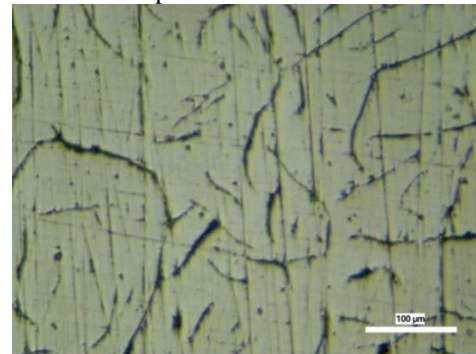
Gambar 10 Struktur mikro *variable* cetakan pasir basah perbesaran 50x.



Gambar 11 Struktur mikro *variable* cetakan pasir kering perbesaran 50x.



Gambar 12 Struktur mikro *variable* cetakan pasir basah perbesaran 100x.



Gambar 13 Struktur mikro *variable* cetakan pasir kering perbesaran 100x.

Hasil foto Struktur mikro *pulley* berbahan dasar mesin *textile* bekas dengan perbesaran 50x dan 100x terlihat bentuk grafit yaitu grafit serpih memanjang. Berdasarkan *American Standard Testing and Material* (ASTM Specification A247, 1974) bentuk grafit tersebut termasuk grafit *eutektik lamelar*. Struktur mikro *pulley* dengan *variable* cetakan pasir basah memiliki jumlah grafit dan fasa *perlite* lebih banyak dibandingkan *variable* cetakan pasir kering. Struktur mikro *pulley* dengan *variable* cetakan pasir basah memiliki fasa *perlite* yang agak kasar, sedangkan *variable* cetakan pasir kering memiliki fasa *perlite* yang halus sehingga material ini lebih lunak dan ulet.

3.4 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan logam dari material mesin *textile* bekas yang digunakan dalam penelitian untuk pembuatan *pulley* dilakukan menggunakan mesin uji kekerasan Brinell. Nilai kekerasan pada material ditunjukkan tabel 3 dibawah. Besarnya nilai kekerasan diperoleh dari pengujian kekerasan brinell yang telah dilakukan dengan nilai beban 1840 N dan diameter bola baja 2,5 mm.

$$HB = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

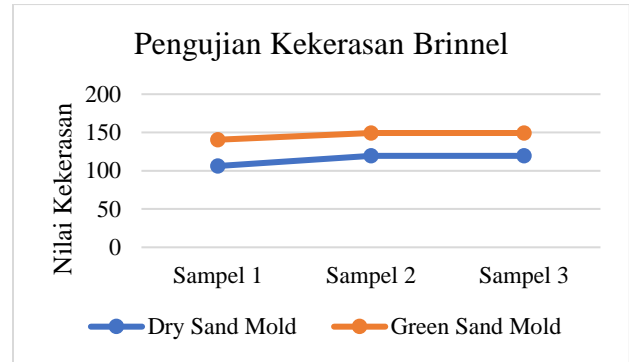


Gambar 14 Letak titik uji kekerasan.

Tabel 3 Pengujian Kekerasan pada *Pulley*.

Spesimen	Nilai kekerasan material			Rata-rata
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	
<i>Green sand mold</i>	140,547	149,331	149,331	146,403
<i>Dry sand mold</i>	106,206	119,465	119,465	115,045

Nilai kekasaran dengan menggunakan pendingin air sumur, udara dan oli di peroleh nilai kekasaran tertinggi terdapat pada media pendingin air sumur, diikuti media pendingin oli dan nilai kekasaran terendah terdapat pada media pendingin udara (Andri Arianata dan Masyrukan, I. 2017).



Gambar 15 Grafik nilai kekerasan.

Fasa *ferite* mempunyai sifat lunak dan ulet terjadi akibat proses pendinginan yang lambat. Pada *pulley variable* cetakan pasir kering memiliki jumlah fasa *ferite* lebih banyak dibandingkan *variable* cetakan pasir basah. Fasa *ferite* yang terdapat pada *pulley* di kedua *variable* cetakan pasir mempunyai sebaran yang tidak merata yang dipisahkan oleh fasa *perlite*. Hubungan nilai kekerasan dengan *variable* cetakan pasir yaitu bahwa *variable* cetakan pasir kering memiliki kekasaran lebih rendah dibandingkan dengan *variable* cetakan pasir basah jika dilihat dari patahan logam dan struktur mikro. *Variable* cetakan pasir basah memiliki kadar bentonite dan air lebih banyak dari *variable* cetakan pasir kering sehingga pada saat penuangan logam cair kedalam rongga cetak dengan kelembaban yang tinggi pada cetakan pasir basah maka terjadi penguapan di dalam rongga cetak. Uap panas dalam rongga cetak ini dapat mempengaruhi nilai kekasaran material.

4. KESIMPULAN

- Hasil pengecoran *pulley* jika dilihat dari struktur permukaan benda cor hasil paling bagus yaitu material yang di cetak dengan menggunakan cetakan pasir kering (*dry sand mold*). Hal tersebut dikarenakan cetakan pasir kering memiliki butiran pasir yang lebih halus atau lebih lembut serta cetakan pasir kering tidak mudah berubah bentuk sehingga kecil kemungkinan pasir yang terlepas dan lengket di logam cor jika dibandingkan dengan cetakan pasir basah (*green sand mold*).
- Sifat fisik dari hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan sebagai berikut:
 - Komposisi logam pada material *pulley* berbahan dasar mesin *textile* bekas dari hasil pengujian komposisi kimia diklarifikasikan kedalam golongan besi cor kelabu jika dilihat dari persentase unsur kimia dan hasil pengecoran yang berwarna abu-abu.
 - Hasil foto Struktur mikro *pulley* berbahan dasar mesin *textile* bekas dengan perbesaran 50x dan 100x terlihat bentuk grafit yaitu grafit serpih memanjang. Berdasarkan *American Standard Testing and Material* (ASTM Specification A247,

- 1974) bentuk grafit tersebut termasuk grafit *eutektik lamelar*. Hasil pengecoran *pulley* dengan *variable* cetakan pasir basah dimana fasa *perlite* dominan sehingga material tersebut lebih baik dari *pulley* dengan *variable* cetakan pasir kering karena penyusunnya lebih dominan fasa *ferite* yang mengakibatkan mudahnya muncul inti retak pada material yang berasal dari gas yang terperangkap di benda cor.
3. Sifat mekanik dari hasil pengujian kekerasan yang dilakukan menunjukkan bahwa dengan menggunakan cetakan pasir basah dan kering memiliki nilai yang berbeda-beda pada masing-masing material, hal tersebut dikarenakan adanya beberapa cacat logam yang timbul pada saat besi cor di cetak dengan menggunakan cetakan pasir. Nilai uji kekerasan pada material *pulley* yang di cetak dengan cetakan pasir basah memiliki rata-rata nilai kekerasan sebesar 146,403 BHN sedangkan *pulley* yang di cetak dengan cetakan pasir kering memiliki rata-rata nilai kekerasan sebesar 115,043 BHN. Hasil pengujian kekerasan dengan *variable* cetakan pasir basah dan cetakan pasir kering memiliki perbedaan rata-rata nilai kekerasan sebesar 31,36 BHN. Sehingga dari hasil pengujian kekerasan dapat disimpulkan bahwa *pulley* dengan *variable* cetakan pasir basah lebih baik. Kedua hasil pengecoran ini memiliki sifat kekakuan dan ketangguhan dengan batas pemuluran yang baik karena terdapat kandungan unsur Si lebih dari 2%.
 3. Budiyo, S. 2014. Perbandingan Kualitas Hasil Pengecoran Pairs Cetak Basah dengan Campuran Bentonit 3% dan 5% Pada Basi Cor Kelabu. *Jurnal Nosel*, 2(3).
 4. Candra, S. F. 2019. Analisis Karakteristik Hasil Proses Pengecoran Besi Cor Kelabu dengan Variasi Design Model Inti Cor. *Jurnal Simetri Rekayasa*, 1(1), 18-24.
 5. Roziqin, K., Purwanto, H., dan Syafa'at, I. 2012. Pengaruh Model Sistem Saluran Pada Proses Pengecoran Aluminium Daur Ulang Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Coran Pulli Diameter 76 mm dengan Cetakan Pasir. *Jurnal Momentum UNWAHAS*, 8(1).
 6. Shy, Y. H., Hsu, C. H., Lee, S. C., and Hou, C. Y. (2000). Effects Of Titanium Addition and Section Size On Microstructure and Mechanical Properties Of Compacted Graphite Cast Iron. *Materials Science and Engineering: A*, 278(1-2), 54-60.
 7. Siagian, S. J., Gede, I. K., Istri, C., dan Kusuma, P. (2017). Pengaruh Permeabilitas Cetakan Pasir dan Penambahan Silikon (Si) Pada Proses Pengecoran Terhadap Kekerasan, Porositas dan Struktur Mikro Aluminium Silikon (Al-Si). *Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika*, 6(4), 305-310.
 8. Wijaya, D. D., Budiman, H., dan Nasim, N. (2019, August). Analisa Proses Pengecoran FCD 450 dengan Metode Cetakan Pasir Kering (Dry Sand Mold) Pada Produk Sprocket. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar (Volume 10, Nomor 1, Halaman 36-40)*.
 9. Zuhri, Akhmad Hamdani. 2014. Pengaruh Penggunaan *Calcium Carbonate* sebagai Bahan Pengikat Pada Pasir Cetak Terhadap Kualitas dan Fluiditas Hasil Pengecoran Logam Aluminium. Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arianata, A., dan Masyrukan, I. (2017). Pengaruh Variasi Media Pendinginan (Air Sumur, Udara dan Oli SAE 40) Terhadap Hasil Pengecoran Aluminium (Al) Menggunakan Cetakan Pasir CO₂. (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
2. Astika, I. M., Negara, D. P., dan Susantika, M. A. (2010). Pengaruh Jenis Pasir Cetak dengan Zat Pengikat Bentonit Terhadap Sifat Permeabilitas dan Kekuatan Tekan Basah Cetakan Pasir (Sand Mold). *Jurnal Energi dan Manufaktur*.