

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

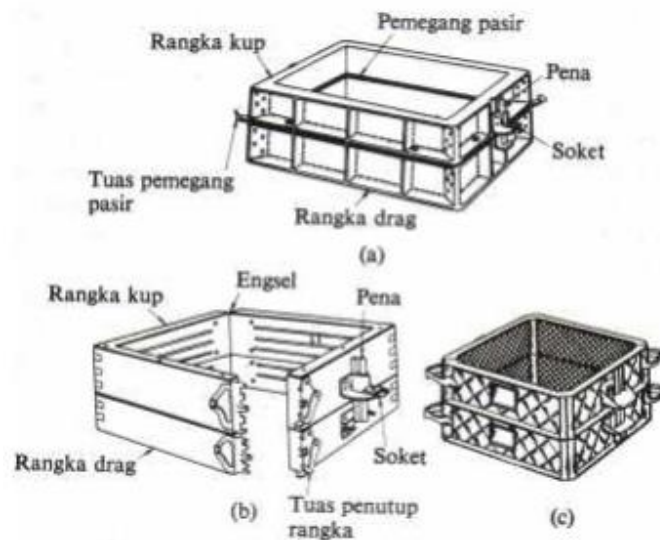
4.1 Tahapan Proses Pengecoran

Setelah bahan pengecoran sudah disiapkan, selanjutnya memilih metode peleburan material dengan menggunakan tanur induksi yang ada pada PT. Baja Kurnia. Beberapa tahapan proses pengecoran logam sebagai berikut:

Pembuatan pola sesuai dengan bentuk coran yang akan dibuat. 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 (SiO_2) dan *water glass* sebagai bahan pengikat pasir dalam mesin pengaduk pasir hingga tercampur secara merata.

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.

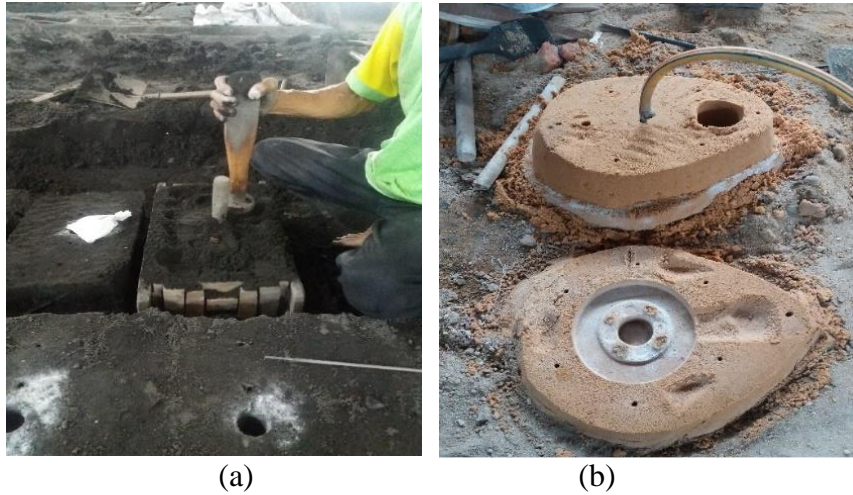


Gambar 4.1 Rangka cetakan yang dapat di buka (Anonim. 2011).

Meletakkan pola di tengah kerangka cetakan *drag* yang sudah di balik dan di beri alas supaya pola tidak bergoyang, kemudian di isi dengan pasir 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.

Proses pemadatan cetakan pasir pada kedua cetakan pasir sebagai berikut:

- 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.
- b. Untuk cetakan pasir kering proses pengerasan cetakan dengan menggunakan gas CO₂ 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 4.2 Proses pemadatan dan pengerasan pada (a) Cetakan pasir basah
(b) Cetakan pasir kering.

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.



Gambar 4.3 Pembuatan lubang penuangan cairan pada cetakan.

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.



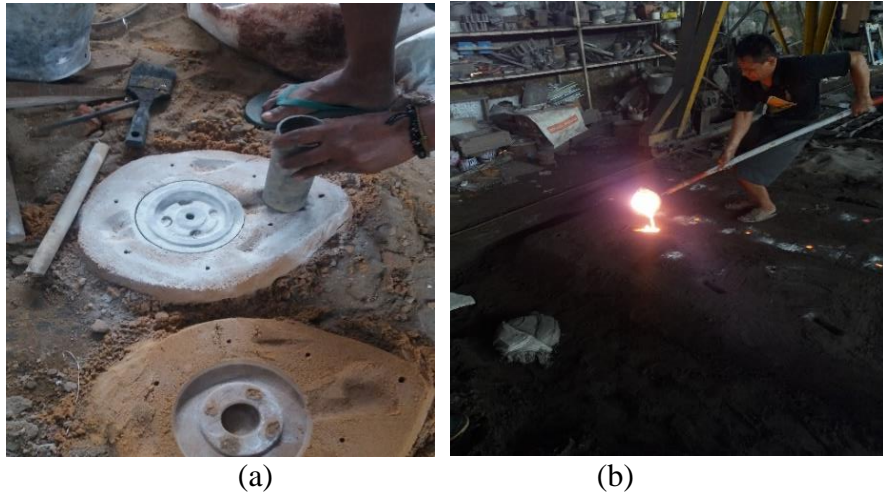
(a)



(b)

Gambar 4.4 Proses (a) Pelepasan pola pada cetakan (b) Pembuatan jalur gas.

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.



Gambar 4.5 Proses (a) Pelapisan permukaan dalam dengan bubuk anti air
(b) Penuangan logam cair kedalam cetakan.

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.



(b)



(b)

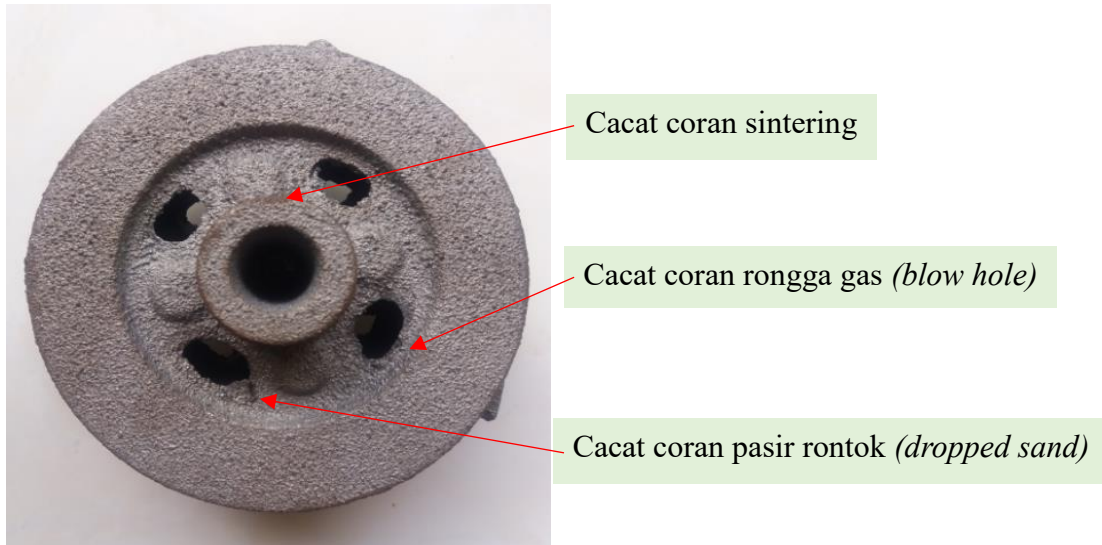
Gambar 4.6 Proses (a) Pembongkaran logam cor (b) *Pulley* setelah di lakukan *sand blasting*.

4.2 Pengamatan Secara Visual

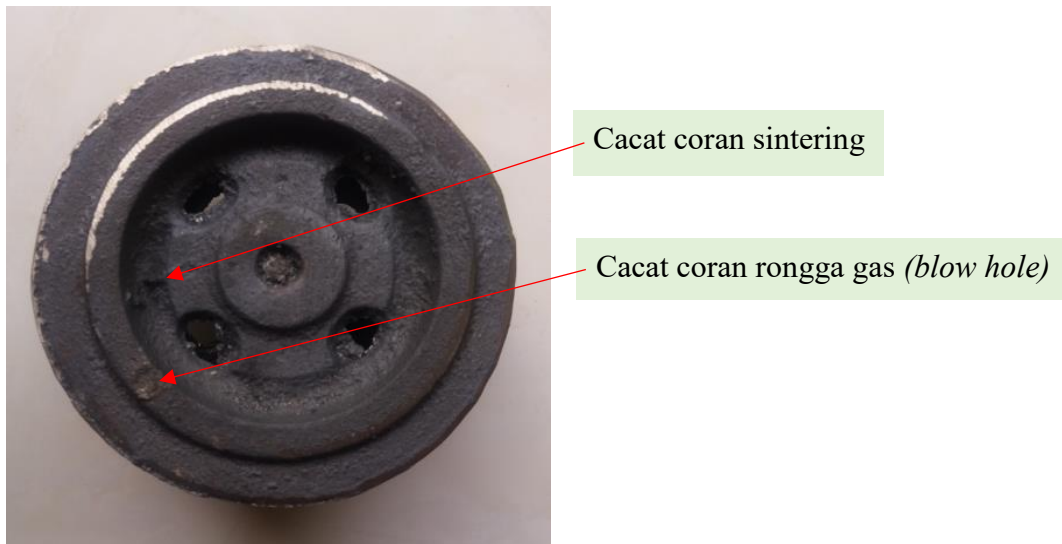
Cacat pada produk cor membawa dampak kualitas yang dihasilkan dari pengecoran tersebut, di antaranya berkurangnya daya tahan dan umur produk cor (Sandy F. Canda, Metro M Manullang dan Risky Hamdani. 2019). Hasil pengecoran yang telah dilakukan di PT. Baja Kurnia secara visual terlihat beberapa cacat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





Gambar 4.7 Letak cacat cor pada hasil pengecoran *pulley* dengan menggunakan cetakan pasir basah.



Gambar 4.8 Letak cacat cor pada hasil pengecoran *pulley* dengan menggunakan cetakan pasir kering.

Hasil pengecoran *pulley* mobil yang di produksi oleh PT Baja Kurnia dengan menggunakan media pasir cetak basah terlihat cacat coran seperti: cacat coran rongga gas (*blow hole*), cacat coran pasir rontok (*dropped sand*) dan cacat coran sintering. Sedangkan dengan menggunakan media pasir cetak kering hanya terlihat cacat coran rongga gas (*blow hole*) dan cacat coran sintering.

Tabel 4.1 Hasil Proses Pengecoran dengan Pasir Cetak.

Cetakan Pasir Basah	Cetakan Pasir Kering
 A circular cast pulley made of metal, showing a rough, porous surface texture. It has a central hub with four spokes. The surface is covered in fine, irregular pits and larger, irregular cavities, indicating defects from a wet sand mold.	 A circular cast pulley made of metal, showing a smoother surface texture compared to the wet sand mold. It has a central hub with four spokes. There are a few small, dark, irregular pits and a larger, irregular cavity, indicating defects from a dry sand mold.

Hasil pengecoran *pulley* jika dilihat dari struktur permukaan benda cor hasil yang paling bagus yaitu material di cetak dengan menggunakan pasir cetak kering (*dry sand mold*). Hal tersebut dikarenakan pasir cetak kering memiliki butiran pasir yang lebih halus atau lebih lembut serta pasir cetak kering tidak mudah berubah bentuk sehingga kecil kemungkinan bahkan tidak ada pasir yang terlepas dan lengket di logam cor jika dibandingkan dengan pasir cetak basah.

Tabel 4.2 Perbedaan Hasil Proses Pengecoran.

Cetakan Pasir Basah	Cetakan Pasir Kering
Permukaan coran kasar	Permukaan coran lebih halus
Warna hasil coran lebih terang	Warna hasil coran lebih gelap
Pasir cetak banyak yang terlepas dan lengket pada permukaan logam coran	Pasir cetak sedikit yang terlepas dan lengket pada permukaan coran
Hasil logam cor berbeda dari ukuran pola karena panas saat penuangan	Hasil logam cor tidak jauh berbeda dari ukuran pola atau tidak ada perubahan

4.3 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. Komposisi kimia pada material ditunjukkan Tabel 4.3. Data hasil uji komposisi kimia dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.3 Komposisi Kimia *Row Material*.

No	Unsur Kimia		Persentase (%)
	Nama	Simbol	
1	Besi (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	0,1240
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

Pengujian komposisi kimia setelah pengecoran dari material *pulley* mobil berbahan dasar mesin *textile* bekas ditunjukkan pada Tabel 4.4. Data hasil uji komposisi kimia dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.4 Komposisi Kimia Mesin *Textile* Bekas

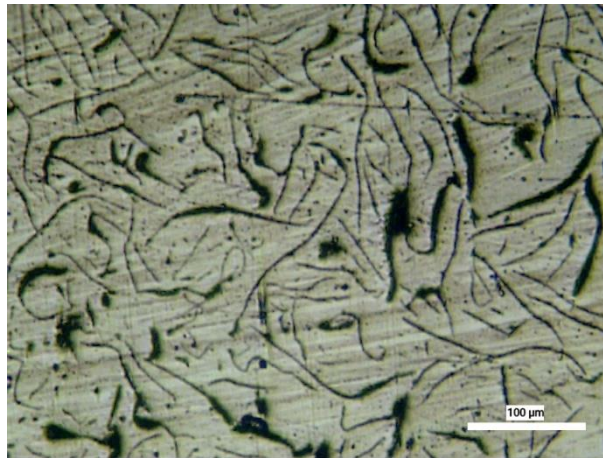
No	Unsur Kimia		Persentase (%)
	Nama	Simbol	
1	Besi (Ferrum)	Fe	92,890
2	Karbon	C	3,1336
3	Silikon	Si	2,0036
4	Sulfur	S	0,0364

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

Besi cor kelabu dengan komposisi kimia karbon (3,3-3,6%), silicon (1,8-2,3%), mangan (0,6-0,9%), phosfor (<0,20%), dan belerang (>0,1%) (Abdul Haris Nasution, 2019). Persentase komposisi kimia pada material mesin *textile* bekas untuk pembuatan *pulley* mobil setelah pengecoran seperti ferrum (Fe) sebesar 92,89% sebagai unsur utama, karbon (C) sebesar 3,1336% dan silikon (Si) sebesar 2,0036% sebagai unsur paduan serta mangan (Mn) sebesar 0,4795%, krom (Cr) sebesar 0,1295%, tembaga (Cu) sebesar 0,1729% dan unsur lainnya yang kurang dari 0,07%. Dari hasil pengujian komposisi kimia *pulley* mobil berbahan dasar mesin *textile* bekas terlihat pada table 4.4 diklarifikasikan kedalam golongan besi cor kelabu jika di lihat dari persentase unsur kimia dan hasil pengecoran yang berwarna abu-abu.

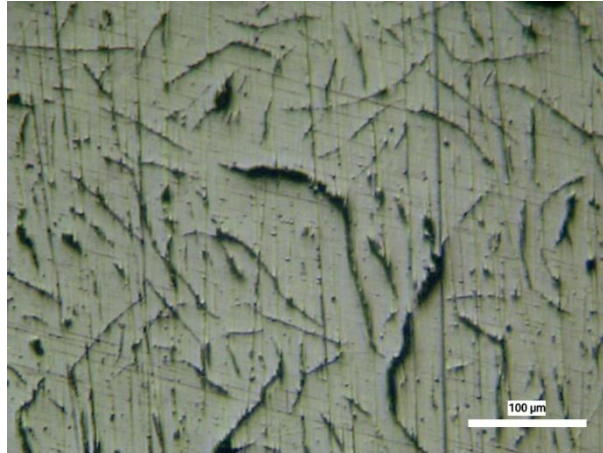
4.4 Pengujian Struktur Mikro

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.



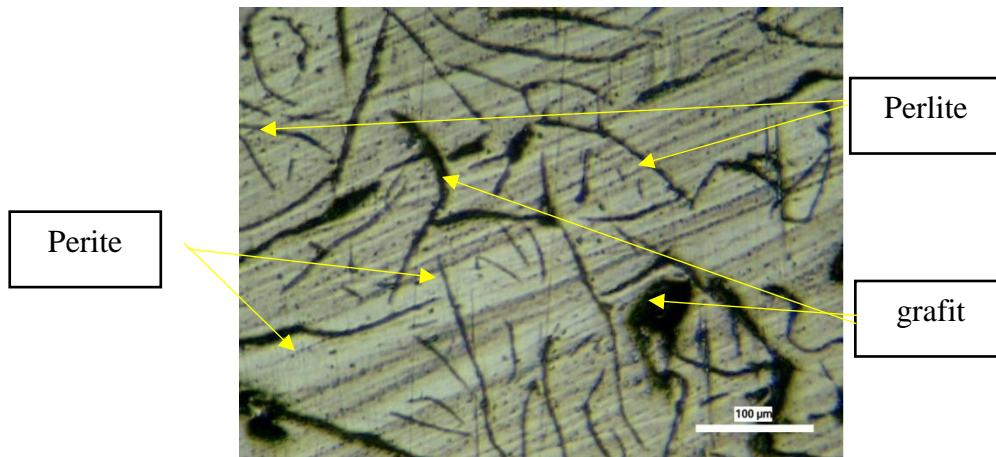
Gambar 4.9 Struktur mikro *pulley* variable pasir cetak basah perbesaran 50x.

Elemen pembentuk grafit salah satunya adalah silikon (Si) mengubah komposisi eutektik yang diterapkan dengan menggunakan karbon ekuivalen dan bukan kadar karbon sebenarnya (Smallman, R. E. dan Bishop, R. J., 2000).

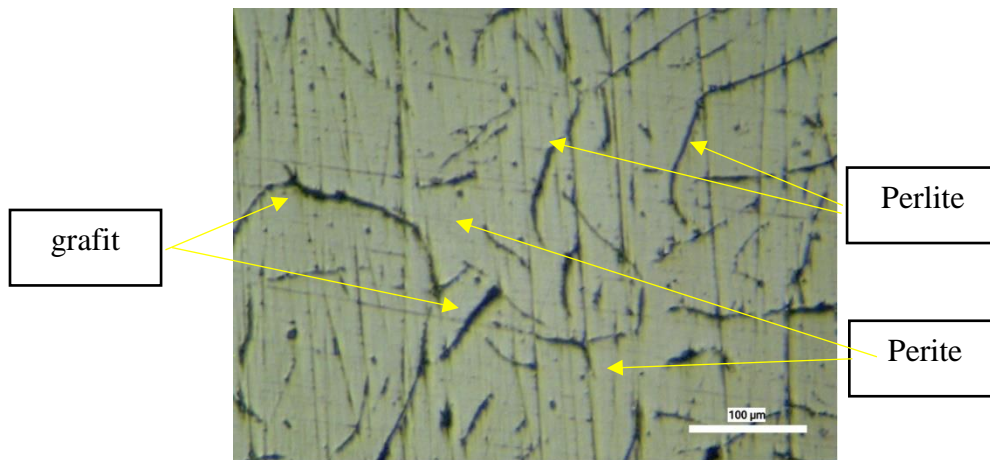


Gambar 4.10 Struktur mikro *pulley* variable pasir cetak kering perbesaran 50x.

Unsur P berpengaruh terhadap pembentukan struktur perite dan perlite pada saat pendinginan logam cor. Perite akan terbentuk pada logam yang miskin unsur C dan kaya unsur P saat pendinginan setelah pengecoran, sedangkan perlite akan terbentuk pada logam yang kaya unsur C dan miskin unsur P saat pendinginan setelah pengecoran. Pada saat yang sama gas-gas yang terperangkap saat proses penuangan logam cair ke cetakan akan bergerak ke arah yang terdapat kandungan unsur P dan S berlimpah. Si lebih dari 1% dapat mengakibatkan butiran tumbuh menjadi kasar pada proses anil, rekristalisasi dan pengerasan. Logam dengan paduan kandungan Si 2% dan C lebih 1% akan menampilkan struktur patahan kehitaman (Hapli, 2012).



Gambar 4.11 Struktur mikro *pulley* variable pasir cetak basah perbesaran 100x.



Gambar 4.12 Struktur mikro *pulley* variable pasir cetak 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*,

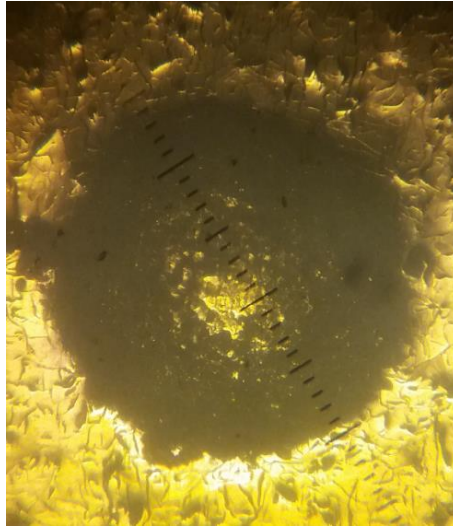
1974) bentuk grafit tersebut termasuk grafit eutektik lamelar. Struktur mikro *pulley* dengan variable pasir cetak basah memiliki jumlah grafi dan perlite lebih banyak dibandingkan variable pasir cetak kering. Struktur mikro *pulley* dengan variable pasir cetak basah memiliki struktur perlite yang agak kasar, sedangkan variable pasir cetak kering memiliki perlite yang halus sehingga material ini lebih lunak dan ulet.

4.5 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan logam dari material mesin *textile* bekas yang digunakan dalam penelitian untuk pembuatan *pulley* dilakukan menggunakan mesin uji kekerasan yaitu Brinel. Nilai kekerasan pada material ditunjukkan Tabel 4.5. Besarnya nilai kekerasan diperoleh dari pengujian kekerasan brinel yang telah dilakukan dengan nilai beban 1840 N dan diameter bola baja 2,5 mm.



Gambar 4.13 Spesimen uji kekerasan.



Gambar 4.14 Bekas indentor bola baja pada spesimen variable pasir cetak basah.

Perhitungan uji kekerasan brinell pada spesimen titik 1 variable pasir cetak basah dengan beban 1840 N dan diameter bola baja 2,5 mm sebagai berikut:

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

$$HB = \frac{2 \cdot 187,56}{3,14 \cdot 2,5 (2,5 - \sqrt{2,5^2 - 1,26^2})}$$

$$HB = \frac{375,12}{7,85 (2,5 - \sqrt{6,25 - 1,58})}$$

$$HB = \frac{375,12}{7,85 (2,5 - 2,16)}$$

$$HB = \frac{375,12}{7,85 \cdot 0,34}$$

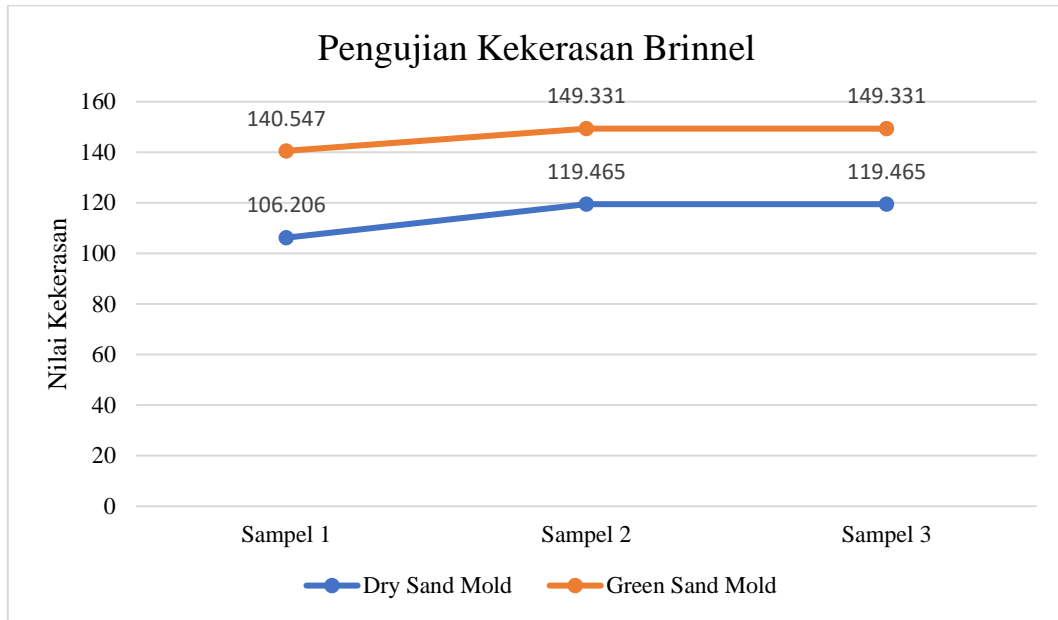
$$HB = \frac{375,12}{2,669}$$

$$HB = 140,547 \text{ BHN}$$

Tabel 4.5 Pengujian Kekerasan pada *Pulley*.

Spesimen	Nilai Kekerasan Material			Rata-rata
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	
Green sand mold	140,547	149,331	149,331	146,403
Dry sand mold	106,206	119,465	119,465	115,045

Nilai pengujian kekerasan *Pulley* di ambil tiga sampel titik penjejakan setiap spesimen dapat dilihat pada table 4.5 menunjukkan bahwa nilai kekerasan tertinggi pada material yang di cetak menggunakan media pasir cetak kering yaitu sebesar 119,465 BHN dan nilai terendah 106,206 BHN. Pada uji nilai kekerasan material yang di cetak menggunakan media pasir cetak basah yaitu sebesar 140,547 BHN dan nilai tertinggi 149,331 BHN. Material *pulley* yang di cetak dengan cetakan pasir kering memiliki rata-rata nilai kekerasan sebesar 115,043 BHN sedangkan *pulley* yang di cetak dengan cetakan pasir basah memiliki rata-rata nilai kekerasan lebih baik yaitu sebesar 146,403 BHN. Hasil pengujian kekerasan dengan variabel pasir cetak basah dan pasir cetak kering memiliki perbedaan rata-rata nilai kekerasan sebesar 31,36 BHN.



Gambar 4.15 Grafik nilai kekerasan.

Perite mempunyai sifat lunak dan ulet terjadi akibat proses pendinginan yang lambat. Pada *pulley* variable pasir cetak kering memiliki jumlah perite lebih banyak dibandingkan variable pasir cetak basah. Perite yang terdapat pada *pulley* kedua variable pasir cetak mempunyai sebaran yang tidak merata yang di pisahkan oleh perlite. Hubungan nilai kekerasan dengan menggunakan variable pasir cetak basah dan variable pasir cetak kering menjelaskan bahwa variable pasir cetak kering memiliki kekasaran lebih rendah dibandingkan dengan variable pasir cetak basah jika dilihat dari patahan logam dan struktur mikro. Variable pasir cetak basah memiliki kadar bentonite dan air lebih banyak dari variable pasir cetak kering sehingga pada saat penuangan logam cair kedalam rongga cetak dengan kelembaban yang tinggi pada pasir cetak

basah maka terjadi penguapan di dalam rongga cetak. Uap panas dalam rongga cetak ini dapat mempengaruhi nilai kekasaran material.

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). Besi cor kelabu memiliki ketahanan panas, tahan aus, korosi, dan mampu mesin yang baik. Besi cor kelabu memiliki titik cair $\pm 1.200^{\circ}\text{C}$ (Henkel, D. P. *and* Pense, A. W., 2002). Setiap 1% unsur Si mampu meningkatkan kekuatan tarik dan batas pemuluran hingga $100\text{N}/\text{mm}^2$ tanpa pengaruh berarti terhadap kekerasan dan elongasinya. Elongasi baru akan berkurang pada kandungan Si lebih besar dari 2,2%, sedangkan kekerasan dan ketahanan gesek yang baik baru akan tampak setelah melalui proses pengerasan (Hapli, 2012).