

PENGARUH PENAMBAHAN LOW CHROMIUM PADA CONCRETE MIXER BLADE TERHADAP SIFAT MEKANIK

H. Uum Sumirat¹, Roby Hardianto², Yusril Irwan³

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional
Email : robyhardianto@gmail.com

Received DD MM YYYY | Revised DD MM YYYY | Accepted DD MM YYYY

ABSTRAK

Concrete mixer blade merupakan alat yang menggabungkan semen secara agregat seperti pasir atau kerikil, dan air untuk membentuk beton. CMB adalah salah satu komponen yang terbuat dari besi cor putih. Struktur mikro dari besi cor bermatrik sementit atau ferit dengan grafit. Besi cor putih biasanya digunakan dalam aplikasi yang memerlukan kekerasan tinggi dan juga tahan aus namun besi cor tidak memiliki keuletan yang tinggi.

Pada penelitian ini material yang digunakan untuk pembuatan spesimen adalah besi cor putih dengan chromium rendah sebesar 2,5% melalui proses pengecoran kemudian spesimen dilakukan proses heat treatment setelah proses heat treatment kemudian dilakukan pengujian menggunakan uji kekerasan, uji impact dan uji struktur mikro. yang bertujuan untuk mengetahui sifat material besi cor putih, sehingga CMB mempunyai kekerasan dan harga impact yang tinggi. Hasil pengujian kekerasan didapatkan 530,20HB, hasil pengujian impact diperoleh $3,39 \frac{J}{mm^2}$ dan hasil pengujian struktur mikro menunjukkan bahwa struktur mikro terdiri dari Karbida Chromium dan Martensit.

Kata kunci: Concrete mixer blade, besi cor putih, kromium rendah

ABSTRACT

Concrete mixer blade is a tool that combines cement aggregate such as sand or gravel and water to form concrete. CMB is a component made of white cast iron. Microstructure of cast iron with cementite or ferrite matrix with graphite. White cast iron is usually used in applications requiring high hardness and is also wear resistant but cast iron does not have high ductility. In this study, the material used to manufacture the specimen is white cast iron with a low chromium of 2.5% through a casting process, then the specimen is subjected to a heat treatment process after the heat treatment process and then tested using a hardness test, impact test and microstructure test. which aims to determine the properties of the white cast iron material, so that CMB has a high hardness and impact price. The hardness test results obtained 530.20HB, the impact test results obtained $3,39 \frac{J}{mm^2}$ and the microstructure test

results showed that the microstructure consists of Chromium Carbide and Martensite.

Keywords: *Concrete mixer blade, white cast iron, low chromium*

1. PENDAHULUAN

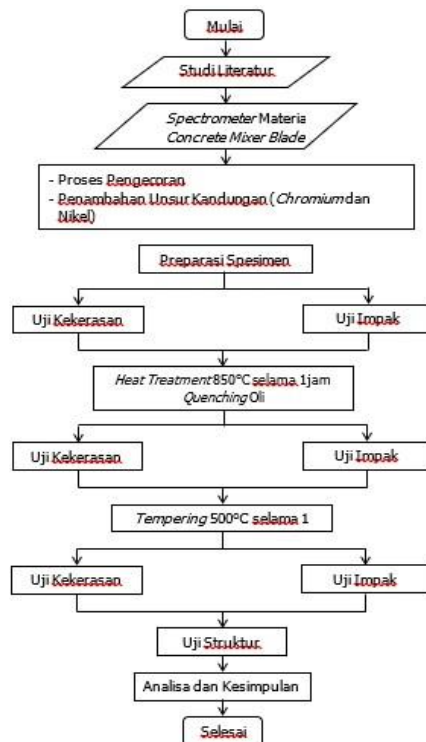
Concrete mixer blade merupakan alat yang menggabungkan semen secara agregat seperti pasir atau kerikil, dan air untuk membentuk beton. Sebuah concrete mixer menggunakan drum berputar yang digerakan oleh motor listrik kepada poros dan memutar concrete mixer

blade untuk mencampur bahan material seperti kerikil, air dan pasir untuk membuat semen beton, maka dari itu komponen ini memerlukan sifat tahan aus, kekerasan, dan harga yang tinggi. *Concrete mixer blade* merupakan salah satu komponen yang terbuat dari besi cor putih (*white cast iron*). Struktur mikro dari besi cor sendiri kebanyakan adalah berupa sementit dibanding dengan grafit. Sifat dari besi cor putih ini sendiri adalah sangat keras namun getas. Kerusakan dari *Concrete mixer blade* sebagian besar diakibatkan oleh kegagalan logam karena gesekan dan gaya yang sangat besar. Peningkatan gaya ini akibat tumpukan agregat menyebabkan paduan logam cenderung menjadi lebih mudah terdeformasi plastis. Kegagalan atau keausan yang terjadi disebabkan karena kekurangan kandungan kromium karbida pada permukaan, sehingga kekerasan dari *Concrete mixer blade* menurun. Berdasarkan dari permasalahan yang terjadi dengan adanya kerusakan pada logam *Concrete mixer blade* maka perlu dilakukan peningkatan kekerasan pada bagian permukaan *Concrete mixer blade* tersebut. Salah satu metoda yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan melakukan penambahan kadar chromium sebesar 2,5%. Metoda penambahannya dengan cara melakukan proses pengecoran. Kemudian hasil coran dilakukan proses quenching dan tempering.

Diharapkan dengan penelitian ini, kekerasan permukaan pada *Concrete mixer blade* akan meningkat. Meningkatnya kekerasan ini disebabkan terbentuknya chromium karbida dan fasa martensit pada permukaan *Concrete mixer blade*.

2. METODOLOGI

Di bawah ini merupakan langkah-langkah dan metodologi dalam melakukan penelitian pengaruh penambahan low chromium pada *Concrete mixer blade* terhadap sifat mekanik.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Pengujian Spectrometer

Pengujian spectrometer atau uji komposisi berfungsi untuk mengetahui komposisi yang terdapat pada material, sehingga dengan mengetahui komposisi apa saja yang terdapat pada *Concrete mixer blade* dari India ini nantinya sebagai acuan untuk pembuatan pembaharuan material *Concrete mixer blade*.



Gambar 2. Pengujian Spectrometer

Tabel 1. Komposisi Kimia *Concrete mixer blade* dari India

No	Unsur / Element	Nilai (%)
1	Carbon (C)	3,056
2	Silicon (Si)	0,58
3	Sulfur (S)	0,02
4	Phosphorus (P)	0,019
5	Manganese (Mn)	0,839
6	Nickel (Ni)	0,13

7	Chromium (Cr)	18,07
8	Molybdenum (Mo)	0,174
9	Vanadium (V)	0,003
10	Copper (Cu)	0,005
11	Wolfram/Tungsten (W)	0,004
12	Titanium (Ti)	0,003
13	Tin (Sn)	0,013
14	Aluminium (Al)	0,022
15	Plumbun/Lead (Pb)	0
16	Antimony (Sb)	0,001
17	Niobium (Nb)	0
18	Zirconium (Zr)	0,001
19	Zinc (Zn)	0,001
20	Ferro/Iron (Fe)	77,059

2.2 Menentukan Komposisi Kimia

Setelah hasil komposisi diketahui maka data tersebut dapat dijadikan sebagai acuan untuk proses pengecoran spesimen yang nantinya dapat dijadikan bahan untuk pembuatan prototype *Concrete mixer blade* dengan cara merubah kadar komposisi kandungan Carbon (C), Chromium (Cr), Nickel (Ni) dan unsur-unsur lainnya, seperti pada tabel 1. Kami mencoba dengan komposisi yang kami teliti seperti pada tabel 2. dibawah ini:

Tabel 2. Komposisi Kimia *Concrete mixer blade* low chromium yang akan dilakukan penelitian

No	Unsur / Element	Nilai (%)
1	Carbon (C)	3,22
2	Silicon (Si)	0,63
3	Sulfur (S)	0,08
4	Phosphorus (P)	0,1
5	Manganese (Mn)	0,8
6	Nickel (Ni)	1,5
7	Chromium (Cr)	2,5
8	Molybdenum (Mo)	0,174
9	Vanadium (V)	0,101
10	Copper (Cu)	0,01
11	Wolfram/Tungsten (W)	0
12	Titanium (Ti)	0,013
13	Tin (Sn)	0,001
14	Aluminium (Al)	0,05
15	Plumbun/Lead (Pb)	0
16	Antimony (Sb)	0

17	Niobium (Nb)	0
18	Zirconium (Zr)	0
19	Zinc (Zn)	0
20	Ferro/Iron (Fe)	90,822

2.3 Proses Pembuatan Spesimen

Setelah diketahui dan menentukan komposisi kimia, maka selanjutnya dilakukan proses pengecoran dengan menggunakan komposisi yang sudah ditentukan.

Proses pembuatan spesimen yang dibuat untuk proses pengujian kekerasan, pengujian impak dan pengujian struktur mikro, sehingga hasil spesimen tersebut dapat dijadikan pembandingan dari material *Concrete mixer blade* yang berasal dari India.

Proses pengecoran Y block dimana logam cair dengan unsur kadungan yang sudah dicampur kemudian dituangkan ke dalam cetakan yang sudah disediakan. Setelah itu spesimen dipotong agar dapat digunakan pada alat pengujian dengan menggunakan standar yang diperlukan. Pada kasus ini hasil benda kerja yang dihasilkan dari proses pengecoran akan dilakukan proses pemesinan untuk mendapatkan geometri spesimen yang sesuai dengan standar untuk melakukan pengujian-pengujian seperti uji kekerasan, uji impak dan uji struktur mikro.

2.4 Proses Heat Treatment

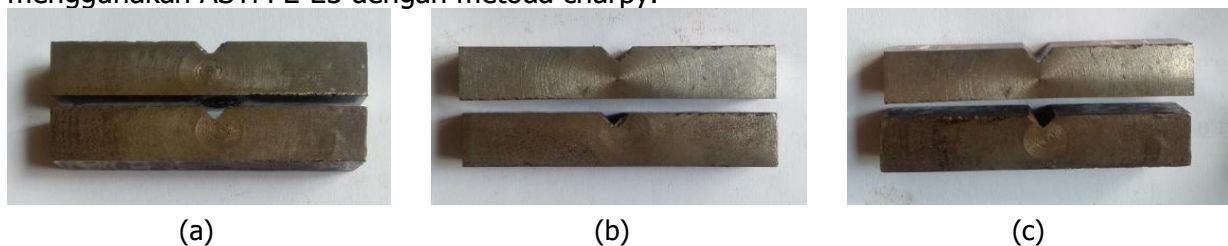
Heat treatment adalah proses pemanasan dan pendinginan yang terkontrol dengan maksud mengubah sifat fisik dari logam. Pada penelitian ini heat treatment yang dilakukan pada temperatur 850°C dan ditahan selama 1 jam dan diharapkan spesimen *Concrete mixer blade* ini berubah fasanya menjadi martensit dan dilakukan proses tempering pada temperatur 500°C dengan holding time selama 1 jam yang bertujuan untuk menghilangkan tegangan sisa akibat hardening yang bisa menimbulkan retak, sehingga menjadikan kehomogenan fasa dari material tersebut yang memiliki harga impak yang tinggi.

2.5 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan ini dilakukan dengan menggunakan metode Brinell dengan pembebanan 3000 kg dan pengujian ini dilakukan pada 3 titik dengan lokasi yang berbeda setiap spesimen. Dengan tujuan untuk mengetahui nilai kekerasan dari material as cast, setelah proses heat treatment pada temperatur 850°C dengan holding time selama 1 jam dan setelah proses tempering pada temperatur 500°C dengan holding time selama 1 jam.

2.6 Pengujian Impak

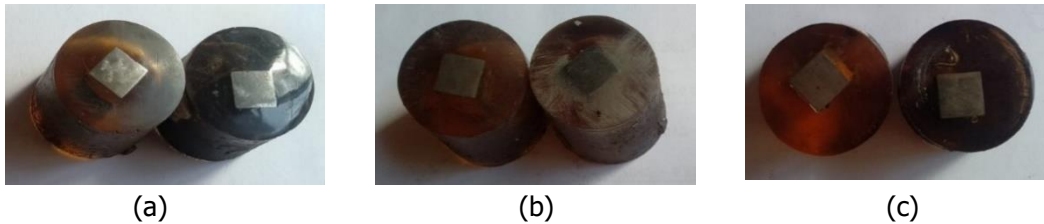
Pengujian impak ini dilakukan untuk mengetahui seberapa ketahanan kekuatan material yang ada pada besi cor putih (white cast iron). Alat uji impak dengan standar pengujian menggunakan ASTM E-23 dengan metoda charpy.



Gambar 3. Spesimen Pengujian Impak (a) as cast (b) Setelah Proses Quenching (c) Setelah Proses Quenching dan Tempering

2.7 Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan untuk memperkirakan sifat-sifat material, analisa kegagalan, dan memeriksa proses-proses yang dialami oleh suatu material.



Gambar 4. Spesimen Pengujian Struktur Mikro (a) as cast (b) Setelah Proses Quenching (c) Setelah Proses Quenching dan Proses Tempering

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Kekerasan

Pengujian uji kekerasan spesimen dilakukan untuk mengetahui harga kekerasan pada spesimen white cast iron dengan kandungan chromium sebesar 2,5% dan Nikel 1,5% yang nantinya akan dibandingkan dengan material *Concrete mixer blade* impor dari India. Untuk spesimen yang digunakan ada 2 spesimen yaitu spesimen yang ditambahkan inoculan FeSi dan tidak ditambahkan inoculan. Spesimen yang digunakan mengikuti standar ASTM E-10, dimana spesifikasi yang digunakan yaitu sebagai berikut:

Tabel 3. Parameter Pengujian Kekerasan Berdasarkan ASTM E-10

Parameter Pengujian	
Standar Pengujian	ASTM E-10
Material Indenter	Bola Baja
Beban [kg]	3000
Diameter Indenter [mm]	10

Untuk acuan bahan yang dipakai adalah *Concrete mixer blade* dari India dengan nilai kekerasan sebagai berikut:

Tabel 4. Harga Kekerasan *Concrete mixer blade* Impor dari India

Spesimen	Harga Kekerasan [HB]			
	1	2	3	Rata-rata
Impor dari India	401,57	448,14	491,92	447,21

Dari hasil pengujian kekerasan pada spesimen yang ditambahkan inoculan dan yang tidak ditambahkan inoculan dengan beberapa proses dapat dilihat dari tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kekerasan Beberapa Spesimen

		Harga Kekerasan [HB]			
Spesimen		1	2	3	Rata-rata
<i>as cast</i>	Inokulan	278,09	263,85	269,31	270,42
	Non inokulan	393,48	343,07	408,04	381,53
<i>Heat Treatment 850°C</i>	Inokulan	722,20	652,00	599,35	657,85
	Non inokulan	739,75	730,98	766,76	745,83
<i>Heat Treatment 850°C dan Tempering 500°C</i>	Inokulan	498,50	507,22	504,48	503,40
	Non inokulan	519,21	529,88	541,52	530,20

3.2 Hasil Pengujian Impak

Pengujian impak dilakukan dengan mengikuti standar ASTM E-23 beserta bentuk dan dimensi yang mengikuti standar ASTM E-23. Dimana spesifikasi yang digunakan yaitu sebagai berikut:

Tabel 6. Parameter Pengujian Impak Berdasarkan ASTM E-23

Parameter Pengujian	
Standar Pengujian	ASTM E-23
Sudut α [°]	145
Panjang Pendulum [m]	0,6
Massa Pendulum [kg]	60

Untuk acuan bahan yang dipakai adalah *Concrete mixer blade* dari India dengan nilai kekerasan sebagai berikut:

Tabel 7. Harga Impak Concrete mixer blade Impor dari India

Spesimen	Energi Impak [J]	Harga Impak [J/mm ²]
Impor dari India	289,6	3,57

Dari hasil pengujian kekerasan pada spesimen yang ditambahkan inokulan dan ditambahkan inokulan dengan beberapa proses dapat dilihat dari tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Kekerasan Beberapa Spesimen

Spesimen	Energi Impak [J]	Luas Permukaan [mm]	arga Impak [J/mm ²]
<i>as cast</i>	Inokulan	380	79,8
	Non inokulan	230	80,5

Heat treatment 850°C	Inokulan	270	79,8	3,38
	Non inokulan	170	80,1	2,12
Heat Treatment 850°C dan Tempering 500°C	Inokulan	270	79,6	3,39
	Non inokulan	170	79,5	2,14

3.3 Harga Kekuatan Tarik

Kekerasan dan kekuatan tarik keduanya merupakan indikator ketahanan logam terhadap deformasi plastis. Berdasarkan hasil percobaan, keduanya kurang lebih proposional. Hubungan antara kekerasan dengan kekuatan tarik bisa dipakai pada baja, kuningan, dan besi cor. Pada sebagian besar baja, kuningan dan besi cor, hubungan tersebut dapat ditulis dalam bentuk persamaan:

$$TS [M] = 3,45 \times HB \text{ Atau}$$

$$TS [p] = 500 \times HB$$

Dimana TS adalah tensile strength (tegangan tarik) dalam satuan MPa atau psi, sedangkan HB adalah nilai kekerasan Brinell.

Untuk mengetahui harga kekuatan tarik pada suatu material bisa digunakan dari data hasil pengujian kekerasan dengan menggunakan persamaan tersebut.

$$TS = 3,45 \times HB$$

$$TS = 3,45 \times 447,21 \text{ HB}$$

$$TS = 1542,87 \text{ MPa}$$

Tabel 9. Harga Kekuatan Tarik *Concrete mixer blade* Impor dari India

Spesimen	Harga Kekerasan [HB]	Kekuatan Tarik [MPa]
Impor dari India	447,21	1542,87

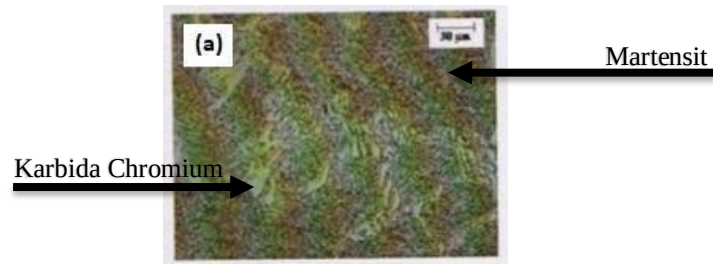
Untuk mengetahui harga kekuatan tariknya didapatkan hasil perhitungan dari persamaan tersebut dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Harga Kekuatan Tarik dari Perhitungan dengan Menggunakan Persamaan Hubungan antara Kekerasan dengan Kekuatan Tarik

Spesimen	Harga Kekerasan [HB]	Kekuatan Tarik [MPa]
as cast	Inokulan	270,42
	Non inokulan	381,53
Heat treatment 850°C	Inokulan	657,85
	Non inokulan	745,83
Heat Treatment 850°C dan Tempering 500°C	Inokulan	503,40
	Non inokulan	530,20

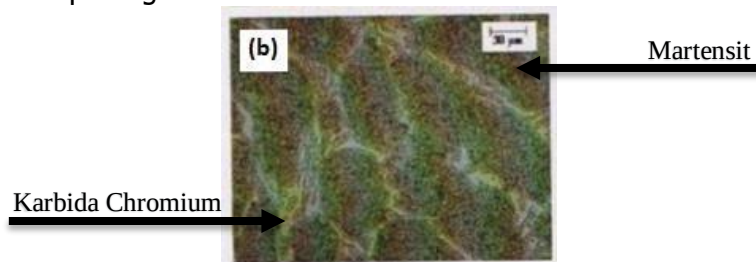
3.4 Hasil Pengujian Struktur Mikro

Hasil dari pengujian struktur mikro pada spesimen yang ditambahkan inokulan dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil Pengujian Struktur Mikro pada Spesimen yang ditambahkan Inokulan

Sedangkan hasil dari pengujian struktur mikro pada spesimen yang tidak ditambahkan inokulan dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil Pengujian Struktur Mikro pada Spesimen yang tidak ditambahkan Inokulan

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan material white cast iron dengan kandungan Chromium sebesar 2,5% yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut: Untuk komposisi kimia yang dipilih berdasarkan dari data yang didapat sebagai berikut:

Tabel 11. Perbandingan Unsur Kandungan Kimia

No.	Unsur/Element	Presentase Unsur dari India [%]	Presentase Unsur yang akan dilakukan [%]
1	Carbon (C)	3,056	3,22
2	Silicon (Si)	0,58	0,63
3	Sulfur (S)	0,02	0,08
4	Phosphorus (P)	0,019	0,1
5	Manganese (Mn)	0,839	0,24
6	Nickel (Ni)	0,13	1,5
7	Chromium (Cr)	18,07	2,5
8	Molybdenum (Mo)	0,174	0,174
9	Vanadium (V)	0,003	0,101
10	Copper (Cu)	0,005	0,01
11	Wolfram/Tungsten (W)	0,004	0

12	Titanium (Ti)	0,003	0,012
13	Tin (Sn)	0,013	0,001
14	Aluminium (Al)	0,022	0,05
15	Plumbun/Lead (Pb)	0	0
16	Antimony (Sb)	0,001	0
17	Niobium (Nb)	0	0
18	Zirconium (Zr)	0,001	0
19	Zinc (Zn)	0,001	0
20	Ferro/Iron (Fe)	77,059	91,382

Dapat dilihat dari tabel 11. Kandungan karbon (C) 3,22% tersebut sudah memenuhi kriteria besi cor putih untuk presentase karbonnya yaitu 2% - 4%, serta kandungan chromium (Cr) lebih rendah yaitu 2,5% dibandingkan dengan produk impor yang mencapai 18,07%.

- a. Hasil dari pengujian kekerasan pada besi cor putih yang telah dilakukan didapatkan nilai kekerasan pada spesimen yang ditambahkan inoculan sebesar 530,20 HB, dan tanpa ditambahkan inoculan sebesar 530,40 HB. Presentase kenaikan nilai kekerasan dari material *Concrete mixer blade* impor dari India dengan material hasil penelitian ini sebesar 18,56% dan telah memenuhi standar yaitu diatas harga kekerasan impor dari India sebesar 447,21 HB.

Hasil dari pengujian impak pada besi cor putih yang telah dilakukan didapatkan harga impak pada 9pecimen yang ditambahkan inoculan sebesar $3,39 \frac{J}{mm^2}$, dan tanpa

ditambahkan inoculan sebesar $2,14 \frac{J}{mm^2}$. Pada pengujian impak ini harga impak yang

diperoleh masih rendah dan masih dibawah harga impak impor, sehingga belum memenuhi standar.

- b. Pengaruh penambahan inoculan terhadap harga kekerasan dan harga impak berbeda. Dimana penambahan inoculan berpengaruh besar terhadap harga impak, sedangkan pada harga kekerasan hanya berpengaruh sedikit.
- c. Penelitian ini belum bisa diaplikasikan pada *Concrete mixer blade* dikarenakan harga impak yang belum memenuhi harga impak dari material impor dari India yang dijadikan acuan untuk material tersebut.

4.2 Saran

Dalam penelitian yang sudah dilakukan ini penulis memberikan beberapa saran yaitu sebagai berikut:

- a. Penelitian ini dapat dilanjutkan kembali dengan memperhatikan unsur kandungan supaya memperoleh sifat-sifat mekanik yang diinginkan.

- b. Dan perlu dilakukan proses heat treatment kembali, supaya harga impak meningkat menjadi diatas harga impak yang menjadi acuan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada orang tua serta keluarga, dosen pembimbing, rekan satu tim, dan keluarga Iyong Club yang telah memberikan dukungan, ilmu pengetahuan semangat serta memfasilitasi dan membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Avner, S. H., (1974). Introduction to Physical Metallurgy. New York: McGraw-Hill International Book Company.
- Callister Jr., W. D. (2000). Fundamentals of Material Science and Engineering. Interactive e Text, Jhon Wiley & Sons, Fifth Edition, pp. 177-181.
- Darmadi, Wahyu, (2015). Pengaruh Media Pendinginan Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan pada Besi Cor. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Irvan Fauzi, Muhammad. (2020). Pengembangan Material Grinding Ball pada Ball Mill yang Terbuat dari White Cast Iron yang diaplikasikan pada Pabrik Semen. Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Sari, Nasmi.Herlina (2018). Material Teknik. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Mataram.
- Syauqi, Rizal. (2020). Pengembangan Material White Cast Iron untuk Prototype Liner Ball Mill yang diaplikasikan pada Pabrik Semen. Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Tata Surdia, Shinroku Saito. (1985). Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta.
- The Materials Information Society, (1992). ASM Metals Handbook, Vol.2 Properties and Selection Nonferrous Alloys and Special Purpose Materials.
- Valigi, Maria Cristina, (2015). Wear resistance of blades in planetary concrete mixers. Design of a new improved blade shape and 2D validation. University of Perugia, Via G. Duranti, 1, 06125 Perugia, Italy.

Rujukan Buku:

- Valigi, Maria Cristina, (2015). Wear resistance of blades in planetary concrete mixers. Design of a new improved blade shape and 2D validation. University of Perugia, Via G. Duranti, 1, 06125 Perugia, Italy.

Rujukan Jurnal:

- Syauqi, Rizal. (2020). Pengembangan Material White Cast Iron untuk Prototype Liner Ball Mill yang diaplikasikan pada Pabrik Semen. Institut Teknologi Nasional Bandung.