

Pengaruh Waktu Pembongkaran Cetakan Fc 25 Terhadap Kekerasan, Keausan Dan Beban Kejut

Fajri Nur Ashari,¹ dan Juriah Mulyanti^{1*}

¹Departemen Teknik Mesin, Universitas Janabadra,
Jl. Tentara Rakyat Mataram No.55-57,
Bumijo, Kec. Jetis, Kota Yogyakarta, Daerah
Istimewa Yogyakarta 55231

*E-mail: jm.yanti@janabadra.ac.id

Abstrak

Laju pendinginan pada pengecoran logam salah satu hal yang sangat penting dapat berpengaruh pada sifat material, pada industri pengecoran logam waktu pembongkaran cetakan juga sangatlah penting dimana laju pendinginan akan sangat berbeda dan dapat mempengaruhi sifat material tersebut. Pada industri pengecoran logam masih ada yang kurang memperhatikan waktu pembongkaran cetakan, dimana cetakan dibongkar tidak berdasarkan waktu yang sama. Hal ini bertujuan agar mendapatkan karakteristik material yang sama pada setiap produksi. Bahan yang digunakan dalam studi eksperimen ini besi tuang kelas FC 25 dengan perbedaan waktu pembongkaran cetakan 10 menit dan 60 menit, temperatur tuang 1350°C dan melakukan pengukuran temperatur pada saat pembongkaran serta setelah 30 menit pembongkaran dari masing masing spesimen lalu melakukan pengujian Kekerasan, Keausan dan Impak. Hasil penelitian ini menunjukkan, pembongkaran dengan waktu 10 menit laju pendinginannya lebih cepat dengan hasil pengujian memiliki karakteristik material yang tahan aus dan keras, sedangkan laju pendinginan yang lebih lambat dengan waktu pembongkaran 60 menit menghasilkan material yang lebih tahan impact.

Kata kunci: besi cor, besi tuang kelabu, FC 25, pembongkaran cetakan

Abstract

The rate of cooling in metal casting is one of the very important things that can affect the nature of the material, in the metal casting industry the time of mold demolition is also very important where the rate of cooling will be very different and can affect the nature of the material. In the metal casting industry there are still those who pay less attention to the time of mold demolition, where molds are disassembled not based on the same time. This aims to obtain the same material characteristics in each production. The material used in the experimental study was FC 25 grade cast iron with a difference in the time of unloading the mold by 10 minutes and 60 minutes, the cast temperature was 1350 °C and took temperature measurements at the time of demolition and after 30 minutes of demolition of each specimen and then conducted hardness, wear and impact testing. The results of this study showed that demolition with a time of 10 minutes faster cooling rate with test results has the characteristics of a material that is resistant to wear and hard, while a slower cooling rate with a 60-minute demolition time produces a material that is more impact resistant..

Keywords: cast iron, demolition mold, FC 25, gray cast iron.

1. Pendahuluan

Besi tuang kelabu adalah salah satu logam yang banyak diproduksi industri ini, hal ini disebabkan bahan baku yang mudah ditemukan. Besi tuang ini banyak dipakai pada bidang perpipaan, otomotif, permesinan dan lain-lain. Proses pengecoran dalam industri logam biasanya menggunakan dua cara yaitu proses pengecoran menggunakan cetakan pasir dan proses pengecoran menggunakan cetakan permanen yang terbuat dari logam. Dalam dunia industri pengecoran logam, menggunakan cetakan pasir dinilai lebih sederhana dan terjangkau, tapi penggunaan cetakan pasir berpengaruh pada permukaan produk yang kasar serta ketelitian kurang baik. Dalam proses peleburan besi cor kelabu menggunakan bahan baku diantaranya besi kasar (pig iron), besi scrap, baja scrap, dan bahan paduan lain yang memiliki keragaman komposisi [1 – 9].

Beberapa alternatif teknologi digunakan dan dikembangkan sebagai contoh adanya temuan teknologi pengecoran baik variasi pola, cetakan, sistem saluran turun, temperatur tuang, pendinginan dan lain sebagainya. Permasalahan dalam industri pengecoran logam sangat kompleks dengan tingkat penggunaan teknologi yang beranekaragam [10 – 14].

FC 25 yaitu besi tuang kelabu yang memiliki kekuatan tarik minimal 25 kg/mm . Besi tuang kelabu sendiri memiliki standar diantaranya Standar Nasional Indonesia (SNI) biasanya ditulis dengan (BTK) 15, 20, 25, 30 dan 35. Sedangkan pada Japanese Industrial Standards (JIS) di beri notasi FC 15, 20, 25, 30 dan 35. Untuk standar Jerman dikenal dengan Deutsche Institut For Normung (DIN) 15, 20, 25, 30, dan 35 [15 – 17].

CV. Mega Jaya Logam adalah salah satu perusahaan yang bergerak dibidang industri pengecoran logam dan permesinan yang memproduksi material FC 25 (Irwan Septian, 2022) untuk memenuhi kebutuhan konsumen dari BUMN, perusahaan swasta dan dinas. Perusahaan ini terletak di Jl. Bakalanbaru RT. 02, RW. 02, Kecamatan Ceper, Klaten. Adapun produk- produk yang diproduksi di perusahaan ini seperti Bolard, Pulley v-belt, tiang lampu, Menhole Cover dan lainlain tergantung permintaan konsumen dan kesanggupan perusahaan. CV. Mega Jaya Logam sudah memiliki izin dan sudah mempunyai SIUP, HO, TDP dan mempunyai standarisasi dengan bersertifikat ISO 9001:2015, ISO 45001:2018, dan ISO 14001:2105. Perusahaan ini memiliki dua dapur produksi yaitu dapur kupola berkapasitas 30 ton sekali produksi dan dapur induksi sendiri berkapasitas 500 kg sekali tuang atau 4 ton perhari [18].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah studi eksperimen dengan cara membuat spesimen FC 25 yang dibuat di CV. Mega Jaya Logam dengan melakukan perbedaan waktu pembongkaran cetakan 10 menit dan 60 menit tanpa melakukan penambahan air untuk media pendingin, waktu 60 menit dipilih karna pada pembongkaran cetakan yang dilakukan di CV. Mega Jaya Logam selama 60 menit sedangkan 10 dari penelitian yang di lakukan [19]. Ukuran pola yang dibuat menyesuaikan ukuran standar alat uji yang akan digunakan, untuk uji impak mempunyai panjang 200 mm, lebar 10 mm dan tinggi 10 mm. Dari satu batang pola dengan panjang 200 mm dapat menjadi 3 spesimen uji dimana ukuran yang dibutuhkan untuk uji impak yaitu panjang 55 mm, tinggi 10 mm dan lebar 10 mm. Sedangkan untuk keperluan uji kekerasan dan keausan pola dibuat dengan bahan yang sama menggunakan multiplek dan dempul, pola untuk kedua pengujian ini mempunyai dimensi diameter 30 mm serta ketebalan 20 mm, setelah melakukan proses finishing memiliki ukuran diameter 30 mm dan ketebalan 10 mm. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Material Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Janabadara pada tanggal 5 November 2021.

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Laju Pendinginan

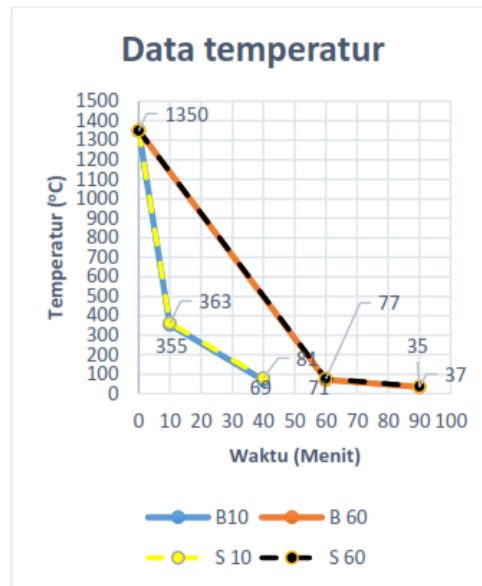
Laju pendinginan yaitu penurunan suhu menuju suhu ruangan atau penurunan suhu berdasarkan waktu tertentu, laju pendinginan yang terjadi pada suatu benda kerja tergantung pada beberapa faktor, terutama : jenis media pendinginnya, temperatur media pendingin, kuatnya sirkulasi udara pada media pendingin. Untuk pengukuran laju pendinginan perlu beberapa data yang harus diambil seperti jam berapa pada saat penuangan, suhu penuangan, jam pembongkaran, suhu pembongkaran, jam setelah 30 menit pembongkaran dan suhu terakhir setelah 30 menit. Berikut laju pendinginan yang terhitung dan penomoran spesimen dari material FC 25 dengan waktu pembongkaran 10 menit dan 60 menit.

Penomoran spesimen :

- a) B 10 : Spesimen dengan bentuk balok panjang pembongkaran 10 menit.
- b) B 60 : Spesimen dengan bentuk balok panjang pembongkaran 60 menit.
- c) S 10 : Spesimen dengan bentuk silinder pembongkran 10 menit.
- d) S 60 : Spesimen dengan bentuk silinder pembongkaran 60 menit.

Table 1. Data suhu dan waktu pembongkaran.

Spesimen	Jam Tuang (WIB)	Suhu Tuang (°C)	Jam pembongkaran (WIB)	Suhu Bongkar (°C)	Jam setelah 30 menit (WIB)	Suhu setelah 30 menit (°C)
B 10	10:56	1350	11:06	355	11:36	69
B 60	10:56	1350	11:56	71	12:26	35
S 10	10:56	1350	11:06	363	11:36	81
S 60	10:56	1350	11:56	77	12:26	37



Gambar 1. Grafik data temperatur.

Tabel 1. Hasil laju pendinginan.

Spesimen	V_{PU} (°C/menit)
B 10	9.53
B 60	1.2
S 10	9.4
S 60	1.3

Dari hasil pengamatan suhu spesimen diatas, spesimen yang berbentuk balok lebih cepat jika di bandingkan dengan spesimen yang berbentuk silinder, hal ini disebabkan oleh perbedaan dimensi benda pada ketebalannya. Hasil laju pendinginan dengan pembongkaran spesimen 10 menit memiliki waktu yang lebih cepat pendinginannya disebabkan oleh sirkulasi udara dapat menurunkan suhu lebih cepat dibandingkan dalam cetakan yang panasnya tertahan. Spesimen B 10 memiliki nilai laju pendinginan 9,53 °C/menit dan S 10 memiliki nilai 9,4 °C/menit, sedangkan untuk spesimen B 60 memiliki nilai 1,2 °C/menit dan spesimen S 60 memiliki nilai 1,3.

3.2. Pengujian Impak

Uji impak menggunakan jenis beban dinamik, yaitu dengan menggunakan pembebanan yang cepat (rapid loading). Pada pembebanan cepat atau disebut dengan beban impak, terjadi proses penyerapan energi yang besar dari energi kinetik suatu beban yang menumbuk spesimen. adapun kode untuk menunjukan spesimen pengujian dapat dilihat dibawah ini:

- 1) 10 A = Spesimen pertama dengan waktu pembongkaran 10 menit.
- 2) 10 B = Spesimen kedua dengan waktu pembongkaran 10 menit.
- 3) 10 C = Spesimen ketiga dengan waktu pembongkaran 10 menit.
- 4) 60 A = Spesimen pertama dengan waktu pembongkaran 60 menit.
- 5) 60 B = Spesimen kedua dengan waktu pembongkaran 60 menit.
- 6) 60 C = Spesimen ketiga dengan waktu pembongkaran 60 menit.



Gambar 2. Spesimen Uji Impak

Tabel 2. Dimensi spesimen Uji Impak.

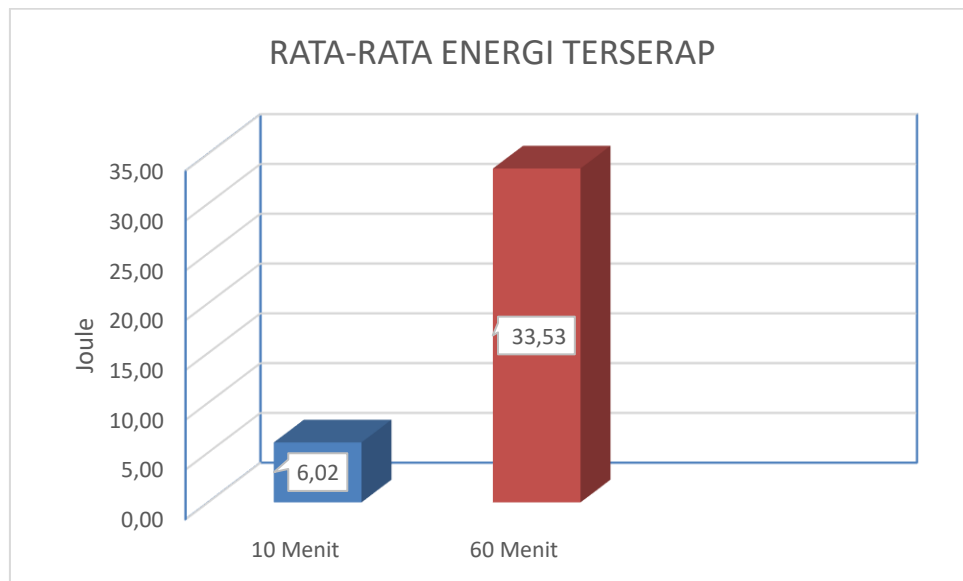
Spesimen	P (mm)	L (mm)	T (mm)	H (mm)	A (mm ²)
10 A	57,4	10	10	7,9	79
10 B	56,3	10	10	8,1	81
10 C	55,7	10	10	8,4	84
60 A	56,3	10	10	8,1	81
60 B	57,6	10	10	7,8	78
60 C	55,2	10	10	8,4	84

Tabel 3. Hasil pengujian Impak

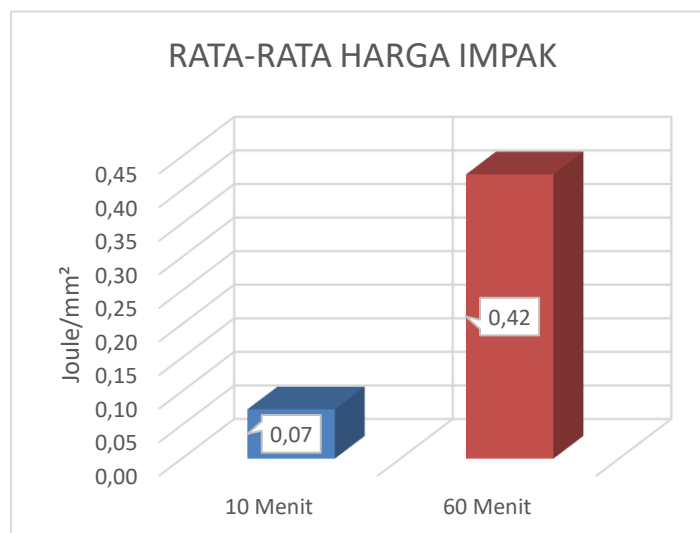
Nomor Spesimen	Sudut (β°)	Sudut (α)	A (mm ²)	Energi Terserap (joule)	Harga Impak (joule/mm ²)
10 A	88	90	79	6,02	0,08
10 B	88	90	81	6,02	0,07
10 C	88	90	84	6,02	0,07
60 A	86	90	81	12,03	0,15
60 B	70	90	78	59,00	0,76
60 C	80	90	84	29,95	0,36

Tabel 4. Rata-rata energi terserap dan harga Impak.

Kode Spesimen	Energi Terserap (Joule)	Harga Impak (J/mm ²)	Energi Terserap Rata-Rata (Joule)	Harga Impak Rata-Rata (J/mm ²)
10 A	6,02	0,08	6,02	0,07
10 B	6,02	0,07		
10 C	6,02	0,07		
60 A	12,03	0,15	33,53	0,42
60 B	59,00	0,76		
60 C	29,55	0,36		



Gambar 3. Grafik rata-rata energi terserap.



Gambar 4. Rata-rata harga Impak.

Dari hasil pengujian yang dilakukan dengan perbedaan waktu pembongkaran maka didapatkan hasil nilai rata-ratanya dengan energi terserap yang paling tinggi yaitu 33,53 Joule dan hasil rata-rata harga impact tertinggi 0,42 J/mm² jika energi yang terserap lebih besar maka kemampuan material menyerap energi per luasan juga semakin besar. Dari hasil penelitian ini maka dapat menyimpulkan bahwa waktu pembongkaran cetakan dengan waktu 60 menit menimbulkan karakteristik material yang lebih tahan impact dibandingkan dengan waktu pembongkaran cetakan 10 menit, perbedaan ini disebabkan karna adanya perbedaan pendinginan dimana laju pendinginan spesimen dengan pembongkaran 10 menit lebih cepat dibandingkan spesimen dengan pembongkaran 60 menit. Patahan yang terjadi pada spesimen dengan waktu 10 menit dan 60 menit mengalami patah getas dengan ciri-cirinya yaitu terbelah menjadi dua bagian, permukaan patahan yang cenderung rata dan tidak tajam. Jadi spesimen dengan waktu pembongkaran 60 menit lebih baik untuk menahan beban kejut [20].

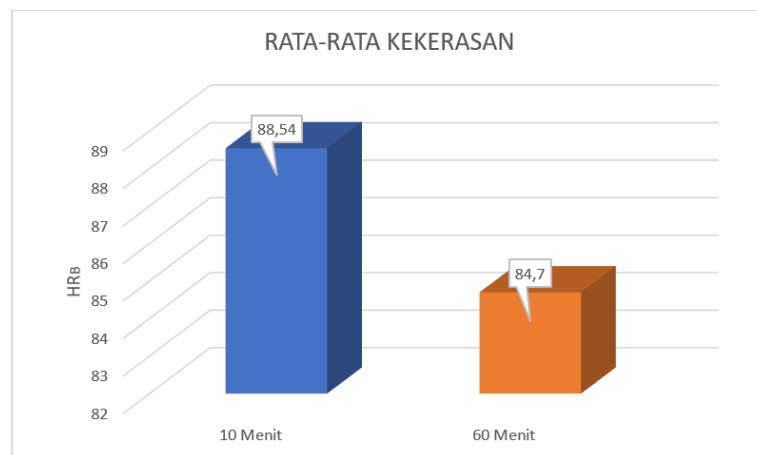
3.3. Pengujian Kekerasan Rockwell

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai keausan material FC 25 dengan perbedaan waktu pembongkaran cetakan 10 menit dan 60 menit. Berikut adalah hasil uji kekerasan rockwell skala B (H_{RB}).

Tabel 5. Hasil Pengujian Kekerasan

Material	Penetrator	Beban terpasang (kg)	Nomor Spesimen	Nilai Kekerasan (H_{RB})	Rata-rata (H_{RB})
FC-25		100	10 A	86,4	87,1
				84,6	

Bola baja diameter 1/16 inchi	10 B	90,3	90,03
		96,4	
		85,1	
	10 C	88,6	88,5
		88	
		86,3	
	60 A	91,2	83
		84,8	
		84,3	
	60 B	79,9	87,7
		83,1	
		87	
	60 C	93	83,4
		84,6	
		82,2	
		85,7	



Gambar 5. Grafik rata-rata kekerasan.\

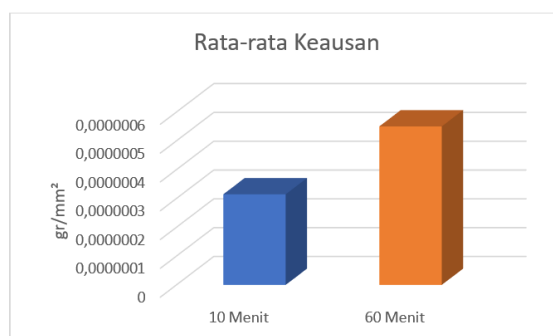
Dari pengujian diatas maka didapatkan hasil bahwa perbedaan waktu pembongkaran cetakan memiliki nilai kekerasan yang tidak berbeda jauh, nilai kekerasan berbeda karna ada perbedaan laju pendinginan, dimana laju pendinginan pada spesimen 10 menit lebih cepat dibandingkan dengan 60 menit. Nilai kekerasan rata-rata paling tinggi yaitu dengan spesimen yang memiliki waktu pembongkaran cetakan 10 menit dengan nilai kekerasan 88,54 HRB, sedangkan rata-rata material kekerasan material 60 menit yaitu 84,7 HRB maka dari hasil pengujian tersebut diketahui bahwa terhadap kekerasan material spesimen dengan waktu 10 menit memiliki tingkat kekerasan yang lebih tinggi [21].

3.4. Pengujian Keausan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sekaligus membandingkan nilai keausan dari material FC 25 dengan perbedaan waktu pembongkaran cetakan 10 menit dan 60 menit

Tabel 6. Hasil Pengujian keausan

Material	Sampel Uji	Luas Permukaan (A) (mm ²)	Berat Mula (w ₀) (gr)	Waktu Pengujian (t) (s)	Berat Akhir (w ₁) (gr)	Selisih Berat (Δw) (gr)	Berat Beban (gr)	Laju Keausan (M) (gr/mm ² .detik)
FC-25	10 A	706,85	127,14	60	127,13	0,01	256,6	$2,35 \times 10^{-7}$
	10 B	706,85	134,97	60	134,96	0,01	256,6	$2,35 \times 10^{-7}$
	10 C	706,85	129,23	60	129,21	0,02	256,6	$4,71 \times 10^{-7}$
	Rata-rata							$3,14 \times 10^{-7}$
	60 A	706,85	138,86	60	138,84	0,02	256,6	$4,71 \times 10^{-7}$
	60 B	706,85	138,85	60	138,82	0,03	256,6	$7,07 \times 10^{-7}$
	60 C	706,85	135,75	60	135,73	0,02	256,6	$4,71 \times 10^{-7}$
	Rata-rata							$5,50 \times 10^{-7}$

**Gambar 6.** Grafik rata-rata keausan

Dari data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa laju pendinginan berpengaruh pada karakteristik material, keausan sendiri berkaitan dengan kekerasan dimana tingkat kekerasan yang semakin tinggi maka tingkat ketahanan ausnya juga akan semakin baik. Spesimen dengan pembongkaran waktu 60 menit lebih tinggi tingkat keausannya sebesar $5,50 \times 10^{-7}$ gr/mm².detik jika dibandingkan dengan spesimen yang memiliki waktu pembongkaran 10 menit yang memiliki rata-rata laju keausan sebesar $3,14 \times 10^{-7}$ gr/mm².detik. jadi spesimen yang memiliki waktu pembogkaran 10 menit lebih tahan terhadap keausan [22 – 23].

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik material FC 25 dengan perbedaan waktu pembongkaran cetakan 10 menit dan 60 menit dapat disimpulkan :

- Pembongkaran dengan waktu 10 menit memiliki karakteristik material yang lebih keras dan lebih tahan aus tetapi lebih rendah ketahanan impaknya.
- Pembongkaran dengan waktu 60 menit memiliki karakteristik material yang lebih tahan terhadap dampak tetapi lebih rendah nilai kekerasannya dan ketahanan ausnya.
- Laju pendinginan pada pembongkaran cetakan waktu 10 menit lebih cepat dibandingkan waktu 60 menit

Daftar Pustaka

- [1] Oktavianto, Damar Dwi. 2019. 11 Sustainability (Switzerland) “Analisis Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Besi Cor Kelabu Fc 25 Dengan Mangan 1,2 % Skripsi.” universitas sanadharma yogyakarta. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI. diakses 7 September 2021
- [2] A.Gunanto, Joko Pramono. 2018. Teknik Pengecoran Manual. https://www.google.co.id/books/edition/Teknik_Pengecoran_Manual_SMK_MAK_Kelas_X/DCGqEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=dapur+pengecoran&pg=PA38&printsec=frontcover. diakses 27 Oktober 2021.
- [3] Blog.ub.ac.id. 2012. “Ilmu Dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam Dan Bukan Logam) .” blog.ub.ac.id. <https://blog.ub.ac.id/salsabilavelina/2012/03/02/diagram-fasa-fe-fe3c-2/>, diakses 27 Oktober 2021.

- [4] Budianto, Eko. 2021. "Proses Manufaktur." https://www.google.co.id/books/edition/Proses_Manufaktur/NjJEEAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=gambar+diagram+fe+3c&pg=PA113&printsec=frontcover. Diakses 28 Desember 2021, diakses 21 September 2021.
- [5] Farah Fortuna, Dantya. 2020. "Pengertian Pengecoran Logam." <https://www.dictio.id/t/manufaktur-apa-yang-dimaksud-dengan-pengecoran-logam/146303>, diakses 27 Oktober 2021
- [6] Mahoni. 2017. "Teknik Pengcoran Logam Dan Perlakuan Panas." https://minio1.123dok.com/dt03pdf/123dok/000/184/184740.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-AmzAlgorithm=AWS4-HMACSHA256&X-AmzCredential=HBT28R878GBP52A279VA%2F20211208%2F%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20211208T001128Z&X-Amz-SignedHeaders=, diakses 26 Desember 2021.
- [7] Rasyid., Syaharudin. 2012. Teknologi Pengolahan Logam. https://www.google.co.id/books/edition/Teknologi_Pengolahan_Logam/IX6ODwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=DIAGRAM+KLASIFIKASI+BESI+TUANG&pg=PA44&printsec=frontcover, diakses 19 Januari 2021.
- [8] Surdia, Tata dan, Saito Shinroku. 1999. Pengetahuan Bahan Teknik.
- [9] Tiwan. 2009. "Bahan Teknik Dasar ". Universitas Negri Yogyakarta.
- [10] Nugroho, Prasetyo Jati. 2015. "Naskah Publikasi Tugas Akhir Pengaruh Waktu Kecepatan Pendinginan Pada Besi Cor Inokulasi Whisker Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanis." Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [11] Andrea Dewantara, Yosafath. 2021. "Pengaruh Media Pendingin Quenching Terhadap Karakteristik Kekerasan Besi Cor Kelabu Fc-25." Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- [12] Amfrudin, Muhammad. 2014. "Pengaruh Jumlah Saluran Masuk Terhadap Ketangguhan, Kekerasan, Dan Struktur Mikro Pada Pengecoran Pulley Dari Besi Cor Dengan Cetakan Pasir." Universitas Sebelas Maret Surakarta. <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/39587>, diakses 18 Oktober 2021.
- [13] Darmadi, Wahyu. 2015. "Pengaruh Media Pendingin Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Pada Besi Cor." Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [14] Tirtayasa, Sakti. 2019. "Pengaruh Laju Pendinginan Hasil Coran Produk Hand Press Kancing Bungkus Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Pengecoran Aluminium Menggunakan Cetakan Permanen."
- [15] Dosen Kopertis Wilayah X, Generousdi. 2009. "Review Pengelasan Baja Dan Besi Cor Kelabu." DPK Akatel Indonesia Jambi.
- [16] Andra.biz. "Besi Cor Kelabu, Nodular, Putih Compacted Grafit, Pengertian Sifat, Komposisi Kimia, Mekanik." <https://ardra.biz/topik/dekomposisi-karbida-menjadi-besi-dan-grafit-besi-cor/>, diakses 18 oktober 2021.
- [17] Widodo, R. 2012. "Komposisi Besi Cor Kelabu." <https://hapli.files.wordpress.com/2012/04/tabel-standar-besi-cor1.jpg>.
- [18] Cv.megajayalogam. 2021. "Profil Perusahaan, Visi Dan Misi Perusahaan." <http://www.megajayalogam.co.id/info>, diakses 21 September 2021.
- [19] Syukron, Muhamad. 2021. "No Title." Analisis Kecacatan Pada Pengecoran Engine Pulley Dengan Cetakan Pasir. <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/jmept/article/download/4864/3804> diakses 19 Januari 2022.
- [20] Mirfan, Daniputra. 2017. "Tipe - Tipe Takikan Pada Uji Impak." <http://teknikdesainmanufaktur.blogspot.com/2014/10/laporan-uji-bahan-impact-test.html>, diakses 18 Oktober 2021.
- [21] Younggi, Dionisius. 2021. "Persyaratan Uji Kekerasan Rockwell." <http://teknikmesinmanufaktur.blogspot.com/2018/04/persyaratan-uji-kekerasan-rockwell.html>, diakses 20 November 2021.
- [22] Mawardani, Putri. 2013. "Pdf-Uji-Keausan-Wear-Test_compress.Pdf." <https://www.slideshare.net/PutrisipotMawardani/uji-keausan-wear-test>. diakses 27 Oktober 2021.
- [23] Sugiyono, Prof. Dr. 2016. "Perhitungan Keausan Berbasis Fem Pada Sistem Rolling-Sliding Contact." Journal of Chemical Information and Modeling 53(9): 1689–99.