



P-ISSN : 2622-1276
E-ISSN: 2622-1284

The 7th Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)

Website Ciastech 2024 : <https://ciastech.net>
Open Conference Systems : <https://ocs.ciastech.net>
Proceeding homepage : <https://ciastech.net>

ANALISIS PENGARUH HEAT TREATMENT TERHADAP SIFAT MEKANIK FCD 50

Elvin Bimbu Ngunju Lenang^{1*}, Suriansyah²⁾, Dadang Hermawan³⁾

^{1, 2, 3)} Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

INFORMASI ARTIKEL

Data Artikel :

Naskah masuk, 30 November 2024
Direvisi, 6 Desember 2024
Diterima, 20 Desember 2024

Email Korespondensi :

elvinbimbungunjulenang@gmail.com

ABSTRAK

Besi tuang nodular memiliki potensi yang cukup baik untuk dikembangkan, hal ini dikarenakan besi tuang nodular yang telah diberi perlakuan akan mengalami peningkatan dari segi sifat mekaniknya. Perlakuan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *heat treatment* dan pendinginan. Pada proses *heat treatment*, besi FCD-50 akan dipanaskan pada suhu awal 35°C dan akan mengalami *holding* selama 20 menit pada suhu 600°C dan dilanjutkan *holding* lagi pada suhu 900°C. Untuk pendinginan menggunakan air garam dan oli. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *heat treatment* pada besi FCD-50 berpengaruh pada tingkat kekerasan besi FCD-50. Penggunaan air pendingin juga memiliki pengaruh terhadap tingkat kekerasan FCD-50 dimana penggunaan oli sebagai pendingin lebih baik daripada penggunaan air garam dengan tingkat kekerasan sebesar 52,23 N/mm dan 50,17 N/mm.

Kata Kunci : *Heat Treatment, Sifat Mekanik, Besi FCD-50, Tuang nodular.*

1. PENDAHULUAN

Penelitian ini berfokus pada proses *quenching* dalam *hardening*, yaitu perlakuan panas dengan pendinginan cepat menggunakan media seperti air atau oli untuk meningkatkan kekerasan material. Besi tuang nodular (FCD-50) telah terbukti memiliki potensi besar dalam peningkatan sifat mekanik melalui berbagai perlakuan panas. Penelitian sebelumnya oleh Sabarudin menunjukkan bahwa metode austemper, cryogenic, dan temper ductile iron (ACTDI) pada FCD-50 berhasil meningkatkan kekerasan material tersebut.

Melihat potensi tersebut, penelitian ini akan mengeksplorasi pengaruh variasi temperatur perlakuan panas terhadap sifat mekanik dan struktur mikro besi tuang nodular FCD-50. Tujuan utama penelitian ini adalah memahami bagaimana variasi temperatur *heat treatment* memengaruhi karakteristik mekanik dan mikrostruktur material ini.

1.1. Heat Treatment

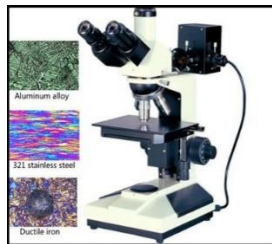
Heat treatment adalah proses mengubah sifat logam, khususnya baja, dengan memanipulasi struktur mikro melalui pemanasan dan pengaturan laju pendinginan. Dalam proses ini, spesimen dipanaskan hingga mencapai suhu austenisasi. Sifat alotropik pada besi memungkinkan terbentuknya berbagai variasi struktur mikro. Alotropik mengacu pada transformasi struktur atom dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Pada suhu di bawah 910°C , besi memiliki struktur Body Centered Cubic (BCC). Di antara suhu 910°C hingga 1392°C , struktur berubah menjadi Face Centered Cubic (FCC), dan kembali ke BCC ketika suhu melebihi 1392°C .

1.2. Pengujian Kekerasan

Uji kekerasan mengukur ketahanan permukaan material terhadap penetrasi. Uji ini meliputi metode Brinell dan Rockwell. Uji Brinell menggunakan bola baja bertekanan untuk menghasilkan bekas indentasi. Sementara itu, uji Rockwell memakai penetrator kerucut bersudut 120° , biasanya dari baja atau permata, untuk mengukur kedalaman penetrasi.

1.2. Uji Struktur Mikro

Analisis mikro adalah pemeriksaan struktur logam menggunakan mikroskop metalografi. Dengan metode ini, dapat diamati bentuk dan ukuran kristal, kerusakan akibat deformasi, efek perlakuan panas, serta variasi komposisi. Struktur mikro logam dapat diubah melalui perlakuan panas atau deformasi. Pengamatan ini dilakukan sebelum uji mekanis menggunakan alat seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Mikroskop

Hasil pengamatan mikroskop pada paduan aluminium, baja, dan besi tuang nodular berbeda, sesuai dengan sifat mekanis masing-masing material.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan variasi temperatur heat treatment (600°C dan 900°C) serta media quenching oli dan air garam 10% pada ductile cast iron (FCD-50). Penelitian dilakukan di Laboratorium dan Bengkel Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang.

2.1. Variabel Penelitian

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimental. Adapun variabel yang ada didalamnya adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebas
 - ductile cast iron (FCD-50) dengan heat treatment 600°C
 - ductile cast iron (FCD-50) dengan heat treatment 900°C
2. Variabel terikat:
 - Kekerasan ductile cast iron (FCD-50).

- Uji Struktur Mikro
- 3. Variabel terkontrol:
 - Air garam (10%) yang digunakan saat proses quenching.
 - Oli yang digunakan saat proses quenching.

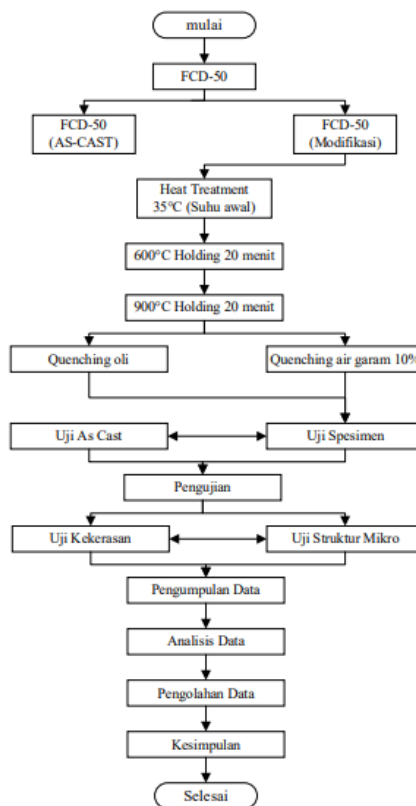
2.2. Alat dan Bahan

Berikut alat dan bahan yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian ini yaitu, bahan yang digunakan adalah ductile cast iron (FCD-50) dengan tebal 20 mm, HNO₃ dan Alkohol, Autosol, Amplas. Dan alat yang digunakan adalah Microhardness tester, Microstructure tester.

2.3. Prosedur Penelitian

1. Mempersiapkan bahan dan alat Pada tahap
2. Tahap pembuatan spesimen
3. Tahap Pengujian bahan
 - Pengujian Kekerasan.
 - Pengujian Struktur mikro
4. Tahap pengumpulan data Setelah benda uji
5. Tahap analisa dan pembahasan

2.3. Prosedur Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini membahas hasil uji kekerasan dan struktur mikro FCD-50. Pengujian membandingkan FCD-50 tanpa perlakuan dengan FCD-50 yang diberi heat treatment pada suhu 600°C dan 900°C menggunakan media pendingin air garam dan oli.

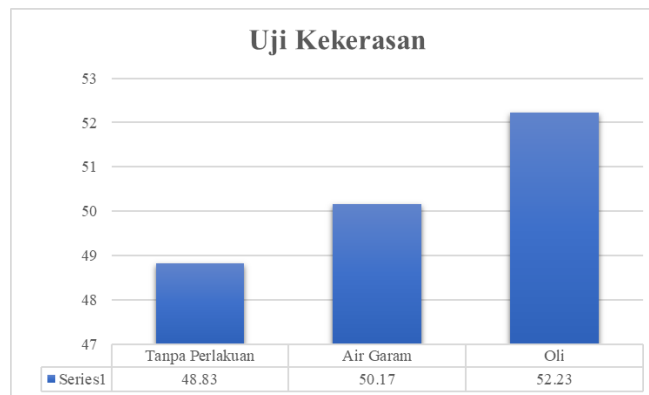
3.1. Hasil Pengujian kekerasan FCD 50

Hasil pengujian kekerasan dilakukan lima kali uji coba untuk tiap perlakuan, berikut ini merupakan hasil pengujian kekerasan FCD 50.

Tabel 1. Hasil Uji Kekerasan FCD 50

Pendinginan	Bahan Uji	HV1 (N/mm)	HV2 (N/mm)	HV3 (N/mm)	Rata-Rata HV	Rata-Rata
Tanpa Perlakuan	1	48,5	49	49	58.83	48.83
Air Garam	1	51	51	49	50.33	50.17
	2	53	40	45	46.00	
	3	54	53.5	52.5	53.33	
	4	49	52	52.5	51.17	
	5	50.5	49	50.5	50.00	
Oli	1	54	53.5	53	53.50	52.23
	2	52	51	51.5	51.50	
	3	50	53.5	53	52.17	
	4	52.5	53	51	52.17	
	5	51.5	51	53	51.83	

Hasil uji kekerasan FCD-50 tanpa perlakuan adalah 48,83 N/mm. Dengan pendingin air garam, rata-rata kekerasan 50,17 N/mm, tertinggi 53,33 N/mm pada uji ketiga. Dengan oli, rata-rata 52,33 N/mm, tertinggi 53,50 N/mm pada uji pertama.



Gambar 3. Grafik Uji Kekerasan

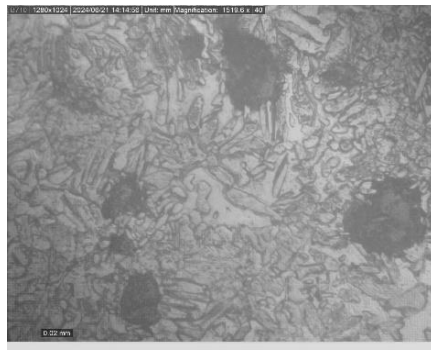
Besi FCD-50 tanpa perlakuan memiliki kekerasan 48,83, sementara dengan pendingin air garam 50,17, dan oli 52,23. Ini menunjukkan bahwa FCD-50 tanpa perlakuan memiliki kekerasan lebih rendah dibandingkan yang didinginkan dengan oli dan air garam.

3.1. Hasil Uji Mikro FCD 50

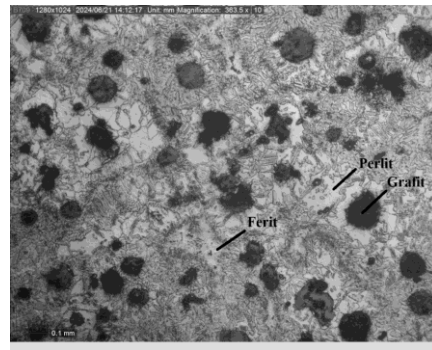
Pengujian mikro menggunakan Microstructure tester dengan tingkat pembesaran 300 kali. Berikut ini merupakan hasil uji mikro.

1. FCD 50 dengan pendingin air garam

1. Bahan Uji 1



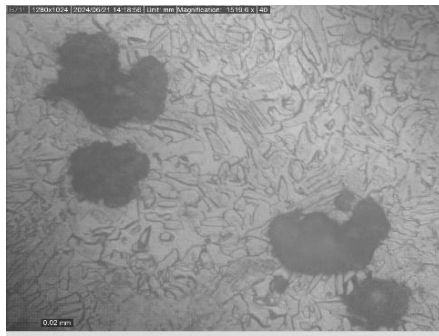
(a)



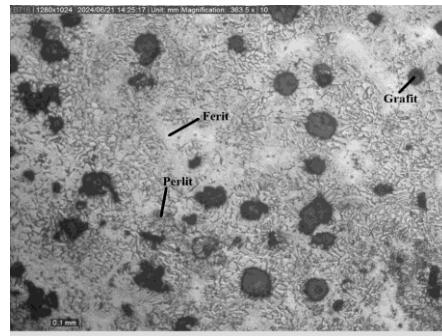
(b)

Gambar 4. Hasil Pengamatan Bahan Uji 1 Perlakuan Dengan Air Garam (a) 1500X (b) 300X

2. Bahan Uji 2



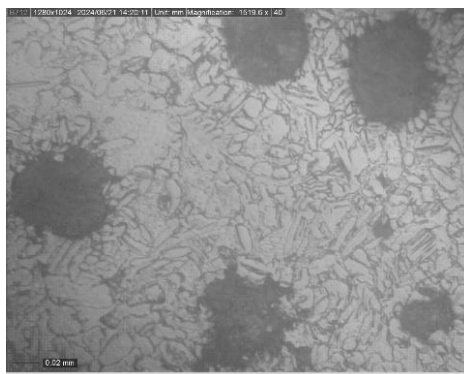
(a)



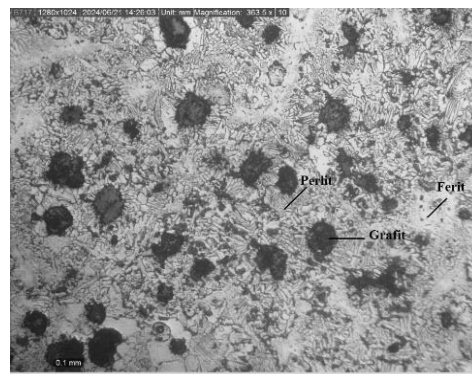
(b)

Gambar 5. Hasil Pengamatan Bahan Uji 2 Perlakuan Dengan Air Garam (a) 1500X (b) 300X

3. Bahan Uji 3



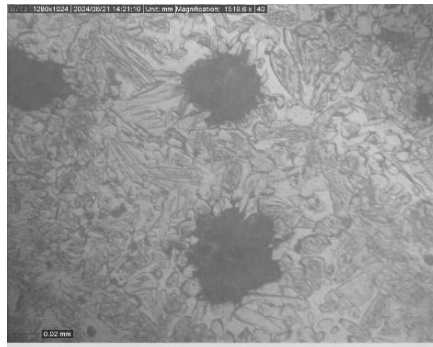
(a)



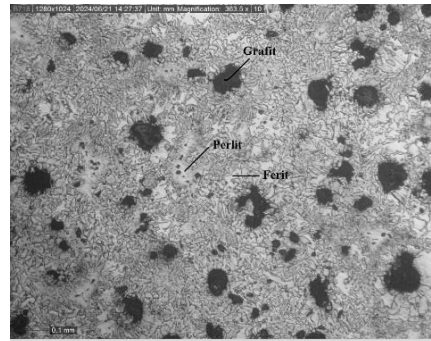
(b)

Gambar 6. Hasil Pengamatan Bahan Uji 3 Perlakuan Dengan Air Garam (a) 1500X (b) 300X

4. Bahan Uji 5



(a)



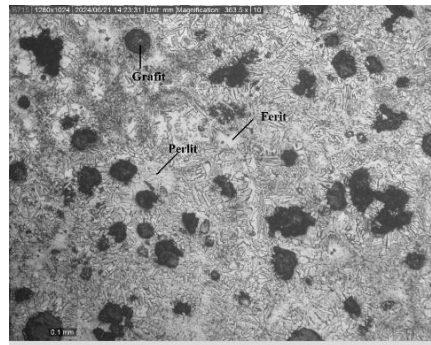
(b)

Gambar 7. Hasil Pengamatan Bahan Uji 4 Perlakuan Dengan Air Garam (a) 1500X (b) 300X

5. Benda Uji 5



(a)

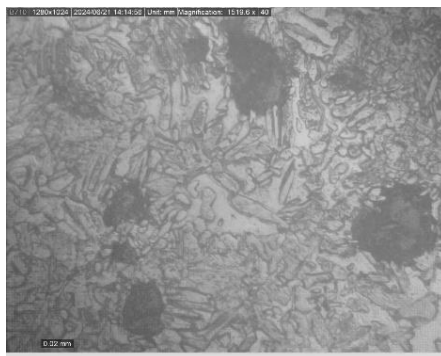


(b)

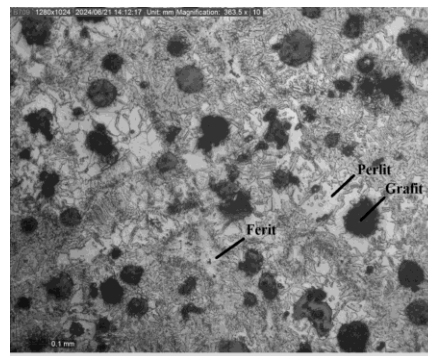
Gambar 8. Hasil Pengamatan Bahan Uji 5 Perlakuan Dengan Air Garam (a) 1500X (b) 300X

2. FCD 50 dengan pendingin oli

1. Bahan Uji 1



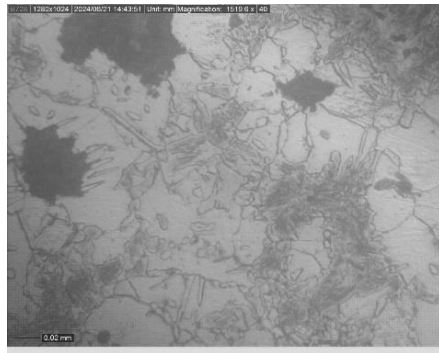
(a)



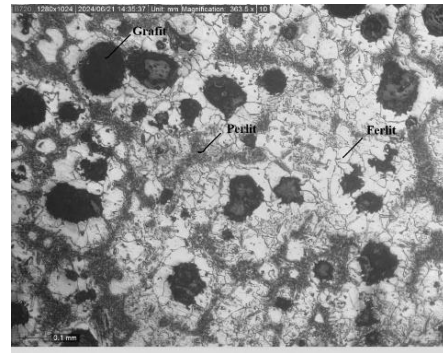
(b)

Gambar 9 Hasil Pengamatan Bahan Uji 1 Perlakuan Dengan Oli (a) 1500X (b) 300X

2. Benda Uji 2



(a)



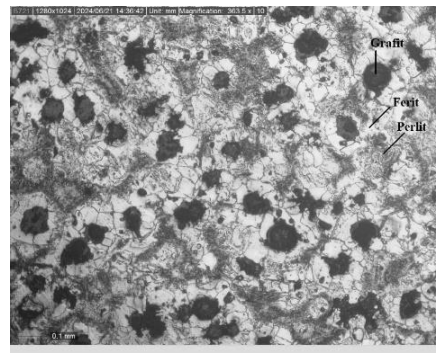
(b)

Gambar 10. Hasil Pengamatan Bahan Uji 2 Perlakuan Dengan Oli (a) 1500X (b) 300X

3. Bahan Uji 3



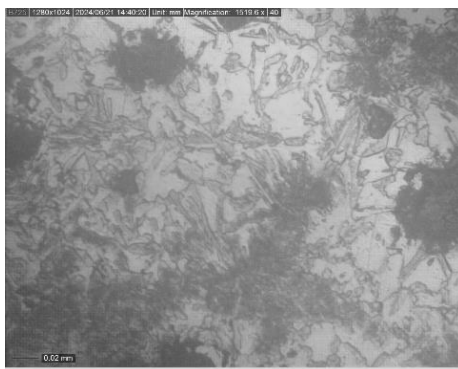
(a)



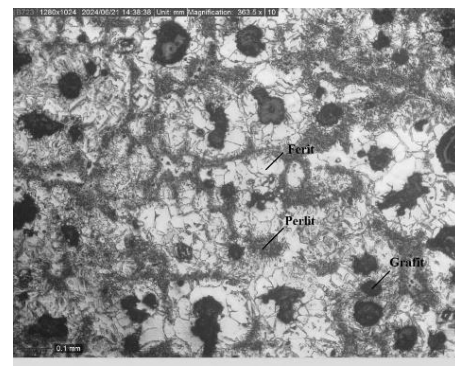
(b)

Gambar 11. Hasil Pengamatan Bahan Uji 3 Perlakuan Dengan Oli (a) 1500X (b) 300X

4. Benda Uji 4



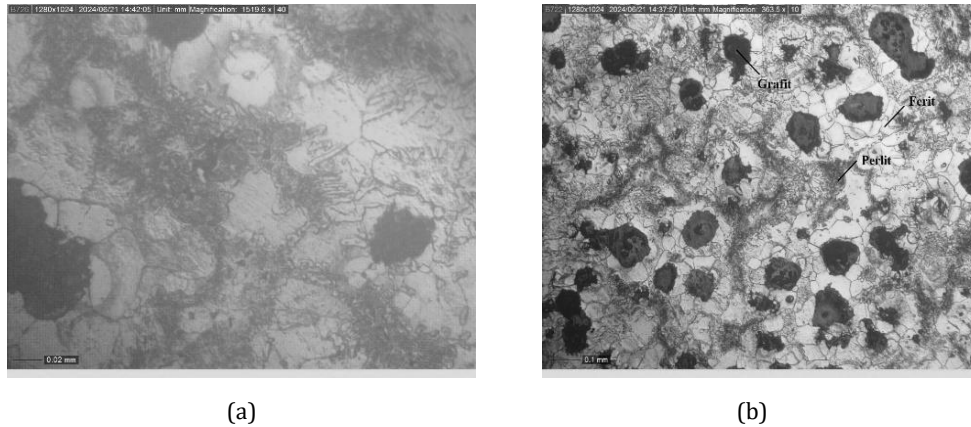
(a)



(b)

Gambar 12. Hasil Pengamatan Bahan Uji 4 Perlakuan Dengan Oli (a) 1500X (b) 300X

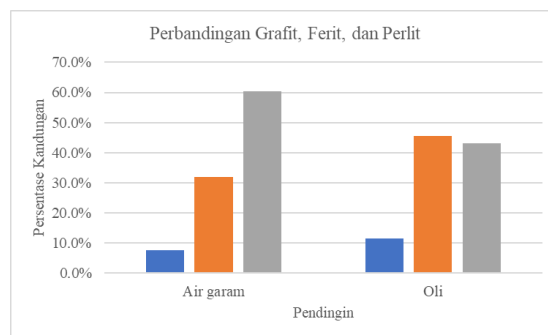
5. Benda Uji 5

**Gambar 13.** Hasil Pengamatan Bahan Uji 5 Perlakuan Dengan Oli (a) 1500X (b) 300X

Hasil uji mikro pada 5 sampel dengan pendinginan oli menunjukkan massa perlit lebih banyak daripada ferit, dengan grafit berbentuk bulat, meski banyak yang pecah. Jumlah grafit lebih banyak dibandingkan dengan sampel yang didinginkan air garam. Perbandingan persentase grafit, ferit, dan perlit dihitung menggunakan kertas milimeter.

Tabel 2. Hasil Perbandingan Grafit, Ferit, dan Perlit

Perlakuan	Bahan Uji	Persentase			Rata-rata (%)		
		Grafit	Ferit	Perlit	Grafit	Ferit	Perlit
Air Garam	1	13.4%	31.5%	55.1%	7.7%	31.9%	60.4%
	2	7.9%	36.5%	55.7%			
	3	5.8%	31.4%	62.8%			
	4	4.9%	30.2%	64.9%			
	5	6.4%	30.0%	63.7%			
Oli	1	16.2%	50.8%	33.1%	11.4%	45.5%	43.1%
	2	9.9%	36.8%	53.3%			
	3	10.0%	39.7%	50.4%			
	4	14.4%	53.2%	32.4%			
	5	6.6%	47.0%	46.5%			

**Gambar 14.** Grafik Perbandingan Kandungan Grafit, Ferit, dan Perlit

Berdasarkan grafik 4.22 kandungan grafit pada perlakuan pendinginan dengan oli mempunyai nilai rata-rata sebesar 11,4% yang berarti lebih tinggi daripada kandungan grafit pada perlakuan pendinginan dengan air garam sebesar 7,7%. Hal ini membuktikan bahwa hasil pada uji kekerasan dimana pendinginan menggunakan oli mempunyai tingkat kekerasan yang lebih baik daripada pendinginan menggunakan air garam, karena semakin tinggi kandungan grafit maka semakin tinggi tingkat kekerasan pada FCD-50

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, maka pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan heat treatment pada besi FCD-50 berpengaruh pada tingkat kekerasan besi FCD-50. Penggunaan air pendingin juga memiliki pengaruh terhadap tingkat kekerasan FCD-50 dimana penggunaan oli sebagai pendingin lebih baik daripada penggunaan air garam.

5. REFERENSI

- [1] T. C. Wahyudi, E. Nugroho, E. Budiyo, and M. F. Maktum, "Kaji Eksperimen Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan dan Media Pendingin pada Proses Quenching terhadap Perubahan Kekerasan Sprocket Gear Sepeda Motor Non Original," *Tek. Sains J. Ilmu Tek.*, vol. 6, no. 1, 2021, doi: 10.24967/teksis.v6i1.1232.
- [2] N. Ichsan, "Analisis Pengaruh Proses Heat Treatment Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Pada Baja Aisi 1030 Dengan Variasi Media Pendinginan," Universitas Hasanuddin, 2021.
- [3] S. Sabarudin, A. Suyatno, and D. Hermawan, "Peningkatan Kekerasan FCD – 50 Dengan Proses Austemper , Cryogenic and Temper Ductile Iron (Actdi)," *Conf. Innov. Appl. Sci. Technol. (CIASTECH 2018)*, no. September, pp. 563–572, 2018.
- [4] Y. D. Dede, S. Sabarudin, and A. R. Fadhillah, "Pengaruh Variasi Temperatur Heat Treatment Pada Ductile Cast Iron (Fcd-50) Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 17, no. 2, 2022, doi: 10.32497/jrm.v17i2.3078.
- [5] A. D. S. De Jesus and G. Soebiyakto, "Analisis Uji Tarik Dan Metalografi Sifat Mekanik Besi Tuang Kelabu (Fc-20) Dengan Proses Heat Treatment," *Proton*, vol. 10, no. 1, 2018, doi: 10.31328/jp.v10i1.804.
- [6] E. Diniardi and .Iswahyudi, "Analisa Pengaruh Heat Treatment (Hardening) Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Besi COR Nodular (FCD 60)," vol. 53, no. 9, pp. 45–53, 2018.
- [7] N. T. Atmoko, M. Chamim, S. Subiyati, and B. H. Priyambodo, "Efek Perlakuan Panas (Heat Treatment) pada Besi Cor Kelabu terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro," *Creat. Res. Eng.*, vol. 1, no. 2, p. 67, 2021, doi: 10.30595/serie.v1i2.10847.
- [8] L. Yu, A. M. Zeidell, J. E. Anthony, O. D. Jurchescu, and C. Müller, "Isothermal crystallization and time-temperature-transformation diagram of the organic semiconductor 5,11-bis(triethylsilylethynyl)anthradithiophene," *J. Mater. Chem. C*, vol. 9, no. 35, 2021, doi: 10.1039/d1tc01482j.
- [9] S. Minamoto, S. Tsukamoto, T. Kasuya, M. Watanabe, and M. Demura, "Prediction of continuous cooling transformation diagram for weld heat affected zone by machine learning," *Sci. Technol. Adv. Mater. Methods*, vol. 2, no. 1, 2022, doi: 10.1080/27660400.2022.2123262.
- [10] Y. Zhang, J. Yang, D. Xiao, D. Luo, C. Tuo, and H. Wu, "Effect of Quenching and Tempering on Mechanical Properties and Impact Fracture Behavior of Low-Carbon Low-Alloy Steel," *Metals (Basel)*, vol. 12, no. 7, 2022, doi: 10.3390/met12071087.

- [11] Ostenco, "Pengamatan Struktur Mikro Sebelum Uji Mekanis," Ostenco.co.id. [Online]. Available: <https://ostenco.co.id/link1/18-testing-knowledge/56-pengamatan-struktur-mikro-sebelum-uji-mekanis.html>
- [12] A. Siswanto, "Perbaikan Kekerasan dan Struktur Mikro Besi Cor Nodular 700 Fasa Ledeburitik dengan Pengaturan Media Pendingin dan Tempering," *ROTASI*, vol. 21, no. 4, 2019, doi: 10.14710/rotasi.21.4.224-230.
- [13] A. K. Wardhana, "Variasi Ketebalan Material Fcd 50 (Ferro Casting Ductile) Pada Perubahan Sifat Mekanik Dan Fisik," Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta, 2020.
- [14] Z. Nurisna, S. Anggoro, and R. P. Wisnu, "Thermal Spray Application for Improving the Mechanical Properties of ST 60 Carbon Steel Surfaces with Metcoloy 2 and Tafa 97 MXC Coatings," in *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2020. doi: 10.1007/978-981-15-4481-1_60.
- [15] F. D. Balubun and S. Suriansyah, "Pengaruh Austemper Ductile Iron Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Ductile Cast Iron (Fcd-45)," *Proton*, vol. 10, no. 1, 2018, doi: 10.31328/jp.v10i1.803.