

INVESTIGASI KEKUATAN TARIK DAN KOMPOSISI BESI COR KELABU FC 25 DENGAN PENAMBAHAN KROM 1%

Ibnu Rosyid Al Hassany^{1*}, Muhammad Nasir Al Ridwan¹, Sumeru Yoso¹

¹Program Studi Teknik Pengecoran Logam, Politeknik Manufaktur Ceper

*Corresponding Author: ibnurosyid070@gmail.com

Diterima: 25 Februari 2022 Direvisi: 1 September 2022 Disetujui: 19 Oktober 2022 Terbit online: 21 Oktober 2022

ABSTRAK

Pengecoran logam merupakan teknologi pembuatan produk dengan Cara mencairkan logam padat pada tungku pemanas selanjutnya dituangkan dalam cetakan. besi cor kelabu merupakan salah satu jenis besi cor yang sering digunakan pada proses manufaktur. Salah satu aplikasi, besi cor kelabu ialah digunakan sebagai bahan baku tromol rem. Dalam penggunaannya, beban dinamis terjadi pada tromol rem dan beban tersebut menyebabkan tromol rem mudah rusak. Sebagai solusi, paduan besi cor perlu dimodifikasi dengan penambahan beberapa unsur untuk meningkatkan kekuatan mekaniknya. Tujuan penelitian ini ialah mengetahui pengaruh penambahan unsur krom sebesar 1 % terhadap kekuatan tarik kekerasan dan komposisi besi cor FC 25. Spesimen dicor sesuai standar JIS G5501, kemudian dilakukan pemesinan untuk membuat specimen uji tarik sesuai standar JIS Z2201. Berdasarkan hasil pengujian, komposisi kimia FC 25 setelah penambahan krom 1% sesuai dengan standar komposisi kimia FC 25 murni. Lebih dari itu penambahan krom 1 % meningkatkan kuat tarik FC 25 sebesar 31,5%.

Kata kunci : FC 25, krom 1%, kekuatan tarik, kekerasan, komposisi kimia

ABSTRACT

Metal casting is a process of metal melting inside heating furnace and then pouring it into a mold. One of the materials that is often used in the metal casting process is gray cast iron. One of its applications is as a raw material for brake drum. In its use, dynamic loads occur on the brake drum and it yields in brake drum damage. As a solution for the problem, a modification need to be applied on cast iron alloys by addition of several elements to increase their mechanical strength. The purpose of this study was to determine the effect of adding 1% chromium into FC 25 cast iron on its tensile strength, hardness, and chemical composition. The specimens were cast according to the JIS G5501, then they were machined to make a tensile test specimens according to the JIS Z2201. Based on the test results, the chemical composition of FC 25 after the addition of 1% chromium matches with the standard chemical composition of pure FC 25. Moreover, the addition of 1% chromium increases the tensile strength of FC 25 by 31.5%.

Keywords : FC 25, 1% chromium, tensile strength, hardness, chemical composition

1. PENDAHULUAN

Proses manufaktur pengecoran logam merupakan salah satu teknologi metode pembuatan produk dengan mengubah fasa padat menjadi cair di dalam tungku pemanas selanjutnya dituangkan dalam cetakan [1]. Salah satu material yang sering dilakukan proses manufaktur pembentukan dengan pengecoran adalah besi cor kelabu [2]. Besi cor kelabu adalah sebuah material yang *multi crystalline* dengan sifat yang dipengaruhi oleh kandungan unsurnya, dan bentuk strukturnya secara mikro [3]. Berdasarkan standarisasi *Japanese Industrial Standart* (JIS) G 5501 besi cor kelabu dibagi menjadi enam tipe dengan sifat mekaniknya yang ditunjukkan Tabel 1 [4].

Tabel 1. Tipe besi cor kelabu berdasarkan JIS G 5501 [4]

Simbol <i>Grade (Type)</i>	Kekuatan Tarik (MPa)	Kekerasan (HB)
FC100	100	201
FC150	150	212
FC200	200	223
FC250	250	241
FC300	300	262
FC350	350	277

Dalam salah satu aplikasinya, besi cor kelabu digunakan sebagai material moda transportasi darat untuk penumpang maupun barang [5]. Pada moda transportasi darat, besi cor kelabu digunakan sebagai tromol rem, yang diproduksi melalui proses pengecoran logam selanjutnya proses permesinan sebagai *finishing* [5]. Sifat pembebanan pada moda transportasi sebagai analisis pembebanan digunakan beban dinamis [6] sedangkan dalam pengembangannya, informasi tentang pembebanan dinamis pada besi cor kelabu belum banyak ditemukan [5].

Untuk meningkatkan sifat mekanik besi cor kelabu saat mendapat pembebanan dinamis, diperlukan penambahan paduan unsur tertentu [5]. Terdapat beberapa unsur paduan yang digunakan sebagai perbaikan material baja, misalnya Mangan (Mn), Nikel (Ni), Silikon (Si), Kromium (Cr), dan lainnya [7]. Penambahan unsur paduan Kromium (Cr) akan memberikan pengaruh positif terhadap pengerasan material dan meningkatkan titik didih baja [8]. Namun pada penambahan unsur Kromium (Cr) melebihi ideal menyebabkan material menjadi terlalu keras dan mudah terjadi *crack* atau keretakan [8].

Berdasarkan beberapa pemaparan tersebut, tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan unsur kandungan kromium (Cr) 1% pada besi cor kelabu tipe FC 25 terhadap komposisi kimia kekerasan dan kekuatan uji tariknyanya. Secara langsung penelitian ini diharapkan memberi kontribusi pada pengembangan material besi cor kelabu sebagai material yang tahan terhadap pembebanan dinamis.

2. METODE PENELITIAN

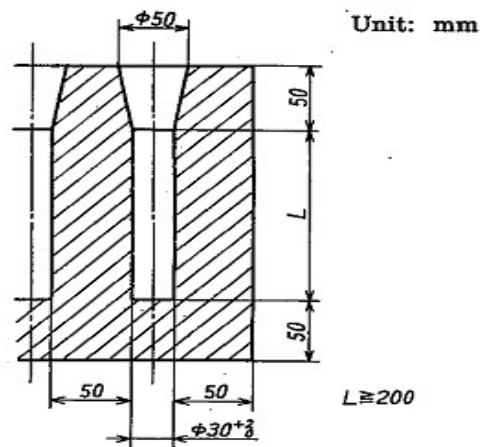
Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi logam besi cor kelabu FC 25 dengan komposisi unsur kimia yang ditunjukkan Tabel 2, dan unsur logam Kromium (Cr) sebanyak 1% dari volume besi cor kelabu. Pembuatan spesimen menggunakan metode *sand casting* atau cetakan pasir dengan bentuk dan dimensi cetakan spesimen yang merujuk pada *Japanese Industrial Standart* atau JIS G5501 [4] dan ditunjukkan pada Gambar 1. Bentuk spesimen untuk pengujian tarik sesuai dengan standar JIS Z2201 yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan pada penelitian dipilih tipe 8A [9]. Pengujian kekerasan menggunakan metode *Rockwell*. Tiga spesimen uji disiapkan untuk tiap variasi komposisi

Sedangkan alat yang digunakan untuk menguji sifat mekanik meliputi mesin pengujian tarik tipe *Torsee's Universal Testing Machine MFG Co., Ltd* dengan kapasitas maksimum 20 ton yang ditunjukkan Gambar 3. Mesin uji *spectrometer* untuk menguji komposisi kimia tipe *Foundry-Master Pro 44N0078* ditunjukkan pada Gambar 4. Pengujian tarik, dan komposisi kimia dilakukan Di laboratorium Mekanik PT Barata Indonesia (persero). Pengujian kekerasan menggunakan

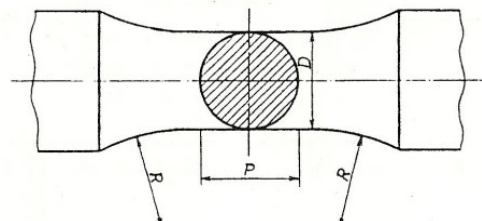
mesin Rockwell Hardness tipe *LC-200RB* dengan pembebanan maksimum uji sebesar 150 kgf, ukuran penetrator *diamond* 120°, dan waktu pembebanan 15 detik. Jarak titik pengujian satu dengan titik yang lain minimal 4 kali diameter bekas penetrasi. Hasil kekerasan kemudian dikonversi dari HRC menjadi HB.

Tabel 2. Komposisi kimia FC 25 [10]

Komposisi Unsur Kimia	Presentase (%)
<i>Carbon (C)</i>	3,10 – 3,40
<i>Silicon (Si)</i>	1,80 – 2,00
<i>Mangan (Mn)</i>	0,90 – 0,95
<i>Fosforus (P)</i>	dibawah 0,25
<i>Sulfur (S)</i>	dibawah 0,15



Gambar 1. Bentuk dan dimensi cetakan spesimen [4]



Satuan : mm

Tipe Sampel Uji	Diameter Hasil Cor	Panjang Paralel (P)	Diameter (D)	Radius Filet (R)
8A	Rata – rata 13	Rata – rata 8	8	Minimal 16
8B	Rata – rata 20	Rata – rata 12,5	12.5	Minimal 25
8C	Rata – rata 30	Rata – rata 20	20	Minimal 40
8D	Rata – rata 45	Rata – rata 32	32	Minimal 64

Gambar 2. Spesimen dan dimensi uji tarik [9]



Gambar 3. Mesin uji tarik [11]



Gambar 4. Mesin uji komposisi kimia (*spectrometer*) [11]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan uji komposisi kimia FC 25 (Tabel 3) didapatkan informasi bahwa komposisi rata – rata C = 3,36 %, Si = 1,87 %, Mn = 0,92 %, P = 0,13 %, dan S = 0,07%. Hasil uji komposisi tersebut sesuai dengan spesifikasi komposisi kimia FC 25 yang ditunjukkan pada tabel 2. Komposisi kimia FC 25 + Cr 1% ditunjukkan pada tabel 4. Berdasarkan tabel tersebut rata – rata komposisi C = 3,37 %, Si = 1,84 %, Mn = 0,93 %, P = 0,19 %, S = 0,1%, dan Cr = 0,96%. Dengan penambahan krom, unsur – unsur penyusun FC 25 masih sesuai dengan spesifikasi sebagaimana tertera pada tabel 2, dan komposisi logam tersebut terdapat kurang lebih 1% unsur krom. Berdasarkan data standar deviasi komposisi FC25 dan FC 25 + Cr 1% nilai deviasi lebih kecil daripada nilai rata – rata. Nilai standar deviasi yang lebih kecil daripada rata – rata menunjukkan persebaran data bersifat homogeny atau nialianya berdekatan satu sama lain [12].

Berdasarkan pengujian kekuatan tarik seperti yang ditunjukkan Gambar 5, nilai maksimum FC 250 ialah 275,2 N/mm² sedangkan nilai minimumnya ialah 259,8 N/mm². Adapun kekuatan tarik maksimum FC 250 + Cr 1% ialah 368,7 N/mm² dan nilai minimumnya ialah 330,3 N/mm². Berdasarkan nilai kekuatan tarik tersebut, nilai kekuatan tarik rata – rata FC 25 ialah 268,2 N/mm²,

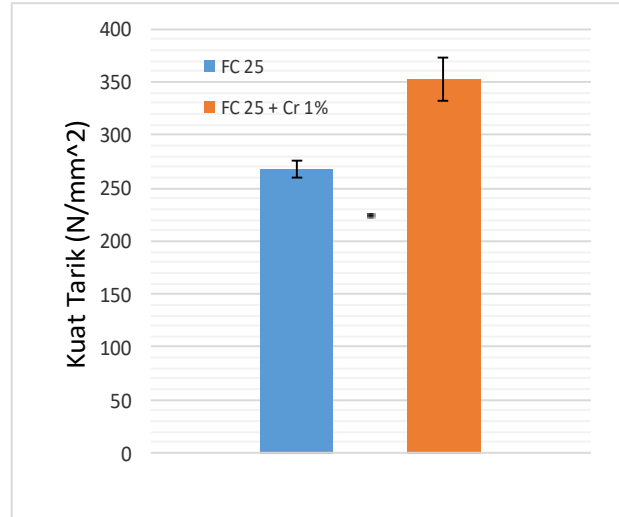
sedangkan nilai kekuatan tarik rata – rata FC 250 + Cr 1% ialah 352,9 N/mm². Dapat disimpulkan bahwa penambahan Cr sebesar 1% meningkatkan kekuatan tarik FC 25 sebesar 31,5 %.

Tabel 3. Hasil uji komposisi kimia FC 25

Komposisi Kimia	Tembakan 1	Tembakan 2	Tembakan 3	Rata -Rata	Standar Deviasi
C	3,33	3,39	3,37	3,36	0,031
Si	1,92	1,83	1,87	1,87	0,045
Mn	0,91	0,94	0,92	0,92	0,015
P	0,14	0,12	0,14	0,13	0,012
S	0,07	0,04	0,10	0,07	0,030

Tabel 4. Hasil uji komposisi kimia FC 25 + Cr 1%

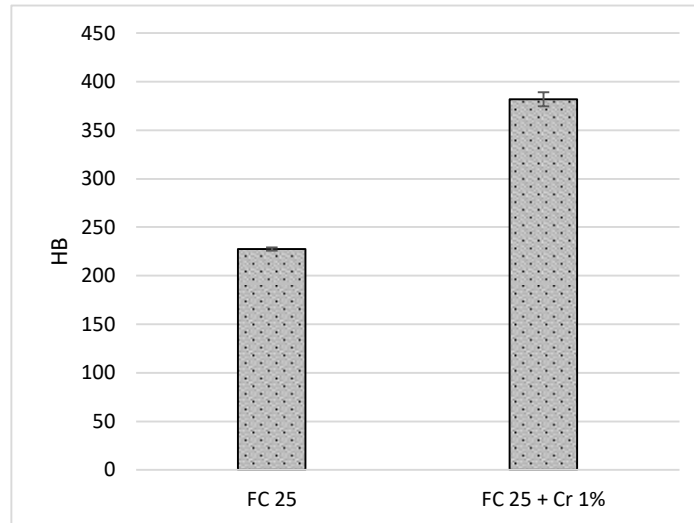
Komposisi Kimia	Tembakan 1	Tembakan 2	Tembakan 3	Rata -Rata	Standar Deviasi
C	3,37	3,35	3,40	3,37	0,025
Si	1,90	1,83	1,81	1,84	0,047
Mn	0,95	0,91	0,93	0,93	0,020
P	0,18	0,17	0,22	0,19	0,026
S	0,11	0,09	0,10	0,10	0,010
Cr	0,97	0,98	0,94	0,96	0,021



Gambar 5. Nilai kekuatan tarik FC 25 dan FC 25 + Cr 1%

Peningkatan kuat Tarik besi cor FC 25 + Cr 1% juga sejalan dengan kenaikan nilai kekerasan besi cor tersebut. Sebagaimana dinyatakan oleh Callister, dkk nilai kekerasan berbanding lurus dengan nilai kuat Tarik [13]. Sebagaimana tertera pada Gambar 6, nilai kekerasan rata - rata besi FC 25 ialah 227,7 HB. Adapun nilai kekerasan rata – rata besi cor FC 25 + Cr 1% ialah 381,8 HB. Dengan kata lain, penambahan Cr 1% pada besi cor FC 25 meningkatkan kekerasan besi cor sebesar 67,6%. Peningkatan kuat tarik dan kekerasan tersebut disebabkan oleh sifat krom yang mampu meningkatkan jumlah perlite dan promotor karbida yang mana hal tersebut akan berimbas

pada kenaikan kekuatan tarik serta kekerasan besi cor [14]. Brown, J.R (2000) menyatakan bahwa penambahan unsur krom sekitar 1% bisa digunakan pada besi cor untuk keperluan khusus seperti pada *camshaft* [15]. Lebih dari itu, penambahan krom sebesar 1% termasuk dalam jumlah yang terlalu banyak. Adapun penambahan untuk mencari kekuatan tarik dan kekerasan ideal ialah sekitar 0,5% [16].



Gambar 6. Nilai kekerasan FC 25 dan FC 25 + Cr 1%

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, penambahan 1% unsur Krom (Cr) pada besi cor kelabu FC 25 tidak merubah unsur awal penyusun besi cor tersebut. Lebih dari itu, penambahan krom memberikan pengaruh pada kenaikan kekuatan tarik besi cor FC 25 sebesar 35,1% ,serta peningkatan kekerasan sebesar 67,6%

Sebagai tindak lanjut atas penelitian ini, perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui beberapa sifat FC 25 setelah ditambah krom 1%. Salah satu yang bisa dilakukan kedepan ialah investigasi kemampuan pemesian setelah penambahan krom 1%,

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sudiyanto and N. A. Shiddiq, "PROSES PENGECORAN LOGAM DAN ANALISA CACAT PADA PRODUK B3x6," *J. Metall. Eng. Process. Technol.*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [2] Jati Widago, "STUDI SIFAT FISIS DAN MEKANIS SOLIDIFIKASI BESI COR KELABU PADA CETAKAN PERMANEN UNTUK TAPPING AWAL," UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA, 2016.
- [3] Soedihono, "PENCEGAHAN PEMBEKUAN PUTIH PADA BESI COR KELABU FC-250 MENGGUNAKAN TEKNOLOGI INOKULASI," in *STEMAN 2012*, 2012, pp. 978–979.
- [4] J. S. Association, *JIS G 5501*. Association, Japanese Standards, 1995.
- [5] A. Suprihanto, D. B. Wibowo, and D. Satrijo, "Pengujian lelah siklus rendah besi cor kelabu," *Rotasi*, vol. 12, no. January 2010, 2010.
- [6] S. N. Sandi, I. Isranuri, M. Sabri, F. Ariani, and S. Abda, "ANALISA SIMULASI

PERFORMANSI KAMPAS REM KOMPOSIT DENGAN VARIASI BEBAN PEMODELAN METODE ELEMEN HINGGA,” *J. Din.*, vol. 7, no. 4, pp. 21–27, 2019.

- [7] R. Binudi and B. Adjiantoro, “PENGARUH UNSUR Ni , Cr DAN Mn TERHADAP SIFAT MEKANIK BAJA KEKUATAN TINGGI BERBASIS LATERIT,” *Mjalah Mtelurgi*, vol. 29, no. 1, 2014.
- [8] Kpssteel.com, “Apa Pengaruh Unsur Paduan Pada Baja ? (2),” <https://kpssteel.com>, 2019. 22 Februari 2022.
- [9] J. S. Association, *JIS Z 2201*. Association, Japanese Standards, 1998.
- [10] T. T, Roslina, and Hafid, “Analisis Cacat Coran pada Produk Flywhell Hasil Proses Pengecoran Menggunakan Cetakan Pasir,” *Met. Indones.*, vol. 027, 2005.
- [11] www.barata.id, “Fasilitas untuk laboratorium,” *PT Barata Indonesia*. diakses 22 Februari 2022
- [12] H., Ibnu, 1996. Dasar-dasar Metodologi Penelitian Kuantitatif Dalam Pendidikan. Jakarta. PT. Raja Grafindo Persada.
- [13] W.D. Callister, D.G. Rethwisch,. *Materials Science and Engineering: An Introduction*, John Wiley & Sons Inc, USA, 2009
- [14] ASM Handbook, 1993, "Properties and Selection: Irons, Steels, and High Performance Alloys, *ASM Handbook Committee*, United States, Vol. 1, 1993
- [15] J.R. Brown, "Foseco Ferrous Foundryman's Handbook", *Butterworth - Heinemann*, 1st edition, 2000
- [16] Suprihanto, A., Umardani, Y., Wibowo., D.B., "Perbaikan Sifat Mekanis Besi Cor Kelabu dengan Penambahan Unsur Crom dan Tembaga, *Media Mesin*, Vol. 6, No. 1, 2005