



Pengaruh Jenis *Scrap* Besi Sebagai Bahan Utama Pengecoran Logam Terhadap Komposisi Dan Kekerasan Besi Cor

Agus Riyana Doni Saputra^{1*}, Gugun Gundara², Dimas Fandi Pratama³, Firman Fauzi Rachman⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya, Jl. Tamansari No.KM 2,5, Mulyasari, Kec. Tamansari. Kota Tasikmalaya, Jawa Barat, 46196

sdoni5697@gmail.com

Diterima: 03 01 2025

Direvisi: 13 01 2025

Disetujui: 30 01 2025

ABSTRAK

Banyak industri pengecoran logam yang menggunakan bahan skrap sebagai bahan utamanya. Scrap besi sebagai bahan utama pengecoran logam, memiliki variasi komposisi kimia dan karakteristik material yang berbeda. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengkaji pengaruh jenis scrap besi sebagai bahan utama dalam pengecoran logam terhadap komposisi kimia dan kekerasan besi cor yang dihasilkan. Metode eksperimen nyata digunakan dalam penelitian ini. Jenis scrap besi yang digunakan dalam penelitian ini adalah scrap besi plat, scrap besi return, dan scrap besi kombinasi. Proses peleburan logam menggunakan tungku induksi dengan suhu peleburan $\pm 1400^{\circ}\text{C}$ selama 2,5 jam. Analisis data hasil uji komposisi dan uji kekerasan menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Hasil dari pengujian dan analisis, data yang diperoleh menunjukkan bahwa : (1) Jenis scrap besi kombinasi memiliki kadar unsur karbon, mangan dan silikon sebesar 3.543%, 0.709%, dan 1.124%, dengan nilai kekerasan Rockwell sebesar 95,80 HRb, nilai ini adalah paling tinggi diantara variable jenis scrap yang lainnya. (2) Jenis scrap secara signifikan memberi dampak terhadap kadar kandungan unsur dan nilai kekerasan besi cor. (3) Kandungan unsur yang paling berpengaruh terhadap nilai kekerasan besi cor adalah unsur karbon dan mangan.

Kata kunci: *Scrap* besi, pengecoran logam, kekerasan.

ABSTRACT

Many metal casting industries use scrap as the main material. Scrap iron as the main material for metal casting has a diverse chemical composition and different material characteristics. This research aims to examine the effect of the type of scrap iron as the main material for metal casting on the chemical composition and hardness of the cast iron produced. Real experimental methods were used in this research. The types of scrap metal used in this research are plate scrap, returned scrap and combination scrap. The metal melting process uses an induction furnace with a melting temperature of $\pm 1400^{\circ}\text{C}$ for 2.5 hours. Data analysis of composition and hardness test results used quantitative descriptive methods. The results of testing and analysis, the data obtained shows that: (1) The combined type of scrap iron has levels of carbon, manganese and silicon elements of 3.543%, 0.709% and 1.124%, with a Rockwell hardness value of 95.80 HRb, this value is the highest among other scrap type variables. (2) The type of scrap has a significant influence on the element content and hardness value of cast iron. (3) The element content that most influences the hardness value of cast iron is carbon and manganese..

Keyword : *Scrap* iron, metal casting, hardnes.

PENDAHULUAN

Banyak industri pengecoran logam yang menggunakan bahan skrap sebagai bahan utamanya. Limbah *scrap* besi merupakan salah satu jenis limbah logam yang berasal dari proses produksi, konstruksi, maupun barang-barang yang sudah tidak terpakai lagi[1]. Kandungan unsur terkandung dalam *scrap* besi dapat memengaruhi karakteristik logam cor yang dihasilkan, seperti kekuatan, kekerasan, ketahanan terhadap keausan, serta ketahanan terhadap korosi[2]. Alasan penggunaan *scrap* bekas karena bahan ini mudah diperoleh, mempunyai nilai komparatif yang tinggi dan mempunyai komposisi kimia yang cukup baik, memungkinkan pemrosesan lebih lanjut dan dapat mengurangi masalah terkait dengan limbah logam di industri manufaktur[3]. Salah satunya adalah industri pengecoran logam, proses pengecoran merupakan proses pembentukan logam dimana logam harus dilebur lalu dituang ke dalam suatu cetakan hingga terjadi solidifikasi[4]. *Scrap* besi mempunyai jenis dan komposisi kimia yang berbeda-beda. Analisis persentase kandungan unsur pada limbah *scrap* besi sangat penting untuk memastikan bahwa proses daur ulang dapat membuat produk dengan kualitas sebanding dengan spesifikasi yang diinginkan. Pada dunia perindustrian pengecoran logam sering kita dengar jenis cor yang disebut besi cor, jenis logam ini sering dipakai karena memiliki banyak kelebihan[5]. Besi cor merupakan paduan besi yang mengandung karbon (C) lebih dari 2,4%[6]. Namun yang sering kita jumpai di lapangan memiliki kandungan 3% sampai 4,5% dan disertai dengan unsur paduan lainnya. Selain itu juga, terdapat berbagai unsur lainnya yang berpengaruh terhadap kekerasan besi cor seperti Si, Cr, Mg, Mn, dan Ni[4]. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis kandungan unsur dalam logam adalah metode *Optical Emission Spectroscopy* (OES)[7]. Pengujian kekerasan dengan metode *Rockwell* adalah metode yang paling banyak digunakan di industri karena penggunaan sangat sederhana dan tidak membutuhkan keahlian khusus dalam pengoperasiannya[7]. Metode *Rockwell* berorientasi untuk menentukan nilai kekerasan dari suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap benda uji (spesimen) yang berbasis bola baja ataupun kerucut intan yang ditekan pada permukaan material sampel uji tersebut. Kombinasi variasi indentor dan beban dipakai untuk bahan metal dan paduan mulai dari bahan lunak hingga keras[8]. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengkaji pengaruh jenis *scrap* besi sebagai bahan utama dalam pengecoran logam terhadap komposisi kimia dan kekerasan besi cor yang dihasilkan. Dengan menganalisis persentase kandungan unsur yang terdapat dalam *scrap* besi ini, maka dapat diketahui karakteristik dari besi cor yang dihasilkan. Selain itu, uji kekerasan dilakukan untuk memperoleh harga kekerasan yang dimiliki jenis *scrap* besi, sehingga dapat dikorelasikan dengan kandungan unsur yang dapat memengaruhi kekerasan besi cor. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang lebih tepat dalam mengelola limbah *scrap* besi, baik dari sisi ekonomi maupun keberlanjutan lingkungan, sehingga dapat memberikan kontribusi positif terhadap perkembangan industri pengolahan logam yang lebih ramah lingkungan, dan meningkatkan kualitas daur ulang, serta dapat mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya.

METODE PENELITIAN

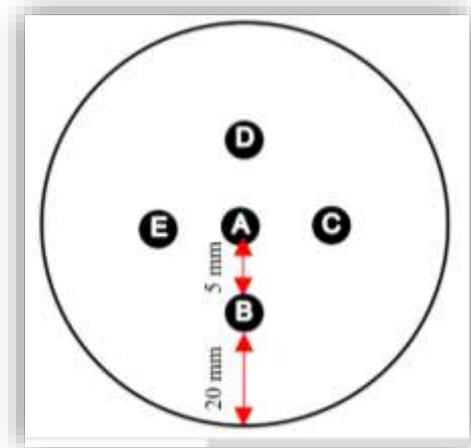
Scrap besi dileburkan menggunakan tungku induksi *Electonic Arc Furnace* (EAF)[9]. Proses peleburan dilakukan di PT Kartika Alas Utama, Tangerang. Tahapan awal sebelum peleburan adalah penyiapan jenis *scrap* yang akan dileburkan. Jenis *scrap* besi yang akan dileburkan adalah *scrap* besi plat, *scrap return*, *scrap* kombinasi. *Scrap* dileburkan didalam suhu $\pm 1400^{\circ}\text{C}$ selama 2,5 jam. Pembuatan spesimen uji menggunakan cetakan permanen berbentuk lingkaran. Setelah spesimen dicetak, langkah selanjutnya meratakan permukaan spesimen menggunakan mesin grinding dan mesin ampelas. Pengujian pertama yaitu uji kekerasan menggunakan *Rockwell*. Pada tiap spesimen diuji sebanyak 5 kali. Setelah pengujian *Rockwell*, kemudian dilanjutkan pengujian kedua, yaitu uji komposisi menggunakan alat uji *Optical Electro Spectroscopy* (OES).

Metode eksperimen digunakan dalam penelitian ini, dan analisis dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur jenis *scrap* besi terhadap nilai kekerasan besi cor. Pengamatan eksperimen dilakukan dalam kondisi buatan yang dirancang dan diatur oleh peneliti. [10].

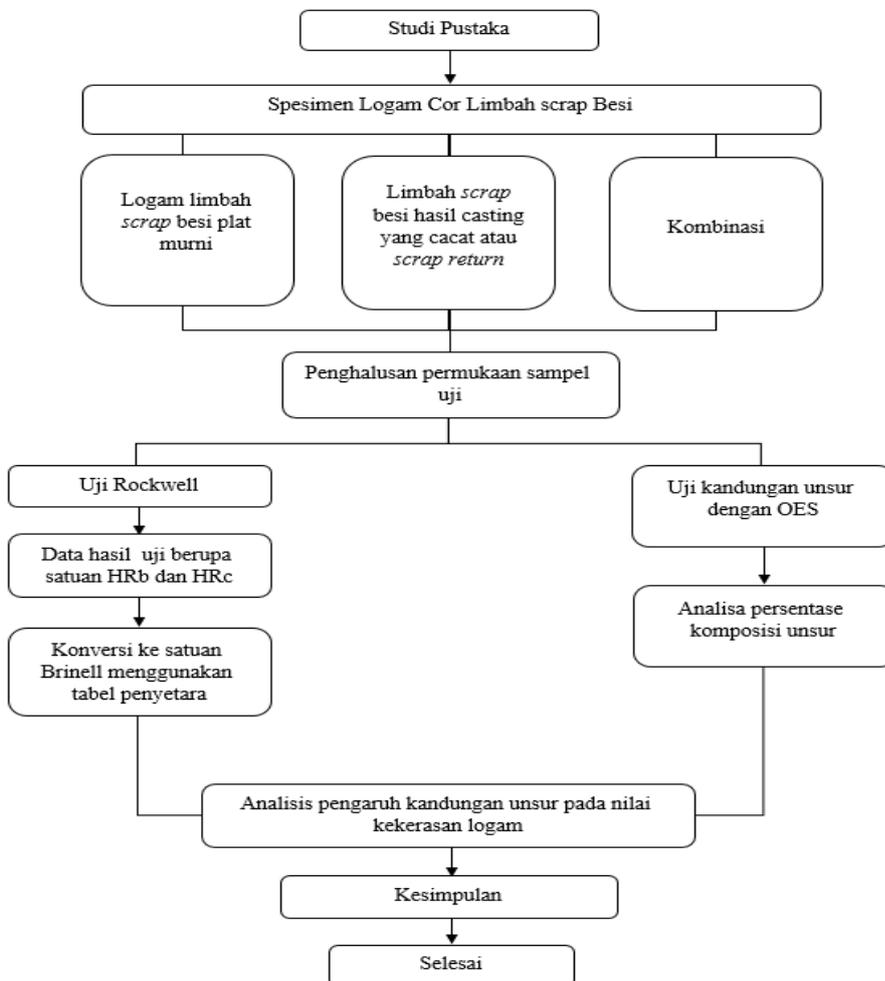
Dalam penelitian ini, tahapan – tahapan yang dilakukan adalah :

1. Menyiapkan jenis *scrap* yang akan dileburkan,
2. Menyiapkan cetakan untuk sampel uji,
3. Merapikan sampel uji dengan menggunakan mesin grinding dan mesin ampelas,

4. Mengoperasikan alat uji *Rockwell* dan memasang indentor bola baja 1/16" serta memasang beban mayor senilai 100 kgf[11],
5. Melakukan pengujian kekerasan sampel uji sebanyak 5 kali per sampel uji dengan titik pengujian seperti ditunjukkan Gambar 1,
6. Setelah melakukan uji kekerasan, tahapan selanjutnya adalah menyiapkan sampel uji untuk uji komposisi.



Gambar 1. Titik pengujian uji kekerasan *Rockwell*



Gambar 2. Digram alir penelitian

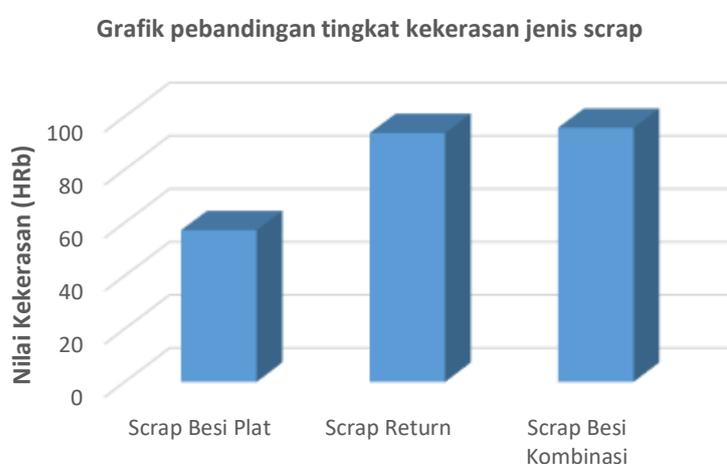
HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesimen *scrap* besi yang telah dileburkan dan dibuatkan sampel uji, pengujian kekerasan pada sampel uji sudah selaras dengan ukuran pada standar uji. Proses pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui kekerasan yang merupakan salah satu karakteristik yang sangat penting dari material logam. Setelah data kekerasan diperoleh, selanjutnya pengujian komposisi. Pengujian komposisi dilakukan untuk mengetahui persentase kandungan unsur yang terdapat di dalam logam besi cor. Dari pengujian kekerasan dan pengujian komposisi, diperoleh hasil data yang selanjutnya dianalisa dan dikorelasikan dengan beberapa sampel jenis *scrap* besi. Beberapa data dari penelitian sebelumnya juga dapat menjadi referensi didalam pembahasan hasil uji kandungan unsur *scrap* besi. Dalam penelitian ini, sampel uji pengujian kekerasan ditentukan seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Alat uji kekerasan yang digunakan adalah *Hardness Testing Rockwell Machine*. Alat uji komposisi yang digunakan adalah *Optical Emmision Spectroscopy (OES)* yang dihubungkan langsung melalui plotter sehingga data hasil uji komposisi dapat ditunjukkan oleh computer dalam bentuk persentase. Data – data hasil uji kekerasan dan uji komposisi pada semua jenis sampel uji dengan variasi jenis *scrap*, *scrap* besi plat, *scrap return*, dan *scrap* kombinasi ditunjukkan dengan lengkap pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian kekerasan sampel uji dari variasi jenis *scrap* besi.

Jenis <i>Scrap</i> Besi	Rata Rata Kandungan Unsur (%)													Rata – Rata Nilai Kekerasan <i>Rockwell</i> (HRb)
	Fe	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Al	V	Ti	B	S	P	
<i>Scrap</i> Besi Plat	99,202	0,170	0,087	0,345	0,070	0,022	0,035	0,000	0,000	0,000	0,003	0,001	0,024	57,20
<i>Scrap</i> <i>Return</i>	93,085	3,374	1,947	0,715	0,070	0,010	0,033	0,006	0,012	0,010	0,003	0,001	0,032	93,80
<i>Scrap</i> Kombinasi	94,292	3,543	1,124	0,709	0,067	0,021	0,024	0,004	0,009	0,009	0,002	0,001	0,030	95,80

Hasil yang diperoleh dari uji kekerasan dan uji komposisi adalah korelasi kandungan unsur yang meningkat dengan tingkat kekerasan besi cor, maka dapat terbentuk grafik perbandingan untuk unsur yang memengaruhi naiknya nilai kekerasan sampel uji besi cor. Grafik pebandingan tingkat kekerasan jenis *scrap* ditunjukkan pada Gambar 3, sedangkan grafik perbandingan unsur yang memengaruhi nilai kekerasan pada besi cor ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Grafik pebandingan tingkat kekerasan jenis *scrap*

Dari grafik yang ditunjukkan pada gambar 3, perbandingan rata-rata nilai kekerasan sampel uji besi cor dapat diamati. Nilai kekerasan paling rendah adalah sampel uji jenis *scrap* besi plat yaitu sebesar 57,20 HRb. Nilai kekerasan paling tinggi adalah sampel uji jenis *scrap* kombinasi yaitu 95,80 HRb.



Gambar 4. Grafik perbandingan unsur yang memengaruhi nilai kekerasan pada besi cor

Selain nilai kekerasan, persentase kandungan unsur adalah nilai penting di dalam pengamatan hasil uji kekerasan. Pada grafik perbandingan persentase kandungan unsur yang disajikan pada Gambar 4, dapat diamati perbandingan persentase unsur yang memengaruhi nilai kekerasan besi cor pada semua jenis *scrap* besi. Sampel uji *scrap* kombinasi memiliki persentase kandungan unsur karbon dan mangan paling tinggi, yaitu 3,54% dan 0,70%. Persentase kandungan unsur karbon dan mangan paling sedikit dimiliki oleh sampel uji jenis *scrap* besi plat, yaitu 0,17% dan 0,34%. Menurut penelitian yang lain juga mengungkapkan bahwa tingkat kekerasan yang tinggi dipengaruhi oleh kandungan unsur karbon yang tinggi, selain itu, unsur mangan pada besi cor yang tinggi, sangat memengaruhi tingkat kekerasan besi cor[12]. Namun, kedua unsur tersebut dapat menjadi pengaruh yang tidak baik terhadap nilai kekerasan dan dapat membuat hasil pengecoran logam yang cacat. Apabila persentasenya melebihi standar besi cor.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal penting terkait tingkat kekerasan dan kandungan unsur pada sampel scrap besi. Pertama, scrap kombinasi menunjukkan tingkat kekerasan yang paling tinggi, yakni 95,80 HRb, diikuti oleh scrap return dengan nilai 93,80 HRb, sementara scrap besi plat memiliki tingkat kekerasan terendah, yaitu 57,20 HRb. Kedua, persentase kandungan unsur yang memengaruhi tingkat kekerasan besi cor pada semua jenis sampel scrap menunjukkan bahwa scrap kombinasi memiliki kandungan unsur karbon dan mangan paling tinggi, masing-masing sebesar 3,54% dan 0,70%. Scrap return menempati urutan kedua dengan kandungan unsur karbon dan mangan masing-masing sebesar 3,37% dan 0,68%, sedangkan scrap besi plat memiliki kandungan unsur karbon dan mangan terendah, yaitu 0,17% dan 0,34%. Ketiga, dapat disimpulkan bahwa semakin besar persentase kandungan unsur karbon dan mangan pada besi cor, maka nilai kekerasannya cenderung meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sunardi, M. Mardiyono, and N. Hidayati, "Pemanfaatan Scrap Besi Menjadi Copperas dan Ekstrak Kulit Rambut untuk Pembuatan Nanopartikel Besi yang Ramah Lingkungan," *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 20, no. 3, pp. 494–507, 2022, doi: 10.14710/jil.20.3.494-507.
- [2] 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, pp. 18–24, 2018, doi: 10.31328/jp.v10i1.803.
- [3] Suyanto, R. Wibowo, and S. Pramono, "Pemanfaatan Besi Scrap Sebagai Bahan Dasar Industri Peleburan Baja," *Mar. Sci. Technol. J.*, vol. 1, no. 2, pp. 51–51, 2021.
- [4] B. Nugroho and A. S. Darmawan, "PENGUJIAN KEKERASAN DAN ANALISA STRUKTUR MIKRO PADA BESI COR KELABU DENGAN SCANNING ELECTRON MICROSCOPE – ENERGY DISPERSIVE X-RAY SPECTROSCOPY (SEM-EDS)," Surakarta, 2023.
- [5] Y. Umardani and T. R. Nurferdian, "PENGARUH PENAMBAHAN KANDUNGAN SILIKON PADA BESI COR KELABU DENGAN METODE FLUIDITAS STRIP MOULD TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO Yusuf," *J. Rotasi*, vol. 11, no. 3, pp. 5–12, 2009, doi: <https://doi.org/10.14710/rotasi.11.3.5-12>.
- [6] Sudaryanto and S. U. Santoso, "PENGEORAN PULLEY B3 x 6 INCH DAN ANALISIS CACAT DALAM PENGEORAN," *J. Metall. Eng. Process. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–14, 2021, doi: <https://doi.org/10.31315/jmept.v1i2.5039>.
- [7] Masrukan, Rosika, D. Anggraini, and J. Kisworo, "KOMP ARASI ANALISIS KOMPOSISI PADUAN AIMgSII DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK XRAY FLUOROCENCY (XRF) DAN EMISSION SPECTROSCOPY," in *Issn 0216-3128*, Yogyakarta, 2007, pp. 120–125.
- [8] N. T. Nugraheni *et al.*, "Uji Kekerasan Material Dengan Metode Rockwell," *J. Fis. Eksperimen Lanjut (Metode Rockwell)*, pp. 1–9, 2014.
- [9] I. A. Djoha, "Proses pembuatan baja dalam EAF," Universitas Tirtayasa, 1988.
- [10] R. Rinaldi, R. Usman, and A. Fathier, "Studi Eksperimental Kekuatan Tarik dan Kekerasan Pada Sambungan Pipa ASTM A 106 Grade B dengan Pengelasan SMAW," *J. Weld. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 36–42, 2019.
- [11] A. T. Kurniawan, "Analisa Kekerasan Bahan dalam Proses Pengecoran Aluminum Sebagai Bahan Pembuatan Blok Silinder Motor Bakar," *J. Ilm. Mhs. Tek. [JIMT]*, vol. 4, no. 2, pp. 98–110, 2024.
- [12] Y. Syahbadri, "Pengaruh Variasi Mangan Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Besi Cor Kelabu," Universitas Islam Riau, 2021.