

**Rekondisi Material Besi Cor dengan Logam Pengisi Tembaga
menggunakan Metode Penuangan**
*(Reconditioning of Cast Iron Material with Copper Filler Metal
Using Casting Method)*

SKRIPSI

Oleh:

Nama: Ricky Andreas

NPM: 163030091



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Rekondisi Material Besi Cor dengan Logam Pengisi Tembaga menggunakan Metode Penuangan



Nama : Ricky Andreas

NPM : 163030091

Pembimbing Utama

Dr. Ir. Muki Satya Permana, MT.

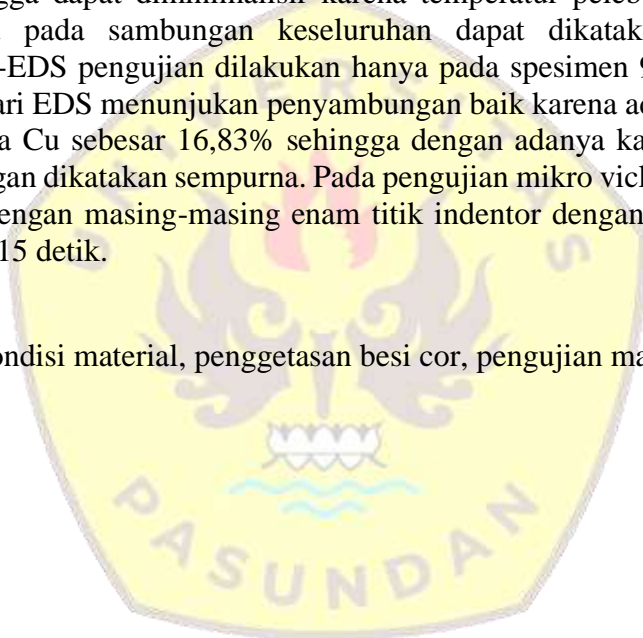
Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Djoko H. Prajitno, MSME.

ABSTRAK

Rekondisi Material Besi Cor dengan Logam Pengisi Tembaga Menggunakan Metode Penuangan diharapkan dapat menanggulangi penggetasan pada rekondisi material besi cor. Pada rekondisi ini logam pengisi dilebur dari 2000°C - 2500°C dan *base metal* dipanaskan hingga oksida besi muncul ke permukaan pada temperatur 670°C - 870°C. Logam pengisi yang digunakan adalah logam (Cu). Pada penelitian ini dilakukan pengujian meliputi uji SEM/EDS, pengujian kekerasan mikro vickers dan pengamatan struktur mikro. Terdapat tiga bentuk spesimen permukaan 45°, 90° dan radius 1 mm dengan diameter spesimen 45 mm, tebal 3 mm diameter penuangan 20 mm dan kedalaman 1 mm. Data dari pengamatan struktur mikro pada spesimen 90° terdapat cacat pada sudut penyambungan akibat udara yang terperangkap pada saat penuangan, secara keseluruhan dari struktur logam pengisi tidak terdapat rongga akibat *over heat*. Pada spesimen 45° terdapat cacat akibat *over heat* menggunakan temperatur 2516°C sehingga menimbulkan rongga pada logam pengisi pada saat penuangan dilakukan tetapi batas sambungan *base metal* dan logam pengisi tidak terdapat cacat. Sedangkan pada spesimen radius 1 mm rongga dapat diminimalisir karena temperatur peleburan menggunakan 2250°C sehingga pada sambungan keseluruhan dapat dikatakan berhasil. Pada pengamatan SEM-EDS pengujian dilakukan hanya pada spesimen 90° sebagai sampel spesimen. Hasil dari EDS menunjukkan penyambungan baik karena adanya kadar karbon yang terserap pada Cu sebesar 16,83% sehingga dengan adanya karbon yang terserap maka penyambungan dikatakan sempurna. Pada pengujian mikro vickers dilakukan pada setiap spesimen dengan masing-masing enam titik indentor dengan beban 1 kg dalam durasi penekanan 15 detik.

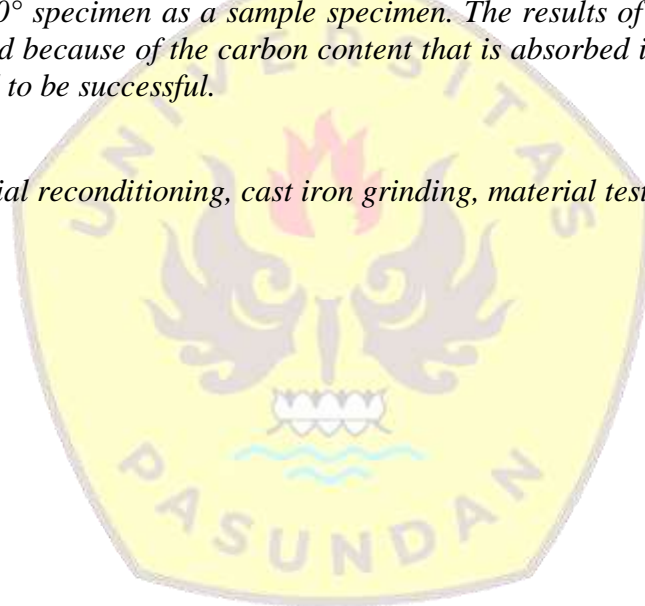
Kata kunci: Rekondisi material, penggetasan besi cor, pengujian material.



ABSTRACT

Reconditioning of Cast Iron Material with Copper Filler Metal using pouring method is expected to overcome embrittlement in the reconditioning of cast iron material. In this reconditioning, the filler metal is melted from 2000°C - 2500°C and the base metal is heated until iron oxide comes to the surface at a temperature of 670°C - 870°C. The filler metal used is metal (Cu). In this study, tests were carried out including SEM/EDS tests, Vickers micro hardness tests and microstructure observations. There are three forms of surface specimens 45°, 90° and 1 mm radius with a specimen diameter of 45 mm, 3 mm thick, 20 mm pouring diameter and 1 mm depth. Data from microstructure observations on 90° specimens there are defects in the connection angle due to trapped air at the time of pouring, overall from the filler metal structure there are no voids due to over heat. In the 45° specimen there are defects due to over heat using a temperature of 2516°C, causing voids in the filler metal at the time of pouring, but the boundary of the base metal and filler metal connection has no defects. While in the 1 mm radius specimen the cavity can be minimized because the melting temperature uses 2250°C so that the overall connection can be said to be successful. In the SEM-EDS observation, testing was carried out only on the 90° specimen as a sample specimen. The results of EDS show that the connection is good because of the carbon content that is absorbed in Cu by 16.83% so that it can be said to be successful.

Keywords: *Material reconditioning, cast iron grinding, material testing.*



DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN.....	i
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1. Latar Belakang	1
2. Rumusan Masalah	1
3. Tujuan.....	2
4. Batasan Masalah.....	2
5. Sistematika Penulisan.....	2
BAB II STUDI LITERATUR.....	3
1. Material Teknik.....	3
2. Sifat Material.....	4
3. Material Logam.....	5
a. Logam Tembaga (Cu).....	5
b. Besi Cor	6
4. <i>Metode Continius Flow Casting (CFC)</i>	7
BAB III METODE PENELITIAN.....	9
1. Tahapan Penelitian	9
2. Alur Pembuatan Spesimen Uji	10
3. Tempat Penelitian.....	10
4. Alat yang Digunakan.....	11
5. Pengukuran dan Pembuatan Spesimen Uji.....	14
6. Metode Pengujian.....	15
a. Pengamatan Struktur Mikro.....	15

b. Uji laboratorium SEM-EDS	16
c. Uji kekerasan Mikro Vickers.....	17
BABI IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
1. Hasil Pengukuran/Pengujian	19
1. Pengamatan Metalografi.....	19
2. Pengamatan SEM/EDS.....	21
3. Pengujian Mikro Vickers.....	23
2. Pengolahan Data.....	24
BAB V KESIMPULAN	26
1. Kesimpulan.....	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	29
1. Foto-Foto Kegiatan	29
2. Gambar Kerja.....	31



BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Pada awalnya, komponen-komponen yang mengalami kerusakan atau retak diperbaiki dengan menggunakan proses pengelasan TIG atau MIG [1]–[3]. Namun, logam ini cenderung mudah mengalami oksidasi, membentuk oksida aluminium Al_2O_3 . Selain itu, perbaikan pada paduan ini mudah terjadi rongga halus dan retak las [4]–[11]. Salah satu perbaikan yang ada adalah *Ultrasonic Inert Casting*, tetapi metode ini masih memiliki kelemahan karena tidak mudah diterapkan di lapangan, biaya relatif tinggi dan mampu memperbaiki cacat dengan ukuran terbatas. Oleh karena itu, dengan memanfaatkan proses pengecoran yang dikenal sebagai metode *burning in* dan telah ditingkatkan kinerjanya dengan menggunakan gas argon sebagai bantuan.

Sebagai respons terhadap permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengurangi permasalahan dalam mengembangkan dan menerapkan metode *burning in* untuk memperbaiki cacat permukaan melalui proses pengecoran. Tujuannya adalah untuk menghasilkan sambungan dengan kualitas dan karakteristik yang sejajar dengan logam induk.[12] Penggunaan logam tembaga (Cu) dipilih karena memiliki struktur kristal FCC fasa austenit. Kandungan dalam logam tembaga ini mampu melarutkan karbon dari logam besi hingga sebesar 1,7%, dan zona di sekitar sambungan tidak akan mengalami perubahan fasa karena karbon yang terserap akan terkonsentrasi pada logam pengisi yang memiliki struktur kristal FCC.

Oleh karena itu, dilakukan eksperimen rekondisi dengan metode baru, di mana logam tembaga (Cu) dilebur hingga mencapai suhu $1700^{\circ}C$ - $2000^{\circ}C$. Logam cair ini kemudian dituangkan ke dalam spesimen logam induk, yaitu besi cor yang sebelumnya dipanaskan hingga suhu $750^{\circ}C$. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa logam induk akan mengeluarkan oksida besi yang terdapat di permukaannya.

2. Rumusan Masalah

Bagaimana tahapan proses merekondisi besi cor menggunakan logam pengisi tembaga dengan metode penuangan tanpa adanya penggetasan.

3. Tujuan

Adapun tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- Melakukan pengujian rekondisi besi cor menggunakan logam pengisi tembaga dengan metode penuangan.
- Melakukan pengamatan metalografi, SEM/EDS dan kekerasan mikro vickers.

4. Batasan Masalah

Pembatasan masalah digunakan untuk mencegah terjadinya pengalihan atau perluasan materi pembahasan, sehingga membuat penelitian lebih terfokus dan terkendali. Berikut ini adalah beberapa kendala dari masalah dalam penelitian ini:

- Pengamatan visual pada tiga spesimen pembanding.
- Melakukan pengujian SEM/EDS.
- Pengamatan struktur makro dan mikro pada tiga spesimen pembanding hasil rekondisi metode penuangan.
- Melakukan pengujian dan menghitung hasil pengujian kekerasan mikro vickers.
- Melakukan analisis dan penanggulangan kegagalan yang terjadi pada saat melakukan rekondisi menggunakan proses penuangan.

5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi secara garis besar terdiri atas 5 bab, dan daftar pustaka. BAB I Pendahuluan, bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan laporan skripsi. BAB II Studi literatur meliputi telaah penelitian yang berisi tentang hasil-hasil penelitian terdahulu. BAB III Metode penelitian, bab ini penulis mengemukakan tentang metode penelitian yang dilakukan oleh penulis dalam rekondisi metode penuangan. Agar sistematis, bab metode penelitian meliputi metode penelitian, tahapan penelitian, tempat penelitian, alat dan material yang digunakan dan metode pengujian. BAB IV hasil dan pembahasan, bab ini berisi hasil dan pembahasan penelitian. BAB V kesimpulan dan saran, bab ini menjelaskan bagian penutup dari penelitian yang dimana isi dari penelitian telah dijabarkan dalam bab sebelumnya. Pada bagian kesimpulan akan dijelaskan secara singkat mengenai hasil-hasil penelitian yang telah peneliti laksanakan. Daftar pustaka, bab ini berisikan susunan tulisan di akhir sebuah karya ilmiah yang isinya berupa nama penulis, judul tulisan, penerbit, identitas penerbit, dan tahun terbit. Lampiran, bab ini merupakan dokumen tambahan yang ditambahkan (dilampirkan) ke dokumen utama.

BAB V KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan data analisis dan pengujian yang dilakukan terdapat beberapa hal yang disimpulkan yaitu:

1. Proses merekondisi besi cor menggunakan tembaga melalui metode penuangan dilaksanakan dengan mencairkan tembaga pada temperatur 1800°C hingga 2800°C dan *preheat base metal* pada temperatur 750°C. Setelah mencapai temperatur yang ditentukan, tembaga dituangkan ke atas *base metal*. Peleburan dilakukan dengan menggunakan *Super Jet Eutalloy*. Pengukuran temperatur dilakukan menggunakan Termometer *High Temperature*, dan wadah peleburan menggunakan *High Temperature Dish Pot*.
2. Kualitas hasil rekondisi melalui beberapa pengujian yang menunjukkan hasil tanpa cacat. Ditunjukkan adanya unsur karbon *base metal* yang terserap oleh logam pengisi Cu dilihat pada pengujian SEM-EDS. Namun, terdapat cacat yang disebabkan oleh temperatur terlalu tinggi sehingga terdapat porositas pada logam pengisi.
3. Pada ketiga pengujian yang dilakukan menunjukkan hasil yang baik dan dapat diaplikasikan. Namun, preparasi rekondisi tetap diperhatikan untuk menanggulangi resiko cacat pada penyambungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Kou, *Welding Metallurgy*, 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2003.
- [2] H. Wiryosumarto and T. Okumur, *Teknologi Pengelasan Logam*. Banyuwangi: PT Pradnya Paramita, 2000.
- [3] Wikihow, “Cara Mengelas Alumunium,” 2016. <http://id.wikihow.com/Mengelas-Alumunium> (accessed May 15, 2023).
- [4] J. Pan, M. Yoshida, G. Sasaki, H. Fukunaga, H. Fujimura, and M. Matsura, “Ultrasonic Insert Casting of Aluminum Alloy,” *Scr. Mater.*, vol. 43, pp. 155–159, 2000.
- [5] M. S. Permana, R. Suratman, and B. H. Setiamarga, “The Application of New Method in Gray Cast Iron Repair by Turbulence Flow Casting,” *Int. J. Mech. Comput. Manuf. Res.*, vol. 1, no. 1, pp. 35–41, 2012.
- [6] M. S. Permana, S. Heryanti, A. Ulinuha, and S. Yuwono, “Penerapan Metode Turbulence Flow Casting dalam Perbaikan Komponen Otomotif yang Terbuat dari Paduan Aluminium (Studi Kasus: Paduan Al-Si),” *Pros. Semin. Nas. ke-2 Rekayasa Mater.*, 2015.
- [7] M. S. Permana and R. Suratma, “How to Repair Surface Defect of Gray Cast Iron Components Using New Method,” *9th AWF Meet. Int. Weld. Semin.*, 2007.
- [8] M. S. Permana, R. Suratman, and B. H. Setiamarga, “Experimental and Numerical Investigation of Melting and Solidification during Gray Cast Iron Repair by Turbulence Flow Casting,” *Int. J. Mech. Comput. Manuf. Res.*, vol. 1, no. 1, pp. 35–41, 2012.
- [9] M. S. Permana, R. Suratman, B. H. Setiamarga, and B. Budiwantoro, “A Newly Developed Method in Repairing Surface Defect for Components of Gray Cast Iron, IMTCE 2006,” *5th Int. Mater. Conf. Exhib.*, 2006.
- [10] M. S. Permana, “Experimental Observation and Analytical Modeling of Melting and Solidification during Aluminum Alloy Repair by Turbulence Flow Casting,” *Int. J. Smart Mater. Mechatronics*, vol. 2, no. 2, 2015.
- [11] M. S. Permana, S. Heryanti, I. Taufani, and Edho, “Pengembangan Lanjut Metode Perbaikan Komponen Aluminium Al-Si dengan Menggunakan Metode Turbulence Flow Casting,” Universitas Pasundan, 2016.

- [12] ASM Handbook, *Metallography and Microstructures*. 2004.
- [13] A. K. Samlawi and R. Siswanto, *Diktat Bahan Kuliah: Material Teknik*. Universitas Lambung Mangkurat, 2016.
- [14] M. Lagoi, *Logas Sebagai Bahan Konstruksi*. Universitas Riau Kepulauan.
- [15] R. Gumilang, *Bahan Logam dan Bukan Logam*. SMKN 2 Pekanbaru.
- [16] P. Knauth, *The Metalsmiths*. New York: Time-Life Books, 1974.
- [17] N. H. Sari, *Material Teknik*. Yogyakarta: Deepublish, 2018.
- [18] H. Nurdin, *Metalurgi Logam*. Padang: UNP Press, 2019.
- [19] N. A. Kundari and W. Slamet, *Tujuan Keseimbangan Adsorpsi Tembaga dalam Limbah Pencuci PCB dengan Zeolit*. Yogyakarta: STTN Batan, 2008.
- [20] Palar, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta, 1994.
- [21] M. S. Permana, R. Suratman, and B. Tarigan, "How to Repair Surface Defect on Cast Iron Component," *Proceeding Semin. Nas. Tah. Tek. Mesin XI*, pp. 1647–1655, 2012.
- [22] Castolin, "SuperJet-S-Kits." https://www-castolin-com.translate.google/product/superjet-s-kits?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc (accessed Mar. 15, 2023).
- [23] Labaratuar, "Analisis SEM Analisis SEM-EDS." <https://www.labaratuar.com/id/testler/malzeme/sem-analizi-sem-eds-analizi/> (accessed Apr. 20, 2023).
- [24] G. Dieter, *Metalurgi Mekanik*, 3rd ed. Jakarta: Erlangga, 1987.