

# ANALISIS PENGARUH PROSES *HEAT TREATMENT* PASKA PENGELASAN TERHADAP SIFAT MEKANIS PADA BESI TUANG KELABU

Muhammad Rasiid<sup>1)</sup>, Ibnu Asrafi<sup>2)</sup>

<sup>1)2)</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya  
Jl. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139 Telp: 0711-353414 Fax: 0711-453211

## Abstrak

*Besi tuang kelabu banyak digunakan pada meja mesin seperti mesin bor, mesin Miling, Mesin Bubut, surface grinding karena mempunyai sifat-sifat antara lain dapat meredam getaran yang sangat baik (kapasitas peredamnya tinggi), tahan panas, tahan korosi, mudah dalam pengecoran karena memiliki titik lebur yang rendah, mudah untuk dikerjakan di mesin, mudah didapat dengan harga yang relatif murah. Salah satu proses pengelasan yang dapat dilakukan pada besi tuang kelabu adalah proses pengelasan dengan elektroda terbungkus atau SMAW (Shield Metal Arc Welding) dengan menggunakan arus searah DC dan menggunakan elektroda jenis DFC NiFE atau NiFE-C1. Hal yang paling memungkinkan akibat dari proses pengelasan besi tuang (Cast Iron) adalah terjadinya retak las dimana hal ini disebabkan karena pembekuan yang terlalu cepat, tegangan penyusutan yang terlalu tinggi, prosedur pengelasan yang salah dan penggunaan elektroda yang tidak sesuai. Tegangan penyusutan dalam pengelasan yang terjadi karena timbulnya lonjakan tegangan yang lebih besar yang disebabkan oleh perubahan sifat-sifat bahan pada sambungan terutama pada daerah terpengaruh panas HAZ (heat Affected Zone). Untuk mengetahui sejauhmana pengaruh pemanasan paska pengelasan terhadap sifat mekanik pada specimen besi tuang kelabu dengan melakukan pengujian tarik dan pengujian kekerasan. Specimen uji besi tuang kelabu setelah dilakukan penyambungan dengan proses pengelasan mempunyai sifat mekanik kekerasan 0,24%an lebih besar dari raw material. Specimen uji besi tuang kelabu mengalami peningkatan kekerasan yang cukup signifikan sebesar 36,75 % yaitu dari 89,16 HR menjadi 140,974 HB dengan proses heat treatment pada temperatur 730°C dan ditahan selama 60 menit. Specimen uji tanpa perlakuan panas heat treatment terjadi peningkatan kekuatan tarik sebesar 8,67% yaitu 90,87 N/mm<sup>2</sup> untuk specimen uji yang di heat treatment dengan pendinginan udara dan 98,73% untuk specimen yang dilakukan penyambungan dengan pengelasan*

*Kata kunci : SMAW, HAZ*

## 1. PENDAHULUAN

Besi tuang kelabu mempunyai sifat mudah dimesin dan dapat meredam getaran dengan baik besi tuang kelabu banyak digunakan untuk komponen mesin sebagai bahan baku (*raw materials*). Besi tuang kelabu mempunyai ketahanan korosi yang baik, namun bila mengalami proses permesinan ketahanan korosi akan menurun. Hal ini disebabkan karena adanya proses pengikisan lapisan pasif pada permukaan dan terjadi reaksi korosi dengan lingkungan sekitar yang korosif. Proses pengerjaan besi tuang kelabu menjadi komponen mesin dapat dilakukan pada mesin-mesin perkakas yang konvensional

maupun yang sudah menggunakan *Control Numerical Control* (CNC) dengan tingkat kekasaran (*roughness grade*) permukaan 50  $\mu\text{m}$ , 25  $\mu\text{m}$ , 0,025  $\mu\text{m}$  ( $N_1, N_2, \dots, N_{12}$ ) yang bervariasi tergantung dari kebutuhan komponen permesinan yang akan dibuat.

Material besi tuang kelabu mempunyai sifat yang getas sehingga dibutuhkan pengetahuan dan pengalaman dalam melakukan penyambungan material tersebut. Banyak metode sambungan las yang dapat digunakan untuk material besi tuang kelabu salah satunya yaitu penyambungan dengan proses pengelasan dengan elektroda terbungkus atau SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) dengan menggunakan arus searah DC dan

menggunakan elektroda jenis DFC NiFE atau NiFE-C1, elektroda stainless steel, dll. Proses pengelasan akan mempengaruhi sifat fisik dan sifat mekanis dari besi tuang kelabu. Karena hal tersebut diatas penulis ingin mengetahui sejauhmana pengaruh proses pengelasan dengan elektroda terbungkus SMAW terhadap perubahan sifat mekanis (Kekuatan tarik dan kekerasan material) pada besi tuang kelabu dan melakukan perlakuan panas (*heat treatment*) dengan tujuan untuk memperbaiki sifat mekanis specemen uji setelah dilakukan penyambungan dengan metode pengelasan.

## 2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini sebelum dilakukan pengujian material terlebih dahulu dilakukan beberapa tahapan antara lain: pembentukan specimen uji, pengujian komposisi kimia, penyambungan specimen uji dll. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada flow chart pada gambar 2.1.

### 2.1 Pembentukan Specimen UJI

Pembentukan specimen uji tarik dan kekerasan dilakukan pada mesin shaping untuk mengurangi ketebalan material dan pengerjaan pada mesin milling untuk pembentukan specimen uji dan untuk membentuk ukuran standar ISO 6892 : 1984 (*Metallic Material-Tensile Testing*) yaitu JIS Z 2202 : 1988. Lit. tabel 6.

### 2.2 Pengelasan Besi Tuang Kelabu

Specimen uji yang telah dibentuk pada mesin Milling kemudian dipotong tepat pada bagian tengah specimen uji dengan menggunakan gergaji tangan, kemudian pada bagian sambungan dilakukan pengelasan dengan jarak setebal mata gergaji. Proses pengelasan dilakukan dengan menggunakan las listrik dengan spesifikasi elektroda sbb:

Jenis Elektroda : E 7020 LB 52U  
Merk : Nikko Steel Elektrode  
NSN 308, PT Alam  
Lestari Unggul Indonesia

Tabel.2.1 Penggunaan Elektroda Yang Direkomendasi

Size (mm)	2,0	2,6	3,2	4,0
Leng	300	300	350	350
Current Range	35-80	65-100	80-125	120-170

### 2.3 Proses Heat Treatment

Proses *heat treatment* dilakukan di Laboratorium Mekanik Politeknik Negeri Sriwijaya dengan menggunakan dapur heat treatment Merk **Noberthem**. Pemanasan dilakukan sampai temperatur 730°C dan ditahan selama 60 menit untuk proses normalizing material. Pendinginan material dilakukan dengan melalui pendinginan media udara didalam dapur pemanasan.

### 2.4 Pengujian Tarik dan Kekerasan Specimen uji

Pengujian sifat mekanis specimen besi tuang kelabu yaitu kekuatan tarik dan kekerasan. Pengujian ini dilakukan di laboratorium Mekanik Politeknik Negeri Sriwijaya. Untuk pengujian tarik dilakukan pada mesin *universal testing Machine* Merk Gunt dengan kemampuan maksimum 50 kN. Pengujian kekerasan dengan menggunakan *Rockwell Hardness Tester*, Model HR 150A dengan menggunakan HR tipe B, dimana F mesin 100 kg dengan menggunakan indenter Bola Baja Ø 1/16"

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Pengujian Komposisi

Dari hasil pengujian komposisi terdahulu untuk specimen uji yang sama menunjukkan kandungan Fe 92,7%, C,22%, Si 2,35% dan Mn 0,54% dan nilai kandungan tersebut berdasarkan Standar ASTM Class 20 termasuk kedalam kelompok Besi Tuang Kelabu (*Grey Cast Iron*) Feritik untuk penggunaan umum seperti pada landasan-landasan (*bed*), Meja, dan ragam mesin dll.

### 3.2 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan material sebelum dilakukan heat treatment dengan menggunakan *Rockwell Hardness Tester*, Model HR 150A dengan menggunakan HR tipe B, dimana F mesin 100 kg dengan menggunakan indenter Bola Baja Ø 1/16".

Pengujian dilakuakan pada tiga titik untuk masing-masing specimen uji yaitu daerah HAZ 1 dan 2 yaitu ± 5mm dari pusat pengelasan dan pengujian tepat ditengah kampuh las.

Tabel 3.1. Data Pengujian Kekerasan Untuk Specimen Uji Yang Tidak Dilakukan Proses Pemanasan Pada Dapur Heat Treatment

No. Specimen	Specimen	Hasil Pengujian HR ... kg
1	Row	86,9
2	Material (Besi)	90,4
3		87
4	Tuang	93,2
5	Kelabu)	87,2
Rata-Rata		88,94

Tabel 3.2. Data Pengujian Kekerasan Untuk Specimen Uji Yang Disambung Dengan Metode Pengelasan

No Specimen	Titik Pengujian pada Kampuh Las (HR)	Daerah HAZ 1 (HR)	Daerah HAZ 2 (HR)
1	112	89	93,4
2	115	87,5	87,8
3	114	88,5	86
4	110	90,3	91,5
5	113	89,6	88
Rata-Rata		112,8	89,34

Kekerasan rata-rata pada daerah HAZ adalah  $\frac{88,98+89,34}{2} = 89,16$  HR

**Analisa hasil pengujian kekerasan**

Specimen uji besi tuang kelabu sebelum dilakukan penyambungan dengan kekerasan rata-rata 88,94 HR dan setelah dilakukan penyambungan dengan proses pengelasan sebesar 89,16 HR ini menunjukkan adanya peningkatan kekerasan sebesar 0,24 % dari row material. Peningkatan kekerasan pada specimen uji bervariasi untuk setiap specimen uji.

**Material setelah mengalami perlakuan Heat Treatment**

Pengujian dilakukan pada Mesin Uji Brinnell dengan P 187 kg menggunakan indentor bola Baja dengan diameter 2,5 mm dan penekanan dan ditahan selama 20 detik. Diameter penekanan kemudian diukur dengan menggunakan alat metalografi dan kemudian dimasukkan dengan menggunakan rumus (HB) dibawah ini:

$$HB = \frac{2P}{3,14 D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \text{ kg/mm}^2$$

Tabel.3.3 Data Pengujian Kekerasan Untuk Specimen Uji Setelah Dilakukan Proses Heat Treatment Dengan Media Pendinginan Udara

No Specimen	Titik Pengujian 1 Kampuh Las (HB)	Daerah HAZ 1 (HB)	Daerah HAZ 2 (HB)
1	220,199	151,209	152,625
2	195	128,777	120,967
3	176,970	158,228	152,625
4	187,5	142,639	137,665
5	206,83	126,732	138,274
Rata-Rata		197,299	140,431

**Analisa hasil Pengujian**

Specimen uji besi tuang kelabu yang telah mengalami proses heat treatment dengan pendinginan media udara mengalami peningkatan kekerasan 36,75 % yaitu dari 89,16 HR menjadi 140,974 HB dengan proses heat treatment pada temperatur 730°C dan ditahan selama 60 menit .

**3.3 Pengujian Tarik Material**

Specimen uji Tarik menggunakan standard industry Japanese yang Mengacu pada standar ISO 6892 : 1984 (*Metallic Material-Tensile Testing*) yaitu JIS Z 2202 : 1988. Dari tabel 3.4. dibawah dapat kita lihat ukuran Panjang, Ketebalan,Radius untuk specimen uji tarik. Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Mekanik Politeknik Negeri Sriwijaya dengan menggunakan Universal Testing Mesin Merk G.U.N.T dengan kapasitas maksimum 50 kN.

Tabel 3.4. Ukuran Standard Specimen Uji Tarik Untuk Material Berbentuk Plate

Plate thicknes	Width (W)	Gauge Length (L)	Paralel length (P)
Over 5,5mm up to and ichi 7,5	12,5	50	80
Over 7,5 mm up to and inchi 10 mm		60	
Over 10 mm up to and 13 mm	20	85	130
Over 13 mm up to and 19 mm		100	
Over 19 mm up to and inch 27 mm	40	170	265
Over 27 mm up to and inch 40 mm		205	

Tabel 3.5. Data Hasil Pengujian Specimen Uji Tarik Untuk Material Hasil Pengelasan Dan Dengan Heat Treatment Dengan Media Pendingin Udara

No. Specimen	S (N/mm <sup>2</sup> )	dL (mm)	E (%)	
1	101,09	3,98	7,77	
2	98,04	3,54	7,35	
3	97,07	3,27	6,95	
Nilai Rata-Rata	98,73	3,59	7,36	
4	92,53	6,05	11,55	Pendinginan Udara
5	89,36	5,39	12,21	Pendinginan Udara
6	90,73	5,76	10,74	Pendinginan Udara
Nilai Rata-Rata	90,87	5,73	11,5	

#### Analisa data Pengujian

Dari data hasil pengujian Tarik tabel diatas dapat disimpulkan specimen uji tanpa dilakukan perlakuan panas heat treatment terjadi peningkatan kekuatan tarik sebesar 8,67% yaitu 90,87 N/mm<sup>2</sup> untuk specimen uji yang di heat treatment dengan pendinginan udara dan 98,73% untuk specimen yang dilakukan penyambungan dengan pengelasan, tetapi untuk elongation terjadi peningkatan dari 7,36% menjadi 11,5 % ini menunjukkan bahwa pada specimen uji yang mengalami proses heat treatment mempunyai sifat mekanis keuletan lebih baik dari specimen uji tanpa perlakuan heat treatment.

#### 4. KESIMPULAN

Specimen uji yang mendapatkan perlakuan panas paska pengelasan mempunyai sifat mekanik sbb:

1. Specimen uji besi tuang kelabu setelah dilakukan penyambungan dengan proses pengelasan mempunyai sifat mekanik kekerasan 0,24%an lebih besar dari row material .
2. Specimen uji besi tuang kelabu mengalami peningkatan kekerasan yang cukup signifikan sebesar 36,75 % yaitu dari 89,16 HR menjadi 140,974 HB dengan proses heat treatment pada temperatur 730°C dan ditahan selama 60 menit .

3. Specimen uji tanpa perlakuan panas heat treatment terjadi peningkatan kekuatan tarik sebesar 8,67% yaitu 90,87 N/mm<sup>2</sup> untuk specimen uji yang di heat treatment dengan pendinginan udara dan 98,73% untuk specimen yang dilakukan penyambungan dengan pengelasan,

#### DAFTAR PUSTAKA

1. DeGarmo, E.P., Black, J.T., A. Kohser, R.; E. Klamecki Barney, "Material and Processes in Manufacturing", Wiley, 2002
2. Groover, M.P., "Fundamentals of modern Manufacturing", John Wiley and son, INC, 2007
3. H Van Vlack, L (Sriati Djaprie), "Ilmu dan Teknologi Bahan", Edisi ke 5, Erlangga, 1984
4. Supriadi, H., "Pengaruh Tingkat Kekasaran Permukaan Baja Tahan Karat AISI 304 Hasil Proses Sekrap Terhadap Laju Korosi Dalam Lingkungan Asam Sulfat", Lembaga Penelitian Universitas Lampung, 2008. <http://digilib.Unila.ac.id/go.php?id=laptunilapp.gdl.res.2008>, 25 Oktober 2009
5. Suharsimi, A., "Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek", Edisi kelima, Rineka Cipta, Jakarta, 1997
6. Surdia Tata, Saito Shinroku, "Pengetahuan Bahan Teknik", Edisi Kelima, PT. Pradya Paramitha, Jakarta, 2000