

**PROSIDING**

ISBN : 978-602-51621-0-7

E-ISBN: 978-602-51621-1-4

**SEMINAR NASIONAL METALURGI & MATERIAL (SENAMM) X 2017**

**Semarang, 8 Nopember 2017**

**“Pengembangan Material Maju & Teknologi Material untuk  
Akselerasi Kemajuan Industri Nasional”**



## EDITOR DAN REVIEWER

### *Editor :*

1. Dr. Rifky Ismail, ST, MT (Universitas Diponegoro)
2. Deni Fajar Fitryana, ST, MT (Universitas Diponegoro)

### *Reviewer :*

1. Dr. Sulardjaka, ST, MT (Universitas Diponegoro)
2. Dr. Agus Suprihanto, ST, MT. (Universitas Diponegoro)
3. Sri Nugroho, ST, MT, Ph.D (Universitas Diponegoro)
4. Dr. Rusnaldy, ST, MT (Universitas Diponegoro)
5. Ir. Sulisty, MT, PhD (Universitas Diponegoro)
6. Ir. Yurianto, MT (Universitas Diponegoro)
7. Dr. Eng. Gunawan Dwi Haryadi, ST, MT (Universitas Diponegoro)

## PROSIDING

### Seminar Nasional Metalurgi dan Material (SENAMM) X Tahun 2017

ISBN : 978-602-51621-0-7

e-ISBN : 978-602-51621-1-4

©2017, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro

- Alamat : Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudharto, SH. Tembalang Semarang 50275
- Telp : +62 247460059 ext. 101
- Fax : +62 247460059
- Email : [mesin@undip.ac.id](mailto:mesin@undip.ac.id)
- Website : <http://www.mesin.undip.ac.id>

### SUSUNAN KEPANITIAAN

Pengarah : Dr. Jamari, ST, MT  
Dr. Sulardjaka, ST, MT

#### Organizing Committee:

Ketua : Dr. Agus Suprihanto, ST, MT.

Wakil Ketua : Sri Nugroho, ST, MT, Ph.D

Sekretaris 1 : Dr. Rifky Ismail, ST, MT

Sekretaris 2 : Deni Fajar Fitriyana, ST, MT

Bendahara : Dr. Rusnaldy, ST, MT

Sie Acara : Ir. Sulistyو, MT, PhD

Ir. Yurianto, MT

Sie Perlengkapan : Norman Iskandar, ST, MT

Mochammad Ariyanto, ST, MT

Arik Prasetyo

Sie Transportasi : Dr. Eng. Gunawan Dwi Haryadi, ST, MT

Agus Saryono

Sie Dokumentasi : Yusuf Umardani ST, MT

Ari Gunaji

Sie Konsumsi : Ir. Eflita Yohana, MT, Ph.D

Sekretariat : Nita Kurniawati, A.Md

Dani Hidayati, A.Md

- 
- Studi Pelindian Bijih *Galena* Morowali Dalam Larutan *Ferric Methanesulfonate*  
Muhammad 'Afif, & M. Zaki Mubarak..... 452
  - Pemanfaatan Limbah Oksida Besi Hasil Pengrajin Pandai Besi untuk Magnet Permanen  
Toto Rusianto, & Hary Wibowo..... 466
  - Karakterisasi Sambungan *T* Hasil Pengelasan MIG Pada Baja Dengan Variasi Ukuran *Fillet*  
Yustiasih Purwaningrum, Dwi Darmawan, & Panji Lukman Tirta Kusuma ..... 481
  - Analisa Pengerasan Permukaan Spesimen *Bushing* S45c Dengan Metode *Quenching* Media  
Celup Air Menggunakan Mesin Induksi Dan *Tempering* Menggunakan Mesin *Furnace*  
Muhammad Dzulfikar, Helmy Purwanto, Ferdi Andika, & Rifky Ismail ..... 490
  - Estimasi Kestabilan Sifat Keramik Basis Silikat Dalam *Sintering* Tungku LPG Jenis *Swing*  
*Counter Flame*  
Wahyono Suprpto ..... 498
  - Pengaruh Temperatur Penuangan Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Paduan Al-Si Pada  
Cetakan Logam  
Mochamad Arif Irfal, Dzulkifli, Diah Wulandari, & Wahyono Suprpto ..... 508
  - *Fabrication Of Aluminium Composite AA 354.0 (Al-Si-Cu) With Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Particle Reinforce*  
*Using Stir Casting Method*  
Vinda Puspasari, Rochim Suratman, & Asep Ridwan Setiawan..... 515
  - Pengujian Performen Mesin Las Gesek Hasil Rancang Bangun Melalui Pengujian Kekuatan  
Tarik Hasil Sambungan Las Gesek  
Poedji Haryanto, Adhy Pumomo, & Carli ..... 524
  - Rancang Bangun Mesin Las Gesek Untuk Skala Laboratorium  
Poedji Haryanto, Bambang Cahyono, & Supandi..... 533
  - Pegaruh Waktu Dan Suhu Pembuatan Karbon Aktif Dari Eceng Gondok Sebagai Upaya  
Pemanfaatan Gulma Dengan Suhu Tinggi Secara Pirolisis  
Arief Henry Kurniawan, Rita Dwi Ratnani, Suwardiyono, & Imam Syafa'at ..... 541
  - Analisis Impak Dan *Ricochet* Peluru *Frangible* Cu-10wt%Sn Dengan Metode *Meshless*  
*Smoothed Particle Hydrodynamics*  
Mas Irfan P. Hidayat, Widyastuti, & Peniel Simaremare..... 551



## Karakterisasi Sambungan T Hasil Pengelasan MIG Pada Baja Dengan Variasi Ukuran *Fillet*

Yustiasih Purwaningrum<sup>1,M</sup>, Dwi Darmawan, & Panji Lukman Tirta Kusuma

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

<sup>M</sup>yustiasih.purwaningrum@uii.ac.id

### Abstract.

Sambungan jenis T banyak digunakan pada proses assembly dalam pembuatan kapal. Kerusakan yang sering terjadi pada sambungan T adalah distorsi dan retak pada sambungan las. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran *fillet* las yang optimal pada sambungan T baja karbon rendah grade A dengan tebal 12 mm. Pengelasan menggunakan gap 5 mm. Variasi *fillet* las yang digunakan adalah 6 mm, 8 mm dan 10 mm. Pengelasan dilakukan dengan menggunakan las lapis banyak (*multilayer*). Proses pengelasan dengan mesin las MIG (Metal Inert Gas) menggunakan tegangan 20 volt. Gas pelindung yang digunakan adalah argon dengan kecepatan alir 15 liter/menit. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian komposisi kimia, uji tarik dengan standar JIS Z 2201, uji kekerasan dengan metode mikro vickers, pengujian distorsi, uji foto mikro dengan mikroskop optik dan uji korosi dengan media air laut. Hasil pengujian tarik menunjukkan nilai kekuatan tarik terbesar terdapat pada hasil las dengan ukuran *fillet* las 10 mm yaitu 132.35 MPa. Hasil pengujian korosi pada hasil las dengan *fillet* las 6 mm, 8 mm dan 10 mm adalah 0.35 : 0.59; dan 0.48 mmpy. Nilai ketidakrataan hasil pengelasan pada semua variasi pengelasan dapat dikategorikan baik karena mempunyai nilai dibawah 0.02 mm. Hasil fotomikro daerah logam induk dan HAZ berupa ferit dan perlit sedangkan pada daerah las berupa Acicular ferrite, Widmanstatten Ferrite dan Grain Boundary Ferrite.

Kata kunci : Sambungan T, *Fillet* las, MIG, Struktur mikro

### 1. PENDAHULUAN

Teknologi pengelasan banyak dipakai dalam bidang konstruksi, otomotif, perkapalan, pesawat terbang, dan pada bidang lainnya (Gery, dkk. 2005). Proses pengelasan, pada dasarnya memiliki tujuh macam sambungan, yaitu: *butt joint*, *backing joint*, *T joint*, *Cross joint*, *overlap joint*, *corner joint*, dan *edge joint* (ASME section IX, 2001). Metal Inert Gas (MIG) adalah proses pengelasan yang menggunakan elektroda terumpan dan gas pelindung.

Sifat fisik dan mekanik hasil pengelasan MIG dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu arus listrik, tegangan listrik, gas pelindung, laju aliran gas, dan ukuran lasan [1-4].

Pada proses pembuatan kapal, pengelasan dilakukan pada proses *assembly*. *Assembly* adalah menggabungkan beberapa komponen kecil menjadi sebuah block. Contoh *assembly* yaitu proses penggabungan antara sekat, *web frame*, dan pelat. Proses tersebut biasanya menggunakan sambungan T (*T-joint*). Kerusakan yang sering terjadi pada sambungan T adalah distorsi dan perubahan bentuk dan retak pada sambungan las. Ada beberapa hal yang mempengaruhi kekuatan sambungan T yaitu tebal las (*fillet*) dan jarak antara bidang pertama dan bidang kedua (*gap*). Sifat mekanik hasil pengelasan T ditentukan oleh geometri lasan [5]. Ukuran *gap* dan *fillet* merupakan parameter penting yang berpengaruh pada penetrasi, ukuran lasan, dan crack hasil lasan [6].

## 2. MATERIAL DAN METODE PENELITIAN

### 2.1 Material

Material yang digunakan adalah 3 buah plat baja karbon rendah LR Gr A (Gambar 1) dengan ukuran 140 mm x 60 mm x 12 mm yang disambung dengan bentuk sambungan T.



GAMBAR 1. Plat Baja Ukuran 140 x 60 dengan tebal 12 mm

### 2.2 Metode Penelitian

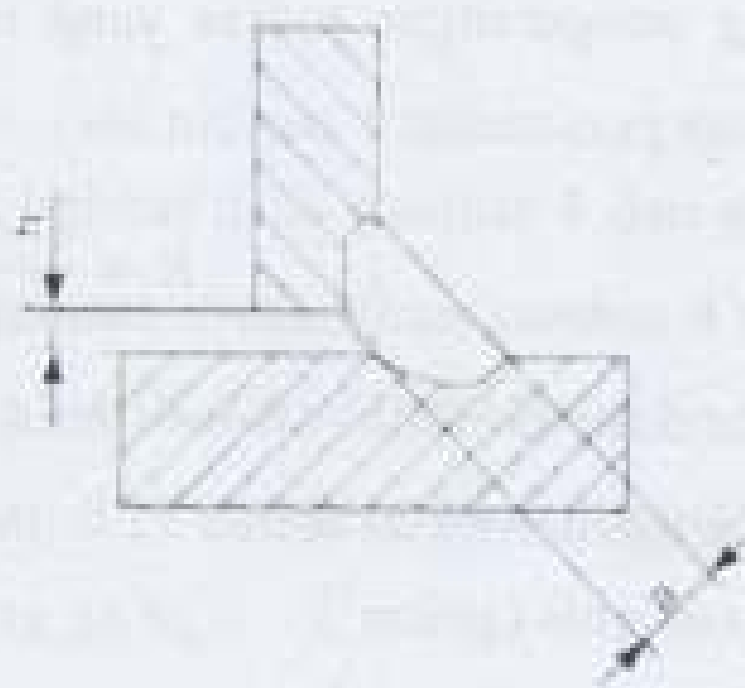
#### 2.2.1. Proses Pengelasan

Proses pengelasan dilakukan dengan mesin las MIG (*Metal Inert Gas*) dengan menggunakan metode *multilayer*. Parameter pengelasan terlihat pada tabel 1. Gas pelindung yang digunakan adalah argon dengan kecepatan alir 15 liter/menit. Elektroda yang digunakan adalah ER 70s-6 dengan diameter 1,2 mm. Kemiringan *nozzle* las ( $45-50^\circ$ ) dan jarak antara *nozzle* dan logam induk sekitar (20 – 30) mm

Tabel 1. Parameter Pengelasan

No Pengelasan	Kecepatan Kawat La: (mm/s)	Kecepatan Pengelasan (mm/s)	Tegangan (Volt)	Kecepatan Alir gas (l/menit)
1	100.43	6.25	20	15
2	100.43	6.25	20	15
3	100.43	6.25	20	15
4	100.43	5.56	20	15
5	100.43	5.56	20	15

Jenis sambungan yang digunakan adalah sambungan T (Gambar 2) dengan menggunakan *gap* 5 mm dan variasi *fillet* las yang digunakan adalah 6 mm, 8 mm dan 10 mm. Pemilihan *gap* dan *fillet* yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan tabel 2



GAMBAR 2. Skema Sambungan T [7]

$h = \text{gap}$ ,  $a = \text{fillet}$

TABEL 2. Standar gap dan fillet sambungan T [8]

Joint	I	J	K	L
Detail				
G	0 mm	3 mm	5 mm	
L	6 mm	6 mm	6 mm	9 mm
a	12.5 mm			

### 2.2.2. Proses Pengujian

Proses pengujian yang dilakukan adalah pengujian distorsi, pengujian tarik, pengamatan fotomikro, pengujian kekerasan dan pengujian laju korosi. Pengujian distorsi dilakukan dengan menggunakan *dial indicator*.

Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik universal dengan standar JIS Z 2201. Pengamatan fotomikro dilakukan dengan menggunakan mikroskop optic dengan pembesaran 100 X. Spesimen metalografi dipoles dan dietsa dengan menggunakan HNO<sub>3</sub> 2.5%. Uji kekerasan dilakukan dengan metode mikro Vickers Microhardness menggunakan beban 200 gr selama 10 detik.

Pengujian korosi dilakukan dengan merendam dengan air laut selama 10, 20 dan 30 hari. Kemudian ditimbang pengurangan massa yang terjadi pada spesimen. Nilai laju korosi dapat dihitung menggunakan persamaan 1 berikut ini :

$$R = \frac{K \times \Delta W}{A \times T \times D}$$

Dengan K = konstanta ( $8.76 \times 10^4$ )

$\Delta W$  = pengurangan berat (gr)

D = massa jenis ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

A = Volume benda ( $\text{cm}^3$ )

T = waktu (s)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Pengujian Komposisi Kimia

Hasil pengujian komposisi kimia dapat terlihat pada tabel 3. Pengujian komposisi kimia dilakukan pada logam induk dan daerah las. Dari hasil pengujian terlihat bahwa ada beberapa unsur yang mengalami perubahan komposisi cukup besar yaitu Al, Si, Cr, Mn dan Cu. Perubahan komposisi tersebut disebabkan karena proses pengelasan MIG menggunakan *filler* yang masuk ke dalam daerah las.

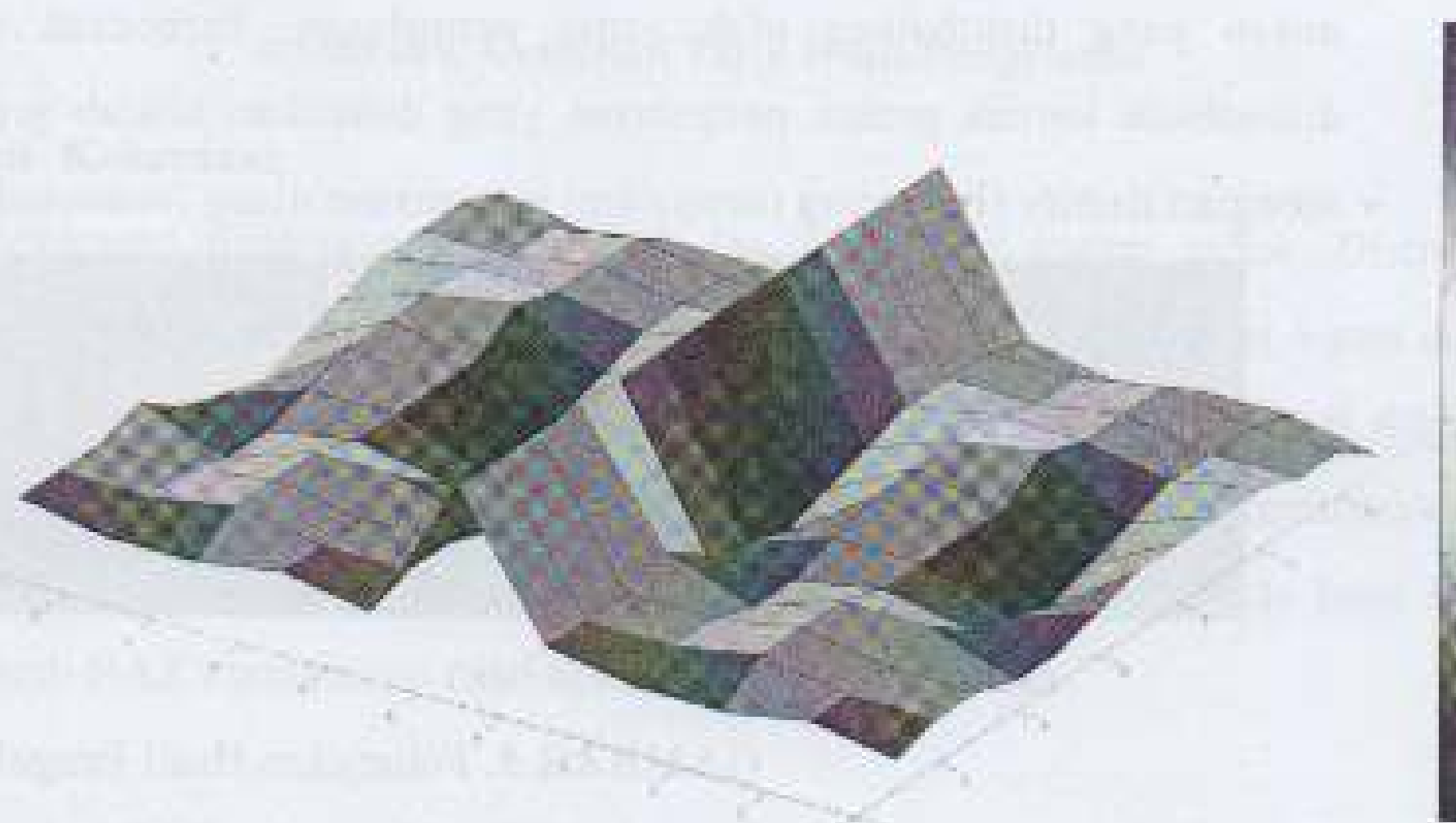


TABEL 3. Komposisi Kimia

Nama Unsur	Lambang Unsur	Logam Induk	Logam Las
Besi	Fe	99.493	98.685
Sulfur	S	0.019	0.018
Aluminium	Al	0.043	0.026
Karbon	C	0.051	0.058
Nikel	Ni	0.015	0.010
Silikon	Si	0.006	0.332
Krom	Cr	0.178	0.021
Mangan	Mn	0.286	0.764
Fosfor	P	0.013	0.014
Nitrogen	N	0.016	0.026
Magnesium	Mg	0	0.002
Tembaga	Cu	0.001	0.063
Titanium	Ti	0	0.001

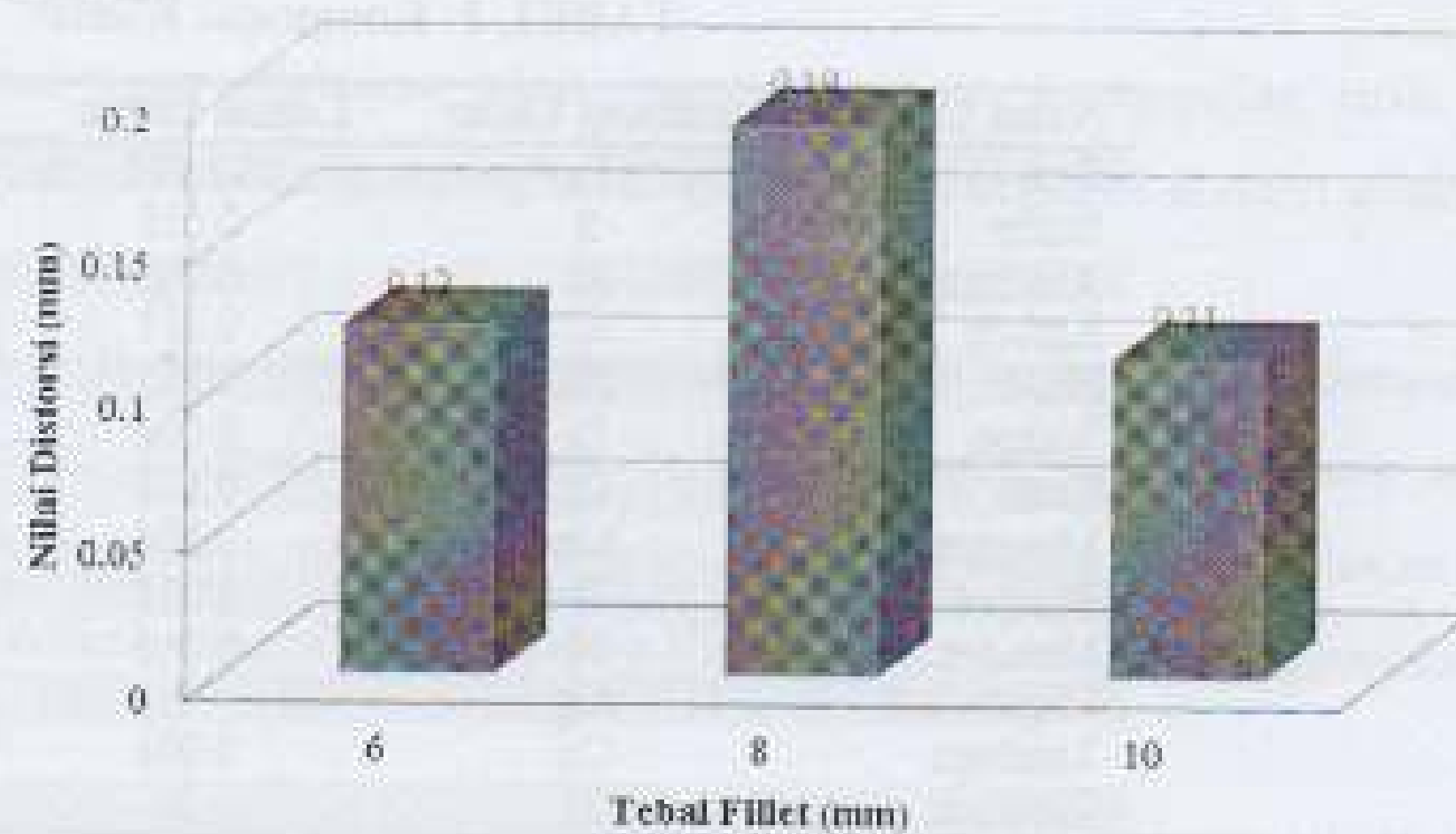
### 3.2. Pengujian Distorsi

Hasil pengujian distorsi dapat terlihat pada gambar 3 dan gambar 4. Dari gambar 3 terlihat kontur permukaan dari hasil pengelasan. Sedangkan gambar 4 menunjukkan nilai rata-rata hasil pengelasan. Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai ketidakrataan pada fillet 6 dan 10 mm mempunyai nilai hampir sama yaitu 0.11 dan 0.12 mm. Sedangkan pada hasil las dengan fillet 8 mm mempunyai nilai lebih besar 78.33 %.



GAMBAR 3. Nilai Distorsi Hasil Pengelasan hasil las dengan *fillet* 6 mm

8 November 2017

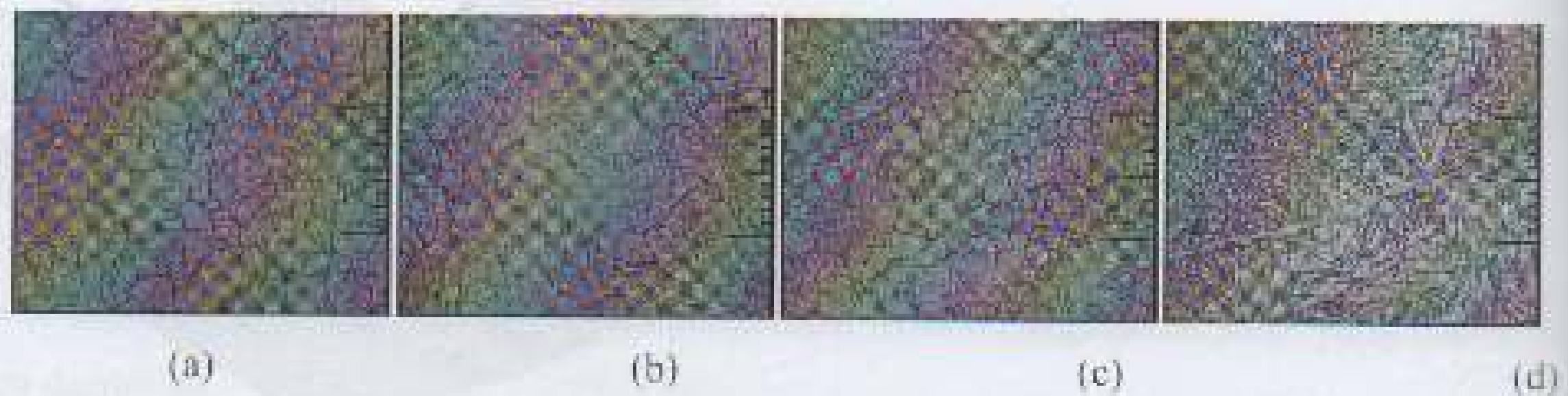


GAMBAR 4. Nilai Distorsi Hasil Pengelasan

### 3.3. Pengamatan Fotomikro

Gambar 5 menunjukkan fotomikro hasil pengelasan. Pengamatan fotomikro dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran 200x. Pada daerah logam induk, struktur mikro yang terlihat adalah ferit dan perlit. Hasil penelitian ini menunjukkan daerah HAZ dapat dibagi menjadi 2 bagian menurut struktur mikronya yaitu HAZ halus dan HAZ kasar.

Daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) adalah logam induk yang mengalami perubahan struktur mikro yang diakibatkan oleh panas pengelasan. Perbedaan struktur mikro daerah HAZ disebabkan karena proses pengelasan yang dilakukan adalah proses multilayer, sehingga ada sebagian daerah HAZ yang mengalami pemanasan ulang (*reheated*).



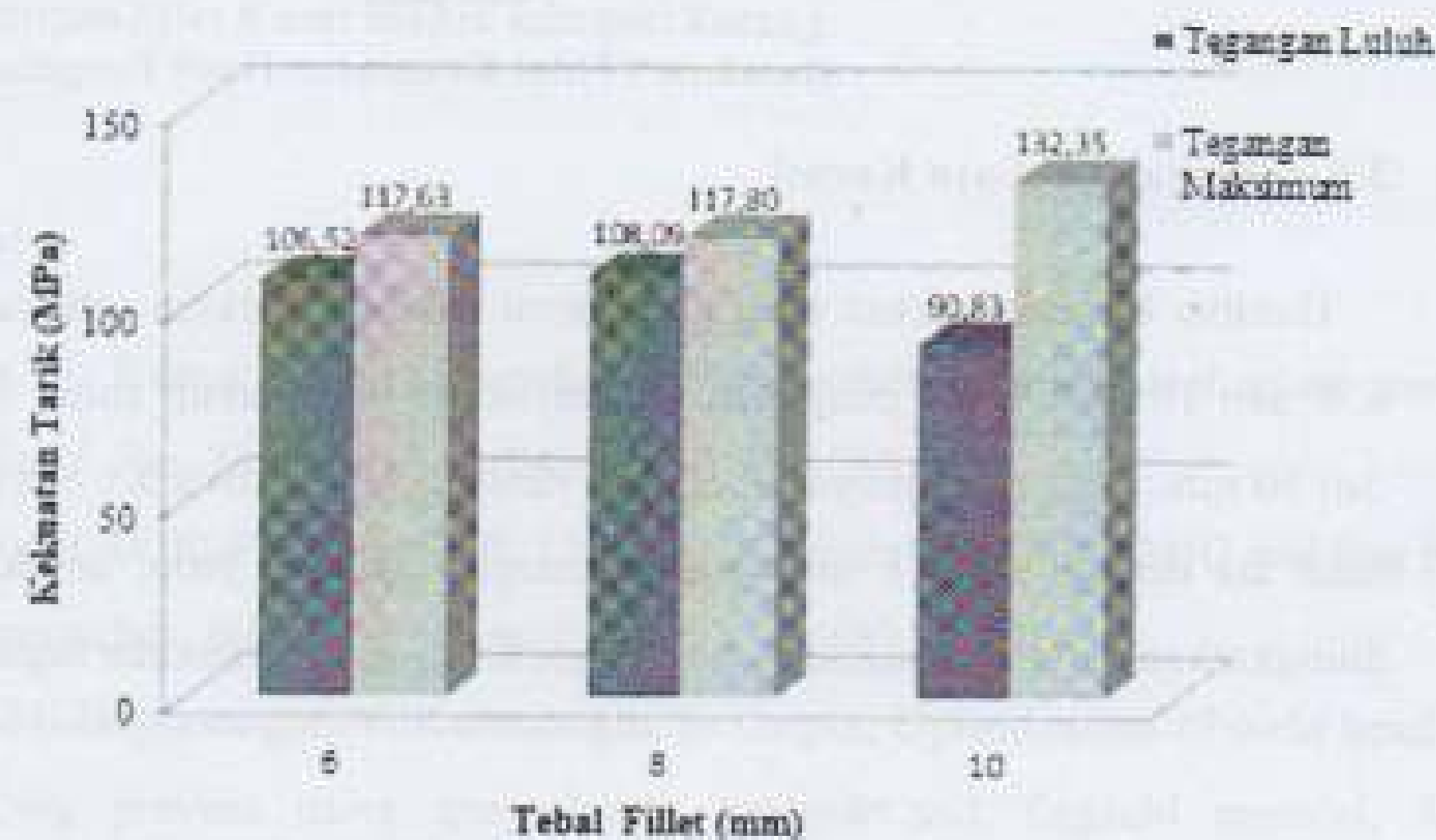
GAMBAR 5. Fotomikro Hasil Pengelasan

(a) Logam induk (b) HAZ kasar (c) HAZ halus (d) daerah las

Untuk daerah las, struktur mikro yang terbentuk adalah ferit Accicular yang mempunyai bentuk kecil dan orientasi arah acak, ferit batas butir (Grain boundary Ferrite), dan ferit Widmanstatten.

### 3.4. Pengujian Kekuatan Tarik

Pengujian tarik dilakukan 3 spesimen untuk setiap variasi tebal *fillet*. Hasil pengujian dihitung nilai rata-ratanya. Hasil pengujian tarik terlihat pada gambar 6. Nilai tegangan tarik terbesar terdapat pada hasil las dengan menggunakan *fillet* 10 mm yaitu 132.35 MPa.

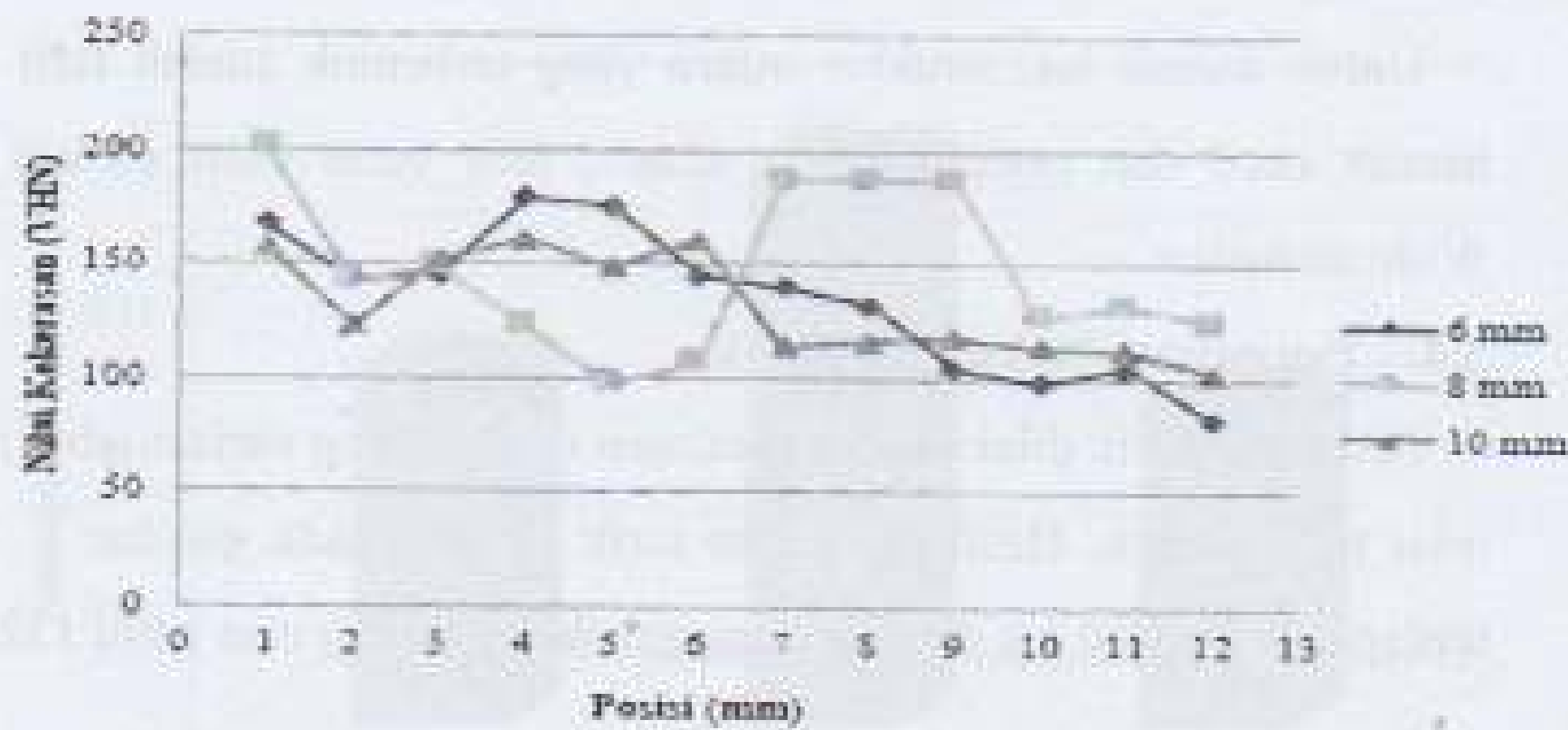


GAMBAR 6. Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan

### 3.5. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan pada daerah las, HAZ dan logam induk. Distribusi nilai kekerasan dapat terlihat pada gambar 7. Nilai kekerasan hasil las dengan *fillet* 6 mm dan 10 mm mempunyai kecenderungan yang sama yaitu mempunyai nilai HAZ lebih tinggi dibandingkan logam induk, hal tersebut sesuai dengan hasil pengamatan fotomakro yang menunjukkan butiran pada daerah HAZ lebih kecil dibandingkan daerah yang lain. Sedangkan pada hasil las dengan *fillet* 8 mm, daerah HAZ mempunyai nilai kekerasan paling rendah.

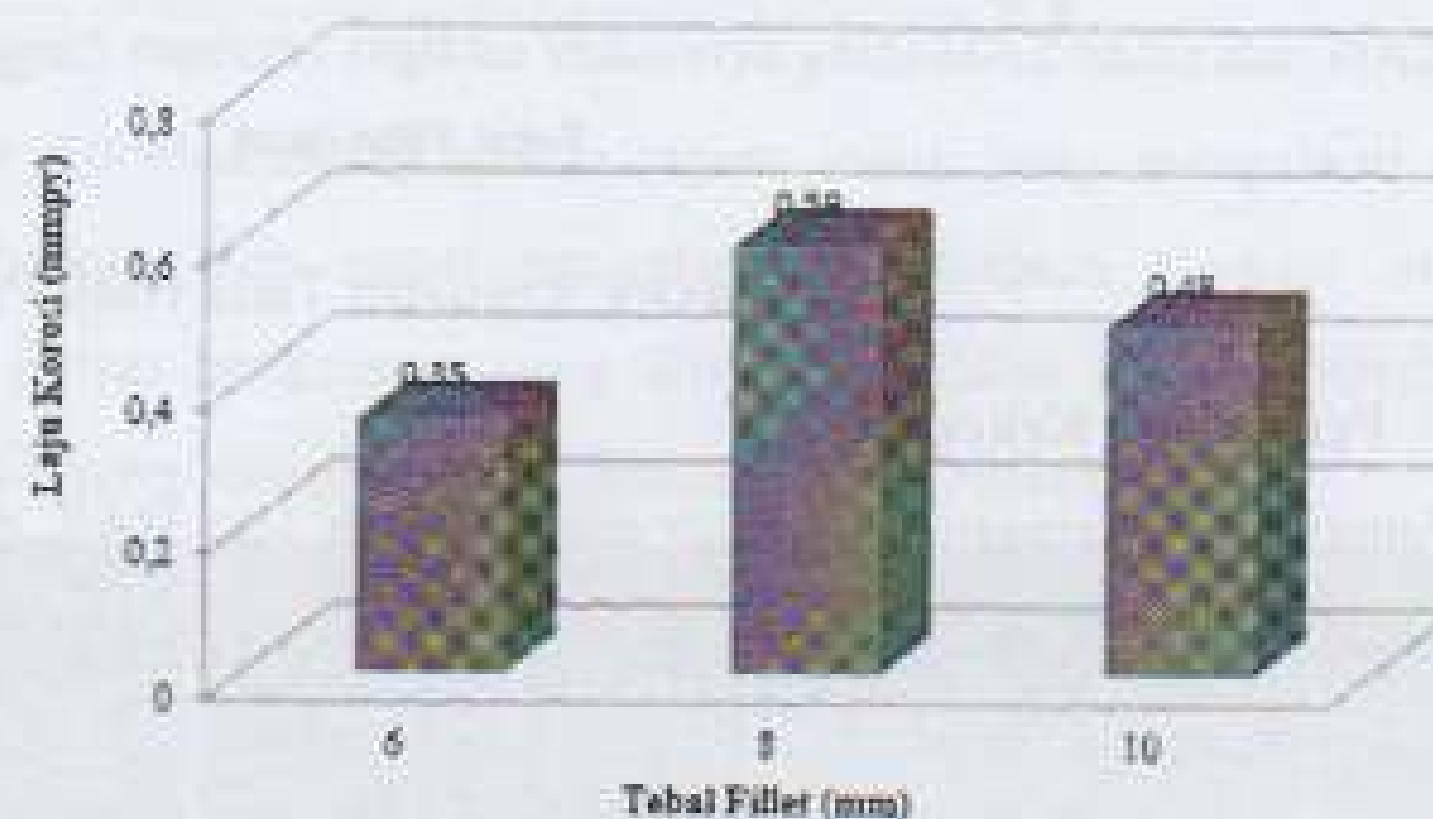
8 November 2017



GAMBAR 7. Nilai Kekerasan Hasil Pengelasan

### 3.6. Pengujian Laju Korosi

Gambar 8 menunjukkan nilai laju korosi hasil pengelasan sambungan T dengan ukuran *fillet* 6, 8 dan 10 mm. Hasil pengujian menunjukkan nilai cukup untuk hasil las dengan fillet 6 mm dan 10 mm yaitu mempunyai nilai pada rentang nilai antara 0.1 – 0.6 mmpy [8] sedangkan pada hasil las dengan fillet 8 mm masuk kategori kurang. Nilai ketahanan terhadap korosi dapat ditingkatkan dengan pelapisan atau pengecatan pada permukaan logam.



GAMBAR 8. Laju Korosi Hasil Pengelasan

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

- Nilai ketidakteraturan hasil pengelasan untuk *fillet* 6, 8 dan 10 mm yang mempunyai nilai 0.12; 0.19; dan 0.11 dapat dikategorikan baik.



- Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada hasil las dengan fillet 10 mm yaitu 132.35 MPa, sedangkan hasil las dengan fillet 6 mm dan 8 mm mempunyai nilai 117.63 MPa dan 117.80 MPa.
- Struktur mikro hasil pengelasan dengan semua variasi fillet adalah sama yaitu ferit dan perlit pada daerah logam induk dan HAZ, sedangkan pada daerah las berupa ferit Accicular, ferit batas butir dan ferit Widmanstatten.
- Laju korosi hasil las dengan fillet 6 mm dan 10 mm dapat dikategorikan cukup, sedangkan hasil las dengan fillet 8 mm masuk kategori kurang.

## REFERENSI

- R. Kumar, S. Kumar, Study of mechanical properties in mild steel using metal inert gas welding, *Int. J. Res. Eng. Tech.* 03(04) (2014) 751-756.
- J. P. Ganjigati, D. K. Pratihari, A. R. Choudhury, Modelling of the MIG welding process using statical approaches, *Int. J. Adv. Manuf. Tech.* 35(2008) 1166-1190.
- U. Usme, M. Bayramoglu, Y. Kazancoglu, S. Ozgun, Optimization of weld bead geometry in TIG welding process using grey relation analysis and Taguchi method, *Mater. Tech.* 43(3)(2009) 143-149.
- S. C. Juang, Y. S. Tarn, Process parameters selection for optimizing the weld pool geometry in the tungsten inert gas welding of stainless steel, *J. Mater. Proc. Technol.* 122(1)(2002) 33-37.
- M. Vasudevan, A. K. Bhaduri, B. Raj, K. P. Rao, Genetic-algorithm-based computational models for optimising the process parameters of A-Tig welding to achieve target bead geometry in type 304 L(N) and 316 L(N) stainless steels, *Mater. Manuf. Proc.* 22(5) (2007) 641-649.
- A. S. Babkin, Effect of the gap and welding conditions on weld dimensions, *Weld. Int.* 20(2006) 300-306. A. E. Öberg, S. Wikstrand, V. Mattsson, Impact of gaps on resources efficiency in heavy welding industry, [www. http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/240909/local\\_240909.pdf](http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/240909/local_240909.pdf), accessed date 12 october 2016
- H. H. Uhlig, Uhlig's Corrosion Handbook, 2 ed. John Wiley & Sons Inc. New Jersey, (2000).