

# Optimasi Kondisi Operasi Proses Pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* pada *Frame* Kursi Penumpang Bus di Industri Karoseri

Tri Teguh Rahayu<sup>1</sup>, Saiful Huda<sup>2</sup>, Agus Duniawan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin S1, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

<sup>23</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

e-mail: saiful@akprind.ac.id

## ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan meningkatkan kualitas produk hasil pengelasan pada proses karoseri bus pada CV. XYZ.

Proses pengelasan menggunakan metode SMAW dilakukan pada CV. XYZ. Obyek penelitian adalah frame bangku untuk bus yang menggunakan bahan baja AISI 1006 dilas menggunakan metode SMAW dengan elektroda RD260 spesifikasi AWS 6013. Pengujian meliputi: Pengujian komposisi kimia, Pengujian tarik. Parameter pengealsan berupa arus pengelasan dan tegangan pengelasan: Arus (I) 80, 100, dan 120 Ampere, tegangan (E) 40 Volt.

Penelitian pada pengelasan frame bangku bus memperoleh hasil sebagai berikut: Bahan frame bangku bus mendekati baja AISI 1006, komposisi kimia bahan frame bangku bus terdiri dari: 0,0775%C, 0,2493%Mn, 0,0136%P, dan 0,0077%S. Proses penyambungan bahan frame bangku bus menggunakan arus pengelasan yang berbeda yaitu: 80, 100, dan 120 Ampere berpengaruh terhadap peningkatan harga kekerasan pada daerah HAZ dan daerah Las. Semakin tinggi arus yang digunakan maka harga kekerasan pada daerah las dan HAZ semakin tinggi. Pada bahan frame bangku bus penyambungan dengan menggunakan arus pengelasan 100 ampere menunjukkan rata-rata tegangan tarik maksimum rata-rata 37,28kg/mm<sup>2</sup>, hasil sambungan menggunakan pengelasan listrik dengan arus 80 ampere rata – rata tegangan tarik 36,53 kg/mm<sup>2</sup>, hasil sambungan menggunakan pengelasan listrik dengan arus 120 ampere rata – rata tegangan tarik max 36,97 kg/mm<sup>2</sup>. Proses penyambungan pada pembuatan frame bangku bus dengan pengelasan SMAW menggunakan arus 100 ampere lebih baik dilihat dari harga kekerasan dan kekuatan tarik hasil sambungan dibandingkan pengelasan menggunakan arus 80, dan 120 ampere.

**Kata Kunci:** Frame Bangku Bus, Pengelasan, SMAW, Tegangan Tarik, Kekerasan.

## PENDAHULUAN

Perusahaan pembuatan karoseri berpedoman kepada beberapa faktor yang harus dipenuhi, yaitu: kekuatan, keamanan dan keselamatan, kenyamanan, dan estetika. *Process engineering* akan berkaitan dengan aktivitas-aktivitas perancangan proses yang dilakukan untuk membuat sebuah produk. Proses tersebut meliputi pemilihan proses *manufacturing* yang tepat (efektif dan efisien) diaplikasikan serta penetapan mesin atau pun fasilitas produksi lainnya. Dalam proses pembuatan karoseri bus hal ini berkaitan erat agar proses ini dapat berjalan dengan baik. Berbagai macam proses *manufacturing* tersebut adalah pembentukan dan pemotongan logam, pengelasan, penyambungan, perakitan dan penyelesaian akhir (*finishing*).

Pengelasan adalah kumpulan teknologi untuk memperoleh suatu sambungan mati yang dilakukan dengan pemanasan yang mencapai suhu titik cair dari logam dengan menggunakan bahan tambah atau tanpa bahan tambah. Pada proses perakitan

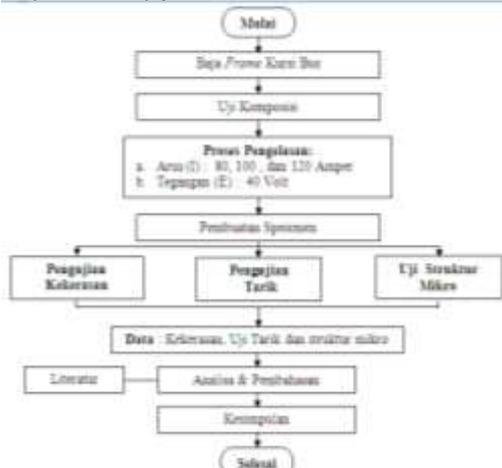
karoseri pada tahap penyambungan dengan pengelasan (*welding*) menggunakan beberapa macam pengelasan yaitu sebagai berikut: las busur listrik/*shielded metal arc welding* (SMAW), las *metal inert gas* (MIG). Proses pengelasan melibatkan energi panas, karena hal ini maka logam khususnya kelompok baja pada daerah sekitar pengelasan mengalami siklus *thermal* cepat yang menyebabkan terjadinya perubahan – perubahan metalurgi yang rumit, deformasi, dan tegangan – tegangan *thermal*. Hal ini sangat erat hubungannya dengan ketangguhan, cacat las, retak, dan perubahan lainnya yang pada umumnya mempunyai pengaruh yang fatal terhadap keamanan dan ketahanan dari konstruksi yang dilas. Masukan panas pada proses pengelasan dipengaruhi oleh arus (I), tegangan (E), dan kecepatan (V) yang diaplikasikan pada proses pengelasan.

*Commanditaire Vennootschap* (CV) XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan alat perlengkapan mobil, suku cadang mobil, pengecatan mobil,

jasa karoseri bus, mini bus dan kendaraan roda empat atau lebih. Pada jasa pembuatan karoseri bus proses pengelasan dilakukan oleh operator las yang berganti-ganti sehingga memiliki potensi terhadap kualitas sambungan las yang dihasilkan, sehingga dibutuhkan penentuan parameter pengelasan oleh perusahaan. Pengetahuan operator las mengenai pengaruh parameter pengelasan terhadap kualitas hanya berdasarkan pengalaman, keterbatasan kemampuan pengujian bahan teknik menyebabkan dalam melakukan proses pengelasan CV. XYZ tidak pernah melakukan uji teknik untuk mengetahui karakteristik sambungan las yang dihasilkan, sehingga kualitas yang didapatkan atau diketahui hanya berdasarkan pada asumsi dan testimoni kosumen saja. Sehingga untuk memberikan pengetahuan bidang pengujian bahan teknik, diperlukan upaya pengenalan dan pemahaman tentang jenis-jenis pengujian bahan teknik khususnya pengujian kekuatan sambungan las dan pengaruh parameter pengelasan dan sambungan las terhadap kekuatan sambungan. Oleh sebab itu pada kesempatan tugas akhir akan diangkat tema mengenai kualitas sambungan las dengan menggunakan parameter pengelasan berupa arus, tegangan pada proses pengelasan *frame* kursi bus menggunakan metode SMAW.

**METODE PENELITIAN**

Urutan penelitian untuk menentukan kondisi operasi proses pada pengelasan *frame* bangku bus ditunjukkan oleh diagram alir (*flowchart*) pada Gambar 1



Gambar 1. Diagram alir penelitian

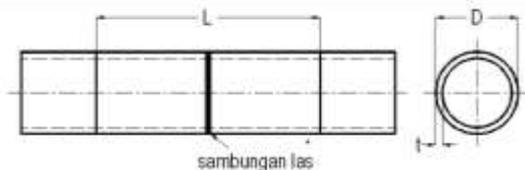
Bahan yang digunakan pada penelitian untuk menentukan kondisi operasi proses pada pengelasan *frame* bangku bus diperoleh langsung dari perusahaan pembuat karoseri bus, adapun komposisi kimia ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi kimia *frame* bangku bus

No	Unsur	Komposisi kimia *) (%)
1	C (Karbon)	0,0775
2	Si (Silikon)	0,0044
3	Mn (Mangan)	0,2493
4	P (Pospor)	0,0136
5	S (Sulfur)	0,0077
6	Cr (Khrom)	0,0170
7	Ni (Nikel)	0,0072
8	Mo (Molibden)	0,0009
9	Cu (Tembaga)	0,0103

(Itokoh Ceperindo, 2015)

Selanjutnya buat menjadi spesimen pengujian tarik dan uji struktur mikro, bentuk spesimen uji tarik menggunakan standarisasi JIS Z2201 ditunjukkan oleh Gambar 2.



**Gambar 2** Spesimen Uji Tarik Standar JIS No.14 C (JIS HANDBOOK Z2201, 1980:32)

Ukuran spesimen uji tarik yang ditunjukkan oleh Gambar 3.2 akan dijelaskan sebagai berikut:

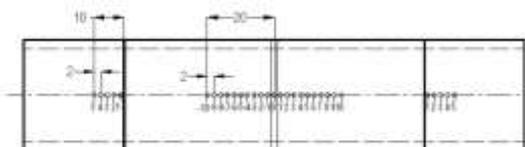
- a. Diameter spesimen (D) = 26,85 mm
- b. Tebal spesimen (t) = 1,93 mm
- c. Panjang ukur (L) =  $5,65\sqrt{A}$
- d. Luas penampang (A) =  $\frac{\pi}{4} D^2$

$$A = \frac{3,14}{4} \times 26,85^2 = 565,92 \text{ mm}^2$$

$$\text{Sehingga : } L = 5,65\sqrt{A}$$

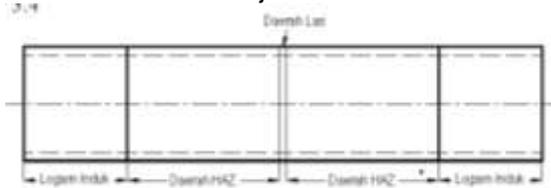
$$L = 5,65\sqrt{565,92} = 134,41 \text{ mm}$$

Pengujian kekerasan dilakukan sebanyak 20 (dua puluh) titik pengujian dengan jarak 2 mm pada setiap pengujian untuk masing-masing spesimen skema pengujian ditunjukkan oleh Gambar 3



Gambar 3. Jejak uji kekerasan pada spesimen

Bentuk spesimen pada pengamatan struktur mikro ditunjukkan oleh Gambar 4

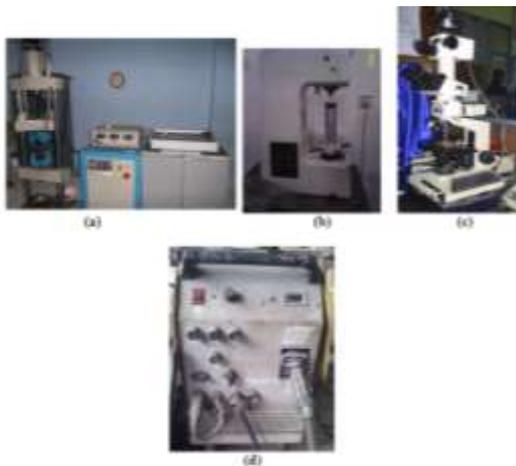


Gambar 4. Spesimen Pengamatan struktur mikro

Alat – alat yang digunakan pada penelitian untuk menentukan kondisi operasi proses pada pengelasan *frame* bangku bus diperoleh langsung dari perusahaan pembuat karoseri bus, alat yang digunakan dikategorikan kedalam dua kelompok, yaitu :

1. Alat utama porses: alat uji tarik (*tensile test*), mikroskop logam, alat uji kekerasan, peralatan Las
2. Alat bantu porses penelitian: alat bantu proses uji tarik, alat Bantu proses uji struktur mikro

Gambar alat – alat yang digunakan pada penelitian untuk menentukan kondisi operasi proses pada pengelasan *frame* bangku bus ditunjukkan oleh Gambar 5 berikut.



**Gambar 5** Alat pengujian: (a) Alat uji tarik (Lab. Bahan Teknik D3 UGM), (b) Alat uji kekerasan, (c) Mikroskop logam (Lab. Pengujian Bahan IST AKPRIND); (d) Peralatan las listrik (CV. Tri Sakti)

Parameter las yang digunakan pada penelitian untuk menentukan kondisi operasi proses pada pengelasan *frame* bangku bus adalah sebagai berikut :

1. Arus (I) : 80, 100, 120 Amper
2. Tegangan (E): 40 Volt
3. Kecepatan (V): 3 mm/s

## HASIL dan PEMBAHASAN

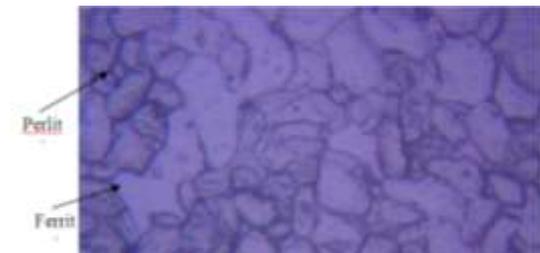
### a. Struktur Mikro

Spesimen pengujian struktur mikro bahan *frame* bangku bus yang digunakan pada penelitian untuk menentukan kondisi operasi proses pada pengelasan *frame* bangku bus ditunjukkan oleh Gambar 6.

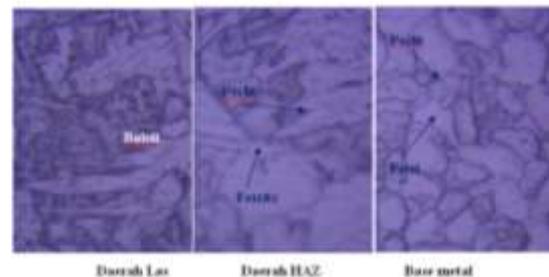


Gambar 6. Spesimen untuk pengamatan struktur mikro

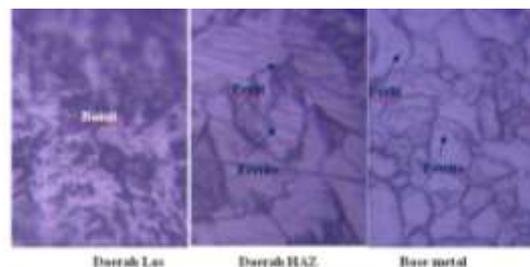
Struktur mikro bahan *frame* bangku bus yang digunakan pada penelitian untuk menentukan kondisi operasi proses pada pengelasan *frame* bangku bus ditunjukkan oleh Gambar 7.



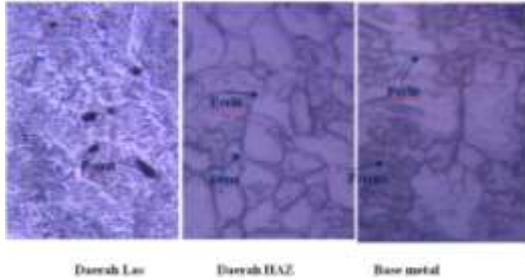
Gambar 7. Struktur mikro bahan *frame* bangku bus



Gambar 8. Struktur mikro bahan *frame* bangku bus yang disambung dengan pengelasan SMAW dengan arus 80 amper



Gambar 9. Struktur mikro bahan *frame* bangku bus yang disambung dengan pengelasan SMAW dengan arus 100 ampere



Gambar 10. Struktur mikro bahan *frame* bangku bus yang disambung dengan pengelasan SMAW dengan arus 120 ampere

### b. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan metode *rockwell* dengan skala C, spesifikasi metode *rockwell* dengan skala C adalah sebagai berikut :

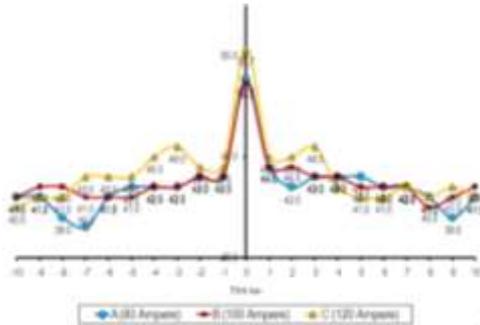
1. Penetrator = Kerucut intan
2. Beban = 150 kg
3. Lama penekanan = 5 detik

Data rata-rata harga kekerasan dari masing-masing tiga buah sampel untuk setiap spesimen, hasil pengujian kekerasan pada masing – masing sampel ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. data hasil pengujian kekerasan (HRC)

Titik	Harga Kekerasan rockwell skala C (HRC)		
	A	B	C
10	41,0	42,0	41,0
9	39,0	41,0	42,0
8	41,0	40,0	41,0
7	42,0	42,0	42,0
6	42,0	42,0	41,0
5	43,0	42,0	41,0
4	43,0	43,0	42,0
3	43,0	43,0	47,0
2	42,0	44,0	46,0
1	44,0	44,0	45,0
0	52,7	52,3	55,7
-1	43,0	43,0	44,0
-2	43,0	43,0	44,0
-3	42,0	42,0	46,0
-4	42,0	42,0	45,0
-5	42,0	41,0	47,0
-6	41,0	41,0	43,0
-7	38,0	41,0	43,0
-8	39,0	42,0	41,0
-9	41,0	42,0	41,0
-10	41,0	41,0	40,0

Selanjutnya data hasil pengujian kekerasan dimasukkan kedalam sebuah grafik agar dapat diketahui perbandingan harga kekerasan antara pengelasan yang menggunakan arus 80 ampere, 100 ampere, dan 120 ampere, grafik ditunjukkan oleh Gambar 11.



Gambar 11. Grafik harga kekerasan pada masing-masing spesimen

### c. Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan terhadap spesimen hasil las pada penelitian untuk menentukan kondisi operasi proses pada pengelasan *frame* bangku bus, bertujuan untuk mengetahui tegangan tarik maksimum hasil las menggunakan arus 80 ampere (spesimen A), menggunakan arus 100 ampere (spesimen B), dan menggunakan arus 120 ampere (spesimen C), spesimen uji Tarik ditunjukkan oleh Gambar 10



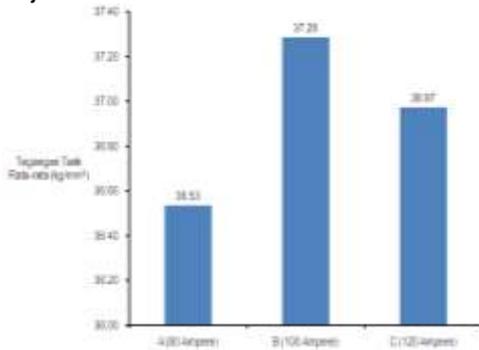
Gambar 12 Speimen setelah pengujian tarik

Data – data hasil pengujian tarik ditampilkan dalam bentuk tabel yang ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian tarik untuk spesimen A, B, C, dan D

Spesimen	Tegangan tarik ( $\sigma_u$ )		Rata-Rata Tegangan tarik ( $\text{kg/mm}^2$ )
	MPa	( $\text{kg/mm}^2$ )	
RM	1	363,92	36,53
	2	348,56	
	3	361,61	
DF	1	364,98	37,28
	2	363,73	
	3	367,43	
TF	1	355,52	36,97
	2	365,12	
	3	366,37	

Selanjutnya data – data hasil pengujian ditampilkan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan Gambar 13.



Gambar 13. Grafik hasil rata-rata Tegangan tarik spesimen A, B, dan C

Pada grafik yang terdapat pada Gambar 13 menunjukkan terjadi perbedaan harga tegangan tarik maksimum hasil pengelasan pada spesimen A, B, dan C. Pada spesimen A yang merupakan hasil sambungan menggunakan pengelasan listrik dengan arus 80 ampere rata – rata tegangan tarik 36,53 kg/mm<sup>2</sup>, tegangan tarik tertinggi pada spesimen A1 adalah 37,13 kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan tegangan tarik terendah pada spesimen A2 adalah 35,57 kg/mm<sup>2</sup>. Pada spesimen B yang merupakan hasil sambungan menggunakan pengelasan listrik dengan arus 100 ampere rata – rata tegangan tarik max 37,28 kg/mm<sup>2</sup>, tegangan tarik tertinggi pada spesimen B3 adalah 37,49 kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan tegangan tarik terendah pada spesimen B1 adalah 37,24 kg/mm<sup>2</sup>. Pada spesimen C yang merupakan hasil sambungan menggunakan pengelasan listrik dengan arus 120 ampere rata – rata tegangan tarik max 36,97 kg/mm<sup>2</sup>, tegangan tarik tertinggi pada spesimen C3 adalah 37,38 kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan tegangan tarik terendah pada spesimen C1 adalah 36,28 kg/mm<sup>2</sup>.

## KESIMPULAN

Pada penelitian penelitian untuk menentukan kondisi operasi proses pada pengelasan *frame* bangku bus memperoleh hasil sebagai berikut :

1. Berdasarkan data hasil uji komposisi bahan *frame* bangku bus mendekati baja AISI 1006, komposisi kimia bahan *frame* bangku bus terdiri dari: 0,0775%C, 0,2493%Mn, 0,0136%P, dan 0,0077%S.
2. Proses penyambungan bahan *frame* bangku bus mengguakan arus pengelasan yang berbeda yaitu: 80, 100, dan 120 Ampere berpengaruh terhadap peningkatan harga kekerasan

pada daerah HAZ dan daerah Las. Semakin tinggi arus yang digunakan maka harga kekerasan pada daerah las dan HAZ semakin tinggi.

3. Pada bahan *frame* bangku bus penyambungan dengan menggunakan arus pengelasan 100 ampere menunjukkan rata-rata tegangan tarik maksimum rata-rata 37,28kg/mm<sup>2</sup>, hasil sambungan menggunakan pengelasan listrik dengan arus 80 ampere rata – rata tegangan tarik 36,53 kg/mm<sup>2</sup>, hasil sambungan menggunakan pengelasan listrik dengan arus 120 ampere rata – rata tegangan tarik max 36,97 kg/mm<sup>2</sup>.
4. Proses penyambungan pada pembuatan *frame* bangku bus dengan pengelasan SMAW menggunakan arus 100 ampere lebih baik dilihat dari harga kekerasan dan kekuatan tarik hasil sambungan dibandingkan pengelasan menggunakan arus 80, dan 120 ampere.

Penelitian selanjutnya diharapkan melakukan penelitian perbandingan karakteristik hasil las SMAW dengan bahan *frame* bangku bus dengan mengikutsertakan variabel *preheating* dan *post heating*, dan untuk lebih mendalami dalam pemahaman terhadap sambungan las metode SMAW maka perlu diketahui perbandingan beberapa elektroda yang digunakan untuk pengelasan *frame* bangku bus pada industri pembuatan karoseri.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASM HANDBOOK VOL 1, 2005, *Properties and Selection: Irons, Steels, and High-Performance Alloys*, ASM International.
- ASM HANDBOOK VOL 6, 1993, *Welding, Brazing and Soldering*, ASM International
- ASM HANDBOOK VOL 8, 2000 “*Mechanical Testing and Evaluation*” ASM International
- ASM HANDBOOK VOL 9, 2004, *Metallography and Microstructures*, ASM International
- Aziz, N., 2009, Pengaruh Bentuk Kampuh Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Baja ST 42 Metode Pengelasan SMAW dengan Aplikasi Elektroda E60XX , *Tugas Akhir Teknik Mesin*, IST AKPRIND, Yogyakarta..

- Funderburk. R.S., 1999, "Key Concept Welding Engineering: A Look at Heat Input", termuat di: [www.jfff.org/pdfs/papers/keyconcepts2.pdf](http://www.jfff.org/pdfs/papers/keyconcepts2.pdf), diakses 10 Maret 2015.
- George E. Dieter, Alih Bahasa Sriati Dj., 1987, "*Metalurgi mekanik*", Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Harsono, W. & Okumura, T., 2004, *Teknologi Pengelasan Logam*, Cetakan Ke-7, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- JIS HANDBOOK Z2201, 1980, *Method Of Testing Materials Standar JIS*
- Khristian & Rochiem. R., 2013, "Pengaruh PWHT dan Non PWHT Dengan Las SMAW Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Pada Pipa ASTM A-106 Grade B", *JURNAL TEKNIK POMITS*, Vol. 1, No. 1, (2013) 1-6
- O,Niel. D., 1999, "Equivalent Carbon Content", termuat di: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), diakses 10 Maret 2015.
- Pudin. S., 2012, "Pengaruh Posisi Pengelasan Terhadap Kekuatan Takik Dan Kekerasan Pada Sambungan Las Pipa", *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Fakultas Teknik Unimed* Vol.14 No.1(April 2012)
- Rahmad, S. 2009. Studi Sifat Mekanis Perbandingan Hasil Pengelasan Oksiasetilin Dan Arc Listrik Pada Plat ST 37 Dengan Ketebalan 3,5 mm. *Tugas Akhir Teknik Mesin*, Universitas Sumatera Utara, Medan
- Samsudi. R. & Rubijanto. J.P., 2012, Variasi Arus Listrik Terhadap Sifat Mekanis Sambungan Las Shielding Metal Arc Welding (SMAW), Simposium Nasional RAPI XI FT UMS
- Surdia. T & Saito, 1995, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Pradya Paramitha, Jakarta
- Widharto, S., 2003, *Petunjuk Kerja Las*, T. Pradnya Paramita, Jakarta
- Zulheri, S. 2010. Studi Perbandingan Kekuatan Tarik Padapengelasan Plat Baja ST 40 Tebal 3 Mm Dengan Pengelasan Busur Listrik Menggunakan Arus 120 A dan 140 A. *Tugas Akhir Teknik Mesin*, Universitas Sumatera Utara, Medan