

ANALISA HASIL PENGELASAN KAKI *PULSATOR* PENGGERAK *JIG YUBA KK SINGKEP* UNTUK MENDAPATKAN KEKUATAN KONSTRUKSI OPTIMAL

Rodiawan¹, Suhdi², Mukhlas Isnadi³

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung

³Sarjana Strata 1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung

Kampus Terpadu Desa Balun Ijuk Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka

Email : rodiawan@yahoo.com

ABSTRAK

Pulsator merupakan salah satu alat penggerak *jig* yang digunakan PT. Timah Tbk dalam proses pemisahan bijih timah dan mineral-mineral ikutan lainnya berdasarkan perbedaan berat jenis (B.J). Kerusakan yang terjadi pada *pulsator* khususnya pada kaki, dapat disebabkan adanya getaran tinggi yang ditimbulkan *jig* secara terus-menerus saat beroperasi sehingga membuat baut pengikat lama-kelamaan akan menjadi aus. Proses perbaikan yang dilakukan PT. Timah (Persero) Tbk terhadap kerusakan kaki *pulsator* adalah dengan cara pengelasan, yaitu penyambungan kaki *pulsator* yang rusak (patah) dengan material cor atau pelat. Mengingat pentingnya *pulsator* terhadap proses pemisahan biji timah, maka dilakukanlah penelitian terhadap hasil lasan kaki *pulsator* tersebut menggunakan elektroda AWS A5.15 cin-1, cin-2 dan cin-3 yang digunakan PT. Timah (Persero) Tbk. Tujuan dari penelitian ini adalah menemukan elektroda yang tepat digunakan untuk proses pengelasan kaki *pulsator* agar hasil lasan tersebut dapat memberikan kekuatan konstruksi lasan yang optimal. Adapun metode penelitian yang dilakukan adalah dengan cara eksperimen yaitu dengan membandingkan elektroda cin-1, cin-2 dan cin-3 merek Nikko Steel terhadap proses pengelasan kaki *pulsator* dengan menggunakan material *pulsator* dan pelat sebagai sambungan. Setelah pengelasan dilakukan kemudian menganalisa hasil lasan kaki *pulsator* tersebut dengan meninjau dari hasil uji ketangguhan, kekerasan dan struktur mikro lasan. Hasil pengujian didapatkan material cin-3 memiliki nilai kekerasan serta ketangguhan yang lebih tinggi dibandingkan material cin-1 dan cin-2, dengan nilai kekerasan 109 HRB dan nilai ketangguhan 6,53 joule/mm². Tingginya nilai kekerasan serta ketangguhan material cin-3 dibandingkan dengan material cin-1 dan cin-2 bila dilihat dari struktur mikro adalah pada material cin-3 terdapat butiran karbida yang sangat keras pada batas butir perlit yang kuat dan tangguh.

Kata Kunci : Pulsator, Besi cor, Pengelasan, Elektroda AWS A5.15

Abstract

Pulsator is one tool driving jig used PT. Timah Tbk in the process of separation of tin ores and minerals Downstream based differences in specific gravity (SG). Damage that occurs in the pulsator especially in the legs, can be caused by high vibration caused jig continuously during operation so as to make the bolt fastener will eventually become worn. Process improvements made PT. Timah (Persero) Tbk to damage pulsator foot is by means of welding, the connecting leg pulsator damaged (broken) with cast or plate material. Given the importance of the pulsator for tin ore separation process, we conducted a study of the results of the pulsator legs welded using electrodes AWS A5.15 cin-1, cin-cin-2 and 3 used PT. Timah (Persero) Tbk. The aim of this study is to find the right electrode is used for welding process that results weld toe pulsator can provide optimum strength welded construction. The research method is by way of experiment by comparing the electrode cin-1, cin-2 and cin-3 brand Nikko Steel against the welding process using the foot pulsator pulsator and plate material as the connection. After welding is done then analyze the results of the pulsator weld toe with the review of test results toughness, hardness and microstructure of welds. The test results obtained material cin-3 has a value of hardness and toughness that is higher than the material cin-1 and cin-2, with a value of 109 HRB

hardness and toughness value of 6.53 joules/mm². The high hardness and toughness of cin-3 compared with cin-1 and cin-2 when showed from the microstructure of the material is cin-3 contained a very hard.

Key words : Pulsator, cast iron, welding, Elektrode AWS A5.15

PENDAHULUAN

Dalam proses pemisahan mineral biji timah terutama pada kapal keruk dan kapal isap PT. Timah (Persero) Tbk, peralatan yang digunakan adalah *Jig* yang berfungsi untuk memisah bijih timah berdasarkan perbedaan berat jenis (B.J) dan mineral-mineral ikutan lainnya^[2]. Adapun tipe-tipe *Jig* yang saat ini digunakan antara lain; *PA Jig*, *Karimata Jig*, *IMC Jig* dan *Yuba Jig*.

Pulsator adalah jenis penggerak yang digunakan pada *jig yuba* KK Singkep PT. Timah (Persero) Tbk dalam proses pemisahan biji timah. Adapun Penyebab kerusakan pada kaki *pulsator* diantaranya adalah getaran tinggi yang ditimbulkan *jig* secara terus-menerus saat beroperasi sehingga membuat baut pengikat menjadi aus. Mengingat *pulsator* terutama pada kaki yang terbuat dari besi cor kelabu yang bersifat keras namun rapuh^[3], maka lama kelamaan kaki tersebut mengalami patah akibat benturan terhadap baut pengikat tersebut. Adapun hal yang dilakukan jasa keteknikan PT. Timah (Persero) Tbk dalam perbaikan kaki *pulsator* tersebut adalah dengan proses pengelasan, yaitu proses penyambungan kaki *pulsator* tersebut dengan material yang sejenis ataupun pelat untuk menjadi kaki yang baru.

Mengingat konstruksi *pulsator* terbuat dari besi cor sedangkan pelat yang terbuat dari baja karbon rendah, maka diperlukan elektroda khusus untuk proses pengelasan tersebut agar mendapatkan hasil lasan yang baik serta kekuatan konstruksi yang optimal.

METODE PENELITIAN

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Persiapan benda uji material pulsator dan plat baja sebagai pengganti kaki pulsator.
2. Melakukan uji komposisi kedua material tersebut diatas.

3. Pemilihan elektroda las yang akan digunakan pada proses pengelasan tersebut, yaitu cin-1, cin-2 dan cin-3.
4. Melakukan pengelasan plat baja pada material pulsator dengan menggunakan arus 90 A dan kampuh V tunggal.
5. Perlakuan *normlizing* terhadap benda yang sudah dilas dengan suhu 850° dan *holding time* 40 menit.
6. Melakukan uji ketangguhan, uji kekerasan dengan metode Rockwell dan uji struktur mikro.
7. Melakukan analisa dan pembahasan terhadap hasil uji yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan uji komposisi didapatkan komposisi kimia masing-masing material adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Komposisi material dasar pelat

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Al	Sn	Mo	Fe
0,10	0,17	1,03	0,01	0,02	0,06	0,01	0,01	0,03	0,01	1,11	Sisa

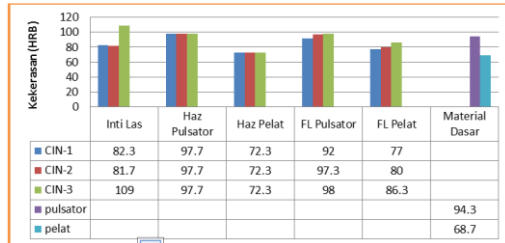
Tabel 2. Komposisi material dasar pulsator

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Al	Ti	V	Sn	Fe
3,39	1,61	0,72	0,05	0,37	0,11	0,01	0,05	0,03	0,05	0,02	0,01	Sisa

Baja karbon rendah adalah baja dengan kadar karbon 0,08 % -0,30%, baja karbon sedang mengandung karbon 0,3 % -0,45% dan baja karbon tinggi berisi karbon antara 0,45 % -1,75 %^[3]. Pada pengujian komposisi material di atas (tabel 1) menunjukkan bahwa kadar karbon yang terdapat pada material dasar pelat adalah 0,10 %. Berdasarkan klasifikasi baja karbon tersebut menunjukan bahwa material dasar pelat yang digunakan dalam penelitian ini adalah termasuk kelompok baja karbon rendah. Sedangkan untuk material *pulsator* dengan komposisi kimia, C 3,39%, Si 1,61%, Mn 0,72 %, P 0,05%, S 0,37% (table 2), adalah material besi tuang kelabu.

1. Uji Kekerasan

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan pada kedua material tersebut ditampilkan pada grafik berikut ini



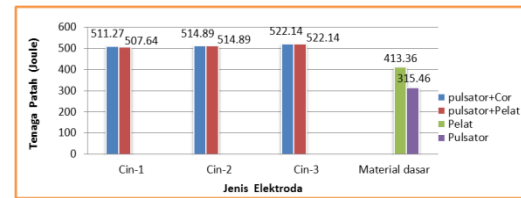
Gambar 1. Grafik nilai kekerasan metalurgi las cin-1, cin2, cin-3

Dari gambar 1 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kekerasan daerah HAZ pada kedua material bila dibandingkan dengan nilai kekerasan material dasar spesimen dengan nilai kekerasan rata-rata 94,3 HRB untuk material *pulsator* dan 68,7 HRB untuk pelat. Peningkatan tersebut terjadi karena pada proses pengelasan daerah HAZ mengalami siklus termal las yaitu proses pemanasan dan pendinginan cepat di daerah lasan. Dengan adanya siklus termal tersebut terjadi perubahan struktur mikro di daerah HAZ menjadi lebih kasar dan terjadi peningkatan kekerasan namun menurunkan ketangguhan material. Suhu yang terjadi pada daerah HAZ berkisar $750\text{ }^{\circ}\text{C} - 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ^[15]. Mengingat pada pengelasan elektroda cin-1, cin-2 dan cin-3 menggunakan arus dan proses pengelasan yang sama serta telah dilakukan proses normalizing (penyeragaman butiran), maka didapat harga kekerasan yang sama pada daerah HAZ material cin-1, cin-2 dan cin-3.

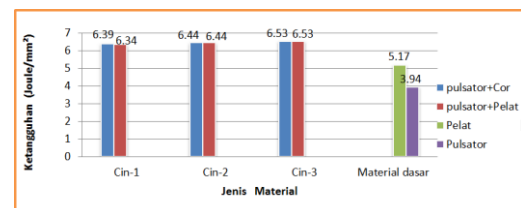
Pada daerah inti las, *fusion line* pelat terhadap elektroda (FL pelat) maupun *fusion line* elektroda terhadap *pulsator* (FL *pulsator*), menunjukkan material cin-3 memiliki nilai kekerasan tertinggi bila dibandingkan material cin-1 dan cin-2. Bila diamati dari struktur mikro, hal itu dikarenakan terjadi pembentukan karbida pada batas butir material cin-3 dengan matrik berbentuk perlit. Karbida adalah suatu persenyawaan antara logam dengan karbon, dimana karbida terjadi akibat adanya unsur paduan yang membentuk senyawa yang disebabkan adanya energi yang mengaktifkan unsur-unsur tersebut seperti yang terjadi pada pengelasan. Adapun unsur-unsur paduan yang dapat membentuk persenyawaan karbida adalah Ti, Nb, V, Cr, W atau Mo^[15].

2. Uji Ketangguhan

Hasil pengujian ketangguhan ditampilkan pada grafik dibawah ini:



Gambar 2. Grafik tenaga patah material pulsator dan pelat baja



Gambar 3. Grafik ketangguhan material pulsator dan pelat baja

Data dari gambar 3 menunjukkan bahwa ketangguhan material logam las tertinggi terdapat pada elektroda cin-3 dengan nilai impact sebesar 6,53 joule/mm², sedangkan ketangguhan material logam las terendah terdapat pada material cin-1 dengan nilai impact 6,34 j/mm² dan material cin-2 6,44 j/mm². Bila diamati tampak ketangguhan material cin-3 berbanding lurus dengan nilai kekerasan material seperti yang terdapat pada gambar 1. Faktor penyebab meningkatnya kekerasan serta ketangguhan material cin-3 adalah terdapatnya unsur paduan tembaga yang cukup banyak ($\leq 35\%$) pada komposisi material logam las selain nikel, karbon dan besi seperti yang terdapat pada elektroda cin-1 dan cin-2. Dengan adanya penambahan tembaga yang cukup banyak dalam unsur paduan tersebut berpengaruh pada proses pembentukan butir-butir perlit^[16].

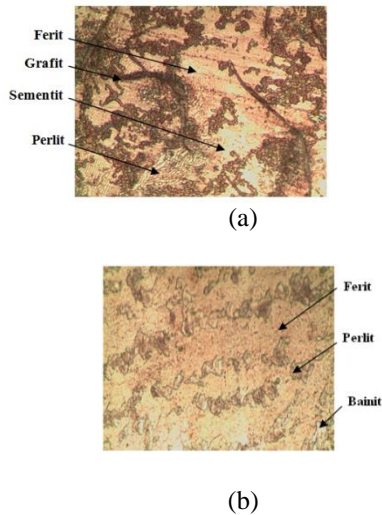
Berbeda halnya dengan material cin-3, material cin-1 yang memiliki komposisi kimia 0,5% C, 2% Fe, 97,5 % Ni dan material cin-2 0,5 % C, 45% Fe, 45% Ni memiliki kekerasan dan ketangguhan sedikit lebih rendah bila dibandingkan dengan material cin-3. Bila diamati dari struktur mikro, hal itu disebabkan butir-butir ferit tampak dominan terdapat pada mikro struktur material cin-1 dan cin-2. Butir-butir ferit tersebut terbentuk akibat adanya unsur nikel yang sangat banyak terdapat pada komposisi material cin-1 dan cin-2. Butir-butir ferit memiliki keliatan (*ductility*) yang baik namun kekerasan, dan

kekuatan cenderung lebih rendah bila dibandingkan butir-butir perlit.

3. Uji Struktur Mikro

- Struktur Mikro logam dasar

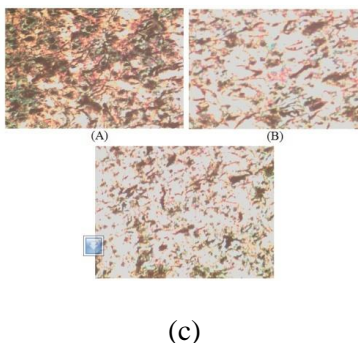
Berdasarkan uji struktur mikro dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. Stukktur mikro material (a) pulsator dan (b) pelat baja

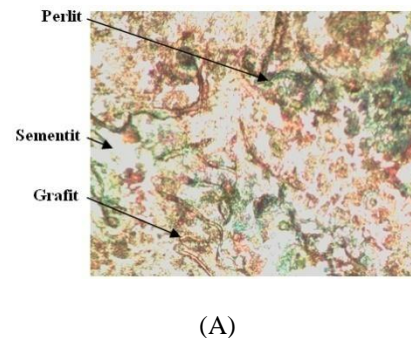
Gambar 4 menunjukkan bahwa material pulsator terbuat dari besi tuang kelabu dengan grafit berbentuk serpih (*flake*) dan matrik berbentuk ferit (gambar a), sedangkan material pelat terbuat dari baja karbon rendah (gambar b).

- Struktur Mikro daerah Heat Affected Zone (HAZ)

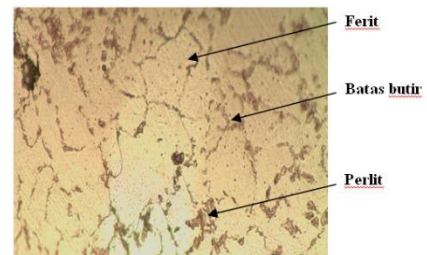


Gambar 5. Struktur mikro daerah HAZ pulsator dengan perbesaran 200 X, (A) daerah HAZ cin-3, (B) daerah HAZ cin-2, (C) daerah HAZ cin-1

Gambar 5. Struktur mikro daerah HAZ *pulsator* pengelasan menggunakan elektroda cin-1, cin-2 dan cin-3 tampak tidak terjadi perbedaan, hal ini disebabkan setelah dilakukan pengelasan, material telah terlebih dahulu dilakukan proses normalizing baru kemudian dilakukan pengujian. Proses normalizing adalah proses perlakuan panas terhadap material pada suhu 850 C°-900 C° dengan tujuan mendapatkan struktur butiran yang seragam serta menghilangkan tegangan dalam akibat dari proses pengelasan.



(A)



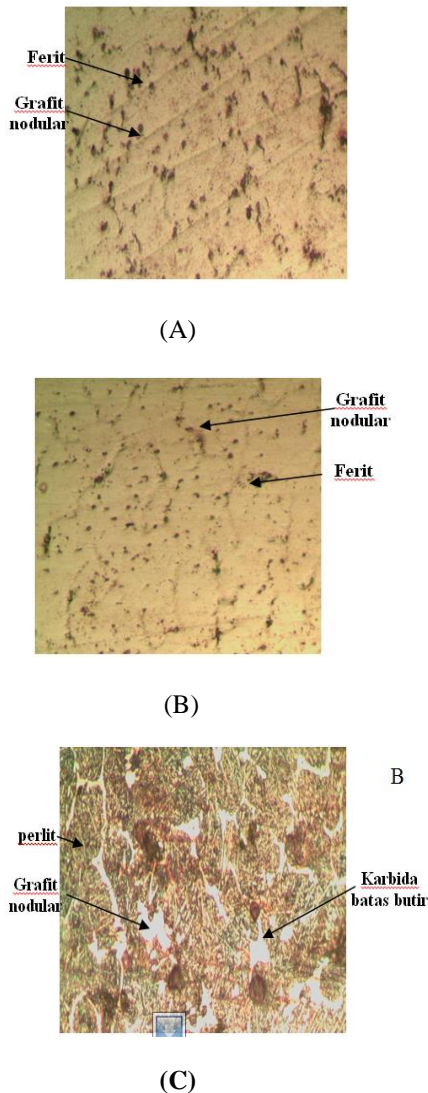
(B)

Gambar 6. Struktur mikro daerah HAZ dengan perbesaran 500 X, (A) Daerah HAZ pulsator (cin-3), (B) Daerah HAZ pelat

Struktur mikro pada gambar 6.HAZ material pulsator dan HAZ material pelat tampak mengalami perubahan struktur bila dibandingkan dengan material dasar seperti pada gambar 4.Daerah HAZ *pulsator* kini didominasi dengan butir-butir sementit sedangkan pelat didominasi dengan butir-butir ferit yang lebih besar dan kasar. Sementit adalah struktur larutan padat pada logam yang terbentuk pada temperatur dibawah 1148 C° dengan konsentrasi kelarutan karbon 6,67 % melalui reaksi $3 Fe + C \rightarrow Fe_3C$, yang disebut dengan karbida besi yang memiliki sifat mekanik yang keras dan getas. Perubahan struktur pada daerah HAZ terjadi akibat adanya proses

pemanasan dan pendinginan yang cepat di daerah lasan sehingga mengakibatkan nilai kekerasan pada daerah HAZ mengalami peningkatan namun kekuatan dan ketangguhan material cenderung menurun.

- Struktur Mikro Logam Las / Inti Las



Gambar 7. Struktur mikro logam las dengan perbesaran 500 X, (A) Logam las cin-1, (B) Logam las cin-2, (C) Logam las cin-3

Gambar 7 (A) butir-butir ferit tampak dominan pada struktur inti las material cin-1 dengan grafit berbentuk *nodular*. Butiran ferit tersebut terbentuk akibat adanya unsur paduan nikel yang sangat banyak pada material cin-1. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa butiran ferit memiliki tingkat keuletan yang sangat baik. Selain dari pada itu,

pada material cin-1 juga terbentuknya grafit yang berbentuk *nodular*. Karakteristik grafit pada material memberikan pengaruh yang besar terhadap sifat-sifat mekanik material. Material dengan grafit nodular memiliki keuletan dan kekuatan yang lebih baik dibandingkan dengan material yang bergrait serpih (*flake*). Hal ini disebabkan karena serpih grafit akan mengalami pemusatan pada ujung-ujungnya bila mendapatkan gaya akan tegak lurus arah serpih^[17].

Gambar 7(B), struktur mikro pada material cin-2 tampak tidak jauh berbeda dengan struktur mikro seperti yang terdapat pada material cin-1. Struktur mikro material cin-2 didominasi dengan butiran ferit yang berwarna putih dengan grafit berbentuk nodular. Akan tetapi, butiran ferit dan grafit pada material cin-2 cenderung lebih kecil dan halus dibandingkan material cin-1 yang sebagian besar unsur paduannya adalah nikel. Dengan adanya struktur butiran yang lebih kecil dan halus tersebut mempengaruhi sifat mekanik material sehingga material cin-2 cenderung memiliki kekuatan dan ketangguhan lebih baik akan tetapi nilai kekerasan material menurun bila dibandingkan dengan material cin-1^[9].

Gambar 7 (C) pada material cin-3, butiran perlit tampak dominan pada struktur mikro cin-3 serta terbentuknya grafit nodular seperti yang terdapat pada material cin-1 dan cin-2 namun dengan distribusi grafit yang lebih besar. Selain dari pada itu, pada material cin-3 juga tampak telah terbentuk karbida pada batas butir perlit. Karbida terbentuk akibat adanya unsur paduan seperti Ti, Nb, V, Cr, W atau Mo yang membentuk senyawa yang disebabkan adanya energi yang mengaktifkan unsur-unsur tersebut seperti yang terjadi pada proses pengelasan^[15]. Karbida memiliki sifat kekerasan material yang sangat tinggi namun cenderung rapuh. Dengan adanya presipitasi karbida pada batas butir perlit dapat menghalangi gerakan dislokasi pada material serta menghambat terjadinya deformasi plastik. Partikel yang keras menghambat deformasi elastik, sedangkan matriknya sendiri kuat dan tangguh^[10]. Maka dari itu

material cin-3 memiliki kombinasi kekerasan, kekuatan serta ketangguhan yang lebih baik bila dibandingkan dengan material cin-1 dan cin-2.

KESIMPULAN

1. Material cin-3 memiliki paduan nilai kekerasan serta ketangguhan (impak) yang lebih tinggi dibandingkan dengan material cin-1 dan cin-2. Nilai kekerasan rata-rata inti las material cin-3 adalah 109 HRB, material cin-2 81,7 HRB dan 82,3 HRB pada material cin-1. Sedangkan nilai ketangguhan (impak) material cin-3 adalah 6,53 joule/mm², material cin-2 6,44 joule/mm² dan material cin-1 6,34 joule/mm². Tingginya nilai kekerasan serta ketangguhan material cin-3 dibandingkan dengan material cin-1 dan cin-2 disebabkan pada struktur mikro material cin-3 terdapat butiran karbida yang sangat keras pada batas butir perlit yang kuat dan tangguh. Dengan adanya presipitasi (pengendapan) karbida pada batas butir perlit tersebut dapat menghalangi gerakan dislokasi serta menghambat terjadinya deformasi plastik pada material.
2. Material cin-1 dan cin-2 memiliki unsur paduan nikel yang dominan pada komposisi elektroda, sedangkan unsur dominan pada material cin-3 adalah tembaga. Banyaknya unsur paduan nikel pada komposisi elektroda

tersebut berpengaruh terhadap terbentuknya butiran ferit yang menyebar pada struktur material cin-1 dan cin-2. Butiran ferit memiliki sifat yang ulet namun kekerasan dan ketangguhan cenderung lebih rendah dibandingkan butiran perlit yang terdapat pada material cin-3. Maka dari itu, material cin-3 memiliki kekuatan konstruksi lasan kaki pulsator cenderung lebih baik dibandingkan material cin-1 dan cin-2.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. Timah (Persero) Tbk. 2008. *Building Future Foundation*. Annual Report.
- [2] Putra Pamungkas. 2006. *Proses Pemisahan Biji Timah*.
- [3] Harsono, W & Toshie Okumura. 2008. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradya Paramitha.
- [4] Alip Mochamad. 1989. *Teori Dan Praktek Las*. Jakarta: Ditjen Pendidikan Tinggi.
- [5] Joko Santoso. 2006. *Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Las SMAW Dengan Elektroda E7018*. Skripsi, Universitas Negeri Semarang, Semarang.