

**TUGAS AKHIR**  
**BIDANG TEKNIK MATERIAL DAN PEMBENTUKAN**  
**PENGARUH WAKTU EKSPOS ELEKTRODA E 6013**  
**DI UDARA TERBUKA TERHADAP KUALITAS**  
**SAMBUNGAN LAS BAJA KARBON RENDAH**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Tahap Sarjana

Oleh :

**EFRIZA MAHENDRA**

**NBP: 01 171 063**



**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ANDALAS**  
**PADANG**  
**2007**

## ABSTRAK

*Kualitas sambungan elektroda E6013 dapat menurun jika elektroda terkontaminasi dengan udara. Untuk itu perlu diketahui pengaruh waktu ekspos elektroda di udara terbuka terhadap kualitas sambungan las.*

*Untuk mengetahui pengaruh waktu ekspos terhadap kualitas sambungan baja karbon rendah dilakukan pengujian tarik, bending, kekerasan mikro, strukturmikro dan penghitungan jumlah void terhadap spesimen yang di ekspos di udara terbuka. Waktu ekspos divariasikan dari tanpa ekspos, ekspos 1, 2, 4, 8, 24, 48, 168, 504 jam.*

*Berdasarkan penelitian diperoleh kekuatan, gaya bending dan kekerasan yang cenderung menurun seiring dengan meningkatnya waktu ekspos. Kekuatan terbesar 397 MPa terdapat pada spesimen tanpa ekspos dan turun pada ekspos 504 jam menjadi 336 MPa. Gaya bending maksimum 950 kgf dan turun menjadi 250 kgf pada ekspos 504 jam. Penurunan kekuatan diduga disebabkan oleh jumlah void yang semakin banyak, pada spesimen tanpa ekspos jumlah void 0.15 % meningkat pada ekspos 504 jam yaitu 0.83 %. Kekerasan lebih tinggi terdapat pada weld metal kemudian base metal lalu HAZ, perbedaan kekerasan ini disebabkan perbedaan strukturmikro yang terbentuk. Secara umum tingkat kecendrungan penurunan kekerasan pada weld metal mengikuti formula  $VHN = - 0.0239t + 156.45$  dimana  $t$  adalah lama ekspos dalam jam, dan pada HAZ kecenderungannya mengikuti formula  $VHN = - 0.0183t + 156.45$ .*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pengelasan merupakan suatu proses produksi yang sangat penting, dan banyak diaplikasikan. Seperti untuk konstruksi, pembuatan kapal, pembuatan kereta api, bejana tekan, sambungan pipa, dan lain-lain. Karena hasil teknologi pengelasan ini digunakan untuk kemaslahatan manusia, maka faktor keamanan merupakan hal yang sangat penting. Bila produk yang dibuat mengalami kegagalan, bisa saja mengakibatkan hilangnya nyawa seseorang atau menyebabkan kerugian yang besar.

Sering terjadi kegagalan sambungan las yang disebabkan oleh kelalaian dari *welder* yang tidak menggunakan prosedur yang telah dibuat sebelumnya. Salah satu kesalahan tersebut adalah masalah penanganan elektroda yang tidak baik. Misalnya elektroda tidak disimpan dalam tabung atau dibiarkan begitu saja di atmosfer udara dalam waktu yang lama. Padahal kesalahan ini sangat berpengaruh terhadap kualitas sambungan las.

Kualitas sambungan elektroda E6013 dapat menurun jika elektroda terkontaminasi dengan udara. Hal ini disebabkan oleh uap air yang terkandung dalam udara masuk pada fluks. Uap air yang ada pada fluks mengandung hidrogen. Pada proses pengelasan, hidrogen ini dilepaskan dengan cara difusi pada suhu rendah, karena pada suhu tersebut kelarutan hidrogen menurun. Hidrogen yang didifusikan ini menyebabkan cacat berupa void pada pengelasan. Cacat ini yang nantinya dapat menyebabkan kegagalan pada sambungan.

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang seberapa lama elektroda E6013 masih memiliki kualitas yang masih baik jika dikontakkan (ekspos) di atmosfer udara terbuka. Hasil Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi *welder* untuk menentukan masa layak pakai elektroda yang dikenai udara luar.

## **1.2 Tujuan**

Mengetahui pengaruh waktu ekspos elektroda E6013 di udara terbuka terhadap kualitas sambungan las. Sehingga kemungkinan terjadinya penurunan sifat elektroda dan kekuatan dapat diantisipasi.

## **1.3 Manfaat**

Dengan diketahuinya antara kualitas sambungan terhadap waktu ekspos, maka dapat direkomendasikan pada *welder* tentang seberapa lama elektroda bisa diekspos di udara terbuka agar tetap menghasilkan kekuatan minimum.

## **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Logam induk yang dipakai adalah pelat baja karbon rendah.
2. Elektroda yang dipakai adalah E6013, dengan diameter 2.6 mm.
3. Uji tarik pada arah *transversal* pengelasan menurut *ASTM A-370*
4. Uji bending pada arah *transversal* pengelasan.
5. Kelembaban udara dan temperatur pengujian diasumsikan konstan.

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Penulisan tugas akhir ini terdiri dari 5 bab pembahasan, pada bab 1 merupakan pendahuluan yang terdiri dari latar belakang penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan. Pada bab 2 merupakan teori dasar atau tinjauan pustaka yang mencakup tentang pengelasan *SMAW* dan baja karbon rendah serta kelembaban udara. Pada bab 3 membahas tentang metodologi penelitian yang menerangkan tentang metoda-metoda penelitian objek. Pada bab 4 berisikan tentang hasil pengujian yang diperoleh sesuai dengan metoda-metoda yang telah ditetapkan dan pembahasan hasil pengujian tersebut. Pada bab 5 merupakan penutup yang berisikan tentang kesimpulan yang dapat ditarik dan saran-saran mengenai hasil pengujian. Selanjutnya terdapat daftar kepustakaan yang berisikan semua referensi yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir. Dan yang terakhir adalah lampiran yang memuat bahan-bahan pendukung.

## BAB IV

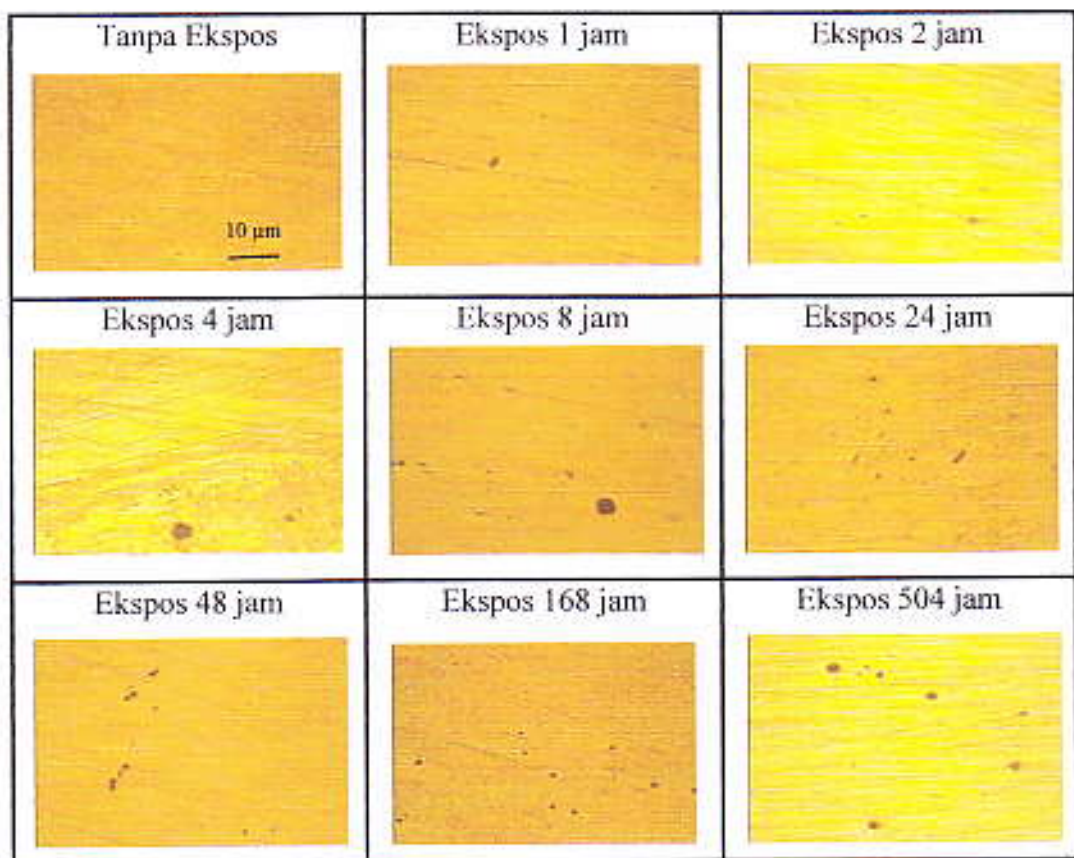
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil dan Pembahasan

Pengujian mekanik yang dilakukan adalah pengujian tarik dan uji bending menggunakan *UTM*. Sedangkan uji kekerasan mikro dengan *HMV Version 2.02*. Pengamatan stuktur mikro dan pemeriksaan jumlah void dengan mikroskop optik *JENCO*. Hasil dari pengujian mekanik disajikan dalam bentuk data dan grafik sedangkan pengamatan stuktur mikro dalam bentuk foto serta untuk pemeriksaan jumlah void disajikan dalam bentuk foto dan grafik.

##### 4.1.1 Pemeriksaan Void

Void diamati pada *weld metal*, dapat kita lihat pada Gambar 4.1 berikut :



Gambar 4.1 Jumlah Void pada *Weld Metal*

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Jumlah void pada *weld metal* semakin besar jika elektroda semakin lama diekspos. Pada spesimen tanpa ekspos sebesar 0.15 % dan menjadi 0.83 % pada ekspos 504 jam.
2. Kekerasan mikro pada *weld metal* lebih tinggi dibandingkan dengan daerah *HAZ* dan *base metal*, dan kekerasan mikro daerah *base metal* lebih tinggi daripada *HAZ*. Semakin lama diekspos kekerasan mikro pada *weld metal* dan *HAZ* semakin menurun.
3. Gaya *bending* cenderung semakin menurun seiring dengan peningkatan waktu ekspos. Gaya *bending* terbesar terdapat pada spesimen tanpa ekspos yaitu sebesar 950 kgf dan terkecil pada ekspos 504 jam yaitu 250 kgf. Retakan tidak terjadi pada tekukan bagian luar spesimen *bending* yang berarti *weld metal* masih memiliki keuletan yang baik.
4. Kekuatan tarik sambungan semakin turun jika elektroda semakin lama diekspos. Pada spesimen tanpa ekspos kekuatan tariknya 397 MPa dan menjadi 336 MPa pada ekspos 504 jam. Kegagalan atau patahan pada saat penarikan tidak terjadi pada *weld metal* artinya sambungan las masih kuat menahan beban tarik.
5. Dari siklus termal yang terjadi pada proses pengelasan strukturmikro yang terbentuk adalah ferit halus, ferit dan perlit. Ferit halus dan ferit terdapat pada *weld metal* sedangkan pada daerah *HAZ* terbentuk ferit dan perlit.
6. Jika elektroda semakin lama diekspos, maka sifat sambungan akan semakin menurun.

#### 5.2 Saran

1. Untuk pengamatan pengaruh waktu ekspos yang lebih teliti lakukan pengujian *all weld metal*.
2. Gunakan baja karbon tinggi untuk meneliti pengaruh waktu ekspos terhadap kualitas sambungan las.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Okumura, Toshie  
*Teknologi Pengelasan Logam*  
PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1981
- [2] Hans Kurt Tönshoff, Thomas Friemuth, Ines Oberbeck and Harald Seegers  
*Micromagnetic Stress Determination on Tailored Blanks*  
Institut für Fertigungstechnik und Spanende Werkzeugmaschinen  
Schlosswenderstr. 5, 30159 Hannover
- [3] Smith, Dave  
*Welding Skills and Technology*  
McGraw-Hill International Edition, Singapore, 1986
- [4] [http://www.millerwelds.com/pdf/guidelines\\_smaw.pdf](http://www.millerwelds.com/pdf/guidelines_smaw.pdf)  
Guidelines For Shielded Metal Arc Welding (SMAW)
- [5] [www.weldingengineer.com/.../weld\\_position\\_01.jpg](http://www.weldingengineer.com/.../weld_position_01.jpg)  
[content.answers.com/.../350px-SMAW\\_weld\\_area.PNG](http://content.answers.com/.../350px-SMAW_weld_area.PNG)
- [6] <http://matsci.fisika.ui.ac.id/abstrak/abstrak/edisonsihombing.htm>
- [7] [www.advantagefabricatedmetals.com/images/smaw.gif](http://www.advantagefabricatedmetals.com/images/smaw.gif)
- [8] [www.gowelding.com/met/acicular.gif](http://www.gowelding.com/met/acicular.gif)
- [9] ASM Metal Handbook, vol 9, 9<sup>th</sup> edition, American 1992  
*Metallography and Microstructures*
- [10] ASM Metal Handbook, vol 6, 9<sup>th</sup> edition, American 1991  
*Welding, Brazing and Soldering*
- [11] Welding Handbook, vol 2, 7<sup>th</sup> edition, Miami, Florida 1994  
*Welding Processes-Arc and Gas Welding and Cutting, Brazing And Soldering*
- [12] American Society of Mechanical Engineer SEC IX
- [13] Cengel, Yunus.A  
*Thermodynamics An Engineering Approach*  
Departement of Mechanical Engineering University of Nevada - Reno