

KAJIAN KEKUATAN BAJA PADUAN RENDAH YANG DILAS LISTRIK ELEKTRODA TERBUNGKUS DENGAN KAMPUH V DAN ELEKTRODA RD – 320 E.6013

R. Kohar, Madagaskar, Togar Partai Oloan^{*)}

Abstrak: Pengelasan dengan menggunakan busur listrik elektroda terbungkus adalah pengelasan yang banyak digunakan untuk penyambungan peralatan-peralatan, konstruksi seperti jembatan, pemipaan dan konstruksi perkapalan. Luasnya penggunaan pengelasan ini karena dapat dilakukan secara manual dan pelaksanaan yang cukup sederhana. Kekuatan las dan struktur mikro dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti komposisi kimia logam las, arus pengelasan dan lain-lain. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas las dan struktur mikro baja paduan rendah yang dilas listrik elektroda terbungkus berdiameter 3,2 mm terhadap variasi kuat arus 140 ampere, 150 ampere dan 160 ampere. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa pemakaian arus las 160 ampere yang masih termasuk dalam interval arus yang diijinkan memiliki nilai tegangan tarik tertinggi jika dibandingkan dengan pemakaian arus 140 ampere dan 150 ampere, namun nilai tersebut tidak jauh berbeda terhadap benda asal tanpa proses pengelasan. Struktur mikro pada logam isian berupa bilah-bilah menyilang yang optimal, sehingga kekuatannya meningkat pada saat menerima beban tarikan.

Kata Kunci: *Heat Affected Zone.*

Abstract: *Welding using shielded metal arc welding is widely used to connect devices, bridge construction, piping, and marine construction. Wide application for this classification can be done manually, and the implementation is quite simple.*

Weld strength and microstructure is influenced by many factors, such as the chemical composition of the weld metal, welding current and others. This study aim to determine the quality of the welding and the microstructure of low alloy steel electric welded with electrodes of 3.2 mm diameter encased in a strong variation of the current 130 amperes, 140 amperes, and 150 amperes.

Tensile test results show that the use of welding current 160 amperes which are included in the current interval is allowed to have the highest tensile strength when compared with the use of current 140 amperes and 150 amperes, but the value is not much different from the original object without welding. The microstructure of the metal filling consists of layers superimposed on each other, so that the strength increases when experiencing a tensile load.

Keywords: *Heat Affected Zone.*

PENDAHULUAN

Pengelasan adalah proses penyambungan dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Pengelasan menggunakan busur listrik elektroda terbungkus merupakan salah satu jenis pengelasan yang sering dijumpai, karena pelaksanaannya cukup sederhana.

Prosedur pengelasan kelihatannya cukup sederhana, akan tetapi banyak masalah yang harus diatasi seperti penyetelan kuat arus pengelasan yang akan mempengaruhi hasil las. Bila arus yang digunakan terlalu rendah akan menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik. Busur listrik yang terjadi menjadi tidak stabil.

^{*)} Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang

Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar, sehingga hasilnya merupakan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam. Sebaliknya bila arus terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan akan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar serta penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan meningkatkan kerapuhan.

Kendala yang sering dihadapi dengan adanya proses las tidak hanya perubahan kekuatan akan tetapi muncul masalah baru seperti terjadi penggetasan pada sambungan las, terjadi korosi dan sebagainya. Fenomena ini yang sering dialami oleh perusahaan yang bergerak di bidang perkapalan. Walaupun telah mengikuti prosedur pengelasan yang benar namun masalah-masalah tersebut masih muncul dilapangan.

Kekuatan hasil lasan juga dipengaruhi oleh tegangan busur, besar arus, kecepatan pengelasan, besarnya penembusan dan polaritas listrik. Penentuan besarnya arus dalam penyambungan logam menggunakan las busur mempengaruhi efisiensi pekerjaan dan bahan las.

Bertitik tolak dari masalah diatas akan diteliti hasil pengelasan dari baja paduan rendah dengan tebal 12 mm. Penentuan besar arus dalam pengelasan ini mengambil 140 ampere, 150 ampere dan 160 ampere. Untuk menunjang penelitian tersebut akan diamati struktur mikro.

Aspek Bahan

Baja paduan merupakan bahan yang paling banyak digunakan dalam konstruksi maupun peralatan lain dalam industri. Baja paduan adalah baja yang mempunyai kadar karbon sama dengan baja lunak, tetapi ditambah dengan sedikit unsur-unsur paduan. Penambahan unsur ini dapat meningkatkan kekuatan baja tanpa mengurangi keuletannya. Baja paduan banyak digunakan untuk kapal,

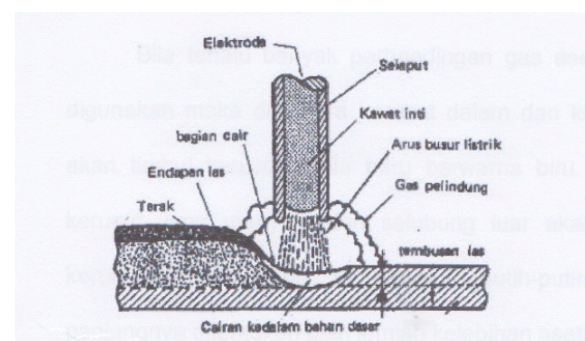
jembatan, roda kereta api, ketel uap, tangki-tangki dan dalam bidang pemesinan.

Las Listrik Elektroda Terbungkus

Pada pengelasan jenis ini energi panas yang dibangkitkan dari mesin las. Busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus pelindung berupa fluks. Elektroda ini selama pengelasan akan mengalami pencairan bersama dengan logam induk dan membeku bersama menjadi bagian kampuh las.

Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa arus busur listrik. Bila digunakan arus listrik besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus dan sebaliknya bila arus kecil maka butirannya menjadi besar.

Pola pemindahan logam cair sangat mempengaruhi sifat mampu las logam. Logam mempunyai sifat mampu las yang tinggi bila pemindahan dengan butiran yang halus. Pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan komposisi dari bahan fluks yang digunakan. Bahan fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda selama pengelasan mencair dan membentuk terak yang menutupi logam cair yang terkumpul di tempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi.



Gambar 1. Las Listrik dengan Elektroda

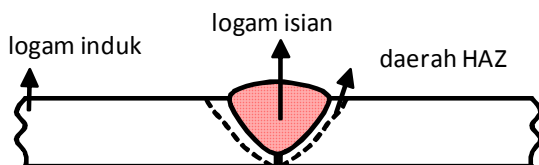
Arus Listrik

Besar arus pengelasan yang digunakan tergantung pada pemakaian diameter elektroda, tebal bahan yang dilas, jenis elektroda yang dipakai, geometri sambungan dan posisi pengelasan.

Arus las merupakan parameter yang langsung mempengaruhi penembusan dan kecepatan pencairan logam induk. Makin tinggi arus las makin besar penembusan dan kecepatan pencairannya. Bila arus terlalu rendah maka perpindahan logam cair dari ujung elektroda sangat sulit dan busur listrik yang terjadi tidak stabil. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan logam dasar, sehingga menghasilkan bentuk rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam. Jika arus terlalu besar, maka akan menghasilkan manik melebar, butiran percikan kecil, penetrasi dalam serta penguatan matrik las tinggi.

Pengaruh Pengelasan Pada Baja

Akibat dari proses pengelasan maka sifat mekanik akan berubah dari sifat dasar logam. Hal tersebut di tandai dengan tiga bagian dari sambungan yaitu logam dasar yang tidak terpengaruh panas, daerah sambungan las yaitu logam isian yang mencair pada saat proses pengelasan dan kemudian membeku serta daerah pengaruh panas (HAZ). Secara skematis logam yang akan dilas dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Skematik daerah lasan kampuh V

Siklus termal daerah lasan

Selama pengelasan berlangsung, logam las dan daerah pengaruh panas (HAZ) akan

mengalami serangkaian siklus termal yaitu pemanasan sampai mencapai suhu maksimum kemudian diikuti dengan pendinginan.

Pengujian Tarik

Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda. Penarikan tersebut akan mengakibatkan terjadinya deformasi. Proses terjadinya deformasi pada bahan uji adalah proses pergeseran butiran kristal logam yang mengakibatkan melemahnya gaya elektromagnetik setiap atom logam hingga terlepas ikatan tersebut oleh penarikan gaya maksimum. Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinyu dan pelan-pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami spesimen uji

Besarnya Tegangan dapat diperoleh :

$$\sigma_t = \frac{P}{A} (\text{kg} / \text{mm}^2)$$

Sedangkan Regangannya adalah :

$$\varepsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

dimana : P = Beban Maksimal (kg)

L_0 = Panjang Awal (mm)

L_1 = Panjang Akhir (mm)

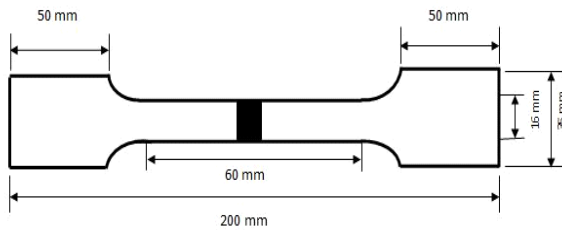
A = Luas Penampang (mm^2)

METODE PENELITIAN

Baja yang digunakan adalah pelat baja paduan rendah yang tebalnya 12 mm, dengan komposisi 0,13 % C ; 0,06 % Si ; 1,07 % Mn ; 0,002 % Cr ; 0,007 % Mo ; 0,005 % Ni ; 0,05 % Al ; 0,01 % CO ; 0,11 % Cu dan 0,46 % Nb. Benda uji akan di las listrik elektroda terbungkus dengan bentuk kampuh V yang bersudut 70° dan lebar celah 2 mm. Elektroda yang digunakan adalah E6013 dengan diameter 3,2 mm. Proses pengelasan dilakukan dengan

variabel arus pengelasan sebesar 140 ampere, 150 ampere dan 160 ampere.

Untuk mengetahui kekuatannya dilakukan Pengujian Tarik. Adapun bentuk dan ukuran benda uji sesuai dengan standart seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.



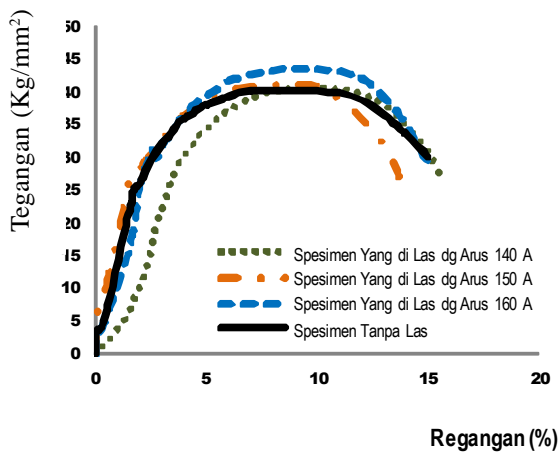
Gambar 3. Skematik Spesimen Uji Tarik

Keterangan :

- L_o = Panjang Spesimen Uji (60 mm)
- W_o = Lebar Awal (16 mm)
- t = Tebal Plat baja (12 mm)

Hasil Pengujian Uji Tarik

Dari pengujian tarik, diperoleh hubungan Tegangan-Regangan pada masing-masing spesimen uji dengan variasi kuat arus 140 Ampere, 150 Ampere dan 160 Ampere seperti yang diperlihatkan pada gambar berikut,



Gambar 4. Grafik Tegangan - Regangan Pada masing – masing Spesimen uji

Dari data tersebut, maka dapat di plot besaran-besaran yang hasilnya ditabelkan berikut ini:

Tabel 1. Hasil Pengujian Tarik pada masing-masing Spesimen uji.

No	Arus Las (Ampere)	P_{maks} (kg)	σ_y (N/mm ²)	σ_{maks} (kg/mm ²)	e (%)
1	Tanpa Las	7724	25,016	40,231	15
2	140 A	7740	31,014	40,311	16
3	150 A	7888	26,365	41,081	14
4	160 A	8275	31,096	43,099	15

HASIL DAN PEMBAHASAN

-Hubungan Tegangan Tarik Terhadap Spesimen Uji

Hubungan tegangan tarik terhadap masing-masing spesimen uji yang di las dengan variasi arus yang diberikan maka diperoleh hasil yang tidak jauh berbeda nilainya satu sama lain, demikian juga jika dibandingkan dengan benda asal. Namun dari ketiga variasi arus pengelasan tersebut ternyata nilai tegangan tarik pada benda uji yang di las dengan arus 160 ampere diperoleh sebesar 43,099 kg/mm² yang merupakan nilai tertinggi. Sementara tegangan tarik yang mendekati dengan tegangan spesimen asal adalah benda uji dengan arus 140 ampere. Demikian juga besar Kekuatan Luluh yang diperoleh untuk spesimen uji dengan arus 160 ampere merupakan nilai tertinggi jika dibandingkan dengan variasi arus yang lainnya. Namun nilai tegangan luluh yang mendekati dengan spesimen asal adalah benda uji dengan arus pengelasan 150 ampere. Sementara arus pengelasan 160 ampere termasuk dalam interval arus yang diijinkan untuk elektroda E6013 diameter 3,2 mm yaitu antara 115 sampai 165 ampere, dengan demikian perubahan sifat mekanik yang terjadi tidak signifikan.

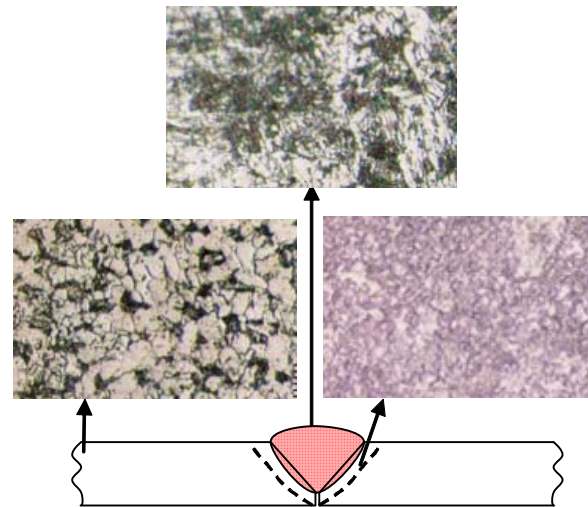
- Hubungan Regangan Terhadap Spesimen Uji

Nilai regangan terhadap masing-masing spesimen uji yang di las dengan variasi kuat arus yang diberikan jika dibandingkan dengan benda asal tanpa proses las regangannya tidak jauh berbeda. Ini mengisaratkan bahwa dengan proses las maka sifat keuletannya belum menunjukkan perubahan yang besar. Dengan demikian proses las dengan arus 140 sampai dengan 160 ampere merupakan besar arus yang cocok untuk pengelasan baja dengan tebal 12 mm dengan pemakaian elektroda berdiameter 3,2 mm. Dengan pemakaian besaran tersebut belum terjadi perubahan yang signifikan terhadap benda asal.

- Hubungan Struktur Mikro terhadap Kekuatan Tarik

Dari hasil pengujian tarik diketahui bahwa nilai untuk benda asal mengalami penurunan dibanding dengan variasi arus pengelasan, ini karena panas yang dihasilkan saat pengelasan yang menyebabkan bahan makin ulet sehingga kekuatan yang dihasilkan makin tinggi. Nilai kekuatan untuk arus 160 ampere lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok spesimen dengan variasi arus 140 ampere dan 150 ampere, karena struktur mikro ferit acicular lembut yang berupa bilah-bilah menyilang lebih optimal, sehingga memiliki kekuatan yang besar pada saat menerima beban tarikan.

Pada daerah HAZ memiliki struktur ferit kasar, bainit dan ferit halus. Pembentukan struktur ini adalah sebagai akibat dari pendinginan pada proses pengelasan dengan jumlah tempuhan yang berulang. Pendinginan yang cepat menyebabkan struktur HAZ yang berbatasan dengan logam las terlihat lebih kasar dibandingkan struktur mikro daerah HAZ dengan logam induk.



Gambar 5. Struktur mikro spesimen uji yang di las dengan Arus 160 A (Etsa 3% Nital, Pembesaran 400 X)

KESIMPULAN

1. Nilai Tegangan Tarik maksimum dan Kekuatan Luluh untuk pengelasan dengan arus 160 A memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan nilai tegangan tarik pada pengelasan dengan arus 140 A dan 150 A. Namun nilai tersebut tidak signifikan jika dibandingkan dengan benda asal tanpa proses pengelasan.
2. Dengan pemakaian arus pengelasan 160 ampere maka struktur mikro logam isian berupa ferit acicular berupa bilah-bilah menyilang yang optimal, sehingga memiliki kekuatan yang besar pada saat menerima beban tarikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Degarmo, E. Paul, J T. Black dan Ronald A. Kohser, 2003. **“Materials And Processes In Manufacturing”**. Ninth Edition, John Wiley & Sons, Inc.

Daryanto, 2010. **“Proses Pengolahan Besi dan Baja”**. PT. Sarana Tutorial Nurani Sejahtera, Bandung.

Daryanto, 2010. **“Ilmu Metalurgi”**. PT. Sarana Tutorial Nurani Sejahtera, Bandung.

Prof. DR. Ir. Wiryosumarto Harsono, Prof. DR. Toshie Okumurah, 1991. **“Teknologi Pengelasan Logam”**, Cet. 5, PT Pradnya Paramita, Jakarta.

Siswanto, S.T. Sofan Amri, S.Pd, 2011. **“Konsep Dasar Teknik Pengelasan”**. Jilid 1, PT. Prestasi Pustakaraya, Jakarta.

Sonawan Hery, Suratman Rohim, 2004. **“Proses Pengelasan Logam”**, CV. Alfabeta, Bandung.