

KEKUATAN TARIK DAN BENDING SAMBUNGAN LAS PADA MATERIAL BAJA SM 490 DENGAN METODE PENGELASAN SMAW DAN SAW

Naharuddin, Alimuddin Sam, Candra Nugraha

Jurusan Teknik Mesin

Universitas Tadulako

Palu, Indonesia

Email: naharuddin_untad@yahoo.co.id

Abstract: Tensile Strength and Welding Bending on SM 490 Steel With SMAW and SAW Welding Method. This research aims to determine the strength of welded steel SM490. The process of SAW welding used welding current 100-125 Ampere and SMAW 300 Ampere. Electrodes used in this welding method was E 7018 (SMAW) and F7A4EM12K (SAW). The seam type used seam V with angle 60°. This experiment was testing the tensile and bending. The highest tensile strength of weld joint was in SMAW welding method with an average value of 666.05 MPa tensile stress compared with SAW welding method of 621.78 MPa and raw materials was 608.28 MPa. The bending strength of the weld joint SMAW welding method was 109.46 MPa was greater than the value of the bending strength SAW method was 76.68 MPa, and raw material or without welding was 68.28 MPa

Key Words: SMAW, SAW, steel SM490, tensile, bending

Abstrak: Kekuatan Tarik dan Bending Sambungan Las Pada Material Baja SM 490 Dengan Metode Pengelasan SMAW dan SAW. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan sambungan las baja SM490. Proses pengelasan SAW menggunakan arus pengelasan 100 – 125 Amper dan SMAW 300 Amper. Elektroda yang digunakan dalam metode pengelasan ini adalah E 7018 (SMAW) dan F7A4EM12K (SAW). Jenis kampuh yang digunakan adalah kampuh V dengan sudut 60°. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik dan bending. Kekuatan tarik sambungan las tertinggi terjadi pada metode pengelasan SMAW dengan nilai rata-rata tegangan tarik sebesar 666,05 MPa dibandingkan dengan metode pengelasan SAW sebesar 621,78 Mpa dan raw material sebesar 608,28 MPa. Kekuatan bending pada sambungan las metode pengelasan SMAW sebesar 109,46 MPa lebih besar dibandingkan dengan nilai kekuatan bending pada metode SAW sebesar 76,68 MPa, dan raw material atau tanpa pengelasan sebesar 68,28 MPa

Kata Kunci : SMAW, SAW, baja SM490, tarik, bending

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi produksi dan bahan baku logam tidak dapat dipisahkan dari pemanfaatan teknologi pengelasan. Sehingga boleh dikatakan hampir tidak ada logam yang tidak dapat dilas. Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan

dan menghasilkan sambungan yang kontinu (Sonawan, 2006).

Penyambungan dengan cara mengelas merupakan salah satu metode penyambungan yang luas penggunaannya pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Metode penyambungan lain yang digunakan pada sambungan logam adalah baut dan keling. Teknologi pengelasan, selain dapat dipakai untuk menyambung dan memotong logam, juga dapat dipakai untuk mengisi lubang-

lubang pada coran, membuat lapisan keras pada perkakas, mempertebal bagian-bagian yang sudah aus, dan macam-macam reparasi lainnya.

Las adalah salah satu cara untuk menyambung benda padat dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan (Widharto, 2001). Faktor yang mempengaruhi hasil pengelasan adalah prosedur pengelasan yaitu cara pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasi dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut. Proses produksi pengelasan yang dimaksud adalah proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan (meliputi: pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh) (Wiryosumarto, 2000).

Pada saat ini teknik pengelasan SAW (*Submerged Arc Welding*) dan SMAW (*Shielding Metal Arc Welding*) telah dilakukan secara luas, salah satunya pada pembangunan PLTA Poso II. Jenis Pengelasan yang digunakan pada PLTA poso II yaitu SAW dan SMAW. Penggunaan pengelasan terutama digunakan untuk menyambung bagian dari pipa pesat (*penstock*). Pipa *penstock* berfungsi untuk menyalurkan air menuju *power house* yang merupakan rumah turbin yang akan memutar generator, oleh karena itu proses pengelasan pada pipa *penstock* memiliki peranan yang sangat penting. Permasalahan yang terjadi setiap menyambung pada material konstruksi adalah berapa besar kekuatan sambungan las setelah mengalami pengelasan

Penelitian sebelumnya, Hadi (2009) telah melakukan penelitian mengenai pengelasan metode SMAW, FCAW, dan SAW pada material *mild steel* (ST.42). Metode SMAW kawat las yang digunakan AWS A5.1 E6013 dia. 3,2 mm dan dia. 4mm. Metode SAW digunakan kawat las AWS A5-17 EM 12K dia. 4 mm dengan pelindung fluks. Hasil penelitiannya menunjukkan, pengelasan metode SAW mempunyai kekuatan tarik lebih baik dari metode SMAW. Sedangkan hasil pengujian

tegangan lentur (bending), menunjukkan bahwa pengelasan dengan metode SMAW mempunyai tegangan lentur atau kekuatan bending lebih baik.

Menurut Tarkono (2012), Perbedaan penggunaan jenis-jenis elektroda akan mempengaruhi kekuatan tarik hasil pengelasan dan perpanjangan (*elongation*). Peneliti lainnya (syahrani, 2013) melakukan penelitian dengan variasi arus pengelasan terhadap kekuatan tarik dan bending pada baja SM 490 diperoleh perbedaan nilai kekuatan tarik dan bending. Penelitian ini menggunakan perbedaan metode pengelasan, penggunaan arus, dan jenis elektroda.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kekuatan tarik dan bending sambungan las pada material baja SM 490 dengan Metode Pengelasan SAW (*Submerged Arc Welding*) dan SMAW (*Shielding Metal Arc Welding*)

METODE PENELITIAN

Proses pengelasan yang digunakan adalah SAW (*Submerged Arc Welding*) dan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*). Pengelasan SAW atau las listrik busur terendam menggunakan arus pengelasan 100-125 Amper dengan elektroda F7A4EM12K. Proses pengelasan SMAW menggunakan arus 300 Amper dengan elektroda E 7018. Jenis kampuh yang digunakan adalah kampuh V dengan sudut 60°. Penelitian untuk proses pengelasan dilakukan di PT.POSO ENERGY yang terletak di Desa Sulewana Kecamatan Pamona Utara Kabupaten Poso sedangkan untuk Pengujian tarik dan bending dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tadulako

Pembuatan spesimen sesuai dengan bentuk standar untuk suatu pengujian bahan, maupun bentuk lain yang disesuaikan dengan kebutuhan dengan menggunakan mesin-mesin perkakas. Mesin perkakas yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin skrap

dan mesin gerinda. Mesin skrap dan mesin gerinda digunakan untuk membentuk spesimen sesuai dengan standar uji bahan

Pengujian tarik dan bending menggunakan mesin uji tarik. Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis dari suatu logam terhadap tarikan dari bahan yang akan di uji. Pengujian tarik dapat diketahui beberapa sifat mekanik material yang sangat dibutuhkan dalam desain rekayasa yaitu kekuatan (tegangan), keuletan (*elongasi*) dan modulus elastisitas. Menurut surdia (1995), hubungan antara tegangan dan regangan pada beban tarik ditentukan dengan rumus sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Dimana:

- F = beban (N)
- A = luas penampang (mm²)
- σ = tegangan (Mpa).

Menurut surdia (1995), bahwa besarnya regangan adalah jumlah pertambahan panjang. Nilai regangan ini adalah regangan proporsional yang didapat dari garis Proporsional pada grafik tegangan-tegangan hasil uji tarik.

$$\varepsilon = \Delta l / L_0 \quad (2)$$

Dimana :

- ε = regangan (mm/mm)
- Δl = pertambahan panjang (mm)
- L_0 = panjang mula-mula (mm)

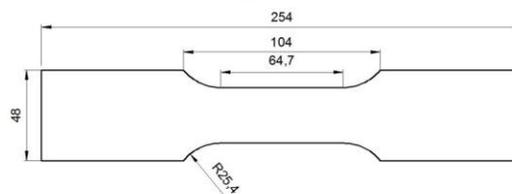
Menurut surdia (1995), daerah proporsional adalah daerah dimana tegangan regangan yang terjadi masih sebanding. Defleksi yang terjadi masih bersifat elastis dan masih berlaku hukum *hooke*. Besarnya nilai modulus elastisitas spesimen merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada daerah proporsional yang dapat dihitung dengan persamaan.

$$E = \sigma / \varepsilon \quad (3)$$

Dimana :

- E = modulus elastisitas (Mpa).
- σ = kekuatan tarik (Mpa).
- ε = regangan (mm/mm)

Pembuatan spesimen uji tarik mengacu pada standar ASTM E 8M-01. Dimensi pengujian kekuatan tarik bahan dapat di lihat pada gambar 1 berikut.

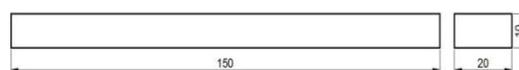


Gambar 1. Spesimen Uji Tarik (ASTM E 8M-01)

Setelah proses pengelasan selesai, di lanjutkan pembuatan spesimen sesuai standar ASTM E 8M-01 yang nantinya akan di uji tarik. Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik dari spesimen yang di uji. Pengujian dilakukan dengan mesin uji "*Universal Testing Machine*".

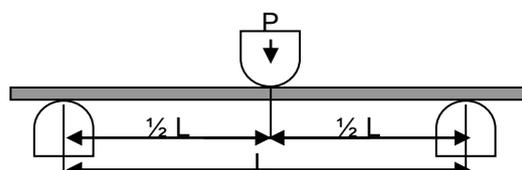
Pengujian bending ini bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan lentur dari spesimen. Pengujian dilakukan dengan jalan memberikan beban lentur secara perlahan-lahan sampai spesimen mencapai titik leleh.

Pembuatan spesimen uji bending mengacu pada standar ASTM E23-02 untuk pengujian bending dapat di lihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Spesimen uji bending (ASTM E23-02)

Pada perlakuan uji bending bagian atas spesimen mengalami proses penekanan dan bagian bawah mengalami proses tarik sehingga spesimen mengalami patah bagian bawah karena tidak mampu menahan tegangan tarik



Gambar 3. Metode *three-point* Bending (sumber: Syahrani, 2013)
Kekuatan bending dirumuskan sebagai berikut :

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (4)$$

Dimana :

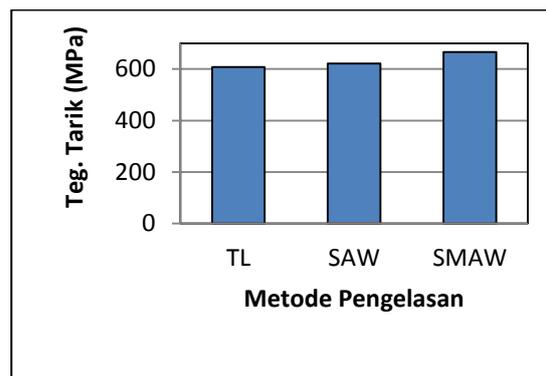
- σ_b = kekuatan bending (Mpa)
- P = beban / *load* (N)
- L = panjang span (mm)
- b = lebar/ *width* (mm)
- d = tebal / *depth* (mm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

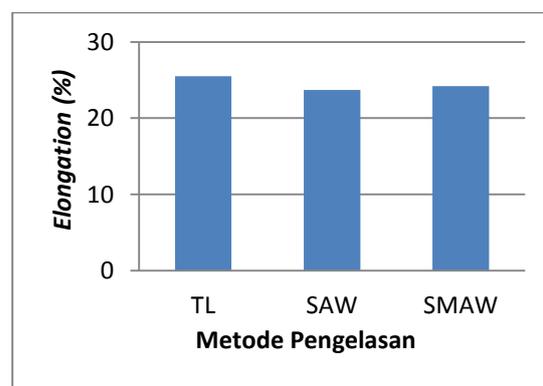
Kekuatan tarik hasil pengelasan dengan metode pengelasan SAW dan SMAW dapat ditunjukkan pada tabel 1 dan gambar 4. Hasil pengujian tarik tersebut menunjukkan besarnya harga gaya maksimal pada saat putus (P_{max}) dan pertambahan panjang material saat putus (ΔL). Hasil pengujian tarik yang dilakukan dengan variasi metode pengelasan didapatkan harga tegangan maksimum (σ_{max}), tegangan putus (σ), dan *elongation* (ϵ). Tiap-tiap variabel percobaan terdapat tiga sampel spesimen. Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan data saat pengujian tarik yang dikelompokkan berdasar metode pengelasan.

Tabel 1. Data hasil pengujian tarik nilai rata – rata

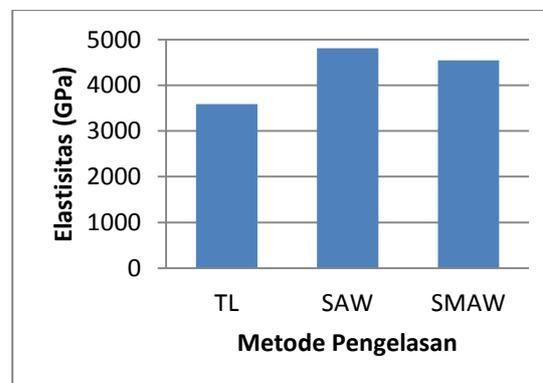
No	Metode	σ (Mpa)	ϵ (%)	E (GPa)
1	Tanpa Las (TL)	608,28	25,5	3585,3
2	SAW	621,78	23,7	4810,5
3	SMAW	666,05	24,2	4545,1



Gambar 4. Grafik tegangan pengujian tarik



Gambar 5. Grafik regangan pengujian tarik



Gambar 6. Elastisitas Pengujian Tarik

Berdasarkan gambar 4 di atas, nilai rata – rata tegangan tarik raw material atau tanpa pengelasan (TL) lebih kecil dibandingkan dengan nilai rata-rata tegangan tarik metode pengelasan SAW dan SMAW. Nilai rata-rata untuk tegangan tarik raw material sebesar 608,28 MPa, tegangan tarik rata-rata untuk metode pengelasan SAW sebesar 621,78 MPa, dan untuk metode pengelasan SMAW diperoleh nilai tegangan tarik rata-rata

sebesar 666,05 MPa. Berdasarkan data tersebut menunjukkan kualitas pengelasan yang baik karena tegangan tarik dari metode pengelasan SAW dan SMAW lebih besar dari pada tegangan tarik Raw Material atau tanpa pengelasan (TL). Membandingkan kedua metode pengelasan tersebut, tegangan tarik pengelasan SMAW lebih besar dari SAW.

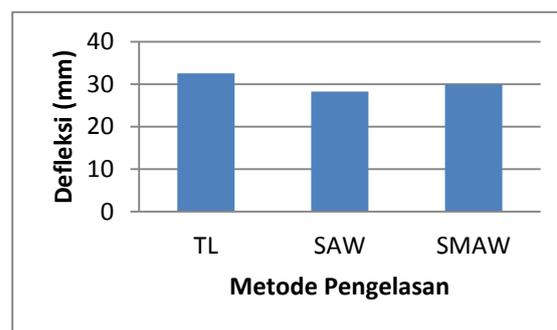
Berdasarkan Gambar 5 di atas, perbandingan nilai regangan tarik pada metode pengelasan SAW dan SMAW lebih kecil dibandingkan dengan nilai regangan raw material atau tanpa pengelasan (TL). Nilai rata – rata regangan tarik metode pengelasan SAW sebesar 23,7% dan SMAW mempunyai nilai rata-rata sebesar 24,2%. Sedangkan nilai rata-rata regangan spesimen raw material sebesar 25,5 %.

Berdasarkan gambar 6 di atas, perbandingan nilai rata-rata elastisitas hasil pengujian tarik metode pengelasan SAW lebih besar bila dibandingkan dengan nilai rata-rata hasil pengujian tarik metode pengelasan SMAW dan raw material. Nilai rata-rata elastisitas untuk metode pengelasan SAW sebesar 4810,5 GPa, SMAW sebesar 4545,1 GPa, dan nilai rata – rata elastisitas raw material sebesar 3585,3 GPa

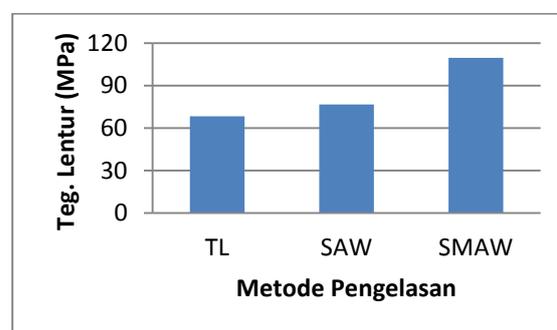
Hasil pengujian bending diperoleh besarnya harga gaya beban maximum saat menekuk. Dari pengujian tekuk tersebut didapatkan harga gaya beban (P_{beban}) dan tegangan lentur maximum (σ_{max}). Tiap-tiap variabel pengujian terdapat tiga sampel spesimen. Tabel 2, gambar 7, dan gambar 8 merupakan hasil dari perhitungan defleksi dan tegangan bending (lentur) pada saat pengujian bending. Data tersebut dikelompokkan berdasarkan metode pengelasan.

Tabel 2. Data hasil pengujian bending nilai rata – rata

No	Metode	Defleksi (mm)	σ_b (MPa)
1	Tanpa las (TL)	32,50	68,28
2	SAW	28,28	76,68
3	SMAW	29,87	109,46



Gambar 7. Grafik Defleksi dengan pengujian bending



Gambar 8. Grafik tegangan lentur pengujian bending

Berdasarkan data dan hasil Pengujian bending di atas, nilai rata-rata tegangan bending pada metode pengelasan SMAW lebih besar dibanding dengan nilai rata-rata tegangan bending pada metode pengelasan SAW dan raw material atau tanpa pengelasan. Nilai rata-rata tegangan bending untuk proses pengelasan SAW sebesar 76,68 MPa. Sedangkan nilai rata-rata tegangan bending metode pengelasan SMAW sebesar 109,46 MPa, dan nilai rata-rata raw material atau tanpa pengelasan (TL) sebesar 68,28 MPa.

Berdasarkan hasil uji bending, tidak ditemukan keretakan pada hasil lasan baik pada proses las SAW dan SMAW. Hasil tersebut menunjukkan hasil las memenuhi standar. Nilai tegangan bending yang diperlukan untuk menekuk spesimen hasil pengelasan dengan metode pengelasan SMAW lebih besar dibanding dengan nilai tegangan lentur metode pengelasan SAW. Nilai tegangan lentur SAW lebih besar dibandingkan

dengan nilai tegangan lentur raw material tanpa pengelasan (TL). Raw material tanpa pengelasan tidak mengalami pemanasan sehingga mempunyai nilai tegangan lentur yang lebih kecil. Sedangkan nilai modulus elastisitas metode pengelasan SMAW juga lebih besar dibandingkan nilai modulus elastisitas metode pengelasan SAW maupun raw material. Hal ini menunjukkan bahwa material dengan pengelasan SMAW lebih lentur dibandingkan pengelasan SAW dan raw material, mengingat pengelasan SAW menggunakan butiran fluks untuk menstabilkan nyala busur listrik sehingga tidak mempengaruhi karakteristik dari logam induk. Sedangkan pengelasan SMAW menyebabkan logam induk mengalami pemanasan akibat nyala busur listrik.

SIMPULAN

Kekuatan tarik sambungan las tertinggi terjadi pada metode pengelasan SMAW dengan nilai rata-rata tegangan tarik sebesar 666,05 MPa dibandingkan dengan metode pengelasan SAW sebesar 621,78 MPa dan raw material/tanpa pengelasan sebesar 608,28 MPa. Kekuatan bending pada sambungan las metode pengelasan SMAW sebesar 109,460 MPa lebih besar dibandingkan dengan nilai kekuatan bending pada metode SAW sebesar 76,680 MPa, dan raw material/tanpa pengelasan sebesar 68,280 MPa.

DAFTAR RUJUKAN

- Hadi,S.,Eko. 2009. *Analisa Pengelasan Mild Steel (St.42) Dengan Proses SMAW, FCAW Dan SAW Ditinjau Dari Segi Kekuatan Dan Nilai Ekonomis*. KAPAL, Vol. 6, No.2, 107-117.
- Sonawan, H., Sutratman, R., 2006. *Pengantar Untuk Memahami Pengelasan Logam*. Alfa Beta.

- Bandung
- Surdia, Tata. 1995. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Edisi 2. PT Pradnya Paramita. Jakarta
- Syahrani, A., Sam, A., Chairulnass. 2013. Variasi Arus Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending pada Hasil Pengelasan SM 490. *Jurnal Mekanikal*, Vol. 4 No. 2: Juli 2013: 393-402
- Tarkono, Siahaan, P.,G., Zulhanif. 2012. *Studi Penggunaan Jenis Elektroda yang Berbeda Terhadap Sifat mekanik Pengelasan Baja AISI 1045*. *Jurnal Mechanical*. Volume 3. Nomor 2. 51-62.
- Widharto S., 2006. *Petunjuk Kerja Las*. Cetakan keenam. PT Pradnya Paramita. Jakarta
- Wiryosumarto, H., 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Erlangga. PT Pradnya Paramita. Jakarta