PENGARUH BESAR ARUS LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN ELEKTRODA SMAW TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN LAS *BUTT JOINT* PADA PLAT *MILD STEEL*

Sarjito Jokosisworo
Program Studi S1 Teknik Perkapalan Fakultas Teknik UNDIP

ABSTRACT

The influence of mechanic disposition, is one of the factor influence ship strength. This influence can be test by mechanical test in welding butt joint. The result test database analysis can be conclude that very helpful to increase safety and quality butt joint. With steel specification C= 0,15%, Si= 0,24%, Mn= 0,88%,P= 0,018%, S= 0,034%. This material give a 90, 110, 125 ampere with SMAW AC electrode diameter 3,2 mm x 350 mm with V root and 60^0 angle

In the fabrication of mild steel products, components or equipment, manufacturers employ welding as the principal joining method. Mild steel are weldable materials, and a welded joint can provide optimum corrosion resistance, strength, and fabrication economy. However, designers should recognize that any metal, including stainless steels, may undergo certain changes during welding. It is necessary, therefore, to exercise a reasonable degree of care during welding to minimize or prevent any deleterious effects that may occur, and to preserve the same degree of corrosion resistance and strength in weld zone that is an intheren part of the base metal.

Keywords : Mechanic, Steel, SMAW welding

1.1 Latar Belakang

Baja lunak merupakan material yang banyak dipergunakan dalam dunia industri dan konstruksi-konstruksi umum. Luasnya pemakaian dari pada baja lunak dikarenakan baja tersebut mempunyai kekuatan, sifat mampu las yang baik. Sifat mampu las ini sangat penting karena dalam perkembangan industri dan konstruksi dikenal adanya penyambungan antara komponen yang satu dengan komponen yang lain yang menggunakan teknik pengelasan. Salah satu teknik pengelasan yang digunakan dalam industri dan konstruksi adalah las busur listrik, yang salah satu tekniknya menggunakan elektroda terbungkus,. Hal ini dikarenakan dengan teknik pengelasan tersebut kecepatan penyelesaian lebih cepat dan hasil yang lebih baik dari pengelasan lain disamping proses produksinya tidak terlalu mahal

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan pertimbangan tersebut diatas maka masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini hanya meliputi pengaruh mekanis pada penggunaan elektroda dengan besar arus yang berbeda, dalam beberapa sambungan kampuh las dengan metode pengelasan datar.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan tugas akhir sehingga sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan.Batasan masalah yang akan dibahas adalah dengan membedakan elektroda pada masing-masing proses pengelasan akan didapatkan sifat mekanis yang berbeda pada hasil lasan. Logam induk yang akan digunakan dalam pengelasan ini adalah baja lunak type Mild Steel ST 42 dengan ketebalan 8 mm. Dalam industri dan konstruksi baja lunak ini sering digunakan terutama untuk konstruksi dan pondasi, disamping sifat baja lunak yang mempunyai mampu las yang baik sesuai persyaratan yang digunakan. maka diharapkan akan mempermudah dalam perawatan.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini yaitu:

1. Penelitian dilaksanakan dengan tujuan menghitung kekuatan tarik, impact dan kekuatan tekuk maksimum sambungan las pada pengelasan *Butt Joint*.
2. Membandingkan hasil perhitungan kekuatan tarik, impact dan kekuatan tekuk antara beberapa macam variasi besar arus

listrik dan *pass* yang berbeda pada pengelasan *Butt joint* agar didapat kesimpulan jenis variasi yg memiliki kekuatan lebih besar.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengelasan

Penggunaan teknik pengelasan dalam kostruksi sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa gas, pipa saluran, kendaraan rel dan lain sebagainya.

Disamping untuk pembuatan, proses las dapat juga dipergunakan untuk reparasi misalnya untuk mengisi lubang–lubang coran, membuat lapisan keras pada perkakas, mempertebal bagian–bagian yang sudah aus dan macam–macam reparasi lainnya. Pengelasan bukan tujuan utama dari konstruksi, tetapi hanya merupakan sarana untuk mencapai ekonomi pembuatan yang lebih baik. Karena itu rancangan las dan cara pengelasan harus betul-betul memperhatikan kesesuaian antara sifat-sifat las dengan kegunaan konstruksi serta keadaan di sekitarnya.

Prosedur pengelasan kelihatannya sangat sederhana, tetapi sebenarnya di dalamnya banyak maslah-masalah yang harus diatasi dimana pemecahannya memerlukan bermacam-macam pengetahuan. Karena itu dalam pengelasan, pengetahuan harus turut serta mendampingi praktek. Secara lebih terperinci dapat dikatakan bahwa dalam perancangan konstruksi bangunan dan mesin dengan sambungan las, harus direncanakan pula tentang cara pengelasan, cara pemeriksaan, bahan las dan jenis las yang akan dipergunakan, berdasarkan fungsi dari bagian-bagian bangunan atau mesin yang dirancang.

Berdasarkan definisi dari Deutche Industrie Normen (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Pada waktu ini telah digunakan lebih dari 40 jenis pengelasan termasuk pengelasan yang dilaksanakan dengan hanya menekan dua logam yang disambung sehingga terjadi ikatan antara atom-atom atau molekul-molekul dari logam yang disambungkan.

Saat ini teknologi pengelasan maju dengan pesat sehingga menjadi suatu teknik penyambungan yang mutakhir. Cara-cara dan teknik-teknik pengelasan
yang banyak digunakan pada waktu ini seperti las busur, las resistansi listrik, las termit dan las gas,

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode aplikasi, yaitu menerapkan ketentuan-ketentuan yang sudah ada, seperti pada pembuatan sample uji serta pengujiannya. Hasil uji dievaluasi dengan membandingkan hasilnya dengan persyaratan yang telah ditentukan.

Bahan plat baja kapal dipilih jenis plat baja ST 42 yang umum digunakan dalam pembuatan bangunan baru kapal dan reparasi. Cara pengambilan sampel untuk pengelasan mengacu pada peraturan JIS (*Japan Industrial Standartl*) dan kemudian dilakukan pengelasan digalangan kapal PT. Jasa Marina Indah Semarang.

Bagan penelitian dapat dilihat pada diagram 3.6. Dari diagram tersebut dapat dilihat urutan pemrosesan pembuatan dan pengambilan sampel benda uji, pemotongan dan pengelasan, pembagian sampel untuk jenis metode proses pengelasan SMAW serta pengujian *destructive test* yang meliputi pengujian tarik, tekuk dan tumbuk. Untuk mengetahui perbedaan sifat mekanis dan efisiensi pengelasan dengan proses SMAW kemudian dilakukan evaluasi analisis sifat mekanis dan perhitungan efisiensi dari proses pengelasan tersebut.

3.2. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan secara langsung dan wawancara yang meliputi :

a) Mempelajari jenis plat yang akan diteliti dan mengetahui sifat mekanis dan komposisi kimia pada baja yang akan digunakan.
b) Mempelajari metode pengelasan yang akan digunakan, yaitu metode pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arch Welding*)
c) Wawancara dengan personal yang terkait dengan proses tersebut
d) Mempersiapkan pembuatan specimen dan pengujian yang akan dilakukan

3.3. Dasar Teori

a. Rumus yang digunakan dalam uji tarik

Apabila sepasang gaya tarik aksial menarik suatu batang dan akibatnya batang tersebut cenderung menjadi meregang atau bertambah panjang, maka gaya tersebut dinamakan gaya tarik, dan gaya tersebut menghasilkan tegangan tarik dalam (internal) aksial pada batang disuatu bidang yang terletak tegak lurus atau normal terhadap sumbunya.
Rumus tegangan tarik adalah

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Keterangan :
σ = Kekuatan tarik (N / mm^2)
P = Gaya maximum (N / mm^2)
A = Luas penampang (mm^2)

b. Perubahan bentuk aksial (regangan)

Besar regangan adalah perbandingan antara selisih panjang sesudah putus dan panjang mula-mula dengan panjang mula-mula. Rumus besar regangan adalah

$$\varepsilon = \left[\left[Lu - Lo \right] \Big/ Lo \right] \times 100$$

ε = Regangan (%)
Lo = Panjang mula-mula (mm)
Lu = Panjang sesudah putus (mm)

3.4.Pengujian Tekuk (*bending test*)

Pengujian dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sifat ulet *(ductility)* dan kegetasan dari bahan serta mengetahui mampu deformasi dengan radius bengkok tertentu..

Sedangkan metode pengujian yang dipakai adalah *Triple Point* yaitu benda uji ditumpu dengan satu tumpuan dibagian atas benda uji dan dua tumpuan dibagian bawah benda uji.

Dari hasil pengujian tekuk didapatkan data gaya tekan maximum (P_{max}). Dari data tersebut dapat dihitung tegangan lentur maximumnya (σ_{lentur}) dengan rumus sbb :

$$\sigma_{lentur} = \frac{P_{max} \times ls}{4\,W} \; N / mm^2$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} \; mm^3$$

Dimana :
Ls : Jarak antar dua tumpuan
W : Modulus
B : lebar specimen
H : tebal spesimen

3.5. Pengujian Tumbuk *(impack test)*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui energi tumbukan atau tegangan keuletan yang dapat ditahan material tersebut pada posisi daerah lasan *(welding metal)*. Dari hasil pengujian didapatkan data besarnya tenaga patah dalam Joule. Dari data tersebut dapat dihitung tegangan maximum (σ_{max}) yang dapat ditahan oleh material tersebut dengan membagi gaya max (P_{max}) dengan luas penampang sample (A).

$$\sigma_{max} = \frac{P_{max}}{A} \quad (Joule / mm^2)$$

Tabel 1. Data utama hasilpengujian tarik

No	mm^2	P_{yeild} N	σ_y N/mm^2	P_{max} N	σ_{max} N/mm^2	P_{break} N	σ_{break} N/mm^2	ℓo mm	$\ell 1$ mm	$\Delta\ell$ mm	ε %	Lksi Pts
90A 1	148	34.8	235,5	35.1	237,6	30	203	75	98	23	30,6	BM
90A 2	156	25	116.1	34.4	221,0	29	186,3	75	97	22	29,3	BM
Rata - rata					**229,3**			**Rata -rata**			**29,9**	
110A 1	148	28200	190,9	35800	242,3	29800	201,7	75	95	20	26,6	BM
110A 2	150	28100	187,7	36100	241,1	30400	203	75	96	21	28	BM
Rata - rata					**241,7**			**Rata - rata**			**27,3**	
125A 1	138	26200	190	34200	248,0	28200	204,5	75	90	15	20	BM
125A 2	142	29000	204,5	35600	251,0	29400	207,3	75	94	19	25,3	BM
Rata - rata					**249,5**			**Rata - rata**			**22,6**	

Berdasarkan data tersebut diatas hasil lasan dengan ampere dan *pass* yg berbeda proses putusnya specimen pada daerah Base Metal / metal dasar yang menunjukkan bahwa kekuatan hasil lasan ketiga proses las tersebut memenuhi standart syarat kekerterimaan dan dari hasil tegangan tarik max dari ketiga specimen hasil proses las menunjukkan kombinasi terbaik ada pada ampere 125

No	b_0 (mm)	h_0 (mm)	W (mm^3)	Ls (mm)	P beban (N)	σ_{lentur} (N/mm2)	Keterangan
90A 1	7,5	19,6	480	120	6800	424,82	Tdk ada cacat las
90A 2	7,7	19,8	503	120	6700	399,51	Tdk ada cacat las
Rata – rata						**412,16**	
110 A 1	7,8	19,7	505	120	7000	416,24	Tdk ada cacat las
110 A 2	7,7	19,6	493	120	7000	425,96	Tdk ada cacat las
Rata – rata						**421,1**	
125 A 1	7,7	19,7	498	120	6600	397,55	Tdk ada cacat las
125 A 2	7,7	19,8	503	120	6500	387,58	Tdk ada cacat las
Rata – rata						**392,56**	

Berdasarkan data hasil uji bending menunjukkan bahwa setelah dibending pada hasil lasan tidak adanya keretakan pada hasil lasan, baik pada kombinasi 1 atau 2 *pass*. Hasil tersebut memenuhi standart keterterimaan hasil las. Tegangan lentur yang diperlukan untuk menekuk specimen hasil lasan dengan ampere 110 lebih baik dari ampere 90 dan 125.

No	b_0 (mm)	h_0 (mm)	A (mm2)	F patah (Joule)	Nilai Ulet (Joule/mm2)	Sudut ayun tanpa benda uji (α^0)	Sudut ayun patahkan benda uji (β^0)
90A 1	7,5	7	52	29	0,56	157	123
90A 2	7,5	8,1	61	55	0,90	157	102
Rata – rata					**0,73**		
110A 1	7,5	7,5	56	51	0,91	157	106
110A 2	7,5	8,1	61	47	0,77	157	109
Rata – rata					**0,84**		
125A 1	7,5	7,9	59	31,5	0,53	157	121
125A 2	7,5	7,7	58	36	0,62	157	112
Rata - rata					**0,57**		

Berdasarkan data tersebut diatas harga keuletan hasil lasan dengan ampere 110 lebih ulet dibandingkan dengan ampere 90 dan 125.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kekuatan mekanis yaitu tegangan tarik rata-rata ampere 90 sebesar 237.6 N/mm^2 (1 *pass)* dan 221 N/mm^2 (2 *pass*) , ampere 110 sebesar 242.3 N/mm^2 (1 *pass)* dan 241.1 N/mm^2 (2 *pass*) dan ampere 125 sebesar 248 N/mm^2 (1 *pass)* dan 251 N/mm^2 (2 *pass*), menunjukkan bahwa dengan kombinasi ampere 125 dgn 2 *pass* adalah yg paling baik.
2. Sedangkan tegangan lentur rata-rata ampere 90 sebesar 424.8 N/mm^2 (1 *pass)* dan 399.5 N/mm^2 (2 *pass*) , ampere 110 sebesar 416.2 N/mm^2 (1 *pass)* dan 425.9 N/mm^2 (2 *pass*) dan ampere 125 sebesar 397.5 N/mm^2 (1 *pass)* dan 387.5 N/mm^2 (2 *pass*), menunjukkan bahwa hasil pengelasan dengan ampere 110 dgn 2 *pass* mempunyai kelenturan yang lebih baik dibanding dengan kombinasi yg lainnya.
3. Untuk keuletannya hasil pengelasan ampere 90 sebesar 0.56 Joule/mm^2 (1 *pass)* dan 0.90 Joule/mm^2 (2 *pass*) , ampere 110 sebesar 0.91 Joule/mm^2 (1 *pass)* dan 0.77 Joule/mm^2 (2 *pass*) dan ampere 125 sebesar 0.53 Joule/mm^2 (1 *pass)* dan 0.62 Joule/mm^2 (2 *pass*), menunjukkan bahwa hasil pengelasan

dengan ampere 110 dgn 1 *pass* mempunyai keuletan yang lebih baik dibanding dengan kombinasi yg lainnya.

5.2. Saran

1. Maka dari kesimpulan diatas diberikan saran bahwa untuk mendapatkan hasil pengelasan yg baik arus dan kombinasi *pass* yg digunakan harus sesuai dengan tebal pelat yg akan dipakai untuk mendapatkan hasil yg maksimal dan setelah dilakukan penelitian bahwa arus 110 dgn kombinasi 2 *pass* adalah yg paling baik.
2. Agar dibuatkan metode pengelasan (Welding Procedure Specification) untuk memudahkan saat pengelasan dan mendapatkan hasil yg maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

BE, Probo Antonius 1999, "*Pengetahuan Elektroda Las dan Simbol Las*", Jakarta.

Inlastek, 2005, "*Welding Inspector Level 1*", Surakarta

Japan External Trade Organization, 1983, "*Arc Welding For Engineering Craftsme*", Jakarta

PT Intan Pertiwi Industri, 2006, "*Tuntunan Pengelasan SMAW*", Jakarta

PT PAL Indonesia, 2006, "*Welding Detail & Procedure",* PT PAL Indonesia, Surabaya

Wiryosumarto. H dan Okumura, 2000, "*Teknologi Pengelasan Logam,* PT Pradnya Paramita, Jakarta