

STUDI KEKUATAN HASIL LAS OXY-ACETYLENE PADA VARIASI KAMPUH

Oleh :

Nofriady Handra¹ & Peri Indra Yudi²

¹ Dosen Teknik Mesin - Institut Teknologi Padang

² Alumni Teknik Mesin ITP

Email : nofriadi_handra@yahoo.com

Abstract

The welding use gas of Oxy-Acetylene as source of heat represent one of the way of weld which quite a lot used at field. The test at the result of oxy-acetylene conducted with a few form different of groove, to know strength of weld form groove of test. Objective of the research is to knowing strength of result weld Oxy-Acetylene at steel of ST 37 which is joint on form groove of U,V and X. The result test of strength steel ST 37 with thick the sample is 5 mm which is with Oxy-Acetylene form of groove U,V and X this can be concluded, the tensile strength of weld steel which is smaller than tensile strength of the steel without weld, and weld steel result have the character of brittle and coarse grain. Tensile strength result of biggest welding happened at test of weld with form groove V that is equal to 317.7 N/mm^2 . Joint of weld with form groove U have : $F_{maks} = 16768.8 \text{ N}$, groove V : $F_{maks} = 19856.3 \text{ N}$ and groove X : $F_{maks} = 17381.2 \text{ N}$.

Keywords : Oxy-Acetylene welding, groove U, V and X joint

PENDAHULUAN

Pengelasan adalah salah satu penyambungan dua bagian logam secara permanen dengan menggunakan tenaga panas. Tenaga panas ini diperlukan untuk mencairkan bahan dasar yang akan disambung dan kawat las sebagai bahan pengisi. Setelah dingin dan membeku, akan terbentuk ikatan yang kuat dan permanen. Pengelasan Oxy-Acetylene merupakan pengelasan dengan gas yang dilakukan dengan cara membakar bahan bakar gas (acetylene) dengan oksigen sehingga menimbulkan nyala api dengan suhu yang dapat mencairkan logam induk dan logam pengisi.

Pengelasan menggunakan las gas Oxy-Acetylene sebagai sumber panas merupakan salah satu cara pengelasan yang cukup banyak digunakan dilapangan. Hal ini disebabkan karena pengelasan Oxy-Acetylene ini relatif lebih murah, dapat dilakukan dimana saja (tidak memerlukan arus listrik seperti pada pengelasan dengan arus listrik).

Agar sambungan antara dua bagian logam memiliki mutu yang baik diperlukan suatu pengelasan yang tepat dan sambungan serta bentuk kampuh las yang sesuai dengan kegunaan dari hasil lasan tersebut. Pengujian pada hasil las oxy-acetylene dilakukan dengan

beberapa bentuk kampuh yang berbeda, untuk mengetahui kekuatan las dari bentuk kampuh yang diuji.

IDENTIFIKASI MASALAH

Mutu dari lasan tergantung pada keahlian dan pengetahuan pengelas (*welder*), prosedur pengelasan yang tepat serta ditunjang dengan peralatan dan bahan/ material yang digunakan dalam pengelasan. Sangat sulit memperkirakan kekuatan sebelum pengelasan dilakukan. Kekuatan sambungan las itu baru bisa diketahui setelah pengelasan selesai dilakukan dan dilakukannya pengujian terhadap hasil sambungan las pada baja ST 37 dengan bentuk kampuh U, V dan X.

RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan permasalahan diatas maka perlu diteliti lebih lanjut tentang kekuatan hasil sambungan las sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan dengan melakukan proses pengelasan menggunakan las Oxy-Acetylene pada baja ST 37 dengan bentuk kampuh U, V dan X, untuk masing-masing kampuh memperoleh perlakuan yang sama dalam pengelasan (kecepatan pengelasan, temperatur, jumlah lapisan las serta nyala api yang sama). Kekuatan hasil sambungan las ini diperoleh dari hasil data pengujian tarik.

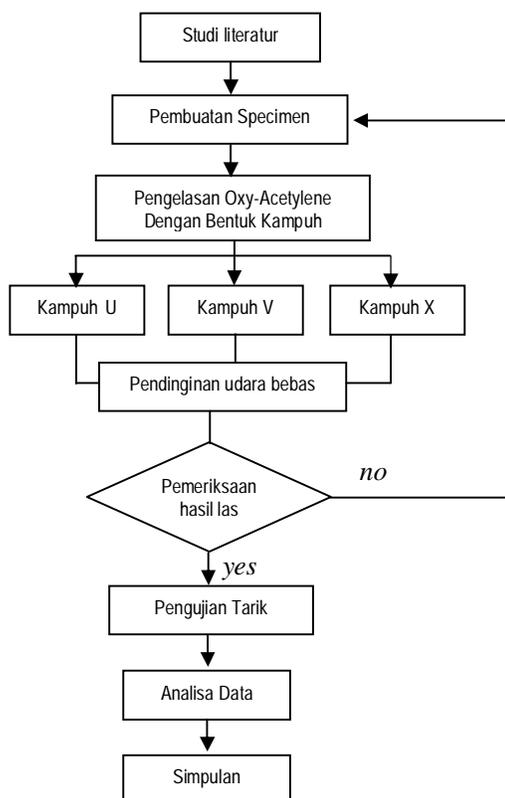
TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan hasil las Oxy-Acetylene pada baja ST 37 yang disambung dengan bentuk alur kampuh U, V dan X.

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Proses penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan persiapan bahan uji, kemudian dilakukan proses pengujian untuk mendapatkan hasil las pada bentuk kampuh yang optimal yang selanjutnya dilakukan proses uji tarik dengan mesin *Universal Testing Material (UTM)*. *Type Shimadzu UH- 300 kNI*.

Untuk lebih jelasnya alur dari pada analisa penelitian ini dapat dilihat pada penjabaran berikut :



Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

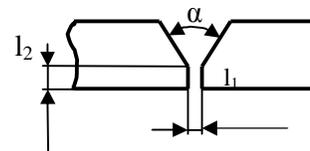
TEORI DASAR

Jenis sambungan pengelasan

Sebelum memulai kajian tentang pengelasan, ditentukan dulu jenis sambungan las yang akan dipilih. Harus diperhitungkan bahwa sambungan yang akan dibuat akan mampu menerima beban (beban statis dan beban dinamis atau kedua-duanya). Beban statis adalah beban tetap tanpa bertambah atau berkurang dalam kondisi berfungsi atau tidak berfungsi. Kalaupun ada penambahan dan pengurangan beban hanya sedikit, sehingga tidak berpengaruh dan dapat diabaikan. Beban dinamis adalah, beban yang berubah-ubah dengan pertambahan dan pengurangan yang cukup besar dalam kondisi yang tak tentu. Dengan Adanya beberapa kemungkinan pemberian beban sambungan las, maka terdapat beberapa jenis sambungan las diantaranya :

1. Sambungan V

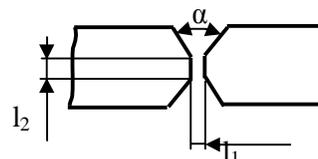
Sambungan V dapat juga dibuat tertutup dan terbuka seperti ditampilkan pada gambar 2 Sambungan ini lebih kuat dari pada sambungan persegi dan dapat dipakai untuk menerima gaya tekan yang besar, serta lebih tahan terhadap kondisi beban statis. Pada pelat dengan tebal 5mm – 20mm perembesan (*penetrasi*) mencapai 100 %.



Gambar 2. Sambungan V

2. Sambungan X

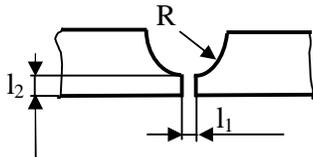
Gambar 3 memperlihatkan sambungan X tertutup dan terbuka. Sambungan sangat baik untuk kondisi beban statis maupun dinamis, serta dapat menjaga perubahan bentuk kelengkungan sekecil mungkin. Sambungan ini dipakai pada ketebalan 18 mm – 30 mm.



Gambar 3. Sambungan X terbuka dan tertutup

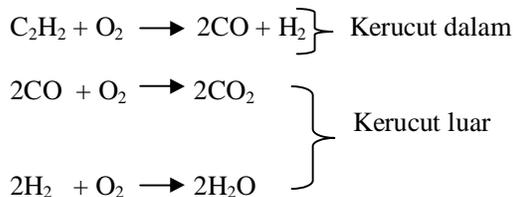
3. Sambungan U

Sambungan U dapat dibuat secara tertutup dan terbuka seperti ditunjukkan gambar 4. Sambungan ini lebih kuat menerima beban statis dan diperlukan untuk sambungan berkualitas tinggi. Umumnya dipakai pada ketebalan pelat 12 mm – 25 mm.



Gambar 4 Sambungan U

Karena sifatnya yang dapat merubah komposisi logam cair maka nyala api acetylene berlebih dan nyala oksigen berlebih tidak dapat digunakan untuk mengelas baja karbon. Dalam nyala oksidasi-acetylene netral terjadi dua reaksi bertingkat yaitu :



Pembekuan logam las

Suatu logam yang telah mengalami proses pengelasan terbagi menjadi tiga bagian yaitu logam las, daerah pengaruh panas yang dikenal dengan *Heat Affected Zone* disingkat menjadi daerah HAZ dan logam induk yang tak terpengaruhi. Logam lasan adalah bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan kemudian membeku. Daerah pengaruh panas adalah logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus thermal pemanasan dan pendinginan cepat. Logam induk tak terpengaruhi adalah bagian logam dasar dimana panas dan temperatur pengelasan tidak menyebabkan terjadi perubahan-perubahan struktur dan sifat. Antara logam dasar dan daerah pengaruh panas dipisahkan oleh suatu daerah khusus yang disebut batas las. Kecepatan pembekuan dalam pengelasan cair mempengaruhi cacat las yang terbentuk dalam logam las, seperti pemisahan atau *segresi*, lubang halus dan

retak. Bila dibandingkan proses pendinginan dalam pengelasan dengan proses pendinginan dalam pengecoran, maka pada proses pendinginan dalam pengelasan kecepatan pendinginan lebih tinggi, sumber panas dalam las bergerak terus, pencairan dan pembekuan terjadi secara terus menerus dan pembekuan dalam las dimulai dari dinding logam induk yang dapat disamakan dengan dinding cetakan pada pengecoran. Namun dalam pengelasan logam las harus menyatu dengan logam induk, sedangkan dalam pengecoran yang terjadi harus sebaliknya.

Pengelasan baja karbon rendah

Baja karbon merupakan paduan antara besi dan karbon dengan sedikit Si, Mn, P, S dan Cu. Berdasarkan kandungan karbonnya baja karbon dikelompokkan menjadi baja karbon rendah dengan kandungan karbon kurang dari 0,3 %, baja karbon sedang dengan kandungan karbon antara 0,3 % sampai 0,45 %, dan baja karbon tinggi dengan kandungan karbon antara 0,45 % sampai 1,7 %. Sifat baja karbon sangat tergantung pada kandungan karbonnya. Bila kadar karbon bertambah tinggi, kekuatan dan kekerasannya juga bertambah tinggi namun perpanjangannya menurun.

Baja karbon rendah memiliki sifat kepekaan retak las yang rendah bila dibandingkan dengan baja karbon lainnya. Namun demikian retak las pada baja karbon rendah dapat terjadi dengan mudah pada pengelasan pelat tebal. Begitu pula bila di dalam baja tersebut terdapat belerang bebas yang cukup tinggi.

Untuk mengelas baja karbon rendah dapat dilakukan dengan semua cara pengelasan yang ada didalam praktek dan bila persiapannya sempurna serta memenuhi persyaratannya akan didapatkan hasil las yang baik.

Tabel 1. Klasifikasi baja karbon.

Jenis dan kelas	Kadar karbon (%)	kekuatan luluh (kg/mm ²)	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Perpanjangan (%)	Kekerasan Brinell	Penggunaan	
Baja karbon rendah	Baja lunak khusus	0,08	18-28	32-36	40-30	95-100	Pelat tipis
	Baja sangat lunak	0,08 - 0,12	20-29	36-42	40-30	80-120	Batang, kawa
	Baja lunak	0,12 - 0,20	22-30	38-48	36-24	100-130	Konstruksi umum
	Baja setengah lunak	0,20 - 0,30	24-36	44-55	32-22	112-145	
Baja karbon sedang	Baja setengah keras	0,30 - 0,40	30-40	50-60	30-17	140-170	Alat-alat mesin
Baja karbon tinggi	Baja keras	0,40 - 0,50	34-46	58-70	26-14	160-200	Perkakas
	Baja sangat keras	0,50 - 0,80	36-47	65-100	20-11	180-235	Rel, pegas dan Kawat piano

Sumber :Teknologi Pengelasan Logam, oleh Harsono WiryoSumarto

Pengujian tarik (*tensile test*)

Pengujian tarik (*tensile test*) adalah dasar dari pengujian-pengujian mengenai kekuatan bahan, hal ini disebabkan beberapa alasan yaitu :

1. Mudah dilakukan
2. Menghasilkan tegangan uniform pada batang.
3. Kebanyakan bahan mempunyai kelemahan untuk menerima beban tarik yang uniform pada penampang. Evaluasi di bagian yang aman masih mungkin.

Pada pengujian tarik, apabila sebuah benda mendapat beban tarik (seperti terlihat pada gambar 5). maka hubungan antara tegangan dan regangan adalah :

$$F = \sigma \cdot A \text{ atau } \sigma = \frac{F}{A}$$

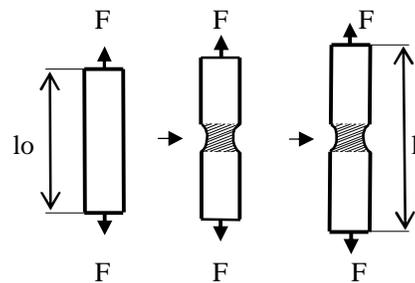
dimana :

- F = beban yang diberikan Kg
- A = luas penampang
- σ = tegangan Kg/mm²

Sedangkan regangan dinyatakan dengan :

$$\epsilon = \frac{\delta l}{l_0}$$

Dengan δl adalah deformasi dan l_0 panjang awal, maka ϵ dinyatakan dalam mm/mm yang sering dinyatakan dalam %.



Gambar 5. Deformasi disebabkan oleh beban tarik $\delta l = l_i - l_0$

Pada permulaan penarikan hubungan antara beban dan perpanjangan atau tegangan dan regangan mengikuti garis lurus. Selama itu hubungan σ dan ϵ dikatakan mengikuti hukum Hooke, yaitu hubungan δl berbanding lurus dengan panjang awal l_0 dan beban F berbanding terbalik dengan penampang awal A_0 , atau :

$$\delta l = C \frac{l_0 \cdot F}{A_0} \dots\dots 1$$

atau

$$\frac{F}{A_0} = \frac{\delta l}{l_0} \frac{1}{C}$$

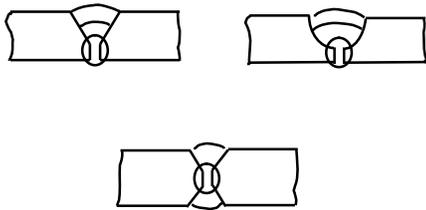
Dimana : $\frac{1}{C} = E$ atau modulus elastisitas, maka,

$$\sigma = \epsilon \cdot E \dots\dots 2$$

Pelaksanaan pengelasan

Pelaksanaan pengelasan dibawah tangan merupakan pengelasan yang dilakukan dengan benda kerjanya terletak diatas bidang datar dan proses pengerjaan dilakukan dibawah tangan (mata memandang ke bawah). Proses pengelasan terlebih dahulu dilakukan dengan memanaskan logam induk hingga merata sampai permukaan sambungan memerah dan mengkilat. Bila sisi sambungan telah mulai mencair, dapat dimasukkan kawat las (logam pengisi) kedalam kampuh las. Hal ini dilakukan agar antara logam induk dengan logam pengisi betul-betul menyatu dan didapat hasil pengelasan yang baik. Selain itu harus dijaga agar api las selalu berada dalam keadaan nyala api netral, agar tidak terjadi proses dekarburisasi atau oksidasi.

Kawat las (logam pengisi) yang digunakan dalam pengelasan harus digunakan kawat las yang mempunyai komposisi kimia yang sama dengan logam yang dilas. Pengelasan yang dilakukan yaitu dengan arah pengelasan mundur. Mengelas dengan cara ini pengelasan yang dilakukan dimulai dari tepi kiri kampuh las dan bergerak maju kearah kanan atau pada waktu mengelas brander dan kawat las bergerak maju dari kiri bergerak kearah kanan sepanjang kampuh las. Ketika mengelas diatur brander (busur nyala) bergerak mendahului kawat las (*brander* di depan kawat las) selama pengelasan sepanjang kampuh las.



Gambar 6. Jumlah lapisan las

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan visual setelah pengelasan.

Setelah pengelasan selesai dilakukan, masing-masing sampel dilakukan pemeriksaan secara visual (tanpa mikroskop). Adapun hasil pemeriksaan visual sebagai berikut :

- | | |
|------------------------------------------|---------------------------|
| 1. Rigi-rigi las | : rata |
| 2. Liang-liang renik (<i>porosity</i>) | : tidak ada |
| 3. Takik-takik | : tidak ada |
| 4. Tembusan las | : baik |
| 5. Retak-retak | : tidak ada |
| 6. Pengerutan | : tidak ada (nol derajat) |

Analisis pengujian tarik

Pengujian tarik (*tensile test*) dilakukan untuk mendapatkan kekuatan hasil las dari pengelasan sambungan pada baja ST 37 dengan bentuk kampuh U,V dan X. Dengan menggunakan *Universal Testing Machine* type Shimadzu UH-300 kNI dengan kapasitas 300 kN akan didapat data hasil pengujian secara eksperimental.

Data hasil pengujian tarik

Hasil pengujian didapatkan setelah dilakukan pengujian terhadap batang uji yang dibebani secara aksial yang bekerja dengan kenaikan beban secara kontinu sampai batang uji patah. Adapun data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut :

1. Pengujian tarik hasil sambungan las Oxy-Acetylene pada bentuk kampuh U

Tabel 2. Hasil pengujian tarik dari pengelasan dengan bentuk kampuh U

No	Sampel Uji	Gaya (N)	Tegangan (N/mm ²)	Regangan (%)	Pertambahan Panjang (mm)	Lokasi Putus
1	U ₁	18337.5	293.40	6.316	3.158	Weld area
2	U ₂	19509.4	312.15	5.776	2.888	Weld area
3	U ₃	12459.4	199.35	5.952	2.976	Weld area
4	Rata-rata	16768.8	268.3	6.015	3.007	Weld area

2. Pengujian tarik hasil sambungan las oxy-acetylene pada bentuk kampuh V

Tabel 3. Hasil pengujian tarik dari pengelasan dengan bentuk kampuh V

No	Sampel Uji	Gaya (N)	Tegangan (N/mm ²)	Regangan (%)	Pertambahan Panjang (mm)	Lokasi Putus
1	V ₁	15956.3	255.30	5.032	2.516	Weld area
2	V ₂	16546.9	264.75	5.630	2.815	Weld area
3	V ₃	27065.6	433.05	6.708	3.354	Weld area
4	Rata-rata	19856.3	317.7	5.79	2.895	Weld area

3. Pengujian tarik hasil sambungan las oxy-acetylene pada bentuk kampuh X

Tabel 4. Hasil pengujian tarik dari pengelasan dengan bentuk kampuh X

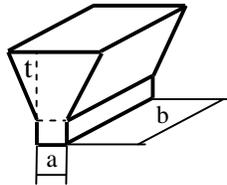
No	Sampel Uji	Gaya (N)	Tegangan (N/mm ²)	Regangan (%)	Pertambahan Panjang (mm)	Lokasi Putus
1	X ₁	9890.63	158.25	5.204	2.602	Weld area
2	X ₂	10668.7	170.70	7.114	3.572	Weld area
3	X ₃	31584.4	505.35	5.996	2.998	Weld area
4	Rata-rata	17381.2	278.1	6.105	3.057	Weld area

Analisa Hasil Pengujian Tarik

Tabel 5. Hasil pengujian tarik rata-rata dari sambungan las Oxy-Acetylene.

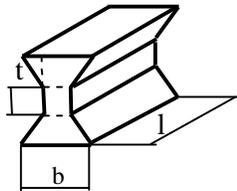
No	Jenis Kampuh	Gaya (N)	Tegangan (N/mm ²)	Regangan (%)	Pertambahan panjang (mm)
1	U	16768.8	268.3	6.015	3.007
2	V	19856.3	317.7	5.76	2.895
3	X	17381.2	278.1	6.105	3.057

- a. Volume logam las pada kampuh V



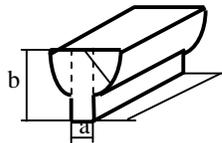
$$V_v = \left(\frac{1}{2} \times (a + b) \times t \times l\right) + (a^2 \times l)$$

- b. Volume logam las pada kampuh X

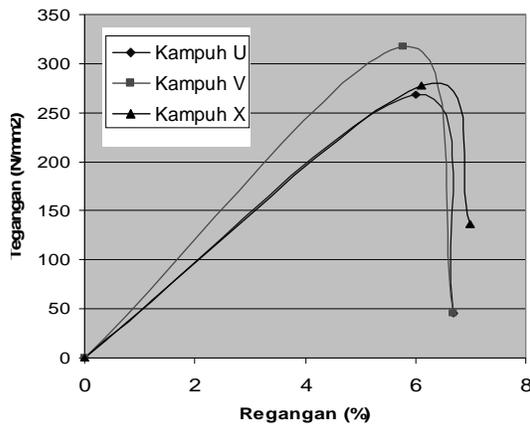


$$V_x = 2\left(\frac{1}{2} \times (a + b) \times t \times l\right) + (a^2 \times l)$$

- c. Volume logam las pada kampuh U



$$V_u = \frac{1}{2} \left(\frac{\pi}{4} \times D^2 \times l\right) + (a \times b \times l)$$



Gbr. 7. Grafik hubungan regangan-tegangan.

Dengan memperhatikan grafik serta data hasil pengujian tarik dari hasil pengelasan oxy-acetylene pada baja ST 37 pada bentuk kampuh U, V dan X, terlihat bahwa logam induk lebih kuat dibandingkan dengan logam las, ini terlihat dari hasil pengujian semua sambungan las putus (*break*) pada logam las. Ini disebabkan oleh panas yang diterima oleh

logam las lebih tinggi bila dibandingkan dengan logam induk. Semakin jauh dari sambungan las maka semakin rendah temperatur yang diterima, akibat dari perbedaan temperatur inilah sehingga struktur logam las dan logam induk berbeda. Pada logam las kristalnya tumbuh dengan cepat dan membentuk butir-butir kasar. Struktur ini akan mempengaruhi ketangguhan logam las. Dari grafik diatas juga terlihat logam las sifatnya sangat getas, ini terjadi karena butirnya sangat kasar dan getas. Logam las adalah logam yang dalam proses pengelasan mencair dan kemudian membeku sehingga logam las banyak mengandung oksigen dan gas yang lain dibandingkan dengan logam induk. Hal ini menyebabkan terjadinya perbedaan keuletan antara keduanya.

Dari grafik tegangan-regangan diatas juga terlihat masing-masing kampuh mempunyai keuletan yang berbeda-beda, ini diakibatkan oleh kecepatan pada waktu pengelasan pada masing-masing kampuh berbeda. Pada saat batang uji mengalami putus (*break*), ada sebagian batang uji yang putusnya masih melekat, ini menyebabkan data seperti tegangan putus (*break stress*) dan regangan pada saat putus (*break strain*) tidak terbaca oleh sensor pada UTM, tetapi data ini masih dapat dibaca dari grafik antara tegangan dan regangan yang didapat. Seluruh batang uji mengalami putus (*break*) pada daerah batas las.

Pada daerah yang putus tidak terlihat adanya pengecilan penampang. Pada permukaan bidang putus dari logam uji yang dilas terlihat butir-butirnya kasar dan mengkilat.

Gaya terbesar yang dialami oleh ketiga jenis kampuh ini, sampai batang uji putus (*break*) yaitu :

- Sambungan las pada bentuk kampuh U adalah 16768.8 N
- Sambungan las pada bentuk kampuh V adalah 19856.3 N
- Sambungan las pada bentuk kampuh X adalah 17381.2 N

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian kekuatan baja ST 37 dengan ketebalan 5 mm yang dilas dengan las Oxy-Acetylene dengan bentuk kampuh U,V dan X disimpulkan sebagai berikut :

1. Kekuatan tarik hasil pengelasan terbesar terjadi pada sambungan las dengan kampuh V yaitu sebesar 317.7 N/mm². Sedangkan kekuatan tarik terkecil terjadi pada sambungan las dengan kampuh U yaitu sebesar 268.3 N/mm².
2. Sambungan las dengan kampuh U mempunyai: $F_{maks} = 16768.8 \text{ N}$, $\sigma_t = 268.3 \text{ N/mm}^2$, $\epsilon = 6.015 \%$, $\Delta l = 3.007 \text{ mm}$.
3. Sambungan las dengan kampuh V mempunyai : $F_{maks} = 19856.3 \text{ N}$ $\sigma_t = 317.7 \text{ N/mm}^2$, $\epsilon = 5.79 \%$, $\Delta l = 2.895 \text{ mm}$.
4. Sambungan las dengan bentuk kampuh X mempunyai : $F_{maks} = 17381.2 \text{ N}$, $\sigma_t = 278.1 \text{ N/mm}^2$, $\epsilon = 6.105 \%$ $\Delta l = 3.057 \text{ mm}$.
5. Kekuatan tarik logam yang dilas lebih kecil dari kekuatan tarik logam yang tidak dilas.
6. Logam hasil lasan bersifat getas dan butirnya kasar (*coarse grain*).

Sifat logam hasil las yang memiliki kekuatan lebih kecil dari kekuatan logam induk, kemungkinan disebabkan beberapa faktor sebagai berikut :

- a. Laju pendinginan logam las yang cepat, sehingga terjadi retak las.
- b. Adanya gas yang tidak larut dalam logam padat yang menyebabkan terjadinya lubang-lubang halus atau porositas pada logam las.
- c. Adanya oksigen yang larut dalam logam las yang membentuk oksida-oksida stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Dieter G.E, Metalurgi Mekanik. Erlangga 1990.
- E.P Popov, Zainal Astamar. Mekanika Teknik. Edisi Ke-dua, Erlangga Jakarta 1986.
- Harsono Wiryosumarto, Toshi Okumura, Teknik Pengelasan Logam. Cetakan ke-delapan, Jakarta 1991.
- Maman Suratman. Teknik mengelas Asitelin Breazing dan Busur Listrik. Cetakan I Pustaka grafika Bandung, 2001.
- Smallman. RE. Metalurgi Fisik Modren. Gramedia 1991.
- Sriwidharto. Petunjuk Kerja Las. Cetakan Ketiga, PT. Pradnya Paramita Jakarta 1996.
-, Diktat Las Otogen/karbit gas Welding. Inlastek Surakarta.
- Tata Surdia, Shinrokku Saito, Pengetahuan Bahan Teknik.cetakan Ke-dua, PT. Pradnya Paramita Jakarta 1992.
- 1991 Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, 1961.

www.acitylenegaswelding.com