

Analisis Hasil Pengelasan Kampuh I Pada Baja Carbon Rendah ST 35

Rusli Ismail

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar
Jl. Daeng Tata Raya Makassar Kampus UNM Parang Tambung

Abstrak

Sifat-sifat dari mekanis dari bahan terdapat beban tarik, lenturan, puntiran geseran, tekanan, goresan dan gesekan, untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dari suatu bahan tersebut maka perlu diadakan pengujian mekanis antara lain uji tarik, uji pukul takik, uji perataan dan uji kekerasan. Sambungan las merupakan suatu proses ikatan metalurgi pada sebagian logam dalam bentuk cair atau lumer perlakuan semacam ini merupakan hal mutlak dalam setiap konstruksi yang ringan. Titik proporsional atau batas perbandingan luas yang diartikan tegangan tertinggi. dari hasil diperoleh : $\sigma_t = 14,934 \text{ kg/mm}^2$, $\epsilon_t = 2,083 \%$, $\sigma_s = 15,246 \text{ kg/mm}^2$ dan $\epsilon_s = 0,283 \%$. Kekuatan baja ST 35 yang telah mengalami proses penyambungan dapat memberikan informasi kepada masyarakat bahwa kekuatannya tergantung bentuk kampuh dan jenis media pendingin. Dalam menganalisa kekuatan tarik memberikan hasil kekuatan las yang paling efektif adalah penyambungan las kampuh V dengan media pendingin air dengan jarak pengelasan 2-3 mm. Tingkat keuletan dari baja ST 35 terdapat pada sambungan las kampuh I dengan jarak pengelesan pada setiap media pendingin.

Kata kunci : Pengelasan, Baja, ST 35

I. Pendahuluan

A. Latar belakang

Sejalan dengan meningkatnya taraf hidup pola perekonomian masyarakat sebagai akibat dari pertumbuhan industri lisasi dan perkembangan teknologi sekarang ini maka pemakaian logam merupakan suatu hal yang tidak dapat dihindari bahkan sebagian para ahli berpendapat bahwa pemakaian logam merupakan salah satu indikasi untuk mengukur. Perkembangan teknologi satu negara sebagai dampak positif dari perkembangan tersebut, maka teknologi sambungan las yang merupakan suatu cabang ilmu pengetahuan las untuk plat-plat yang tipis, yang banyak digunakan dalam masyarakat, baik pada konstruksi yang dinamis maupun statis. Sambungan las merupakan suatu proses ikatan metalurgi pada sebagian logam yang dilakukan dalam bentuk cair atau lumer, perlakuan semacam ini merupakan suatu

hal yang mutlak dalam setiap konstruksi yang ringan.

Bertolak dari hal tersebut maka pertimbangan sifat-sifat mekanis dari pemakaian logam perlu mendapatkan prioritas utamanya bagi sambungan las. Untuk dapat mengetahui besarnya gaya-gaya luar yang dapat dilawan oleh setiap bentuk konstruksi kampuh las, maka perlu dilakukan pengujian mekanis yang meliputi pengujian tarik, pengujian tumbukan dan pengujian kekerasan

Dari hasil pengujian las akan diperoleh suatu informasi tentang sifat-sifat mekanis yang dimiliki setiap bentuk konstruksi las dengan media pendinginan yang berlainan

B. Tujuan Penelitian

1. Untuk menentukan nilai tingkat kekuatan dan kekerasan permukaan pada baja carbon rendah (ST 35) dengan ketebalan 6 mm, baik pada

kondisi normal maupun yang telah mengalami penyambungan las dengan kampuh I yang menggunakan media pendingin air

2. Untuk menentukan standar elektroda yang ekonomis serta posisi mana yang lebih efektif terhadap kekuatan dan kekerasan permukaan pada baja carbon rendah yang telah mengalami proses penyambungan las.

C. Manfaat Hasil Penelitian

1. Sebagai informasi kepada masyarakat konsumen tentang sifat-sifat mekanis yang dimiliki oleh baja karbon rendah (ST 35) yang menggunakan media pendingin air dan udara pada penyambungan las.
2. Untuk menjadi suatu bahan rujukan bagi masyarakat yang mengadakan penelitian dalam bidang ilmu yang relevan di masa-masa mendatang
3. Sebagai bahan pembandingan kepada lembaga konsumen yang merasa bertanggung jawab tentang mutu penyambungan las dalam hal pengawasan mutu.

D. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini dibatasi pada pembahasan tentang hasil pengelasan ARC, welding baja carbon rendah dengan pengelasan las busur listrik dan hubungannya dengan kawat las (elektroda) 3,2 mm. E 60 10 yang dipakai dengan material plat St 35 dan tebal 6 mm yang ada dipasaran.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Dasar

Jika proses pengelasan telah ditentukan untuk tiap-tiap sambungan, maka tahap berikutnya adalah menguji mutu pengelasan dari elektroda yang dipergunakan. Sambungan las yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sambungan sudut dalam bentuk I, untuk mengelas plat yang hanya dapat dilas pada satu sisi, lapisan dasar harus dilas dengan pembakaran yang baik mendalamnya, oleh

karena las pada bagian itu tidak mungkin diperbaiki lagi sedangkan kampuh I tertutup dipergunakan untuk plat dari 10 – 28 mm bila kedua belah sisi dapat dikerjakan (dilas), setelah kampuh dilas penuh benda kerja dibalik untuk dilas pada bagian bawahnya (Daryanto 1986:30).

Secara umum setiap bahan mempunyai sifat teknik tertentu. Bageman, M. L. (1997), sifat teknik mesin dapat dibagi atas 3 bagian yaitu:

1. Sifat-sifat yang diperlukan selama proses pembuatan
2. Sifat-sifat yang penting sehubungan dengan pengaruh lingkungan
3. Sifat mekanis

Sifat-sifat dari mekanis dari bahan terdapat beban tarik, lenturan, puntiran geseran, tekanan, goresan dan gesekan (Bageman M. L. 1997), untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dari suatu bahan tersebut maka perlu diadakan pengujian mekanis antara lain uji tarik, uji pukul takik, uji perataan dan uji kekerasan.

1. Uji Tarik

Uji tarik adalah pengujian mekanis secara statis dimana batang uji dibebani pada kedua ujungnya dengan gaya tarik pada kecepatan pembebanan, tetapi yang rendah sekali untuk mengetahui sifat-sifat mekanis, yaitu batas proporsional, batas lumer kekuatan tarik, bats patah, pemanjangan regangan dan energi yang diserap.

2. Uji Pukul Takik

Uji pukul takik adalah pengujian mekanis secara dinamis, dimana batang uji dibebani secara tiba-tiba untuk mengetahui sifat-sifat mekanis yaitu kekuatan tumbukan akibat terputusnya tegangan karena adanya takikan, suhu yang rendah dan laju regangan yang tinggi sehingga terjadinya patah getas.

3. Uji kekerasan

Menurut Dieter, G. E (1987) bahwa kekerasan sering diartikan sebagai ukuran kemudahan dan kuantitas khusus

yang menunjuk sesuatu mengenai kekuatan dan perlakuan panas dari suatu logam. Terdapat 3 (tiga) jenis umum mengenai ukuran kekerasan, yang tergantung pada cara melakukan pengujian. Ketiga jenis tersebut adalah kekerasan goresan, kekerasan pantulan dan kekerasan dinamik.

B. Baja Karbon

Baja karbon rendah adalah suatu baja yang mengandung carbon sampai maksimum kira-kira 1,7 % C. Baja karbon ini dapat dibagi atas 3 bagian yaitu :

1. Baja karbon rendah (mildsteel), mengandung karbon antara 0,10% C – 0,30% C (10 -30 point) setiap satu ton baja karbon rendah mengandung besi 20-60 pound carbon. Baja karbon ini dalam perdagangan dibuat dalam bentuk plat-plat baja, baja-baja strip dan baja-baja batang berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja tersebut
2. Baja karbon rendah (medium), baja karbon ini mengandung antara 0,30% C- 0,60% C carbon (30-60 point) dalam setiap 1 ton baja karbon ini mengandung carbon antara 60-120 point (30-60 kg). Baja carbon ini banyak digunakan untuk keperluan alat-alat perkakas bagian-bagian mesin.

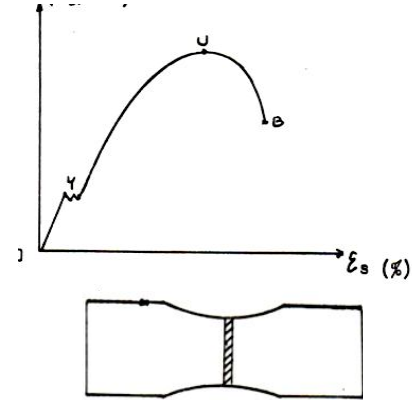
C. Pengujian Mekanis

Perubahan bentuk pada bahan terjadi bila bahan mengalami gaya, besarnya gaya bentuk persatuan panjang disebut regangan dan besarnya gaya yang menyebabkan perubahan bentuk bahan menyerap energi sebagai akibat adanya gaya yang bekerja sepanjang jarak perubahan bentuk. Besarnya gaya diperlukan untuk mematahkan atau merusak suatu bahan adalah kekuatan.

Sifat-sifat mekanis dari suatu bahan pada dasarnya menunjukkan kekuatan , keuletan, ketangguhan, ketegaran, kekerasan dari bahan tersebut. Untuk

menentukan sifat-sifatnya tergantung dari cara pengujiannya..

1. Uji tarik



Gambar 1. Diagram tarik dan hasil pengelasan

Ini merupakan peregang batang uji secara tetap bertambah sampai putus. Pada awalnya perubahan bentuk atau perpanjangan elastis yaitu perpanjangan berbanding lurus dengan beban dimana hukum hooke berlaku.

- a. Tegangan yang terjadi

$$\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{mm^2} \right)$$

- b. Regangan yang terjadi

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \cdot 100\%$$

$$= \frac{L_1 - L_0}{L_0} \cdot 100\%$$

- c. Reduction area

$$R_A = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \cdot 100\%$$

2. Uji Pukul Takik (*Impact*)

Suatu bahan yang terdapat bahan statis memiliki sifat mekanis tertentu akan berbeda apabila mendapatkan beban tiba-tiba. sebelum dilepas maka bandul membentuk sudut tegak dan setelah memutuskan batang uji bandul

mengayun maksimum membuat sudut dengan sumbu tegak.

Usaha yang dibutuhkan untuk memutuskan batang uji dapat dihitung dengan persamaan:

$$U = m \cdot g \cdot h \text{ (joule)}$$

$$m = \frac{U_1}{2(1 + \sin(\alpha - 90)) \times 9} \text{ kg}$$

$$h = R(\sin(\alpha - 90) - \sin(\beta - 90))$$

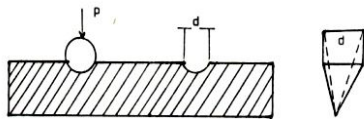
Usaha yang dipakai untuk mematahkan batang dihitung dengan persamaan:

$$U_i = \frac{U_1}{A} = \text{joule/mm}^2$$

3. Uji kekerasan

Cara dinamik dilakukan dengan jalan menjatuhkan bola pada permukaan bola, dimana tinggi pantulan bola menyatakan energi benturan sebagai ukuran kekerasan.

a. Cara Brinnell



Gambar 2. a. bola baja b. intan

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

b. Cara vickers

Vickers mempergunakan piramida intan sebagai pengganti bola baja. Dengan demikian untuk bahan-bahan keras dapat di uji dengan tidak penyimpangan seperti halnya pada cara brinnel. Sudut yang dibentuk oleh bidang piramida intan itu dibuat 136° .

Sehingga luas 4 bidang piramida pada bekas penekanan adalah:

$$A = \frac{d^2}{2 \cdot \sin 68^\circ} \text{ (mm}^2\text{)}$$

Harga kekerasan bahan adalah :

$$H_u = 1,854 \cdot \frac{P}{d^2} \left(\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \right)$$

c. Cara Rockwell

Prinsip pengukuran kekerasan didasarkan pada dalamnya kerucut intan atau bola baja yang masuk kedalam logam dengan beban tertentu. Kerucut bola intan dan bola baj yang sering digunakan dengan diameter 1/16, 1/8, 1/4, dan 1/2 inchi. Hubungan ini diberikan berlaku untuk baja tempa "rolled" dalam keadaan telah dilakukan. Untuk baja karbon dibawah kekerasan brinnell 175.

$$\sigma_u = 0,356 HB \left(\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \right)$$

Di atas kekerasan brinnell

$$\sigma_u = 0,346 HB \left(\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \right)$$

Untuk baja chromm-nikel 3,5% Cr dengan kandungan carbon yang berbeda-beda.

$$\sigma_u = 0,346 HB - 23,3 \left(\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \right)$$

Untuk baja chromm-nikel ,1,5% ni, 0,5% Cr dengan kandungan carbon yang berbeda-beda.

$$\sigma_u = 0,48 HB - 15 \left(\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \right)$$

Untuk baja vanadium dengan kandungan carbon yang berbeda-beda.

$$\sigma_u = 0,5 HB - 28,5 \left(\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \right)$$

III. METODA PENELITIAN

A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah plat baja karbon rendah ST 35 dengan tebal plat 6 mm kemudian dibentuk kumpuh yaitu : kumpuh I. Bahan tambahan yang diambil

sebagai logam pengisi elektroda E6010 yang berukuran 3,2 mm dan E 6013 berukuran 2,6 mm serta alat yang digunakan menunjang penelitian adalah mesin potong kemampuan potong ketebalan max 8 mm, mesin las, gerinda tangan dan kacamata las.

B. Prosedur Penelitian

1. Uji Tarik Lasan

- Pengukuran suhu ruangan sebelum dan sesudah penelitian.
- Pasang batang uji pada penjepit atas dan bawah.
- Jalankan mesin sesuai cara operasi.
- Pengukuran beban lumer, beban maksimum dan beban patah ditunjukkan oleh jarum pada skala indikator.

2. Uji Pukul Takik

- Pengukuran suhu ruangan sebelum dan sesudah penelitian
- Pasang batang uji pada tumpuan secara simetris
- Jalankan mesin sesuai cara operasi.
- Ukur sudut simpangan bandul dan usaha tumbukan ditunjukkan oleh jarum pada skala indikator.

IV. HASIL PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

A. Energi las

$$E = \frac{60 \cdot V \cdot I}{u \cdot 1000} = \frac{60 \cdot 220 \cdot 10}{9,1 \cdot 1000} = 14,505 \frac{\text{Joule}}{\text{mm}}$$

Jumlah panas yang ditimbulkan selama proses penyambungan:

$$H = 0,24 \cdot I^2 \cdot R,$$

$$H = \frac{0,24 \cdot P}{1000} \text{ (kcal)}$$

$$P = I \cdot V \text{ (watt)}$$

$$H = \frac{0,24 \cdot 4,186 \cdot P}{1000} \text{ (kJ)}$$

$$V = I \cdot R \text{ (Volt)}$$

$$H = \frac{1,0046 \cdot P}{1000} \text{ (kJ)}$$

Maka besarnya panas yang dihasilkan adalah:

$$H = \frac{1,0046 \cdot 2200}{1000} = 2,2101 \text{ kJ}$$

B. Analisa Perhitungan Uji Tarik

1. Titik Proportional

- Tegangan toeritis (σ_t)

$$\sigma_t = \frac{P_p}{A_o} = \frac{1172,3}{78,3} = 14,934 \text{ kg/mm}^2$$

- Regangan Teoritis (ε_t)

$$\varepsilon_t = \frac{\Delta L}{L_o} \cdot 100\% = \frac{L_p - L_o}{L_o} \cdot 100\%$$

$$\varepsilon_t = \frac{122,5 - 120}{120} \cdot 100\% = 2,083\%$$

- Tegangan sebenarnya (σ_s)

$$\sigma_t = \frac{P_p}{A_p} = 15,246 \text{ kg/mm}^2$$

- Regangan sebenarnya

$$\varepsilon_s = L_n(1 + \varepsilon_t) \cdot 100 = 0,283\%$$

- Pengukuran luas (redction area)

$$R_s = \frac{A_o - A_p}{A_o} \cdot 100\% = 1,800\%$$

2. Titik Yielding

- Tegangan toeritis (σ_t)

$$\sigma_{yt} = \frac{P_y}{A_o} = \frac{1732,9}{78,5} = 22,075 \text{ kg/mm}^2$$

b. Regangan Teoritis (ϵ_t)

$$\epsilon_{yt} = \frac{\Delta L}{L_o} \cdot 100 = \frac{L_y - L_o}{L_o} \cdot 100\%$$

$$\epsilon_{yt} = \frac{123 - 120}{120} \cdot 100\% = 2,5\%$$

c. Tegangan sebenarnya (σ_s)

$$\sigma_{yt} = \frac{P_y}{A_y} = 22,623 \text{ kg/mm}^2$$

d. Regangan sebenarnya

$$\epsilon_{ys} = L_n(1 + \epsilon_{yt}) \cdot 100\% \\ = 2,47\%$$

e. Pengukuran luas (*redction area*)

$$R_{ys} = \frac{A_o - A_y}{A_o} \cdot 100\% \\ = \frac{78,5 - 76,585}{78,5} \cdot 100\% = 2,44\%$$

3. Titik Maksimum

a. Tegangan teoritis (σ_t)

$$\sigma_{ut} = \frac{P_u}{A_o} = 31,1265 \text{ kg/mm}^2$$

b. Regangan Teoritis (ϵ_t)

$$\epsilon_{ut} = \frac{\Delta L}{L_o} \cdot 100 = \frac{L_u - L_o}{L_o} \cdot 100\%$$

$$\epsilon_{ut} = \frac{127 - 120}{120} \cdot 100 = 5,83\%$$

c. Tegangan sebenarnya (σ_s)

$$\sigma_{ut} = \frac{P_u}{A_u} \\ = \frac{2446,5}{74,5} = 32,983 \text{ kg/mm}^2$$

d. Regangan sebenarnya

$$\epsilon_{us} = L_n(1 + \epsilon_{ut}) \cdot 100$$

$$= L_n(1 + 0,0583) \cdot 100\% = 5,685\%$$

e. Pengukuran luas (*redction area*)

$$R_{us} = \frac{A_o - A_u}{A_o} \cdot 100\% \\ = \frac{78,3 - 74,17}{78,3} \cdot 100\% = 5,51\%$$

4. Tegangan patah

a. Tegangan teoritis (σ_t)

$$\sigma_{bt} = \frac{P_b}{A_o} = 24,023 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

b. Regangan Teoritis (ϵ_t)

$$\epsilon_{bt} = \frac{\Delta L}{L_o} \cdot 100 = \frac{L_b - L_o}{L_o} \cdot 100\%$$

$$\epsilon_{ut} = \frac{140 - 120}{120} \cdot 100 = 16,67\%$$

c. Tegangan sebenarnya (σ_s)

$$\sigma_{bs} = \frac{P_b}{A_b} = 28,027 \text{ kg/mm}^2$$

d. Regangan sebenarnya

$$\epsilon_{bs} = L_n(1 + \epsilon_{bt}) \cdot 100 \\ = L_n(1 + 0,16667) \cdot 100\% \\ = 15,415\%$$

e. Pengukuran luas (*redction area*)

$$R_{bs} = \frac{A_o - A_b}{A_o} \cdot 100\% \\ = \frac{78,3 - 67,286}{78,3} \cdot 100 = 14,285\%$$

C. Analisa Perhitungan Uji Impact

1. Tinggi pendulum mula-mula

$$h_1 = R + x = 950 + 950 \sin 70 \\ = 1842,7 \text{ mm} = 1,8427 \text{ m}$$

2. Massa pendulum

$$m = \frac{U_1}{h_1 \cdot g} = \frac{300}{1,8427 \cdot 9,81} = 16,596 \text{ kg}$$

3. Tinggi pendulum setelah spesimen patah

$$h_2 = R + x = 950 + 950 \sin 44 \\ = 1609,9 \text{ mm}$$

4. Usaha setelah spesimen patah

$$U_2 = m \cdot g \cdot h_2 = 262,1 \text{ joule}$$

5. Tinggi pendulum yang dikalibrasi

$$h_k = \frac{U_k}{m \cdot g} = 0,0368 \text{ m}$$

6. Usaha yang sebenarnya

$$U_2 = m \cdot g \cdot h_3 = 31,91 \text{ joule}$$

7. Usaha impact

$$U_i = \frac{U_3}{A} = 0,395 \text{ joule/mm}^2$$

D. Analisa Perhitungann Uji Kekerasan

1. Kekerasan Brinell

$$H_b = \frac{P}{\frac{\pi}{2} \cdot D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \\ = \frac{99,8981}{\frac{3,14}{2} \cdot 2,5(2,5 - \sqrt{2,5^2 - 1,375^2})} \\ = 61,371 \text{ kg/mm}^2$$

2. Kekerasan vickers

$$H_v = 1,854 \cdot \frac{p}{d^2} \\ = 1,854 \frac{99,8981}{1,475^2} \\ = 85,130 \text{ kg/mm}^2$$

3. Kekerasan Rockwell

$$H_R = 103 \frac{N}{\text{mm}^2} = 10,499 \text{ kg/mm}^2$$

E. Pembahasan Hasil Perhitungan**1. Untuk Uji Tarik Dengan Bentuk I Media Pendingin Udara**

Untuk jarak las 1 mm mampu dibebani selama 25 kali dengan tegangan maksimum 33 kg/mm², regangan maksimum 13,767 %, reduction area maksimum 14,756 % sedangkan tegangan patah 26,69 kg/mm². Untuk jarak las 2 mm mampu dibebani selama 23 kali dengan tegangan maksimum 31 kg/mm², regangan maksimum 12,69 %, reduction area maksimum 13,353 % sedangkan tegangan patah 25,477 kg/mm². Untuk jarak las 3 mm mampu dibebani selama 20 kali dengan tegangan maksimum 30 kg/mm², regangan maksimum 10,93 %, reduction area maksimum 11,577 % sedangkan tegangan patah 22,758 kg/mm². Hal ini menunjukkan sifat mekanik yang dimiliki baja karbon rendah adalah semakin rendah jarak pengelasan semakin tinggi keuletannya sedangkan kekerasannya semakin rendah.

2. Untuk Uji Tarik Dengan Bentuk I Media Pendingin Air

Jarak las 1 mm mempunyai sifat mekanis sbb. Dengan pembebanan sebanyak 23 kali tegangan maksimum 33,9 kg/mm², tegangan yeilding sebesar 15,19 kg/mm², regangan maksimum 12,56% , reduction area maksimum 13,382%sedangkan tegangan patah terjadi pada tegangan 26,985 kg/mm². Untuk jarak las 2 mm me nerima beban sebanyak 22 kali tegangan maksimum 32 kg/mm², tegangan yeilding sebesar 8,6561 kg/mm², regangan maksimum 11,902% , reduction area 12,639sedangkan tegangan patah terjadi pada tegangan 25,269 kg/mm². Untuk jarak las 3 mm menerima beban sebanyak 21 kali tegangan maksimum

31,702 kg/mm², regangan maksimum 11,240% , reduction area 11,669% sedangkan tegangan patah terjadi pada tegangan 23,53 kg/mm².

Dengan demikian maka kondisi spesimen yang menggunakan media pendingin air dapat disimpulkan bahwa keuletannya turun secara lumer dan kekerasannya lebih tinggi bila dibandingkan dengan yang menggunakan media pendingin udara.

3. Kekuatan Impact

Untuk sambungan dengan kampuh I, media pendingin air membutuhkan energi persatuan luas yang kecil untuk mematahkan spesimen bila dibandingkan dengan yang menggunakan media pendingin udara. Dengan bentuk kampuh V dimana energi terbesar dan lebih besar pada sambungan yang menggunakan pendingin udara sedangkan untuk spesimen normal lebih banyak menyerap energi persatuan luas dibandingkan kedua sambungan tersebut.

4. Uji Kekerasan

Kekerasan brinnell (HB) – 64,266 kg/mm², kekerasan vickers = 10,551 kg/mm², dan kekerasan rockwell 94,495 kg/mm², demikian pula yang menggunakan media pendingin udara maka kekerasannya yang paling tinggi yaitu jarak las 2 mm . Kekerasan brinnell (HB) – 53 kg/mm², kekerasan vickers = 82,316 kg/mm², dan kekerasan rockwell 10,143 kg/mm².

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan maka dapat disimpulkan :

1. Kekuatan baja ST 35 yang telah mengalami proses penyambungan dapat memberikan informasi kepada masyarakat bahwa kekuatan tergantung bentuk kampuh dan jenis media pendingin
2. Dalam menganalisa kekuatan tarik memberikan hasil kekuatan las yang paling efektif efektif adalah

penyambungan las kampuh I dengan media pendingin air dengan jarak pengelasan 2-3 mm

3. Tingkat keuletan dari baja ST 35 terdapat pada sambungan las kampuh I dengan jarak pengelesan pada setiap media pendingin..
4. Dari ketiga uji kekerasan terlihat bahwa tingkat kekerasan yang paling tinggi adalah sambungan I dengan media pendingin air.
5. Hasil pengujian impact memberikan hasil pada sambungan las kampuh I memiliki kemampuan tinggi untuk menahan patah.

Daftar Pustaka

- D. Greonendijk J. Vander Line , Sobandi Sachri. Pengujian Material. Edisi I, 1994.
- D. Maslow, V. Danilevskyand V. Sasov, Engineering Manufacturing proses in Machine Assambly shops.
- Harsono Wirjo Sumarto. Teori Kekuatan Dan Penguatan logam. Jilid I 1978
- Harsono Wirjo Sumarto, Toshi Okumura. Teknologi Pengelasan Logam.
- Jack, Stolk, C. Kross. Elemen Mesin dari bangunan Mesin.
- P. Polukhin. Metal Proses Engineering.
- Vlack Van Alihbahasa, Sriati Djapri. Ilmu dan Teknologi Bahan. Edisie ke IV, Erlangga, Jakarta 1986.