**ANALISA PENGARUH PENGELASAN *PLAT CS A36 PARTITION WALL COMPRESSOR BUILDING*  DI AREA KALIMANTAN TIMUR**

Marsius Ferdnian1, Puji Raharjo2

1), 2) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Balikpapan

Jl. Pupuk Raya Balikpapan 76114. Telp./Fax. 0542-764205

Email: marsius@uniba-bpn.ac.id

***ABSTRACT***

*"Analysis of Welding Effects of CS A36 Plate Partition Wall Compressor Building in East Kalimantan Area". One of the most important processes in the metal industry, machining and manufacturing is the process of joining metals. The use of welding technology such as carbon steel, requires good quality welding in accordance with the specifications of the welding procedure (Welding Procedure Specification). In many cases of welded joints in steel, crack symptoms often occur. Cracks in welding can occur due to the influence of thermal cycles, incorrect selection of welding parameters, or as a result of design errors. This phenomenon will affect the microstructure and the residual stress which ultimately affects the mechanical properties of the welding joint. The results of the study show that the heat input in the electric arc welding (SMAW) process of A36 carbon steel material influences the mechanical properties in this case the change in hardness value, especially in the HAZ (Heat Effected Zone) area. The increase in violence in the HAZ (Heat Effected Zone) area is directly proportional to the hardness of the weld metal. In metals that undergo heat treatment (welding) the greater the hardness compared to the parent metal with the hardness that occurs at HB = 142.1 kgf / mm2. Where the parent metal before welding has a hardness value of HB = 135.3 kgf / mm2. There was an increase of 5.0%.*

Keywords:*Welding, HAZ, hardness value*

**ABSTRAK**

“Analisa Pengaruh Pengelasan *Plat CS A36 Partition Wall Compressor Building* Di Area Kalimantan Timur”**.** Salah satu proses terpenting dalam industri logam, permesinan dan manufaktur adalah proses penyambungan logam. Penggunaan teknologi las seperti pada baja carbon, menuntut mutu pengelasan yang baik yang sesuai dengan spesifikasi prosedur pengelasan (*Welding Procedure Specification*)*.* Dalam banyak kasus sambungan las pada logam baja, sering dijumpai timbulnya gejala retak. Retak dalam pengelasan dapat terjadi karena pengaruh siklus termal, salah dalam pemilihan parameter las, atau akibat dari kesalahan *design*. Fenomena ini akan berpengaruh terhadap struktur mikro dan tegangan sisa yang akhirnya berpengaruh terhadap sifat mekanis sambungan las. Hasil penelitian menunjukkkan bahwa masukan panas pada proses pengelasan busur listrik (*SMAW*) terhadap material carbon steel A36 berpengaruh terhadap sifat mekanis dalam hal ini perubahan nilai kekerasannya, terutama di daerah HAZ (*Heat Effected Zone*). Peningkatan kekerasan di daerah HAZ (*Heat Effected Zone*) berbanding lurus dengan kekerasan weld metal. Pada logam yang mengalami perlakuan panas (pengelasan) lebih besar kekerasannya dibanding dengan logam induknya dengan kekerasan yang terjadi sebesar HB = 142,1 kgf/mm2. Dimana logam induk sebelum di las memiliki harga kekerasan sebesar HB = 135,3 kgf/mm2. Ada peningkatan sebesar 5,0%.

Kata Kunci: *Pengelasan, HAZ, nilai kekerasan*

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang Masalah**

Perkembangan teknologi dan industri semakin maju, dimana logam teknik sangat banyak dipergunakan demi kesejahteraan masyarakat. Logam mempunyai peran yang sangat dominan terutama di bidang produksi teknik mesin, industri perminyakan pertambangan, konstruksi dan lain sebagainya. Pengguanan logan tentu tidak lepas dari bagaimana cara pembuatannya menjadi bentuk yang diinginkan. Dalam hal penyambungan,teknologi pengelasan banyak digunakan karena dengan teknologi ini penyambungan menjadi lebih ringan dan lebih kuat.Sehingga pengelasan memegang peranan penting dalam rekayasa dan reparasi produksi logam pada pertumbuhan dan peningkatan industri.

*Instalation Partition Wall* (dinding penyekat) pada Compressor Building di Santan Terminal yang dibangun untuk memisahkan Classified Area 1 divisi 2 dan area non classified (*non hazardous*) area dalam industri migas. Sehingga Partition Wall ini memegang peranan penting sebagai syarat keamanan untuk tetap beroperasinya dua jenis compressor yang berbeda di dalam gedung ini. Yaitu *Refrigerant Gas Compressor* dan *Air Instrument Compressor*. Karena dalam pengerjaannya dilakukan oleh banyak pekerja dan diharapkan hasil akhir dengan kualitas yang baik. Maka hal ini tidak lepas dari proses akhir yaitu pengujian hasil pengelasannya, sebelum konstruksi ini dinyatakan aman. Selama ini pengujian dilakukan hanya terbatas pada uji standart, salah satunya uji radiography atau MPI (*Mechanical Partikel Inspection*), belum pernah dilakukan pengujian sifat mekanis atau kekerasan didaerah sekitar pengelasan (HAZ). Maka dari itu penelitian tentang pengelasan sangat mendukung dalam rangka memperoleh hasil pengelasan yang baik. Terbentuknya standarteknologi pengelasan akan membantu memperluas lingkup pemakaian sambungan las.

**TINJAUAN PUSTAKA**

**Pengertian Pengelasan**

Pengelasan adalah salah satu teknologi penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian *basemetal* dan logam pengisi dengan tekanan atau tanpa tekanan dan dengan logam atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang terus menerus.Las dalam bidang konstruksi sangat luas penggunaannya meliputi konstruksi tangki, perkapalan, industri karoseri dan lain-lain. Disamping untuk konstruksi las juga dapat untuk mengelas cacat logam pada hasil pengecoran logam, dan mempertebal yang aus. Pengelasan adalah sebagai berikut:

1. *Deustche Industry Normen,* pengelasan merupakan sambungan permanen atau pelapisan (*coating*) suatu logam yang dihasilkan dari pemberian panas local atau tekanan, dengan logam pengisi atau tanpa logam pengisi.
2. *Amerikan Welding Society,* pengelasan merupakan proses penyambungan yang menyebabkan terjadinya penggabungan material melalui pemanasan sampai titik leleh dengan tekanan atau tanpa tekanan, dan dengan logam pengisi atau tanpa logam pengisi.

*The Welding Institute* lebih sederhana lagi yaitu, ‘*e duobus unum’* yang berarti dari dua menjadi satu.Sambungan las dalam konstruksi baja pada dasarnya dibagi atas:

1. Sambungan tumpul
2. Sambungan T
3. Sambungan sudut
4. Sambungan tumpang

****

Gambar 1. Jenis Sambungan Dasar

Kampuh las merupakan bagian dari logam induk yangakan diisi oleh logam las, kampuh las awalnya adalah berupa kubungan las yang kemudian diisi dengan logam las. Sambungan las dengan menggunakan alur kampuh dikategorikan ke dalam sambungan las tumpul. Sambungan las tumpul adalah jenissambunganpaling efisien. Sambungan ini dibagi menjadi dua yaitu sambungan penetrasi penuh dan sambungan penetrasi sebagian.

**Uji Kekerasan *Vickers***

Pengujian kekerasan *vickers* menggunakan penekan berbentuk pirámide intan yang dasarnya bujur sangkar. Besarnya sudut antara permukaan-permukaan pirámide yang saling berhadapan adalah 136 derajat. Sudut ini dipilih karena dinilai mendekati sebagian besar nilai perbandingan yang diinginkan antara diameter lekukan dan diameter bola penekan pada uji kekerasan brinell.Karena penekan berbentuk pirámide maka, pengujian ini sering dinamakan uji kekerasan pirámide intan. Angka kekerasan piramid intan (HV) atau angka kekerasan *Vickers*, didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan bekas penekanan. Pada praktisnya, bekas penekanan diukur dengan mikroskop ukur pada panjang diagonalnya. HV dapat ditentukan dari persamaan berikut:

$Hv=\frac{1,854 x F}{L²}$ (kg/mm2) ……………[1]

dimana:

Hv = Harga kekerasan *vickers*

F = Beban (kgf)

L = Panjang diagonal rata-rata (mm)

α = Sudut piramid 136 derajat

Pengujian *Vickers* dapat dilakukan pada benda uji yang sangat keras maupun yang sangat tipis. Waktu penekanan identor biasanya berlangsung selama 10 detik sampai 30 detik (biasanya 15 detik), sedangkan bebannya berkisar antara 1 sampai 120 kg. Beban diambil sebesar-besarnya tergantung pada tebal dan kekerasan benda tersebut. Untuk kekerasan diatas 400 Brinell maka pengujian Vickers adalah yang paling baik dipergunakan.

****

Gambar 2. Uji *Vickers*

**Uji Kekerasan *Rockwell***

Pada pengujian kekerasan *Rockwell* yang diukur bukan luas bekas penekanan melainkan ukuran dalamnya bekas penekanan. Jadi berlawanan dengan pengujian kekerasan brinel maupun *vickers*, makin keras bahan yang akan diuji makin dangkal masuknya identor pada bahan uji. Sebaliknya makin dalam masuknya identor pada bahan uji makin lunak.Cara *Rockwell* banyak disukai karena dengan cepat dapat diketahui kekerasan tanpa mengukur dan menghitung seperti pada cara *Brinell* dan *Vickers.*Nilai kekerasan dapat langsung dibaca setelah beban utama dihilangkan, dimana beban awal masih menekan vahan tersebut. Angka kekerasan *Rockwell* dapat langsung dibaca pada penunjuk dial indikator yang diperoleh dari ukuran-ukuran dalamnya identoratau penekan dengan rumus sebagai berikut;

HR=E-C

dimana:

HR  = Harga kekerasan *Rockwell*

(*RockwellHardness*)

E = Konstanta, tergantung pada bentuk     indentor.100 untuk penekan intan    120    derajat 130 untuk penekan bola    baja

C         = Perbedaan antara dalamnya                 penembusan, sebelum dan sesudah                 penambahan beban utama dan beban               awal bekerja pada ke dua keadaan itu.

Ketebalan dari benda uji harus cukup besar, untuk menghindari segala akibat pencembungan atau benjolan pada bagian belakan benda uji sebagai akibat dari pembebanan. Pusat dari penekanan tidak boleh kurang dari kali garis tengah penekanan dari 2½ setiap sisi benda uji tersebut dan dari segala macam penekan lainnya.

**Uji Kekerasan *Rockwell***            Pada pengujian kekerasan *Rockwell* yang diukur bukan luas bekas penekanan melainkan ukuran dalamnya bekas penekanan. Jadi berlawanan dengan pengujian kekerasan brinel maupun *vickers*, makin keras bahan yang akan diuji makin dangkal masuknya identor pada bahan uji. Sebaliknya makin dalam masuknya identor pada bahan uji makin lunak.Cara *Rockwell* banyak disukai karena dengan cepat dapat diketahui kekerasan tanpa mengukur dan menghitung seperti pada cara *Brinell* dan *Vickers.* Nilai kekerasan dapat langsung dibaca setelah beban utama dihilangkan, dimana beban awal masih menekan vahan tersebut. Angka kekerasan *Rockwell* dapat langsung dibaca pada penunjuk dial indikator yang diperoleh dari ukuran-ukuran dalamnya identoratau penekan dengan rumus sebagai berikut;

**Pengujian Kekerasan *Brinell***

 Pengujian kekerasan *Brinell* dilakukan dengan jalan menekankan bola baja pada logam dengan beban tertentu. Besarnya beban yang diberikan sangat tergantung besarnya diameter bola baja dan dinyatakan sebagai berikut:

F = k x D²

dimana:

F   = Beban

k   = Konstanta

D  = Diameter bola baja penekan (indentor)

Pada permukaan benda logam akan tinggal bekas penekanan berupa tembereng bola yang kemudian diukur dengan mikroskop ukur, maka harga kekerasannya diketemukan sebagai hasil bagi dari gaya dalam *kg* dengan luas bekas penekanan dalam *mm*yaitu:

HB = $\frac{2.F}{π.D(D-\sqrt{D^{2}-d^{2)}}}$ (kgf/mm2)

dimana:

HB = Harga kekerasan *Brinell* (kgf/mm2)

F   = Beban (kgf)

D  = Diameter bola baja (mm)

D  = Diameter bekas penekan (mm)

$π$  = 3,14 (konstanta)

Atau jika menggunakan alat Brinell Hardenest Test

HB = T1+ T2 + T3 + T4 + T5

n

dimana:

HB = Harga kekerasan *Brinell* (kgf/mm2)

T1   = Pengambilan data 1

N    = Jumlah pengambilan data

**METODELOGI PENELITIAN
Waktu dan Tempat Penelitian**

 Penelitian dilakukan dengan melakukan pengamatan visual dan pengambilan data-data teknis yang diperlukan. Penelitian ini dilaksanakan di LPG *Plant* Santan Terminal, *Construction Workshop* Santan Terminal dan Radiant Utama Interisco yang berlangsung mulai dari Juni sampai dengan Agustus 2018.

**Bahan dan Alat yang Digunakan**

 Bahan dan alat yang digunakan adalah profil baja berbentuk plat dari bahan *Plat CS A36* lunak dengan komposisi kandungan 19%C, 17%Si, 22%Ni, 81%Mn, 14%P, 27%S, *Yield point* 35 kg/mm2, *Tensile Strength* 45 kg/mm2 dan *Elongation* 29%

Peralatan yang digunakan yaitu;

1. Mesin Las Listrik

Merk: Miller, type: Big Blue 500CC, power:120/240 VAC dan Weld Output Range: ampere: 55-600A



Gambar 3 Mesin Las Listrik

1. Palu Las Listrik digunakan untuk membersihkan lapisan terak pada logam las saat proses pengelasasn.
2. Elektroda Las Listrik dengan merk : Familiarc, type: LB-52-18/AWS E7018

Panjang = 350 mm

Diameter = 3,2 mm

Ampere = 110 - 140A

Volt = 3 - 4V

1. Gergaji dipergunakan untuk memotong material penelitian guna mendapatkan ukuran yang diperlukan.
2. Mistar Geser untuk mengukur material penelitian.
3. Kikir untuk membersihkan benda spesimen.
4. Mesin *Surface Grinder* untuk meratakan material penelitian, supaya halus dan benar-benar rata.
5. Alat uji kekerasan untuk melakukan penelitian, yang digunakan adalah alat pengujian kekerasan *Portable.*

**Prosedur Penelitian**

1. Menyiapkan material penelitian dengan dimensi ukuran sebagai berikut :
* Panjang = 406 mm
* Lebar = 114 mm
* Tebal = 9.5 mm

Material penelian dibuat dua buah untuk keperluan pengelasan pada salah satu sisinya dibentuk kampuh yang bila kedua spesimen uji disatukan akan membentuk sudut 45°- 60°.

1. Pada material penelitian dilakukan pengerjaan penggerindaan pada kedua permukaannya dengan menggunakan mesin *surface grinder*.
2. Pada material penelitian kemudian dilakukan proses pengelasan sesuai dengan prosedur pengelasan yang digunakan untuk pengelasan baja lunak/tempa.
3. Setelah proses pengelasan selesai, dilakukan proses pendinginan spesimen uji dengan udara sebagai media pendingin.
4. Pada spesimen uji dilakukan pengujian kekerasan pada daerah *HAZ* (*Head Affected Zone*).
5. Pengujian kekerasan dilakukan pada tiga titik di daerah *HAZ* pada jarak 1-3 cm dari daerah pengelasan setiap selesai proses pengelasan dan pendinginan.
6. Pengujian dilakukan dengan menekankan identor dengan beban tertentu dalam waktu yang telah ditentukan.
7. Pada bahan baja, lamanya penekanan ditentukan selama 15 detik.

**ANALISA DAN PEMBAHASAN**

**Pengambilan data.**

 Pengambilan data dilakukan di Laboratorium PT. Radian Utama Interisco Balikpapan dengan mengunakan alat *portable hardness tester*. Pengukurannya dilakukan pada tiga area sampel uji, dengan masing-masing area terdiri dari 10 titik pengambilan nilai kekerasan, sebagai berikut:

**a. Pengukuran area I daerah *base metal*.**

Posisi *impact device* pada titik 1 didapatkan nilai kekerasan sebesar 137 HB.

Posisi *impact device* pada titik 2 didapatkan nilai kekerasan sebesar 136 HB.

Posisi *impact device* pada titik 3 didapatkan nilai kekerasan sebesar 137 HB.

Posisi *impact device* pada titik 4 didapatkan nilai kekerasan sebesar 135 HB.

Posisi *impact device* pada titik 5 didapatkan nilai kekerasan sebesar 135 HB.

Posisi *impact device* pada titik 6 didapatkan nilai kekerasan sebesar 136 HB.

Posisi *impact device* pada titik 7 didapatkan nilai kekerasan sebesar 137 HB.

Posisi *impact device* pada titik 8 didapatkan nilai kekerasan sebesar 135 HB.

Posisi *impact device* pada titik 9 didapatkan nilai kekerasan sebesar 134 HB.

Posisi *impact device* pada titik 10 didapatkan nilai kekerasan sebesar 135 HB.

**b. Pengukuran area II daerah *HAZ*.**

Posisi *impact device* pada titik 1 didapatkan nilai kekerasan sebesar 140 HB.

Posisi *impact device* pada titik 2 didapatkan nilai kekerasan sebesar 146 HB.

Posisi *impact device* pada titik 3 didapatkan nilai kekerasan sebesar 140 HB.

Posisi *impact device* pada titik 4 didapatkan nilai kekerasan sebesar 146 HB.

Posisi *impact device* pada titik 5 didapatkan nilai kekerasan sebesar 141 HB.

Posisi *impact device* pada titik 6 didapatkan nilai kekerasan sebesar 139 HB.

Posisi *impact device* pada titik 7 didapatkan nilai kekerasan sebesar 143 HB.

Posisi *impact device* pada titik 8 didapatkan nilai kekerasan sebesar 141 HB.

Posisi *impact device* pada titik 9 didapatkan nilai kekerasan sebesar 142 HB.

Posisi *impact device* pada titik 10 didapatkan nilai kekerasan sebesar 143 HB.

**c. Pengukuran area II daerah *Weld Metal*.**

Posisi *impact device* pada titik 1 didapatkan nilai kekerasan sebesar 166 HB.

Posisi *impact device* pada titik 2 didapatkan nilai kekerasan sebesar 169 HB.

Posisi *impact device* pada titik 3 didapatkan nilai kekerasan sebesar 167 HB.

Posisi *impact device* pada titik 4 didapatkan nilai kekerasan sebesar 169 HB.

Posisi *impact device* pada titik 5 didapatkan nilai kekerasan sebesar 168 HB.

Posisi *impact device* pada titik 6 didapatkan nilai kekerasan sebesar 168 HB.

Posisi *impact device* pada titik 7 didapatkan nilai kekerasan sebesar 165 HB.

Posisi *impact device* pada titik 8 didapatkan nilai kekerasan sebesar 166 HB.

Posisi *impact device* pada titik 9 didapatkan nilai kekerasan sebesar 169 HB.

Posisi *impact device* pada titik 10 didapatkan nilai kekerasan sebesar 171 HB.

**Perhitungan Kekerasan *Brinell***

Berdasarkan data kekerasan dari tiap titik sampel uji kekerasan menggunakan *portable hardness tester*. Maka didapat rumus rata-ratanya sebagai berikut:

HB = T1+ T2 + T3 + T4 + T5

n

dimana :

HB = Harga kekerasan *Brinell*(kgf/mm2)

T1  = Pengambilan data 1

n = Jumlah pengambilan data

1. Perhitungan rata – rata kekerasan pada *Base Metal*

HB(I)=$\frac{T1+T2+T3+T4+T5+T6+T7+T8+T9+T10 }{n}$

= $\frac{137+136+137+135+135+136+133+135+134+135}{10}$

= 135,3

1. Perhitungan rata - rata kekerasan pada *HAZ*

HB(II) = $\frac{T1+T2+T3+T4+T5+T6+T7+T8+T9+T10 }{n}$

= $\frac{140+146+140+146+141+139+143+141+142+143}{10}$

= 142,1

1. Perhitungan rata – rata kekerasan pada *weld metal*

HB(III) = $\frac{T1+T2+T3+T4+T5+T6+T7+T8+T9+T10 }{n}$

= $\frac{166+169+167+169+168+168+165+166+169+171}{10}$

= 167,8

**Analisa dan Pembahasan**

 Berdasarkan hasil dari pengujian terhadap spesimen uji normal (*base metal*) maupun spesimen uji yang telah mengalami pengelasan, bahwa terjadi perubahan kekerasan di daerah *HAZ* akibat adanya pengaruh panas dari proses pengelasan. Karena jika logam mengalami perlakuan panas di atas temperatur austenisasi maka terjadi perubahan sifat mekanik (kekerasan).Perubahan kekerasan ini akibat dari struktur *martensit* dan *perlit* yang lebih keras dibanding struktur *ferit* dan *austenit* dalam spesimen tersebut.

Tabel 1. Hasil perhitungan.

|  |  |
| --- | --- |
| **Spesimen** | **Hasil Uji**  |
| *Base metal* | 135,3 HB |
| *Hot Affected Zone (HAZ)* | 142,1 HB |
| *Weld Metal* | 167,8 HB |

 Dari data pengujian kekerasan yang dilakukan, menunjukkan bahwa pada spesimen yang mengalami proses pengelasan terjadi peningkatan kekerasan dibandingkan dengan spesimen yang belum mengalami proses pengelasan sekitar 5,0%. Perubahan nilai kekerasannya tidak terlalu besar karena menggunakan media pendingin udara. Sehingga struktur *Partition Wall* bisa digunakan sesuai fungsi struktur secara keseluruhan dan mampu menahan beban yang ada (beban dari *Partition Wall* itu sendiri).

Gambar 4 Grafik hasil uji kekerasan (HB)

**Kesimpulan**

 Setelah melakukan penelitian dan perhitungan, maka diperoleh hasil pengujian kekerasan *Brinell* pada daerah *HAZ*pelat *CS A36* akibat proses pengelasan. Sehingga dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada proses pengelasan akan terjadi perubahan kekerasan terutama di daerah *HAZ (Heat Effected Zone)* menjadi sebesar 142,1 HB, dan nilai kekerasannya berbanding lurus dengan kekerasan pada *Weld Metal*.
2. Pada logam yang mengalami perlakuan panas (pengelasan) lebih besar kekerasannya dibanding dengan logam induknya dengan kekerasan yang terjadi sebesar 142,1 HB. Dimana logam induk sebelum di las memiliki harga kekerasan sebesar 135,3 HB. Ada peningkatan sebesar 5,0%.

**Saran**

1. Untuk mendapatkan data dan informasi yang lebih banyak tentang kekerasan, sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan kampuh las yang lebih bervariasi, serta menggunakan media pendingin jenis lain sebagai nilai perbandingan.
2. Dapat menjadi bahan referensi yang digunakan sebagai data pembanding apabila suatu saat dilakukan pengujian tehadap hasil pengelasan plat yang sejenis.
3. *Welder* yang ditunjuk harus mempunyai pengetahuan, keterampilan dan kualifikasi yang sesuai dengan proses pengelasan yang dipilih.
4. Menggunaan alat keselamatan kerja, agar memberikan jamiman keselamatan kepada juru las maupun lingkungan sekitar.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Engkos K. & Hardi S. 1996. Pengujian Logam, Humaniora Utama Press: Bandung.

[2] Harsono Wiryosumanto & Tos hie Okumura, 2004. Teknologi Pengelasan Logam, PT. Pradnya Paramita: Jakarta.

[3] Karl - Erik Thelning, 1984. *Steel and its Heat Treatment*. Bofors Handbook: London.

[4] Sri Widharto, 2003. Petunjuk Kerja Las, PT. Pradnya Paramita: Jakarta.

[5] Smallman, R. E., *Metallurgy Fisik Modern*, 1995 Edisi IV: Gramedia Jakarta.

[6] Wahid Suherman Ir, 1987. Pengetahuan Bahan, ITS Surabaya.