

ANALISA PENGARUH PERBEDAAN METODE PENGELASAN SMAW DAN GTAW TERHADAP SIFAT MEKANIS MATERIAL HG 30

Agus Setiyo Umartono, Dany Irawan
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Gresik

ABSTRAKSI

Pengelasan adalah penyambungan dua buah logam menjadi satu dilakukan dengan jalan pemanasan atau pelumeran. Proses pengelasan memiliki beberapa metode antara lain dengan metode pengelasan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) dan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*). Pada penelitian ini dilakukan proses pengelasan pada material HG 30. Jenis baja tahan karat HG 30 banyak dipergunakan dalam industri modern khususnya pabrik asam fosfat karena memiliki tingkat ketahanan korosi yang tinggi. Pada penelitian ini digunakan dua metode pengelasan yang berbeda yaitu GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) dan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*), sehingga didapatkan perbedaan karakteristik hasil pengelasan yang dapat digunakan untuk perbandingan kualitas hasil pengelasan. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain pengujian tarik dan kekerasan berdasarkan standart ASME IX. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa daerah HAZ menjadi titik patah ketika dilakukan uji tarik karena daerah HAZ memiliki tingkat kekerasan yang paling tinggi baik menggunakan metode SMAW maupun GTAW.

Kata Kunci: Pengelasan, GTAW, SMAW, *Hardness*, Kekuatan Tarik

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pengembangan teknologi di bidang konstruksi yang semakin maju tidak dapat dipisahkan dari pengelasan karena mempunyai peranan yang sangat penting. Secara sederhana dapat diartikan bahwa pengelasan merupakan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam baik menggunakan bahan tambah maupun tidak dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas. Sampai saat ini banyak sekali cara-

cara pengklasifikasian yang digunakan dalam bidang las. Secara konvensional cara-cara pengklasifikasian tersebut dapat dibagi dalam dua bagian, yaitu berdasarkan *energy* yang digunakan dan berdasarkan cara pengelasan, yang paling sering kita dengar adalah SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*).

Maka dari itu untuk mendapatkan hasil pengelasan yang baik dan berkualitas maka perlu memperhatikan sifat-sifat bahan yang akan dilas. Untuk itu penelitian

tentang pengelasan sangat mendukung dalam rangka memperoleh hasil pengelasan yang terbaik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan hasil pengelasan SMAW dan GTAW terhadap sifat mekanis material HG 30.

KAJIAN PUSTAKA

Definisi pengelasan

Berdasarkan penemuan benda-benda sejarah dapat diketahui bahwa teknik penyambungan logam telah diketahui sejak zaman prasejarah, misalnya pembrasingan logam paduan emas tembaga dan pematian paduan timbal-timah. Menurut keterangan yang didapat, telah diketahui dan dipraktekkan dalam rentang waktu antara tahun 3000 SM sampai 4000 SM. Alat-alat las busur dipakai secara luas setelah alat tersebut digunakan dalam praktek oleh Benardes (1985).

Pengertian pengelasan menurut Harsono (1991) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair. Sedangkan pengertian pengelasan menurut Widharto (1996) adalah salah satu cara menyambung benda padat dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan. Berdasarkan definisi oleh *Deutsche Industrie Normen* (DIN), las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair.

Penyambungan dua buah logam menjadi satu dilakukan dengan jalan pemanasan atau pelumeran. Kedua ujung logam yang akan disambung dibuat lumer atau dilelehkan dengan busur nyala atau dengan logam itu sendiri sehingga kedua ujung atau bidang logam merupakan bidang masa yang kuat tidak mudah dipisahkan (Arifin, 1997). Jenis pengelasan dibedakan menjadi dua kelompok yaitu pengelasan lebur dan padat. Adapun macamnya yaitu Pengelasan Busur (*ArcWelding, AW*), Pengelasan Resistansi Listrik (*Resistance Welding, RW*), Pengelasan Gas (*Oxyfuel Gas Welding, OFW*), dan macam pengelasan padat yaitu Pengelasan Difusi (*Diffusion Welding, DFW*), Pengelasan Gesek (*Friction Welding, FW*), Pengelasan Ultrasonik (*Ultrasonic Welding, UW*).

Las SMAW

Pengertian Las SMAW menurut Boentarto (1995) elektroda yang digunakan pada las jenis ini adalah elektroda berselaput. Selaput elektroda tersebut ikut terbakar sehingga mencair dan menghasilkan gas yang melindungi ujung elektroda kawah las, busur listrik terhadap pengaruh udara luar. Cairan selaput elektroda yang membeku akan menutupi permukaan las yang juga berfungsi sebagai pelindung terhadap pengaruh luar.

Menurut Edriandi (2004), las SMAW merupakan proses las busur manual dimana panas pengelasan

dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda terumpan berpelindung *flux* dengan benda kerja.

Keuntungan dari las SMAW adalah jenis las yang paling sederhana dan paling serbaguna, karena mudah dalam mengangkut peralatan dan perlengkapannya. Hal tersebut membuat proses pengelasan SMAW mempunyai aplikasi *refinery piping* hingga *pipeline*, dan bahkan pengelasan untuk dibawah laut, guna untuk memperbaiki lokasi yang bisa terjangkau oleh sebatang elektroda.

Kelemahan dari las SMAW adalah proses pengelasan ini mempunyai karakteristik dimana laju pengisiannya lebih rendah dibandingkan proses pengelasan GTAW. Panjang elektroda tetap dan pengelasan mesti dihentikan setelah sebatang elektroda habis, puntug elektroda terbuang dan waktu juga terbuang untuk mengganti-ganti elektroda yang baru. Terak (*slag*) yang terbentuk harus dihilangkan dari lapisan las yang sebelumnya.

Las GTAW

Las GTAW yaitu proses pengelasan dengan memakai busur nyala api yang menghasilkan elektroda tetap yang terbuat dari tungsten (*wolfram*), sedangkan bahan penambah terbuat dari bahan yang sama atau sejenis dengan bahan yang dilas dan terpisah dari *torch*, untuk mencegah oksidasi dipakai gas pelindung yang keluar dari *torch* biasanya berupa gas argon 99%. Pada

proses pengelasan ini peleburan logam terjadi karena panas yang dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda dan logam induk.

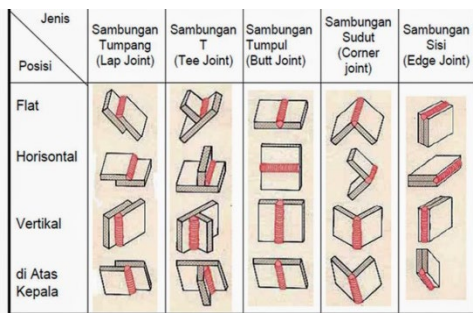
Metode ini dibandingkan dengan proses pengelasan fusi lainnya, lebih memiliki sejumlah keunggulan diantaranya pengelasan GTAW hampir tidak ada cacat las dan beban kesehatan karena asap las relatif rendah. Keuntungan lainnya adalah juru las tidak bekerja dengan elektroda habis sekali pakai sehingga dapat dilakukan dengan penambahan logam pengisi. Juru las dapat menyesuaikan kekuatan las secara optimal untuk tugas pengelasan dan harus memahami hanya sebanyak pengisian yang diperlukan. Hal ini membuat metode ini sangat cocok untuk akar lasan (*root*) dan segala posisi pengelasan.

Jenis-Jenis dan Pemilihan Sambungan

Jenis sambungan las dan bentuk sambungan (*welding joint*), serta bentuk dan ukuran alur las dalam konstruksi untuk merancang sambungan las adalah:

- Persyaratan umum atau spesifikasi mutu (kekuatan) yang diinginkan.
- Bentuk dan ukuran konstruksi las.
- Tegangan timbul akibat pengelasan (*residual stress*), maupun tegangan yang diperhitungkan akan timbul akibat pemakaian (pembebanan).

Beberapa Standar telah mengatur jenis-jenis sambungan, seperti pada Gambar 2.1.



. Gambar 2.1 Jenis alur sambungan las (Harsono, 2000)

Posisi Pengelasan

Posisi pengelasan atau sikap pengelasan adalah pengaturan posisi dan erakan arah dari elektroda sewaktu mengelas. Menurut Fadli (2008), posisi mengelas terdiri dari empat macam, yaitu:

1. Posisi di bawah tangan.

Posisi di bawah tangan yaitu cara pengelasan yang dilakukan pada permukaan rata atau datar dan dilakukan di bawah tangan. Kemiringan elektroda las sekitar 10°-20° terhadap garis vertikal dan 70°-80° terhadap benda kerja.

2. Posisi tegak (vertikal).

Mengelas posisi tegak adalah apabila dilakukan arah pengelasannya ke atas atau ke bawah. Pengelasan ini termasuk pengelasan yang paling sulit karena bahan cair yang mengalir atau menumpuk di arah bawah diperkecil dengan kemiringan elektroda sekitar 10°-15° terhadap garis vertikal dan 70°-85° terhadap benda kerja.

3. Posisi datar (horisontal)

Mengelas dengan horisontal disebut juga mengelas merata dimana kedudukan benda kerja dibuat tegak dan arah elektroda mengikuti horisontal. Sewaktu mengelas

elektroda dibuat miring sekitar 5°-10° terhadap garis vertical dan 70°-80° kearah benda kerja.

4. Posisi di atas kepala (*overhead*)

Posisi pengelasan ini sangat sulit dan berbahaya karena bahan cair banyak berjatuhan dapat mengenai juru las. Oleh karena itu, diperlukan perlengkapan yang serba lengkap. Mengelas dengan posisi ini, benda kerja terletak pada bagian atas juru las dan kedudukan elektroda sekitar 5°-20° terhadap garis vertikal dan 75°-85° terhadap benda kerja.

Spesifikasi Material HG 30

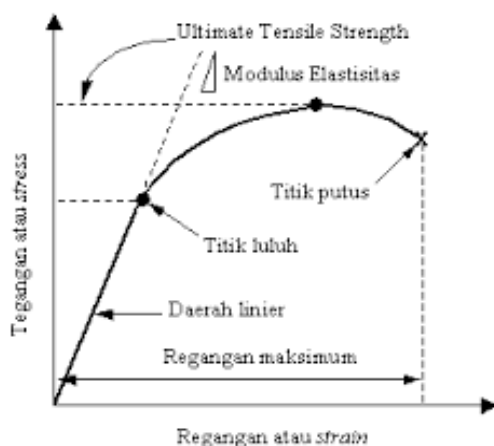
Paduan HG 30 (UNS N06030) adalah bahan nikel-kromium-besi yang sangat tahan terhadap asam fosfat (P₂O₅). HG 30 paduan juga cukup tahan terhadap serangan lokal yang diinduksi klorida, yang dapat menjadi masalah di bawah endapan dalam *evaporator* yang digunakan untuk berkonsentrasi P₂O₅. Paduan HG 30 tersedia dalam bentuk pelat, lembaran, *strip*, *billet*, bar, kabel, pipa, tabung, dan elektroda tertutup.

Tabel 2.1. Komposisi Material HG 30

| Material | Balance Weight (%) |
|-------------------|--------------------|
| <i>Nickel</i> | 43 |
| <i>Chromium</i> | 30 |
| <i>Iron</i> | 15 |
| <i>Molybdenum</i> | 5.5 |
| <i>Tungsten</i> | 2.5 |
| <i>Copper</i> | 2 |
| <i>Niobium</i> | 0.8 |
| <i>Cobalt</i> | 5 Max |
| <i>Manganese</i> | 1.5 Max |
| <i>Silicon</i> | 0.8 Max |
| <i>Carbon</i> | 0.03 Max |

Pengujian Tarik

Pengujian tarik merupakan salah satu pengujian mekanik yang dilakukan. Uji tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan digunakan untuk memastikan beberapa sifat mekanik bahan yang penting dalam desain. Pada uji tarik benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah besar secara kontinyu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji. Tegangan yang dipergunakan pada kurva adalah tegangan membujur rata-rata dari pengujian tarik. Tegangan tersebut diperoleh dengan cara membagi beban dengan luas awal penampang lintang benda uji. Regangan yang digunakan untuk kurva tegangan-regangan adalah regangan linear rata-rata, yang diperoleh dengan cara membagi perpanjangan panjang ukur benda uji (Dieter, 1996).



Gambar 2.9 Kurva Tegangan-Regangan (Callister, 2007)

Bentuk besaran pada kurva tegangan-regangan suatu logam tergantung pada komposisi, perlakuan panas, deformasi plastik yang pernah dialami, laju regangan, suhu, dan keadaan tegangan yang menentukan selama pengujian. Parameter-parameter yang digunakan untuk menggambarkan kurva tegangan regangan adalah kekuatan tarik, kekuatan luluh atau titik luluh, persen perpanjangan, dan pengurangan luas. Parameter pertama adalah parameter kekuatan, sedangkan dua yang terakhir menyatakan keliatan bahan (Dieter, 1996).

Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji. Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah las dimaksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari kelompok *raw materials*. Pengujian tarik untuk kualitas kekuatantarik dimaksudkan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan dimanakah letak putusnya suatu sambungan las. Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda yang diatur pada ASTM E8.

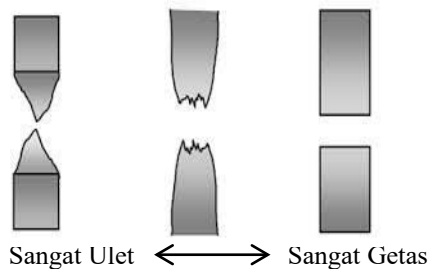
Pada pengujian tarik, beban diberikan secara kontinu dan perlahan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji dan dihasilkan kurva tegangan-regangan. Tegangan dapat diperoleh

dengan membagi beban dengan luas penampang mula benda uji.

Regangan (persentase pertambahan panjang) yang diperoleh dengan membagi perpanjangan panjang ukur (L) dengan panjang ukur mula-mula benda uji.

Pembebanan tarik dilakukan terus-menerus dengan menambahkan beban sehingga akan mengakibatkan perubahan bentuk pada benda berupa pertambahan panjang dan pengecilan luas permukaan dan akan mengakibatkan kepatahan pada beban.

Sampel hasil pengujian tarik dapat menunjukkan beberapa tampilan perpatahan diilustrasikan pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.3 Ilustrasi penampang samping bentuk perpatahan benda uji tarik sesuai dengan tingkat keuletan/kegetasan (Akhmad,2009).

Perpatahan ulet memberikan karakteristik berserabut (*fibrous*) dan gelap (*dull*), sementara perpatahan getas ditandai dengan permukaan patahan yang berbutir (*granular*) dan terang. Perpatahan ulet umumnya lebih disukai karena bahan ulet umumnya lebih tangguh dan memberikan peringatan lebih dahulu sebelum terjadinya kerusakan, ini juga terjadi pada sambungan las.

Uji Kekerasan *Rockwell*

Pengujian *rockwell* mirip dengan pengujian *brinell*, yakni angka kekerasan yang diperoleh merupakan fungsi derajat indentasi. Beban dan indentor yang digunakan bervariasi tergantung pada kondisi pengujian. Berbeda dengan pengujian *brinell*, indentor dan beban yang digunakan lebih kecil sehingga menghasilkan indentasi yang lebih kecil dan lebih halus, banyak digunakan dalam industri karena prosedurnya lebih cepat (Davis, Troxell, dan Wiskocil, 1955).

Indentor atau penetrator dapat berupa bola baja atau kerucut intan dengan ujung yang agak membulat (biasa disebut *brale*). Diameter bola baja umumnya 1/16 inchi, tetapi terdapat juga indentor dengan diameter lebih besar, yaitu 1/8, 1/4, atau 1/2 inchi untuk bahan-bahan yang lunak. Pengujian dilakukan dengan terlebih dahulu memberikan beban minor 10 kg, dan kemudian beban mayor diaplikasikan. Beban mayor biasanya 60 atau 100 kg untuk indentor bola baja dan 150 kg untuk *indentorbrale*. Meskipun demikian, dapat digunakan beban dan indentor sesuai kondisi pengujian.

Karena pada pengujian *rockwell*, angka kekerasan yang ditunjukkan merupakan kombinasi antara beban dan indentor yang dipakai, maka perlu diberikan awalan huruf pada angka kekerasan yang menunjukkan kombinasi beban dan penumbuk tertentu untuk skala beban yang digunakan.

Dial pada mesin terdiri atas warna merah dan hitam yang didesain untuk mengakomodir pengujian skala B dan C yang seringkali dipakai. Skala kekerasan B digunakan untuk pengujian dengan kekerasan *medium* seperti baja karbon rendah dan baja karbon *medium* dalam kondisi telah dianil (dilunakkan). *Range* kekerasannya ialah 0–100. Bila indenter bola baja dipakai untuk menguji bahan yang kekerasannya melebihi B 100, indenter dapat terdeformasi dan berubah bentuk. Selain itu, karena bentuknya, bola baja tidak sesensitif *brale* untuk membedakan kekerasan bahan-bahan yang keras. Tetapi jika indenter bola baja dipakai untuk menguji bahan yang lebih lunak dari B 0, dapat mengakibatkan pemegang indenter mengenai benda uji, sehingga hasil pengujian tidak valid dan pemegang indenter dapat rusak.

METODE PENELITIAN

Sumber dan Data Penelitian

Sumber dan jenis data penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Material yang digunakan adalah HG 30 tebal 6,4 mm
- Proses las yang digunakan adalah las SMAW dan GTAW
- Pengelasan menggunakan posisi 1G
- Elektroda yang digunakan adalah tipe AWS A5.11 EniCrMo-11 diameter 3.2 mm dan Filler AWS A5.14 ErNiCrMo-11

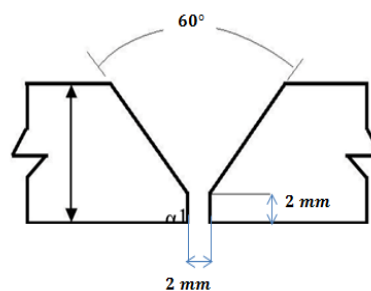
- Bentuk sambungan yang digunakan jenis kampuh V, lebar celah 2 mm, dan sudut kampuh 60
- Bentuk specimen benda uji mangacu standart ASME IX.
- Pengujian tarik dan kekerasan (*Hardness Rockwell*).

Tahapan Penelitian

Tahapan Penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan Kampuh V

Pembuatan kampuh V menggunakan mesin frais. Bahan yang telah dipersiapkan dipotong dengan ukuran panjang 300 mm dan lebar 150 mm sebanyak 4 buah, setelah bahan dipotong kemudian permukaan digambar, tepi permukaan diukur sedalam 2 mm dan diukur sudut 30. Setelah bahan digambar, bahan dicekam dan dilakukan pengefraisan.



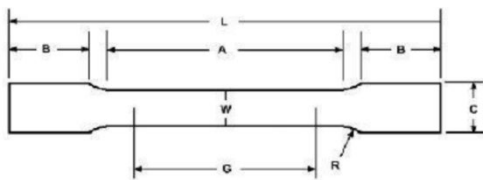
Gambar 3.1. Kampuh V

2. Proses pengelasan benda

Langkah-langkah yang digunakan dalam proses pengelasan adalah sebagai berikut:

- Mempersiapkan peralatan SMAW maupun GTAW
- Mempersiapkan benda kerja yang akan dilas, dengan

- membersihkan terlebih dahulu benda tersebut
- Menyetel amper yang digunakan untuk mengelas
 - Setelah itu benda kerja dilas menggunakan elektroda AWS A5.11 ENiCrMo-11 diameter 3.2 mm dengan metode pengelasan SMAW dan filler ERNiCrMo-11 diameter 3.2 mm dengan metode pengelasan GTAW pada posisi 1G.
 - Membersihkan terak hasil dari proses pengelasan dengan palu terak dan sikat baja.
3. Pembuatan Spesimen
- Mengacu standar ASME IX untuk pengujian kualitas kekuatan tarik bahan, setelah proses pengelasan selesai maka dilanjutkan pembuatan specimen sesuai ASME IX, dengan langkah-langkah sebagai berikut:
- Meratakan alur hasil pengelasan dengan mesin frais
 - Bahan dipotong dengan ukuran 300 mm dan lebar 32 mm
 - Permukaan potongan dihaluskan dan diberi tanda untuk pengujian kekerasan, setelah itu dilanjutkan pengukuran uji tarik



Gambar 3.2. Spesimen Uji Tarik

- Membuat specimen mengacu ukuran standart ASME IX, sebanyak 3 spesimen dengan tiap metode pengelasan tertentu.

Keterangan:

L: 300 mm C: 32 mm

A: 60 mm R: 13 mm

4. Pengujian Tarik

Prosedur dan pembacaan hasil pada pengujian tarik adalah sebagai berikut, Benda uji dijepit pada ragum uji tarik, setelah sebelumnya dicatat penampangnya, panjang awal dan ketebalannya.

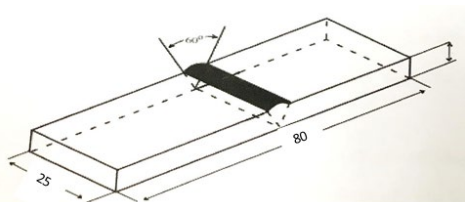
Langkah pengujian sebagai berikut:

- Menyiapkan kertas *milimeter block* dan letakkan kertas tersebut pada *plotter*.
- Benda uji mulai mendapat beban tarik dengan menggunakan tenaga hidrolik diawali 0 kg hingga benda putus pada beban maksimum yang dapat ditahan benda tersebut,
- Benda uji yang sudah putus lalu diukur besar penampang dan panjang benda uji setelah putus.
- Gaya/beban yang maksimum ditandai dengan putusnya benda uji terdapat pada layar digital dan dicatat sebagai data.
- Hasil diagram terdapat pada kertas *milimeter block* yang ada pada meja *plotter*.

- f) Hal terakhir yaitu menghitung kekuatan tarik, kekuatan luluh, perpanjangan reduksi penampang dari data yang telah didapat.

5. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan ini memiliki tujuan untuk mengetahui distribusi kekerasan pada logam las (*weld metal*), HAZ dan logam dasar. Pada pengujian kekerasan ini menggunakan metode *rockwell*. Pengujian ini dilaksanakan dengan cara menekan spesimen dengan suatu indentor. Tahapannya yaitu menyiapkan specimen dengan ukuran 25 mm lalu diratakan dengan gerinda dan diampelas sampai rata, selanjutnya bisa dilakukan pengujian kekerasan *rockwell* seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Spesimen Uji Kekerasan

6. Analisa dan Pembahasan

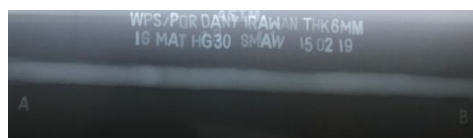
Setelah data diperoleh selanjutnya adalah menganalisa data dengan cara mengolah data yang sudah terkumpul. Data dari hasil pengujian dimasukkan kedalam persamaan-persamaan yang ada sehingga diperoleh data yang bersifat kuantitatif, yaitu data yang berupa angka-angka. Analisa dan pembahasan ini dapat berpengaruh pada arus pengelasan, tegangan

las, dan kecepatan pengelasan terhadap kekuatan tarik dan kekerasan las SMAW dan GTAW, berupa perbandingan rata-rata antara data-data yang mengalami variasi metode pengelasan.

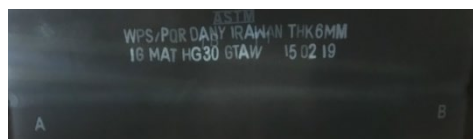
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Radiography

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui adanya cacat, retak atau *discontinuity* lain tanpa merusak benda yang kita uji. Jenis pengujian ini menggunakan sinar X untuk mendeteksi dan memperlihatkan dengan jelas bagian objek yang cacat. Diharapkan dengan pengujian ini dapat memperoleh hasil yang akurat ketika objek dilakukan pengujian yang lainnya seperti uji tarik dan kekerasan. Hasil *radiography* spesimen adalah sebagai berikut:



Gambar 4.5 Hasil *radiography* spesimen dengan metode SMAW



Gambar 4.6 Hasil *radiography* spesimen dengan metode GTAW

Hasil Heat Input

Hasil *Heat Input* dalam proses pengelasan SMAW dan GTAW adalah sebagai berikut: *Heat Input* metode pengelasan GTAW

$$H = \frac{E I}{S}$$

$$E = 27.5 \text{ Volt}$$

$$I = 100 \text{ amp}$$

$$S = 2.02 \text{ mm/s}$$

Penyelesaian:

$$= \frac{27.5 \times 100}{2.02 \text{ mm/s}}$$

$$= \frac{2750}{2.02}$$

$$= 1361,38$$

$$= 1.361 \text{ Kj/mm}$$

Heat Input metode pengelasan SMAW

$$H = \frac{E I}{S}$$

$$E = 28 \text{ Volt}$$

$$I = 100 \text{ amp}$$

$$S = 3.2 \text{ mm/s}$$

Penyelesaian:

$$= \frac{28 \times 100}{3.2 \text{ mm/s}}$$

$$= \frac{2800}{3.2}$$

$$= 875$$

$$= 0.875 \text{ Kj/mm}$$

Hasil Uji Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat mekanis dari sebuah material.

Hasil pengujian tarik adalah sebagai berikut:

Dimensi material uji A1 yang menggunakan metode pengelasan SMAW besaran-besaran yang didapatkan sebagai berikut:

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_o}$$

$$F_u = 8636.65 \text{ kgf}$$

$$A_o = 123.5 \text{ mm}^2$$

Penyelesaian:

$$\frac{F_u}{A_o} = \frac{8636.65}{123.5}$$

$$\sigma_u = 69.932 \text{ kgf/mm}^2$$

Dimensi material uji A2 yang menggunakan metode pengelasan SMAW besaran-besaran yang didapatkan sebagai berikut:

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_o}$$

$$F_u = 8796,55 \text{ kgf}$$

$$A_o = 123.5 \text{ mm}^2$$

Penyelesaian:

$$\frac{F_u}{A_o} = \frac{8796,55}{123.5}$$

$$\sigma_u = 71.227 \text{ kgf/mm}^2$$

Dimensi material uji B1 yang menggunakan metode pengelasan GTAW besaran-besaran yang didapatkan sebagai berikut:

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_o}$$

$$F_u = 9120.5 \text{ kgf}$$

$$A_o = 123.5 \text{ mm}^2$$

Penyelesaian:

$$\frac{F_u}{A_o} = \frac{9120.5}{123.5}$$

$$\sigma_u = 73,851 \text{ kgf/mm}^2$$

Dimensi material uji B2 yang menggunakan metode pengelasan GTAW besaran-besaran yang didapatkan sebagai berikut:

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_o}$$

$$F_u = 8749.11 \text{ kN}$$

$$A_o = 123.5 \text{ mm}^2$$

Penyelesaian:

$$\frac{F_u}{A_o} = \frac{8749.11}{123.5}$$

$$\sigma_u = 70,843 \text{ kgf/mm}^2$$

Tabel 4.1. Hasil Uji Tarik Pengelasan SMAW

| No | Tensile Test Results | | |
|----|----------------------|--------|----------|
| | Kgf/mm ² | MPa | Putus di |
| 1. | 69.932 | 685.80 | HAZ |
| 2. | 71.227 | 698.50 | HAZ |

| | | | |
|-----------|--------|--------|-----|
| Rata-rata | 70.579 | 692.15 | HAZ |
|-----------|--------|--------|-----|

Tabel 4.2. Hasil Uji Tarik Pengelasan GTAW

| No | Tensile Test Results | | |
|-----------|----------------------|--------|----------|
| | Kgf/mm ² | MPa | Putus di |
| 1. | 73.851 | 724.24 | HAZ |
| 2. | 70.843 | 694.73 | HAZ |
| Rata-rata | 72.346 | 709.48 | HAZ |

Hasil uji kekerasan *Rockwell*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi kekerasan pada logam las (*weld metal*), HAZ dan logam dasar. Material HG 30 yang digunakan dalam proses pengelasan SMAW dan GTAW ini diuji dengan metode *Rockwell*. Adapun hasilnya sebagai berikut:

Tabel 4.3. Hasil Uji Kekerasan pada Proses Pengelasan SMAW

| Point | HRB | | | Average |
|-------|-------|--------|-------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| WM | 96.98 | 94.19 | 95.22 | 95.46 |
| HAZ | 99.66 | 100.51 | 97.49 | 99.22 |
| BM | 94.16 | 92.35 | 94.21 | 93,57 |

Tabel 4.4. Hasil Uji Kekerasan pada Proses Pengelasan GTAW

| Point | HRB | | | Average |
|-------|--------|-------|--------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| WM | 100.95 | 102.6 | 103.2 | 102.37 |
| HAZ | 104.6 | 104.7 | 103.55 | 104.28 |
| BM | 95.07 | 92.99 | 94.1 | 94.05 |

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan pada penelitian dan analisis terhadap data yang diperoleh dari pengujian yang dilakukan tentang perbedaan hasil

pengelasan metode GTAW dan SMAW terhadap material HG 30, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai uji tarik pengelasan GTAW sebesar 72.346 kgf/mm² lebih besar dibandingkan dengan nilai uji tarik pengelasan SMAW sebesar 70.579 kgf/mm².
2. Hasil uji tarik menunjukkan bahwa area HAZ menjadi titik patah ketika dilakukan pengujian tarik karena daerah HAZ memiliki nilai kekerasan tertinggi yaitu sebesar 99.22 HRB untuk pengelasan SMAW dan 104.28 HRB untuk pengelasan GTAW

Saran

Untuk pengelasan material HG 30 dapat menggunakan metode pengelasan GTAW dan SMAW, tetapi untuk meminimalkan hasil cacat las sebaiknya menggunakan metode pengelasan GTAW karena pada prosesnya menggunakan gas argon sebagai gas pelindung.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, S., 1997, *Las Listrik dan Otogen*, Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Daryanto, 2011, *Teknik mengelas logam*, Satu nusa, Bandung.
- Dieter E. G., 1998, *Mechanical Metallurgy*, SI Metric Edition, United States of America.
- Harsono Wiryosumatro & Thosie Okumura, 1996, *Teknologi Pengelasan Logam*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Widharto, S., 2006, *Petunjuk kerja las*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Wiryosumatro, H., 2000, *Teknologi pengelasan logam*, Erlangga, Jakarta.
- ASME IX, 2017, *Qualification standart for welding, brazing, and fusing procedures*, Two park avenue, New York.