

PENGARUH HASIL PENGELASAN GTAW DAN SMAW PADA PELAT BAJA SA 516 DENGAN KAMPUH V TUNGGAL TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO

Prof.Ir.Sasi Kirono,Msi¹., Arief Sanjaya²

Lecture¹,College student²,Departement of machine, Faculty of Engineering, University Muhammadiyah Jakarta, Jalan Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510, Tlp 021-4244016,4256024, email : sasi.kirono@[yahoo.com](mailto:sasi.kirono@yahoo.com)

ABSTRAK

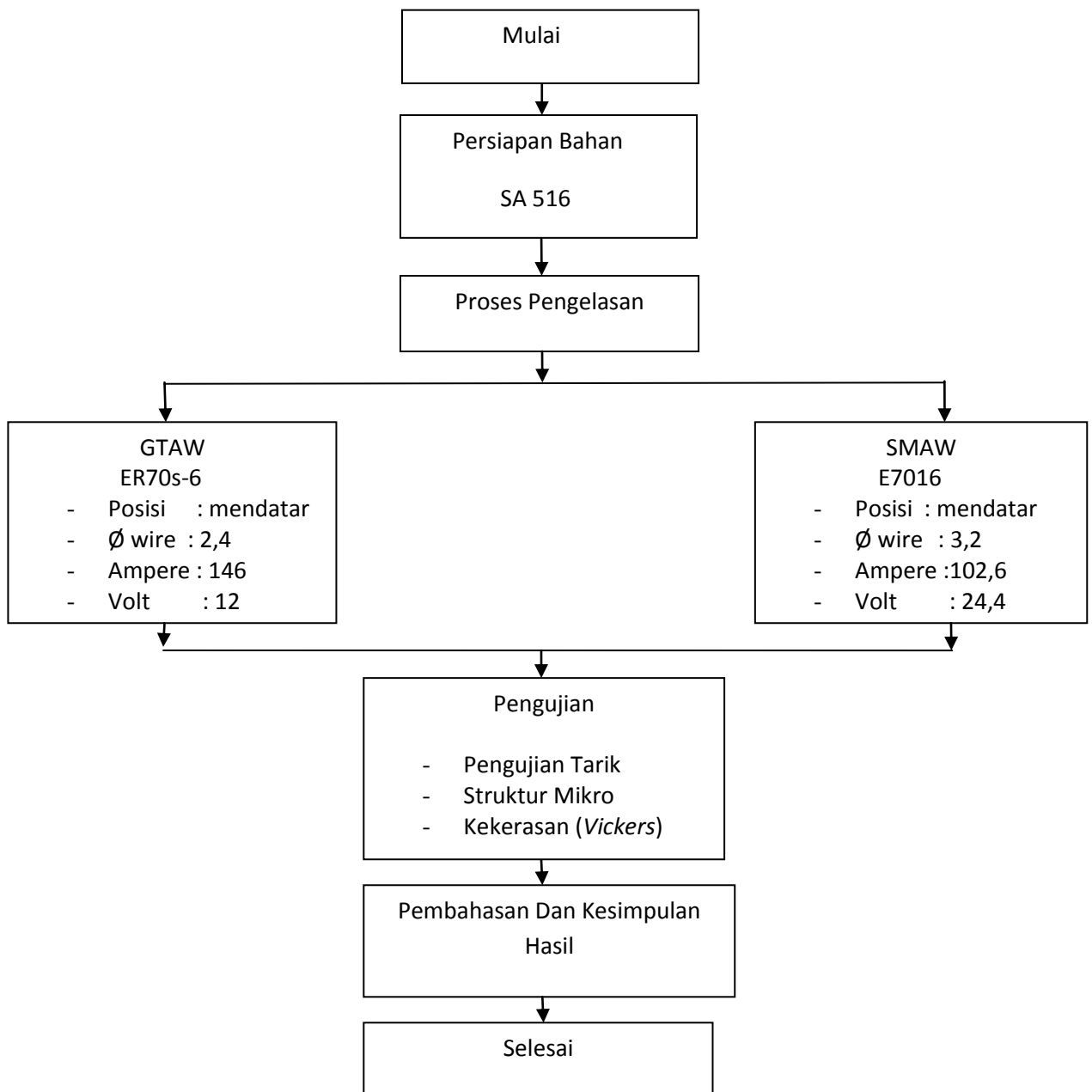
Mengetahui sejauh mana pengaruh hasil pengelasan manual yang berbeda yaitu pengelasan GTAW dengan heat input 1709 J/mm (gas tungsten arc welding) dan pengelasan SMAW dengan heat input 1636 J/mm (shield metal arc welding) pada pelat baja SA 516 dengan kandungan carbon 0,17 terhadap kekuatan tarik, kekerasan dan struktur mikro. setelah mendapat hasil kekuatan tarik, kekerasan dan struktur mikro pada pengelasan GTAW dan SMAW pada pelat baja SA 516, sample hasil pengelasan GTAW lebih kuat dan lebih keras serta butiran struktur mikronya lebih kasar dibandingkan hasil pengelasan SMAW. Dari hasil pengujian sample hasil pengelasan GTAW mempunyai kekuatan tarik dan kekerasan lebih besar akan tetapi lebih getas dibandingkan sample hasil pengelasan SMAW.

Kata kunci: GTAW, SMAW, uji tarik , kekerasan dan sruktur mikro.

1. PENDAHULUAN

Mutu dari hasil pengelasan di samping tergantung dari pengerjaan lasnya sendiri dan juga sangat tergantung dari persiapan sebelum pelaksanaan pengelasan, karena pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Pada penelitian ini pengelasan yang digunakan las GTAW (*Gas tungsten arc welding*) dan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*). Hal ini sangat erat hubungannya dengan arus listrik, ketangguhan, cacat las, serta retak yang pada umumnya mempunyai pengaruh yang fatal terhadap keamanan dari konstruksi yang dilas. Maka dari itu untuk mengusahakan terhadap 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 baik. Terwujudnya standar-standar yang teknik pengelasannya akan membantu memperluas lingkup pemakaian sambungan las dan memperbesar ukuran bangunan konstruksi yang akan dilas. Untuk dapat mengetahui pengaruh hasil pengelasan las GTAW dan SMAW pada pelat baja SA 516 terhadap uji tarik, kekerasan dan struktur mikro dari pengelasan maka perlu dilakukan pengujian terhadap benda uji hasil dari pengelasan.

2. DIAGRAM ALIR



Gambar 2.1 Diagram alir

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah suatu metode yang dilaksanakan dalam penelitian untuk menjelaskan cara yang digunakan untuk penelitian dengan langkah-langkah dan tata cara agar terwujudnya hasil-hasil data dari penelitian yang dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah, penelitian yang dilakukan dengan cara metode eksperimen, yaitu metode yang mencari sebab akibatnya dari hasil proses pengelasan yang berbeda pada plat baja SA 516 standar ASME. Pelaksanaan eksperimen dilaksanakan dilaboratorium dengan kondisi dan peralatan yang disesuaikan, guna memperoleh hasil data dari hasil pengaruh pengelasan GTAW dan SMAW pada plat baja SA 516 terhadap pengujian tarik, kekerasan dan struktur mikro. Dari hasil eksperimen ini peneliti meneliti tentang hasil pengaruh pengelasan yang berbeda pada plat baja SA 516 yang sering digunakan pada pembuatan bejana tekan, ketel uap dan tangki minyak. Pada bab ini akan dibahas mengenai jalannya pengujian dan macam-macam pengujian yang akan dilakukan. Data hasil pengujian akan dibahas pada bab berikut. Dari hasil pengujian kemudian akan dianalisa dan dibahas berdasarkan hubungan terhadap struktur mikro, kekerasan dan kekuatan tarik. Agar mempermudah melakukan proses penelitian maka perlu diadakannya diagram alir.

4. DATA HASIL PENELITIAN

4.1. Komposisi Kimia Baja SA 516

Tabel 4.1 Komposisi Kimia Baja SA 516

| <i>C</i> | <i>Si</i> | <i>Mn</i> | <i>P</i> | <i>S</i> |
|----------|-----------|-----------|----------|----------|
| 0,17% | 0,36% | 1,11% | 0,011% | 0,018% |

dari tabel komposisi 4.1 diatas baja SA 516 diklarifikasikan sebagai baja karbon rendah dikarenakan mempunyai kadar karbon 0,17%.

4.2 Data Hasil *Heat input*

Tabel 4.2 Hasil *Record* Pengelasan Rata-rata

| Jenis Pengelasan | <i>Volt</i> | <i>Ampere</i> | Kecepatan pengelasan | <i>Heat input</i> |
|------------------|-------------|---------------|----------------------|-------------------|
| GTAW | 12 | 146 | 65,8mm/min | 1709 J/mm |
| SMAW | 24,4 | 102,6 | 99,5mm/min | 1636 J/mm |

nilai masukan panas *Heat input* lebih besar dibandingkan proses pengelasan SMAW, dapat dianalisa sebagai berikut:

1. Kecepatan pengelasan pada proses pengelasan GTAW lebih cepat dibandingkan proses pengelasan SMAW, dikarenakan pada pada proses pengelasan GTAW menggunakan *ampere* besar dibandingkan las SMAW.
2. *Volt* dalam proses pengelasan GTAW lebih kecil dari proses pengelasan SMAW yang sudah dirata-ratakan, dikarenakan proses pengelasan las GTAW menggunakan *ampere* yang lebih besar dibandingkan pada las SMAW menggunakan *ampere* kecil.
3. *Ampere* yang sudah dirata-ratakan proses pengelasan GTAW lebih besar dengan proses pengelasan SMAW, dikarenakan dalam kecepatan pengelasan GTAW lebih

cepat dibandingkan las SMAW.

4. *Heat input las* las GTAW lebih besar dibandingkan las SMAW dikarenakan pada kecepatan las GTAW lebih cepat dan *ampere* las GTAW lebih besar dibandingkan las SMAW.

4.3 Data Hasil Pengujian Tarik

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Tarik Pada Benda Uji Las

| no | Benda uji las | Luas penampang A_0 | Perubahan panjang ΔL | Luas pada patahan A_I | Gaya hasil tarik maksimum F_m |
|----|---------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| 1 | GTAW | 243,52mm ² | 17,85mm | 102,09mm ² | 137,5 kN |
| 2 | SMAW | 241,93mm ² | 16,60mm | 96,80mm ² | 135 kN |

4.3.1 Perhitungan Pengujian Tarik

Perhitungan kekuatan tarik pada las GTAW

- a. Tegangan tarik

$$\sigma = \frac{F_m}{A_0} = \frac{137,5}{243,52} = 0,56463 \text{ kN/mm}^2 = 564,63 \text{ N/mm}^2 = 564,63 \text{ MPa}$$

- b. Tegangan yield metode offset

$$\sigma_{0,2} = \frac{F_y}{A_0} = \frac{105}{243,52} = 0,43117 \text{ kN/mm}^2 = 431,17 \text{ N/mm}^2 = 431,17 \text{ MPa}$$

- c. elongasi

$$e = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \\ = \frac{17,85}{60} \times 100\% = 29,75\%$$

- d. Reduksi penampang

$$q = \frac{A_0 - A_I}{A_0} \times 100\% \\ = \frac{243,52 - 102,09}{243,52} \times 100\% = 58,07\%$$

Perhitungan kekuatan tarik las SMAW

- a. Tegangan tarik

$$\sigma = \frac{F_m}{A_0} = \frac{135}{241,93} = 0,55801 \text{ kN/mm}^2 = 558,01 \text{ N/mm}^2 = 558,01 \text{ MPa}$$

- e. Tegangan yield metode offset

$$\sigma_{0,2} = \frac{F_y}{A_0} = \frac{100}{241,93} = 0,41334 \text{ kN/mm}^2 = 413,34 \text{ N/mm}^2 = 413,34 \text{ MPa}$$

- b. Elongasi

$$e = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

$$e = \frac{16,60}{60mm} \times 100\% = 27,66\%$$

c. Reduksi penampang

$$q = \frac{A_0 - A_1}{A_0} = 100\%$$

$$= \frac{241,93 - 96,80}{241,93} \times 100\% = 59,98\%$$

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Uji Tarik

| Jenis Las | Tegangan tarik σ_u N/mm ² (MPa) | Tegangan yield 0,2% N/mm ² (MPa) | elongasi (%) | Reduksi Penampang (%) |
|-----------|---|---|--------------|-----------------------|
| GTAW | 564,63 (564,63) | 431,17 (431,17) | 29,75 | 58,07 |
| SMAW | 558,01 (558,01) | 413,34 (413,34) | 27,66 | 59,98 |

4.3.2 Analisis Hasil Pengujian Tarik

1. Tegangan tarik (σ_u)

Hasil data pengujian tarik pada hasil benda uji las GTAW dan benda uji las SMAW nilai tegangan tarik maksimum las GTAW lebih tinggi tegangan tariknya yaitu sebesar 564,63 N/mm² (564,63MPa) dengan las SMAW yang sebesar 558,01 N/mm² (558,01MPa), selisih tegangan tarik maksimum pada hasil benda uji las GTAW dan SMAW adalah 6,62 N/mm² (6,62MPa).

2. Tegangan yield metode offset 2% ($\sigma_{0,2}$).

Tegangan yield metode offset 2% pada pengujian tarik pada hasil benda uji las GTAW lebih tinggi sebesar 431,17 N/mm² (431,17MPa) sedangkan tegangan yield las SMAW sebesar 413,34 N/mm² (413,34MPa). Selisih tegangan yield antara las GTAW dan las SMAW sebesar 17,83 N/mm² (17,83MPa).

3. Elongasi (e)

berdasarkan data hasil pengujian tarik pada benda uji las GTAW dan las SMAW, hasil nilai elongasi las GTAW lebih besar dengan nilai 29,75% dan elongasi las SMAW yang nilainya 27,66%, selisih elongasi pada benda uji las GTAW dan las SMAW tersebut adalah 2,09%.

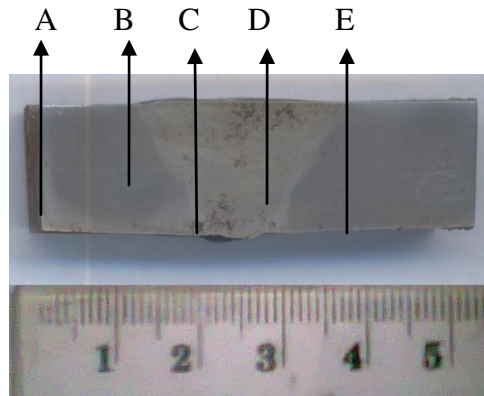
4. Reduksi (q)

Dari data hasil pengujian tarik benda uji las GTAW dan SMAW reduksi benda uji las SMAW mendapat nilai lebih besar bandingkan las GTAW. reduksi las SMAW sebesar 59,98 % dari hasil pengujian tariknya, dan reduksi benda uji

las GTAW sebesar 58,07 %. Selisih reduksi las SMAW terhadap GTAW sebesar 1,91%.

4.4. Hasil Uji Kekerasan (*Vickers*)

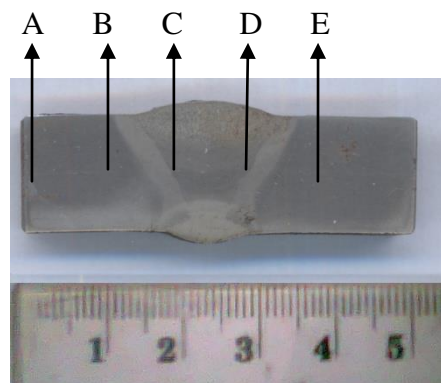
Hasil uji kekerasan (*Vickers*) diambil lima daerah dari masing-masing benda uji lasan GTAW dan benda uji lasan SMAW yaitu daerah base metal A, daerah HAZ B, daerah lasan, daerah HAZ D dan daerah base metal B. lima daerah tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini,



Gambar 4.1 Daerah Titik Uji Kekerasan Pada Benda Las GTAW

Keterangan gambar

- | | |
|------------------------|------------------------|
| A. Daerah base metal A | D. daerah HAZ D |
| B. Daerah HAZ B | E. daerah base metal B |
| C. Daerah lasan | |



Gambar 4.2 Daerah Titik Uji Kekerasan Pada Benda Uji SMAW

Keterangan gambar

- | | |
|------------------------|------------------------|
| A. Daerah base metal A | D. daerah HAZ D |
| B. Daerah HAZ B | E. daerah base metal B |
| C. Daerah lasan | |

Tabel 4.5 Hasil Uji Kekerasan *Vickers* benda uji las GTAW dan las SMAW

| Posisi | Kekerasan Mikro <i>Vickers</i> (HVn) | | Rata-rata | | Keterangan |
|---------------------|--------------------------------------|-------|-----------|-------|--|
| | GTAW | SMAW | GTAW | SMAW | |
| <i>Base Metal A</i> | 189,0 | 165,8 | 189,0 | 165,8 | Mikro <i>Vickers</i> Beban 200 gf Indentor Intan |
| | 189,0 | 165,8 | | | |
| | 189,0 | 165,8 | | | |
| HAZ B | 220,6 | 200,6 | 220,6 | 200,6 | |
| | 220,6 | 200,6 | | | |
| | 220,6 | 200,6 | | | |
| Daerah Lasan | 256,0 | 207,3 | 256,0 | 207,3 | |
| | 256,0 | 207,3 | | | |
| | 256,0 | 207,3 | | | |
| HAZ D | 231,8 | 184,0 | 231,8 | 184,0 | |
| | 231,8 | 184,0 | | | |
| | 231,8 | 184,0 | | | |
| <i>Base Metal B</i> | 189,0 | 175,3 | 189,0 | 175,3 | |
| | 189,0 | 175,3 | | | |
| | 189,0 | 175,3 | | | |

4.4.1. Analisis Hasil Pengujian Kekerasan

1. Pada base metal A nilai rata-rata harga kekerasan dari tiga titik kekerasan pada benda uji lasan GTAW pada gambar grafik 4.7 mendapat harga kekerasannya lebih besar sebesar 189,0 HVn dibandingkan dengan harga kekerasan benda uji las SMAW sebesar 165,8 HVn. disebabkan pada base metal A pada benda uji las GTAW mungkin mendapat perambatan panas dari *heat input* lebih tinggi sebesar 1709 J/mm dibandingkan pada benda uji kekerasan las SMAW yang perambatan panas dari *heat input* sebesar 1636 J/mm.
2. Daerah HAZ B pada uji kekerasan benda uji las GTAW dan uji kekerasan las SMAW yang terdapat gambar grafik 4.7 yang sudah dirata-ratakan, harga uji kekerasan benda uji las GTAW sebesar 220,06 HVn dan benda uji harga kekerasan las SMAW 200,6 HVn. Pada benda uji las GTAW lebih keras dibandingkan las SMAW. mungkin dikeranakan pada benda uji las GTAW mendapat penyerapan panas lebih cepat akibat dari *heat input* yang besar pada tabel 4.2.
3. Daerah logam las pada benda uji hasil kekerasan las GTAW mendapat hasil kekerasannya 256,0 HVn jauh lebih keras dibandingkan pada benda uji hasil uji kekerasan las SMAW sebesar 207,6 HVn. penyebab hasil uji kekerasan pada las

GTAW jauh lebih keras dibandingkan uji kekerasan SMAW, dikarenakan pada komposisi kimia elektroda las GTAW kandungan silikon dan mangan lebih besar serta *heat input* pada proses pengelasan lebih besar dibandingkan elektroda dan *heat input* las SMAW.

4. Daerah HAZ D yang setelah mendapat hasil kekekasan pada benda uji las GTAW harga kekerasannya sebesar 231,8 HVn dan harga kekerasan pada las SMAW sebesar 184,0 HVn. Penyebab kekerasan pada HAZ D pada uji kekerasan las GTAW lebih keras nilai harga kekerasannya dibandingkan uji kekerasan las SMAW mungkin pada daerah HAZ D pada las GTAW penyerapan panas akibat *heat input* dari proses pengelasan yang diterima lebih cepat terserap pada ke base metal 2.
5. Daerah base metal B harga kekerasan las GTAW sebesar 189,0 HVn dan harga kekerasan las SMAW sebesar 175,3 HVn. harga kekerasan pada las GTAW lebih besar mungkin dikarenakan perambatan panas dari *heat input* yang lebih besar dari las SMAW pada tabel 4.2

4.5. Hasil Pengujian Struktur Mikro

Berdasarkan hasil pengujian metalografi struktur mikro diatas pada daerah base metal A, daerah HAZ B, daerah logam las, daerah HAZ D dan base metal B pada benda uji hasil las GTAW dan benda uji hasil las SMAW dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Daerah base metal A pada benda uji las GTAW dan las SMAW terdapat butiran ferrit dan butiran pearlite. Butiran ferrit dan pearlite akan tampak pada baja karbon rendah dikarenakan ferrit adalah besi dan pearlit adalah karbon.
2. Pada daerah HAZ B adalah daerah yang terpengaruh panas, benda uji las GTAW terlihat butiran ferrit dan bainit. Sedangkan pada benda uji las SMAW terlihat butiran ferrit dan ferrit *widmanstatten*. butiran bainit cenderung lebih keras dibandingkan dengan ferrit *widmanstaatten*.
3. Pada daerah logam las adalah daerah dimana pencairan elektroda akibat *heat input* . pada daerah logam las butiran yang terlihat pada las GTAW adalah ferrit , bainit dan martensit yang kasar dikarenakan pada daerah logam las adanya pendinginan yang cepat akibat terserapnya masukan panas dari *heat input* ke daerah HAZ B dan HAZ D yang menimbulkan butiran martensit. sedangkan pada las SMAW hanya terdapat ferrit, pearlit dan martensit yang halus. halus nya butiran-butiran mempengaruhi kekerasan namun pada butiran-butiran yang terlihat agak kasar justru lebih keras dibandingkan yang halus hal tersebut terbukti pada uji kekerasan pada tabel 4.5.
4. Daerah HAZ D pada las GTAW terlihat butiran bainit dan ferrit agak sedikit kasar. Pada daerah HAZ D pada las SMAW juga terdapat butiran ferrit dan Bainit yang halus. terlihatnya butiran bainit pada benda uji las GTAW yang lebih kasar dari pada bainit benda uji las SMAW karena pendinginan cepat yang terserap pada daerah base metal B.
5. Struktur mikro yang terlihat pada daerah base metal B pada benda uji las GTAW dan benda uji las SMAW terlihat butiran ferrit dan pearlit. butiran pearlit adalah karbon teradi karena pendinginan lambat, butiran pearlite lebih keras dibandingkan butiran ferrit.

5.KESIMPULAN

5.1Kesimpulan

1. Pada hasil pengujian tarik hasil pengelasan GTAW lebih tinggi dibandingkan pengelasan SMAW dengan selisih tegangan tarik maksimum sebesar 6,62 N/mm² (6,62MPa), selisih tegangan yield adalah 17,83 N/mm² (17,83MPa) lebih tinggi pengelasan GTAW serta pada elongasi pengelasan GTAW lebih tinggi dengan selisih 2,09% dibandingkan pengelasan SMAW, namun pada reduksi hasil pengelasan SMAW lebih tinggi dibandingkan hasil pengelasan GTAW dengan selisih 1,91%. dari pengujian tarik hasil pengelasan GTAW lebih kuat dibandingkan hasil pengelasan SMAW terhadap pelat baja SA 516.
2. Pada pengujian kekerasan hasil pengelasan GTAW lebih besar harga kekerasannya pada daerah base metal A harga kekerasan 189,0 HVn, HAZ B harga kekerasan 220,6 HVn, logam las harga kekerasan 256,0HVn dan HAZ D 231,8 HVn dan base metal B dengan harga 189,0 HVn dibandingkan hasil pengelasan SMAW dengan harga kekerasan pada daerah base metal A 165,8 HVn, daerah HAZ B 200,6 HVn, logam las 207,6 HVn, daerah HAZ D 184,0 HVn dan pada base metal B harga kekerasannya 175,3 HVn. penyebab harga kekerasan hasil pengelasan GTAW lebih keras dibandingkan harga kekerasan hasil pengelasan SMAW mungkin dikarenakan penyerapan dan perambatan pada masukan panas dari *heat input* yang lebih besar pengelasan GTAW.
3. Hasil penelitian pengujian striktur mikro pengelasan GTAW terlihat butirannya lebih kasar dan pengelasan SMAW terlihat butirannya lebih halus. penyebab butiran halus dan kasarnya butiran tergantung pada masukan panas dari *heat input* serta pendinginannya.
4. Setelah pengujian kekuatan tarik, kekerasan dan struktur mikro hasil pengelasan GTAW lebih kuat dan keras serta lebih getas dibandingkan hasil pengelasan SMAW terhadap pelat baja SA 516.

5.2 Saran

1. Dalam Proses pengelasan harus menggunakan robot *welding* agar dalam hasil proses pengelasan biasa lebih baik dan maksimal.
2. Perlunya perlakuan panas (*heat treatment*) setelah hasil pengelasan agar kekerasan merata,

DAFTAR REFERENSI

1. An internasional code 2010 asme boiler sect II A dan pressure vessel code
2. Djafri. Sriati..Terjemah dari *Manufacturing Proseses*. 1983.Jakarta. Erlangga.
3. <http://taryza.wordpress.com/2008/06/30/hello-world/>.
4. <http://www.scribd.com/doc/31678074/SMAW-dan-GTAW>.
5. <http://nadhifosakaeng.blogspot.com/>
6. Kobelco Welding Handbook. *Welding Consumables and Processes*. 2008. Japan.
7. Miller electric MFG. 2008, *Guiledelines for gas tungsten arc welding (GTAW)*. Miller electric.usa.
8. Miller electric MFG. 2008, *Guiledelines for shielded arc welding (SMAW)*. Miller electric.usa.
9. Welding hand book.*welding processes*.1991.America
10. Wiryosumarto, Harsono, Prof, Dr, Ir. Okumura, Toshie, Prof, Dr. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta, Paramita.

