

# PENGARUH HASIL PENGELASAN GTAW DAN SMAW PADA PELAT BAJA SA 516 DENGAN KAMPUH V TUNGGAL

Cahya Sutowo, Arief Sanjaya

Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jurusan Teknik Mesin

## ABSTRAK

Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas dan menggunakan bahan tambah atau elektroda yang dipanaskan sehingga mempunyai kekuatan. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh hasil pengelasan yang berbeda yaitu pengelasan GTAW ( gas tungsten arc welding ) dan pengelasan SMAW ( shield metal arc welding ) pada pelat baja SA 516 terhadap kekuatan tarik, kekerasan dan struktur mikro. pelat baja SA 516 adalah pelat baja standar America dari ASME yang termasuk baja karbon rendah dengan nilai carbon 0,17. proses pengelasan yang dilakukan peneliti menggunakan pengelasan manual. heat input yang digunakan pada pengelasan GTAW 1709J / mm dan SMAW 1636J / mm. Pada hasil pengujian tarik hasil pengelasan GTAW lebih tinggi dibandingkan pengelasan SMAW dengan selisih tegangan tarik maksimum sebesar  $6,62 \text{ N/mm}^2$  (6,62MPa), selisih tegangan yield adalah  $17,83 \text{ N/mm}^2$  (17,83MPa) lebih tinggi pengelasan GTAW serta pada elongasi pengelasan GTAW lebih tinggi dengan selisih 2,09% dibandingkan pengelasan SMAW, kekerasan pengelasan GTAW tidak terlalu jauh dengan hasil pengelasan.

## 1. PENDAHULUAN

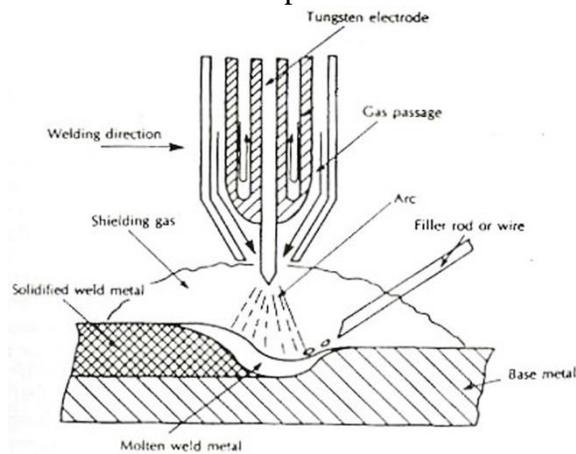
Pengelasan merupakan bagian tak terpisahkan dari pertumbuhan peningkatan industri karena memegang peranan utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Hampir tidak mungkin pembangunan suatu pabrik tanpa melibatkan unsur pengelasan. Pada penelitian ini pengelasan yang digunakan las GTAW (*Gas tungsten 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. LANDASAN TEORI

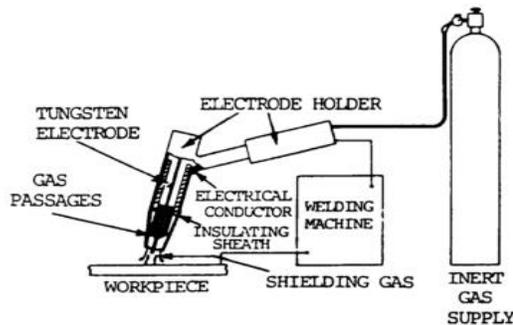
### 2.1. GTAW (*Gas tungsten arc welding*)

*Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) atau sering juga disebut *Tungsten Inert Gas* (TIG) merupakan salah satu dari bentuk las busur listrik (*Arc Welding*) yang menggunakan inert gas sebagai pelindung dengan tungsten atau wolfram sebagai penghantar arus listrik untuk

menghasilkan las. Skema dari GTAW dapat dilihat dalam Gambar 1. Proses pengelasan GTAW yang menggunakan tungsten elektroda tidak terumpan (*non consumable*) untuk menghasilkan las. Daerah las dilindungi Gas pelindung yang biasa digunakan pada GTAW adalah gas mulia Argon (Ar) dan Helium (He), atau campuran keduanya. fungsi utama dari gas pelindung adalah melindungi logam las dari kontaminasi udara luar, disamping itu juga sebagai fluida pendingin *elektrode tungsten*. Argon adalah gas mulia yang stabil, sulit bereaksi dengan unsur lainnya. Argon sebagai gas pelindung membuat busur lebih stabil dan percikan berkurang. Argon lebih mudah mengion atau terionisasi dibandingkan dengan Helium, sehingga Argon dapat dianggap sebagai konduktor listrik. Konduktivitas panas Argon rendah, menyebabkan pengaliran panas melalui busur lambat. oleh sebab itu flow rate yang digunakan untuk pengelasan GTAW 7-16 L/min. Helium merupakan gas mulia yang tidak mudah bereaksi dengan unsur lainnya. Konduktivitas panas Helium lebih tinggi dari Argon, sehingga pemindahan panas melalui busur lebih besar, akibatnya Helium lebih cocok untuk proses pengelasan logam yang lebih tipis, dan logam yang mempunyai konduktivitas panas yang tinggi seperti aluminium, tembaga, magnesium, dll. Tegangan busur lebih tinggi jika menggunakan Helium dan banyak terjadi percikan serta penetrasi yang dihasilkan dangkal. flow rate yang digunakan pada pengelasan GTAW 14-24 L/min. GTAW mampu menghasilkan lasan berkualitas tinggi pada hampir semua jenis logam mampu las. Dalam Hal ini disebabkan pengelasan menggunakan las GTAW banyak sekali dibutuhkan tidak hanya untuk pengelasan baja karbon saja melainkan juga digunakan untuk pengelasan *stainless steel* maupun *aluminium*.



Gambar 1. Skema Pengelasan GTAW (*Gas tungsten arc welding*)<sup>9</sup>

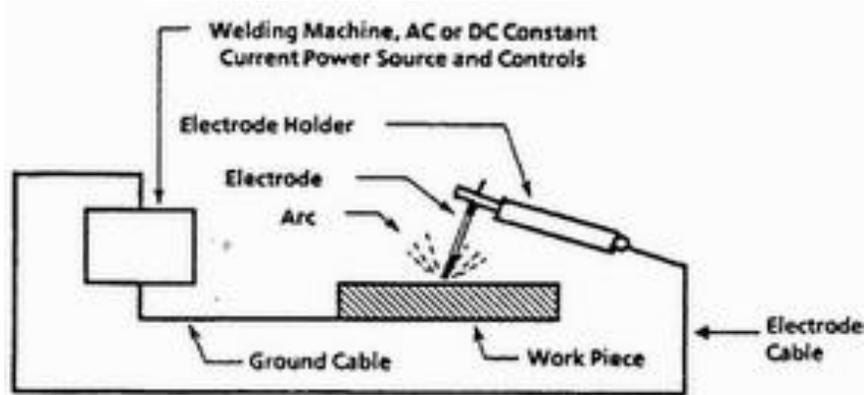


Gambar 2. Komponen Las GTAW (*Gas tungsten arc welding*)<sup>9</sup>

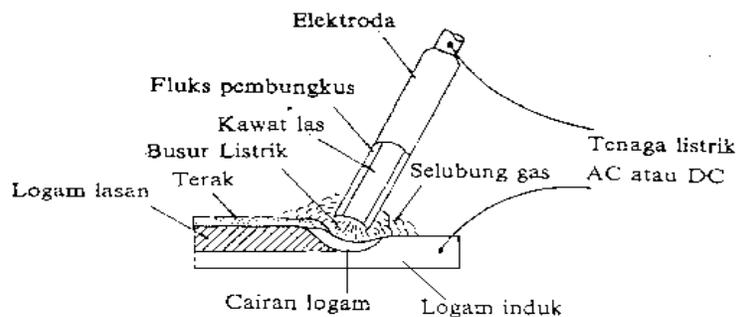
Welding hand book. *welding processes*. 1991. America. hal 75-76

## 2.2.SMAW ( *Shield Metal Arc Welding* )

SMAW merupakan suatu teknik pengelasan dengan menggunakan arus listrik berbentuk busur arus dan elektroda berselaput. Didalam pengelasan SMAW ini terjadi gas penyelimut ketika elektroda terselaput itu mencair, sehingga dalam proses ini tidak diperlukan tekanan/*pressure* gas *inert* untuk mengusir oksigen atau udara yang dapat menyebabkan korosi atau gelembung-gelembung didalam hasil las-lasan. Proses pengelasan terjadi karena arus listrik yang mengalir diantara elektroda dan bahan las membentuk panas sehingga dapat mencapai 3000 °C, sehingga membuat elektroda dan bahan yang akan dilas mencair. Berdasarkan jenis arus-nya, pengelasan ini dibagi atas arus AC dan DC, dimana arus DC dibedakan atas *Straight polarity*-polaritas langsung dan *Reverse polarity* - polaritas terbalik. Sedang mesin lasnya terbagi atas dua jenis yaitu *constant current* - arus tetap dan *constant voltage* - tegangan tetap, dimana pada setiap pengelasan busur arus listrik jika terjadi busur yang membesar akan menurunkan arus dan menaikkan tegangan serta pada busur yang memendek akan meningkatkan arus dan menurunkan tegangan.



Gambar 3. Bentuk Rangkaian Las SMAW<sup>9</sup>



Gambar 3. Prinsip Dasar Las SMAW<sup>9</sup>

Welding hand book. *welding processes*.1991.America.hal 45

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang dilakukan di penelitian ini adalah metode eksperimental dengan mengadakan pengelasan di beberapa titik pada pelat baja SA 516 dengan pengelasan SMAW dan GTAW dimana proses selanjutnya dilakukan pengujian uji komposisi kimia, uji tarik dan uji kekerasan pada pelat baja tersebut.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1.Data Hasil *Heat input*

Tabel 1. Hasil *Record* Pengelasan Rata-rata

Jenis Pengelasan	Volt	Ampere	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

#### 4.2.Data Hasil Pengujian Tarik

Tabel 2.Hasil Pengujian Tarik Pada Benda Uji Las

no	Benda uji las	Luas penampang $A_0$	Perubahan panjang $\Delta L$	Luas pada patahan $A_f$	Gaya hasil tarik maksimum $F_m$
1	GTAW	243,52mm <sup>2</sup>	17,85mm	102,09mm <sup>2</sup>	137,5 kN
2	SMAW	241,93mm <sup>2</sup>	16,60mm	96,80mm <sup>2</sup>	135 kN

#### 4.3.Kekuatan Tarik

Tabel 3. Hasil Perhitungan Uji Tarik

Jenis Las	Tegangan tarik $\sigma_u$ N/mm <sup>2</sup> (MPa)	Tegangan yield 0,2% N/mm <sup>2</sup> (MPa)	elongasi (%)	Reduksi Penampang (%)
GMAW	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

#### 4.4. Analisis Hasil Pengujian Tarik

##### a. Tegangan tarik ( $\sigma_u$ )

Nilai tegangan tarik maksimum las GTAW lebih tinggi tegangan tariknya yaitu sebesar 564,63 N/mm<sup>2</sup> (564,63MPa) dengan las SMAW yang sebesar 558,01 N/mm<sup>2</sup> (558.01MPa), selisish tegangan tarik maksimum pada hasil benda uji las GTAW dan SMAW adalah 6,62 N/mm<sup>2</sup> (6,62MPa).

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

Hasil benda uji las GTAW lebih tinggi sebesar 431,17 N/mm<sup>2</sup> (431,17MPa) sedangkan tegangan yield las SMAW sebesar 413,34 N/mm<sup>2</sup> (413,34MPa). Selisih tegangan yield antara las GTAW dan las SMAW sebesar 17,83 N/mm<sup>2</sup> (17,83MPa).

c. Elongasi (e)

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%.

d. Reduksi (q)

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%.

**4.5. Hasil Uji Kekerasan (Vickers)**

Tabel 4. 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			

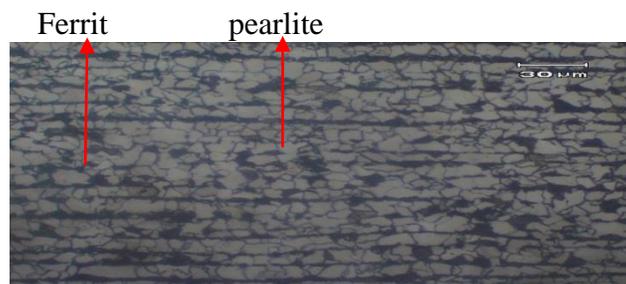
**4.6. Analisis Hasil Pengujian Kekerasan**

- a. Daerah HAZ B pada uji kekerasan benda uji las GTAW dan uji kekerasan las SMAW 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.
2. 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, dikarnakan pada komposisi kimia elektroda las GTAW

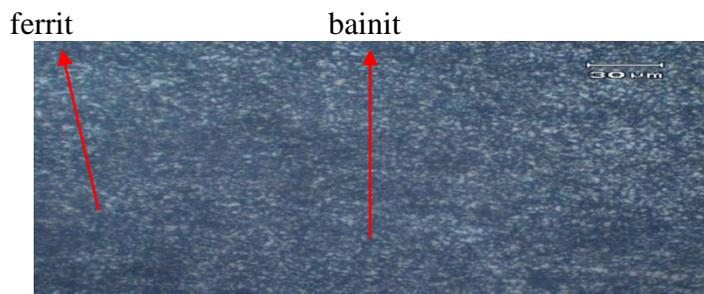
kandungan silicon dan mangan lebih besar serta *heat input* pada proses pengelasan lebih besar dibandingkan elektroda dan *heat input* las SMAW.

3. Daerah HAZ D yang setelah mendapat hasil kekekrasan 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 kekerasasan 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.
4. 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

#### 4.7. Hasil Pengujian Struktur Mikro



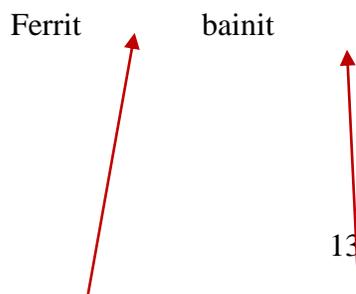
Gambar 4. Struktur Mikro benda uji las GTAW Pada Daerah Base Metal A



Gambar 5. Struktur Mikro Benda Uji Las GTAW Pada DaerahHAZ B

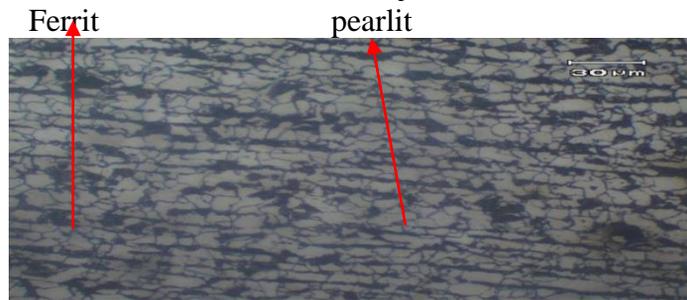


Gambar 6. Struktur Mikro Pada Benda Uji Las GTAW Daerah Logam Lasan

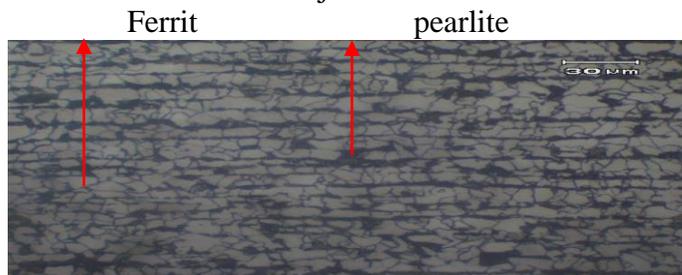




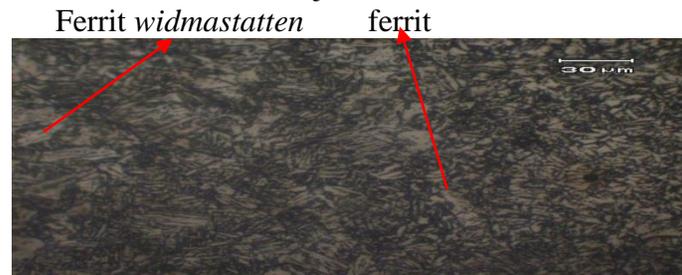
Gambar 7. Struktur Mikro Pada Benda Uji Las GTAW Pada Daerah HAZ D



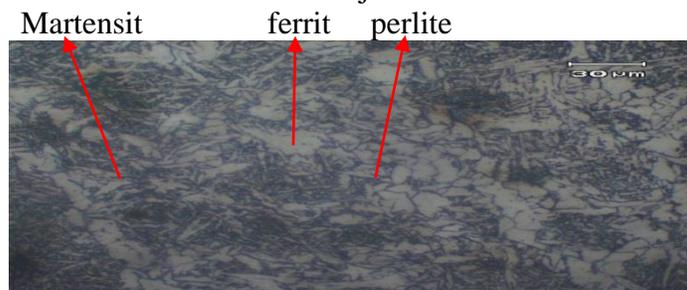
Gambar 8. Struktur Mikro Benda Uji Las GTAW Pada Daerah Base metal B



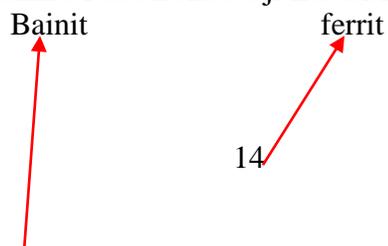
Gambar 9. Struktur Mikro Benda Uji Las SMAW Pada Daerah Base Metal A



Gambar 10 Struktur Mikro Benda Uji Las SMAW Pada Daerah HAZ B

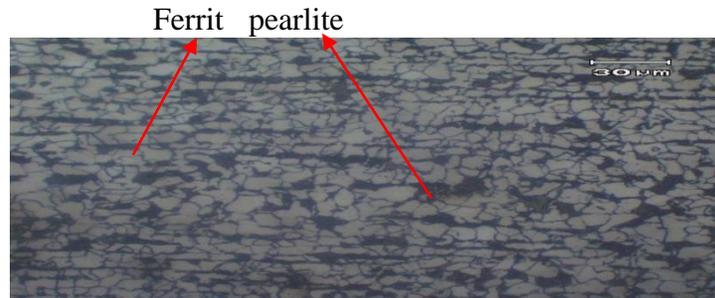


Gambar 11 Struktur Mikro Pada Benda Uji Las SMAW Pada Daerah Logam Las





Gambar 12 Struktur Mikro Pada Benda Uji Las SMAW Pada Daerah HAZ D



Gambar 13 Struktur Mikro Pada Benda Uji Las SMAW Pada Daerah Base Metal B

#### Analisis Hasil Pengujian Metalografi Struktur Mikro.

- 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.
- 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*.
- 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. halusnya butiran-butiran mempengaruhi kekerasan namun pada butiran-butiran yang terlihat agak kasar justru lebih keras dibandingkan yang halus hal tersebut terbukti pada uji kekerasan
- 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.
- 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.

## 5.1.KESIMPULAN

1. Pada hasil pengujian tarik hasil pengelasan GTAW lebih tinggi dibandingkan pengelasan SMAW dengan selisih tegangan tarik maksimum sebesar  $6,62 \text{ N/mm}^2$  ( $6,62\text{MPa}$ ), selisih tegangan yield adalah  $17,83 \text{ N/mm}^2$  ( $17,83\text{MPa}$ ) 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 pengeasan 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 (*heatretment*) setelah hasil pengelasan agar kekerasan rata

## DAFTAR PUSTAKA

1. An internasional code 2010 asme boiler sect IIA 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)*
8. Welding hand book.*welding processes*.1991.America
9. Wiryosumarto, Harsono, Prof, Dr,Ir.Okumura,Toshie,Prof,Dr.2000, Teknologi Pengelasan, ajkarta, Paramita