

## ANALISIS PENGARUH KUAT ARUS DAN POSISI LAS PADA PENGELASAN TUNGSTEN INERT GAS (TIG) TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAHAN BAJA HOLLOW A36 SETELAH DI QUENCHING

Fuad Hasyim\*, Sri Mulyo Bondan Respati dan Imam Syafa'at  
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim  
Jl. Menoreh Tengah X/22, Semarang  
\*Email: Fuadhasyim120606@Gmail.com

### Abstrak

*Pengelasan merupakan metode penyambungan yang umum digunakan dalam bidang konstruksi maupun aplikasi di industri. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kekuatan tarik sambungan las pada pengelasan dengan menggunakan variasi arus dan posisi melalui foto makro dan mikro pada baja hollow A36. Pada penelitian ini proses pengelasan yang digunakan adalah Tungsten Inert Gas (TIG). Penelitian ini menggunakan variasi arus 20 A, 30 A, 40 A, 50 A 60 A dan posisi 1G, 3G, 4G. Berdasarkan hasil pengujian uji tarik spesimen dimana pada posisi 1G arus yang paling baik digunakan yaitu 50 A dengan hasil 593,58 MPa, sedangkan pada posisi 3G arus yang baik digunakan yaitu arus 60 A dengan hasil 601,32 MPa serta posisi 4G menggunakan arus 50 A dengan hasil 556,78 MPa. Dari hasil pengamatan makro dimana posisi 1G arus 50 A, posisi 3G arus 60 A dan posisi 4G arus 50 A tidak terlihat adanya cacat, sedangkan pada arus dan posisi yg lain terlihat adanya cacat. Hasil pengamatan struktur mikro raw material memiliki fasa ferit dan perlit, sedangkan setelah dilas dengan berbagai arus dan posisi pengelasan tetap memiliki fasa yang sama yaitu fasa ferit dan fasa perlit hal ini dikarenakan hanya menggunakan pendinginan udara.*

**Kata kunci:** pengelasan, baja hollow A36, kekuatan tarik, struktur mikro.

### PENDAHULUAN

Perkembangan pengelasan sangat pesat khususnya pada bidang konstruksi yang membutuhkan las untuk menggabungkan komponen. Proses pengelasan dibutuhkan dalam dunia industri, salah satunya bidang konstruksi. Pengelasan dapat didefinisikan sebagai suatu proses penggabungan logam dimana logam menjadi satu akibat panas las, dengan atau tanpa pengaruh tekanan, dan dengan atau tanpa logam pengisi.

TIG atau disebut juga GTAW adalah proses pengelasan menggunakan panas dari busur listrik yang terbentuk antara elektroda tungsten yang tidak terumpan dengan menggunakan gas sebagai pelindung terhadap pengaruh udara luar, sehingga tidak menghasilkan kerak (kotoran las) dan bebas dari terbentuknya percikan las (*spatter*) (Bintoro, 2000) (Widharto, 2006).

Baja merupakan material yang sudah sering digunakan pada bangunan untuk konstruksi non-struktural karena memiliki keuntungan sendiri, keuntungan yang ada pada baja sebagai material struktur bangunan antara lain memiliki kekuatan tinggi terhadap tarik. Salah satu jenis baja yang sering digunakan dalam konstruksi sipil adalah baja hollow. Baja hollow biasanya digunakan untuk konstruksi non-

struktural seperti pembuatan railing tangga, teralis, pagar rumah, canopi dan lain-lain. Penggunaan baja hollow juga terdapat pada konstruksi struktural seperti kolom, balok dan rangka atap. Baja hollow mempunyai keuntungan seperti kekuatan tahan akan cuaca panas maupun dingin, tidak mudah memuai, mempunyai tampilan yang menarik, pemasangan yang relatif mudah karena tidak perlu mempunyai keahlian khusus serta tahan lama.

Pada penelitian (Bagaskara, 2018), Penelitian ini membahas pengaruh posisi pengelasan terhadap kekuatan tarik yang terjadi pada baja hollow, posisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah posisi 1G, 2G, 3G dan 4G. Posisi pengelasan mempunyai pengaruh nyata terhadap kekuatan tarik, nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu 35,95 Kgf/mm<sup>2</sup> terjadi pada posisi 1G, sedangkan untuk posisi 2G memiliki kekuatan tarik sebesar 33,03 Kgf/mm<sup>2</sup>, posisi 3G memiliki kekuatan tarik sebesar 32,57 Kgf/mm<sup>2</sup> dan yang memiliki nilai kekuatan tarik terendah terjadi pada posisi 4G yaitu 32,29 Kgf/mm<sup>2</sup>.

Maka dari itu, perlu untuk mengetahui pengaruh kuat arus pengelasan terhadap kekuatan tarik dengan posisi pengelasan 1G, 3G, 4G dan struktur mikro pada sambungan las maka

perlu dilakukan pengujian pada baja *hollow* A36 dengan proses pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*).

## METODE PENELITIAN

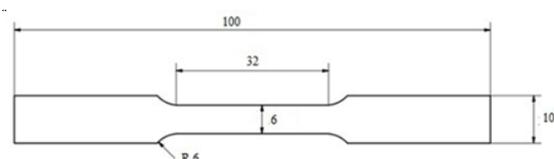
Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian adalah:

1. Mesin las TIG LGBT DC *Inverter Welder* TIG 200 A-SA
2. Alat Perkakas dan meja bangku
3. Baja *Hollow* A36 Ketebalan 1,2 mm.

Prosedur penelitian ini adalah pemilihan bahan, bahan yang digunakan baja *hollow* A36. Batang *hollow* A36 dilas dengan menggunakan posisi 1G, 2G dan 4G. Proses pengelasan dengan metode TIG. Batang *hollow* yang sudah dilas tersebut dibuat spesimen uji tarik seperti pada Gambar 1. Spesimen Uji Tarik menggunakan standar ASTM A 370 terlihat pada Gambar 2.



**Gambar 1. Material setelah dilakukan pengelasan**



**Gambar 2. Spesimen Uji Tarik**

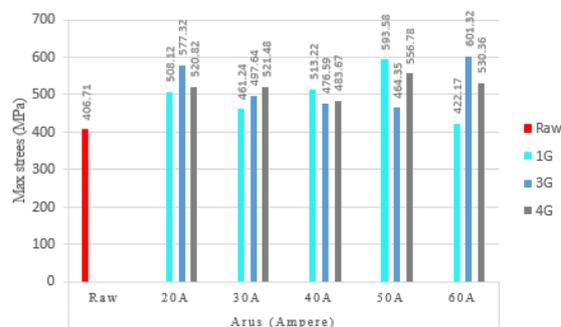
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Tarik

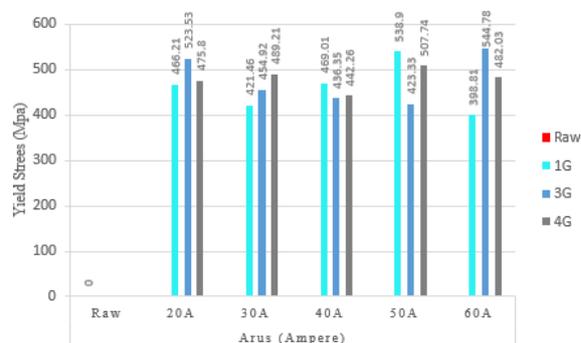
Hasil rata-rata pengujian uji tarik pada spesimen ditunjukkan pada Gambar 3. Menurut (SNI 2002) tegangan Tarik minimum raw material yaitu 360 MPa, terlihat pada Gambar 3 menunjukkan bahwa hasil tegangan tarik dari beberapa variasi arus dan posisi memiliki perbedaan. Dimana *raw* material menunjukan angka yang lebih tinggi dengan hasil 406,71 MPa bila dibandingkan nilai minimum standar SNI.

Pada semua variasi, hasil paling rendah didapatkan pada arus 60 A posisi 1G dengan hasil 422,17 MPa. Sedangkan hasil paling tinggi didapatkan pada arus 60 A di posisi 3G yaitu 601,32 MPa. Pengelasan TIG (*Tungsten Inert*

*Gas*) memiliki kedalaman lebur yang tinggi sehingga menghasilkan kekuatan sambungan las yang baik (Syafa'at dkk, 2018). Untuk tegangan luluh dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 3. Grafik Tegangan Tarik**



**Gambar 4. Grafik Tegangan Luluh**

Menurut (SNI, 2002) hasil tegangan luluh minimum raw material yaitu 240 MPa, terlihat pada Gambar 4 menunjukkan bahwa pada pengujian *raw* material tegangan luluhnya mendapatkan hasil paling rendah sebesar 356,17 MPa bila dibandingkan dengan variasi arus 20, 30, 40, 50 dan 60 Ampere dari posisi pengelasan 1G, 3G, 4G. Sedangkan pada variasi pengelasan arus, nilai tertinggi dan terendah terletak pada arus 60 A dengan hasil 544,78 MPa dan 398,81 MPa. Hasil variasi posisi tertinggi terdapat pada posisi 3G dan hasil terendah terdapat pada posisi 1G. Tegangan luluh hampir sama dengan tegangan tariknya, hal ini dikarenakan semua spesimen tidak menggunakan variasi pendingin melainkan hanya menggunakan pendingin udara.

### Hasil Stuktur Makro

Setiap hasil lasan dapat dilihat pada foto makro yang diperlihatkan pada Gambar 5 dan 6. Gambar 5 foto makro tampak atas sedangkan

Gambar 6 memperlihatkan foto makro tampak samping.



Gambar 5. Sambungan Las Tampak Atas

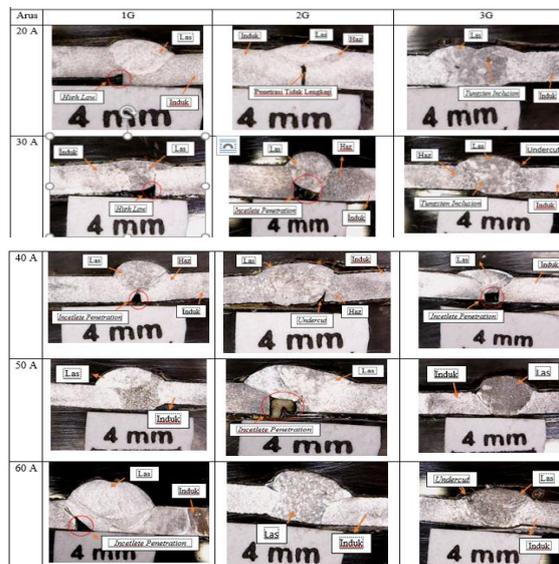
Berdasarkan penjelasan foto makro sambungan las tampak atas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil uji tarik pada posisi 1G arus yang paling baik digunakan yaitu arus 50 A hal ini disebabkan karena meleburnya tungsten pada sambungan las sehingga sambungan las menjadi kuat serta sedikitnya cacat. Pada posisi 3G arus yang paling baik digunakan pada arus 60 A dikarenakan adanya alur las terlalu tinggi sehingga hasil uji tarik paling baik bila dibandingkan dengan arus yang lainnya.

Sedangkan pada posisi 4G arus 50A merupakan arus yang paling baik, hal ini disebabkan karena tidak adanya cacat pada sambungan las. Adapun hasil foto makro sambungan las tampak samping dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan penjelasan foto makro sambungan las tampak samping maka dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil uji tarik pada posisi 1G dan 4G arus yang paling baik yaitu pada arus 50 A sedangkan pada posisi 3G terletak pada arus 60 A. Hal tersebut disebabkan karena antara logam las dengan logam induk saling melebur dan tidak tampak adanya cacat.

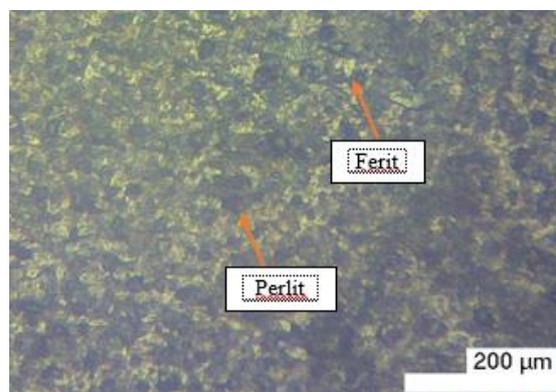
Pada Gambar 7. terlihat bahwa hasil pengujian struktur mikro pada raw material didominasi butir-butir ferit dan perlit, dimana

ferit ditunjukkan bagian yang berwarna putih terang sedangkan perlit ditunjukkan dengan bagian yang berwarna lebih gelap.



Gambar 6. Sambungan Las Tampak Samping

Hasil Struktur Mikro



Gambar 7. Struktur Mikro Raw Material

Butir ferit cenderung lebih halus dan perlit lebih kasar, dimana perlit cenderung keras karena mengandung karbon sedangkan ferit cenderung lunak karena tidak mengandung karbon, itu menunjukkan bahwa material tersebut bersifat lunak.

Struktur Mikro Bagian Las

Foto yang dari samping dapat diperbesar menggunakan foto struktur mikro yang diperlihatkan pada Gambar 8, 9 dan 10. Pada arus 20 A posisi 1G, 3G, 4G terlihat adanya fasa ferit dan perlit, dimana ferit ditunjukkan bagian

yang berwarna putih terang sedangkan perlit ditunjukkan dengan bagian yang berwarna lebih gelap.



**Gambar 8. Struktur Mikro Bagian Las**

Butir ferit cenderung lebih halus dan perlit lebih kasar, dimana perlit cenderung keras karena mengandung karbon sedangkan ferit cenderung lunak karena tidak mengandung karbon, itu menunjukkan bahwa material tersebut bersifat lunak. Posisi 3G terdapat pula adanya ferit *accicular* dan martensit. Menurut Setiawan dan Wardana (2006), Ferit *accicular* berbentuk jarum dengan orientasi arah acak, terbentuknya struktur seperti ini disebabkan oleh pendinginan yang relatif cepat. Serta martensit terbentuk akibat proses pengelasan dengan pendinginan yang sangat cepat, struktur ini mempunyai sifat sangat keras dan getas sehingga ketangguhannya rendah. Posisi 4G terlihat pula adanya porositas dimana porositas disebabkan adanya gas yang terperangkap di daerah lasan dalam jumlah yang melebihi syarat batas (Surdia, 1985). Sedangkan ferit batas butir yang menurut Setiawan dan Wardana (2006) ferit batas butir karena adanya pengaruh *heat input* terhadap material logam las dan kemudian dilanjutkan pendinginan dengan laju pendinginan yang semakin lambat dan terlihat *columnar grains* di sekitar ferit batas butir.

Pada arus 30 A posisi 1G ferit lebih mendominasi dibandingkan dengan posisi 3G tetapi dari semua posisi fasa ferit yang paling dominan pada posisi 4G. Dimana pada posisi 4G ferit terlihat lebih rapat dan sedikit adanya fasa perlit.

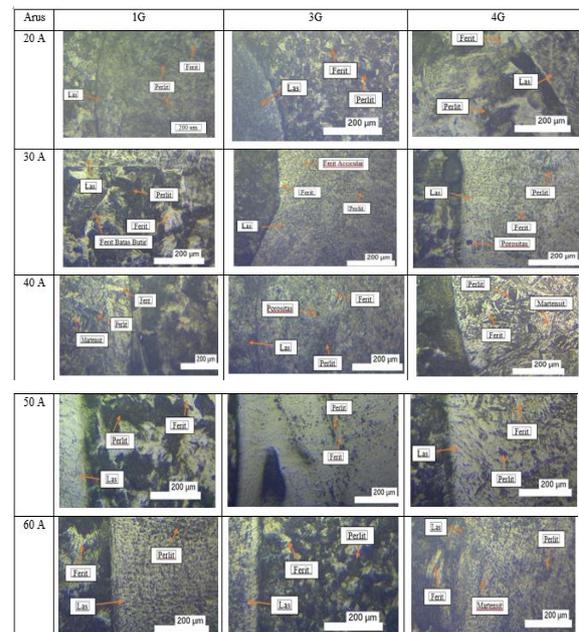
Pada arus 40A posisi 1G perlit lebih mendominasi dari pada ferit dimana terdapat

pula ferit batas butir. Menurut Setiawan dan Wardana (2006) ferit batas butir karena adanya pengaruh *heat input* terhadap material logam las dan kemudian dilanjutkan pendinginan dengan laju pendinginan yang semakin lambat dan terlihat *columnar grains* di sekitar ferit batas butir. Sedangkan pada posisi 3G perlit cenderung lebih halus bila dibandingkan dengan 4G.

Pada arus 50 A ferit dan perlit terlihat pada semua posisi akan tetapi pada posisi 3G porositas juga terlihat hal ini disebabkan karena adanya gas yang terperangkap di daerah lasan dalam jumlah yang melebihi syarat batas (Surdia, 1985).

Pada arus 60 A terdapat fasa ferlit dan perlit pada semua posisi. Posisi 1G terlihat ferit yang berukuran besar dan mendominasi dibandingkan dengan posisi 3G dimana ferit mendominasi tetapi ukurannya ukurannya kecil. Sedangkan posisi 4G dimana ferit terlihat lebih besar bila dibandingkan posisi 1G serta perlit lebih sedikit.

**Struktur Mikro Bagian Haz**



**Gambar 9. Struktur Mikro Bagian Haz**

Daerah HAZ daerah logam induk yang dipengaruhi panas, tetapi panas yang terjadi tidak sampai mencairkan logam induk tersebut. Daerah HAZ mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat sehingga menghasilkan daerah butir halus dan butir kasar (Wirjosumarto dan Okumura, 2000).

Dari hasil foto mikro pada bagian HAZ, arus 20 A posisi 1G ferit terlihat lebih halus dan berbentuk oval dibandingkan dengan posisi 3G dan 4G. dimana pada posisi 3G perlit lebih mendominasi dan posisi 4G ferit berukuran besar serta terlihat kasar dibandingkan dengan posisi 1G dan 3G.

Arus 30 A posisi 1G ferit terlihat kasar serta tersebar tidak merata sedangkan posisi 3G ferit terlihat lebih rapat serta adanya fasa perlit yang sebagian kecil dari fasa ferit. Posisi 4G sama dengan posisi 3G hanya saja sedikit perlit dan terdapat porositas, yang terjadi akibat adanya gas yang terperangkap di daerah lasan dalam jumlah yang melebihi syarat batas (Surdia, 1985).

Arus 40 A posisi 1G terlihat adanya fasa ferit, perlit dan martensit, dimana fasa perlit lebih banyak dibandingkan fasa ferit disisi adanya juga fasa martensit lebih sedikit dengan bentuk seperti jarum-jarum yang merata dan bagian pinggirnya berwarna kehitaman. Posisi 3G dan 4G ferit halus lebih dominan dan terdapat pula adanya porositas serta pada posisi.

Arus 50 A posisi 1G adanya fasa ferit dan perlit, dimana fasa perlit terlihat sebagian besar dari pada ferit serta keduanya terlihat kasar. 3G ferit lebih mendominasi hanya saja terdapat perlit yang besar sedangkan 4G terdapat ferit yang berbentuk memanjang dan tersebar merata.

### Struktur Mikro Bagian Logam Induk

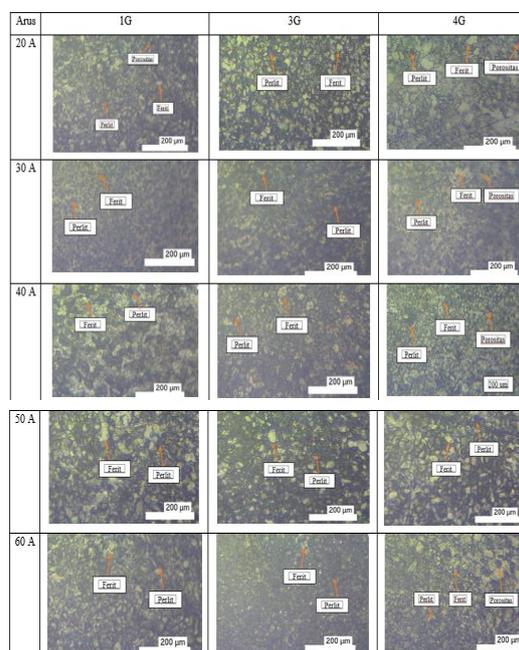
Arus 60 A posisi 1G dan 4G terlihat adanya ferit yang berbentuk butiran oval kecil tersebar merata sedangkan pada posisi 3G ferit lebih dominan dari pada perlit serta bila dibandingkan dengan ferit posisi 1G dan 4G dimana posisi 3G butiran ferit berbentuk lebih besar.

Dari Hasil foto mikro bagian logam induk pada arus 20 A posisi 1G, 3G dan 4G perlit lebih mendominasi dari pada ferit, akan tetapi adanya cacat porositas pada posisi 4G yang disebabkan karena adanya gas yang terperangkap di daerah lasan dalam jumlah yang melebihi syarat batas (Surdia, 1985).

Arus 30 A posisi 1G ferit berbentuk oval dan menyebar serta terlihat dominan dibandingkan perlit sedangkan pada posisi 3G ferit terlihat lebih besar dari pada posisi 1G serta terlihat rapat. Pada posisi 4G dimana ferit terlihat sama dengan posisi 3G hanya saja terjadi cacat porositas.

Arus 40 A posisi 1G, 3G dan 4G ferit terlihat tampak jelas dengan bentuk oval yang

berukuran besar dan lebih dominan dibandingkan dengan perlit serta terjadinya porositas pada posisi 4G.



**Gambar 10. Struktur Mikro Bagian Logam Induk**

Arus 50 A posisi 1G, 3G dan 4G berbeda dengan arus 20 A, 30 A, 40 A dimana pada arus ini perlit lebih dominan dibandingkan dengan ferit. Pada arus 50 A ferit terlihat lebih sedikit dan tidak rapat.

Arus 60 A posisi 1G ferit terlihat lebih dominan serta rapat dan berbentuk butiran oval sedangkan posisi 3G dimana perlit lebih dominan dari ferit, dimana pada posisi 3G ferit terlihat kecil serta menyebar. Posisi 4G ferit terlihat besar dibandingkan pada semua posisi di arus 60 A dan terlihatnya banyak cacat porositas.

Dari semua pembahasan diatas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pada raw material terlihatnya fasa ferit dan perlit, dimana ferit lebih mendominasi dari pada perlit itu menunjukkan bahwa baja hollow raw material A36 bersifat lunak.

Pada hasil pengujian mikro, posisi 1G memiliki kekuatan tarik paling tinggi didapatkan pada arus 50 A yaitu dengan hasil 593,58 MPa. Hal ini disebabkan karena pada arus 50A terlihat adanya fasa perlit lebih mendominasi bila dibandingkan dengan ferit, dimana butir perlit cenderung keras karena mengandung karbon sedangkan butir ferit cenderung lunak. Posisi 3G, kekuatan tarik paling tinggi didapatkan pada

arus 60 A dengan hasil 601,32 MPa. Hal ini dimana fasa perlit lebih mendominasi dibandingkan ferit dan tidak adanya cacat pada arus 60 A. Posisi 4G, kekuatan tarik paling tinggi didapatkan pada arus 50 A dengan hasil 556,78 MPa. Hal ini dimana fasa perlit lebih mendominasi dibandingkan ferit dan tidak adanya cacat porositas seperti pada arus lain.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian tentang pengaruh kuat arus dan posisi las pada pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) terhadap kekuatan tarik dan struktur makro, mikro pada baja Hollow A36 maka dapat diambil kesimpulan:

1. Penggunaan kuat arus sangat mempengaruhi kekuatan sambungan hasil pengelasan, dimana semakin besar kuat arus yang digunakan maka hasil pengelasannya akan semakin baik. Dari hasil pengelasan TIG dengan variasi arus 20 A, 30 A, 40 A, 50 A, 60 A dan posisi 1G, 3G, 4G menghasilkan kekuatan tarik yang berbeda. Kekuatan tarik tertinggi dihasilkan pada pengelasan dengan posisi 1G menggunakan arus 50 A dengan nilai rata-rata kekuatan tarik sebesar 593,581 MPa, posisi 3G menggunakan arus 60 A dengan nilai rata-rata kekuatan tarik sebesar 601,32 MPa sedangkan pada posisi 4G menggunakan arus 50 A dengan nilai rata-rata kekuatan tarik sebesar 556,772 MPa.
2. Dari hasil pengamatan struktur makro maka dapat disimpulkan bahwa pada arus 20 A, 30 A, logam las kurang melebur serta pada arus 40 A dimana terdapat cacat *incetlete penetration*, pada arus 50 A posisi 1G, 3G dan 4G logam las melebur sama logam induk hanya saja pada posisi 3G adanya cacat *incetlete penetration* sedangkan pada arus 60 A posisi 1G sama halnya pada arus 50 posisi 3G yaitu terjadi cacat *incetlete penetration*, posisi 3G tidak terjadi adanya cacat serta posisi 4G dimana terlihat cacat *undercut*.
3. Dari hasil pengamatan foto mikro dapat disimpulkan bahwa struktur mikro pada baja *hollow raw* material didapatkan fasa ferit dan perlit. Sedangkan struktur mikro setelah dilas dengan media pendinginan udara didapatkan fasa ferit dan perlit yang mendominasi baik daerah lasan maupun HAZ, hal ini dikarenakan hanya menggunakan pendinginan udara.

### SARAN

1. Dalam pengelasan TIG penggunaan parameter las harus diperhatikan yaitu mengenai kecepatan las, besar arus, jenis arus dan parameter lainnya untuk mendapatkan hasil lasan yang maksimal serta untuk mengurai kesalahan atau cacat las pada logam las.
2. Untuk penelitian selanjutnya mengenai las TIG diharapkan dapat memvariasikan antara kecepatan las, besar arus jenis arus yang digunakan untuk mengetahui lebih jelas pengaruh kecepatan las dan besar arus yang digunakan terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bagaskara, B., (2018) "*Pengaruh Posisi Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Yang Terjadi Pada Baja Hollow*", Universitas Wahid Hasyim Semarang, Semarang.
- Bintoro, G. A., (2000), "*Dasar-Dasar Pekerjaan Las*", Kanisius, Yogyakarta.
- Syafa'at, I., Purwanto, H., Ilhamudin, M., Ratnani, R. D., (2018). Analisa Kekuatan Sambungan Las Argon pada Stainless Steel 304 Menggunakan Variasi Kuat Arus, *Jurnal Ilmiah Momentum*, Vol. 14, No. 2, Hal. 34-38.
- Setiawan, A. dan Wardana, Y. A. Y., (2006), Analisa Ketangguhan dan Struktur Mikro pada Daerah Las dan HAZ Hasil Pengelasan Sumerged Arc Welding pada Baja SM 490, *Jurnal Teknik Mesin* Vol. 8, No. 2, Oktober 2006: 57 – 63
- Standar Nasional Indonesia, (2002), *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (Beta Version)*, SNI 03-2847-2002, Bandung
- Surdia, T., (1985), "*Pengetahuan Bahan Teknik*" Pradnya Paramita, Jakarta.
- Widharto, S., (2006), "*Petunjuk Kerja Las*", Cetakan Ke 6, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Wiryosumarto, H., dan Okumura, T., (2000), "*Teknologi Pengelasan Logam*", Cetakan kedelapan, Pradnya paramitha, Jakarta.