



Pengaruh Pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) Pada Uji Kebocoran Pipa Baja ASTM A106 Menggunakan Metode Uji *Hydrostatic Test*

Muhammad Rifki Aziz¹, Aa Santosa², Iwan Nugraha Gusniar³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

Abstract

Received: 14 Januari 2023

Revised: 21 Januari 2023

Accepted: 30 Januari 2023

ASTM A106 pipe is a type of low carbon steel pipe used for high temperature applications (up to a temperature of 750 degrees F). This type of pipe is resistant to corrosion and can withstand high fluid pressure, so it is often used in the industrial world to convey water, oil and other oils. The purpose of this study was to compare the heat input resulting from variations in welding current to the hydrotest, microstructure and tensile test. The method used uses Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) welding with current variations of 70 A, 90 A and 110 A with a Hydrostatic Test pressure of 450 Psi. The results showed that the greatest heat input occurred at a current variation of 110 A with a heat input of 1,349.05 J/mm and the lowest heat input occurred at a welding current of 70A of 1,229.72 J/mm. The results of the microstructure test with variations in GTAW welding currents formed the Ferrite-Pearlite phase as a constituent of the microstructure. The results of the tensile test on A106 steel pipe with variations in welding currents of 70A, 90A, and 110A, the highest tensile strength occurred at a welding current of 110A with a tensile strength of 46.7 N/mm and the lowest tensile strength at a current of 70A with a tensile strength of 43.85. Whereas for the Hydrostatic test with class # 150, the pressure is 1.5x design, so the maximum pressure reaches 450 Psi is carried out on 3 pipes with GTAW welding variation 3 with welding currents of 70A, 90A and 110A, declared successful because no leaks occurred during the test.

Keywords: A106 Grade B Steel Pipe, Hydrostatic Test, Microstructure, Tensile Strength Test.

(*) Corresponding Author

1810631150042@student.unsika.ac.id

How to Cite: Aziz, M., Santosa, A., & Gusniar, I. (2023). Pengaruh Pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) Pada Uji Kebocoran Pipa Baja ASTM A106 Menggunakan Metode Uji Hydrostatic Test. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(6), 279-288. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7781893>

PENDAHULUAN

Industri adalah salah satu penggerak ekonomi yang sangat vital di dunia. Salah satu bidang perindustrian yang perkembangannya makin pesat dari tahun ke tahun adalah industri pada bidang energi khususnya industri minyak dan gas. Dalam dunia industri minyak dan gas kita mengenal istilah pipeline yang merupakan penyalur fluida yang terdiri dari susunan batangan pipa yang disambung dan berfungsi untuk mengalirkan fluida baik cair maupun gas. Pengelasan merupakan salah satu metode penyambungan material yang digunakan dalam bidang konstruksi maupun manufaktur. Hal ini yang menjadi sebab pengelasan merupakan bagian penting dari industri (P. Rupajati, H. Fernando, & D. Suastiyanti, 2018).

Pengelasan memiliki beberapa jenis, salah satu jenisnya adalah pengelasan *Gas tungsten arc welding* (GTAW) yang merupakan satu jenis pengelasan dengan



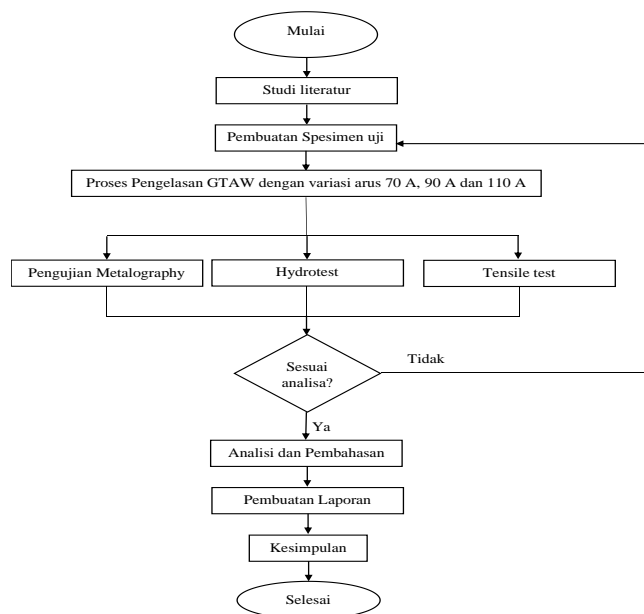
las busur listrik elektroda tidak terumpan (*non consumable*) dengan atau tanpa logam pengisi dan menggunakan gas mulia sebagai pengaruh udara luar yang dilakukan secara manual atau otomatis (T. Tarmizi, Y. B. Nugraha, & I. Irfan, 2021). Selain terlindungi dari pengaruh udara, pengelasan GTAW juga memiliki hasil lasan yang kuat dan tahan korosi. Sehingga pengelasan jenis ini akan cocok untuk pipa ASTM A106 yang membutuhkan sifat tahan terhadap korosi.

Pipa ASTM A106 termasuk dalam pipa baja karbon rendah yang tahan terhadap korosi dan dapat menahan tekanan fluida yang tinggi (S. S. Budi & D. W. Karmiadi). Pipa ASTM A106 merupakan salah satu jenis pipa yang digunakan dalam berbagai aspek industri, seperti untuk menyalurkan air, oli, minyak dan lainnya. Pipa yang akan digunakan pada industri perlu kelayakan dalam penggunaannya. Sebab jika tidak dilakukan inspeksi kelayakan dikhawatirkan pipa dan sambungan pengelasannya mengalami kebocoran dalam penggunaannya. Dalam mendeteksi kebocoran pada pipa ataupun sambungan pengelasan dapat dilakukan dengan cara Hydrotest ataupun Pneumatic Test. Hydrotest sendiri merupakan salah satu pengujian kebocoran yang cocok untuk uji kelayakan pipa dan sambungan pengelasannya dengan cara menyemprotkan fluida cair kedalam pipa.

Berdasarkan pendahuluan diatas, maka peneliti ingin melakukan pengembangan penelitian lebih lanjut yang membahas tentang pengaruh variasi arus pengelasan terhadap uji kebocoran dengan metode uji *Hydrostatic test* pada baja ASTM A106.

METODOLOGI

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan, dimana mengacu pada identifikasi masalah yang ada dilapangan dan dilakukannya pengembangan, dan berikut adalah diagram alir dalam penelitian ini.



Gambar 1. Diagram alir penelitian**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berikut adalah hasil dan pembahasan dalam penelitian kali ini yang akan dibagi menjadi beberapa tahapan.

Hasil Masukan Panas (*Heat Input*)

Berdasarkan parameter pengelasan yang telah ditetapkan, dilakukan perhitungan nilai heat input dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$H_{net} = \frac{V \times I}{v}$$

H_{net} : *Heat input*

V : tegangan

I : arus

v : kecepatan pengelasan

Untuk proses pengelasan dengan parameter arus sebesar 70 A, Tegangan 13 v, kecepatan pengelasan 0,74 mm/s, diperoleh heat input sebagai berikut:

$$H_{net} = \frac{13 \text{ v} \times 70 \text{ A}}{0,74 \text{ mm/s}}$$

$$H_{net} = 1.229,72 \text{ J/mm}$$

Dengan menggunakan persamaan yang sama seperti diatas, diperoleh heat input untuk semua parameter pengelasan seperti yang ditampilkan pada tabel dibawah:

Tabel 1. Heat Input

Arus (I)	Tegangan (V)	Kecepatan las (mm/s)	<i>Heat input</i> (J/mm)
70	13	0,74	1.229,72
90	13	0,89	1.314,61
110	13	1,06	1.349,05

Tabel 1 menjelaskan perbedaan arus pengelasan akan menyebabkan kecepatan las yang berbeda dikarenakan nyala api yang semakin besar seiring bertambahnya arus, dan nantinya Heat Input atau masukan panas yang terjadi pada variasi tersebut akan berbeda, pada penelitian kali ini masukan panas tertinggi terjadi pada arus pengelasan 110A sebesar 1.349,05 J/mm.

Hasil Hydrotest

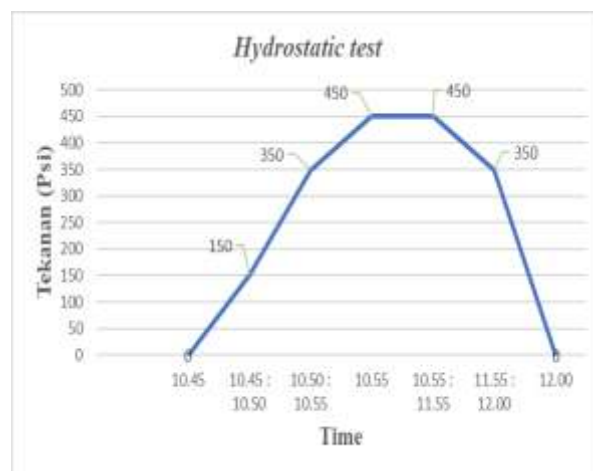
Pengujian Hydrostatic test telah dilakukan pada pipa baja dengan arus 70 A yang diberikan tekanan sebesar 450 Psi.

Tabel 2. Pengujian Hydrostatic test pada pipa dengan arus 70 A

No.	Time	Tekanan (Psi)
-----	------	---------------

1	10.45	0
2	10.45 : 10.50	150
3	10.50 : 10.55	350
4	10.55	450
5	10.55 : 11.55	450
6	11.55 : 12.00	350
7	12.00	0

Plot dari tabel diatas adalah:



Gambar 2. Grafik nilai tekanan 450 Psi pada arus pengelasan 70 A

Tabel dan grafik diatas menjelaskan proses pengujian Hydrostatic test yang dimulai pada pukul 10.45 yang mula-mula dimasukan air, kemudian mulai diberi tekanan sebesar 150 Psi dan ditahan selama 5 menit sampai pukul 10.50, dilanjutkan pada pukul 10.50 hingga 10.55 tekanan dinaikan menjadi 350 Psi, lalu tekanan kembali dinaikan hingga 450 Psi dan ditahan selama 1 jam mulai dari pukul 10.55 sampai pukul 11.55. Setelah ditahan selama 1 jam tekanan mulai diturunkan ke 350 Psi ditahan 5 menit dan selesai di jam 12.00. setelah pengujian selesai pipa dengan arus pengelasan 70 A tidak mengindikasikan kebocoran pada pipa maupun pengelasan.

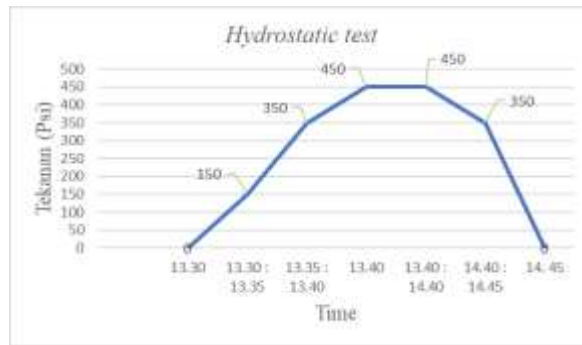
Pipa dengan arus pengelasan 90 A diberikan perlakuan uji Hydrostatic test dengan tekanan dan metode yang sama sehingga didapati tabel dan grafik seperti dibawah:

Tabel 1 Pengujian Hydrostatic test pada pipa dengan arus 90 A

No.	Time	Tekanan (Psi)
1	13.30	0
2	13.30 : 13.35	150
3	13.35 : 13.40	350

4	13.40	450
5	13.40 : 14.40	450
6	14.40 : 14.45	350
7	14.45	0

Plot dari tabel diatas adalah:



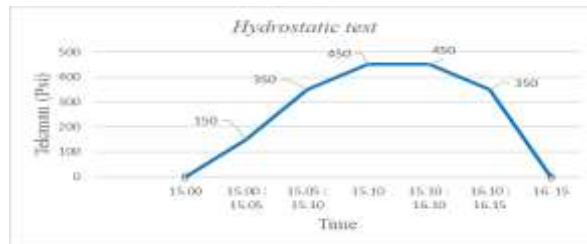
Gambar 3. Grafik nilai tekanan 450 Psi pada arus pengelasan 90 A

Tabel dan grafik diatas menjelaskan proses pengujian Hydrostatic test yang dimulai pada pukul 13.30 yang mula-mula dimasukan air, kemudian mulai diberi tekanan sebesar 150 Psi dan ditahan selama 5 menit sampai pukul 13.35, dilanjutkan pada pukul 13.35 hingga 13.40 tekanan dinaikan menjadi 350 Psi, lalu tekanan kembali dinaikan hingga 450 Psi dan ditahan selama 1 jam mulai dari pukul 13.40 sampai pukul 14.40. Setelah ditahan selama 1 jam tekanan mulai diturunkan ke 350 Psi ditahan 5 menit dan selesai di jam 14.45. setelah pengujian selesai pipa dengan arus pengelasan 90 A tidak mengindikasikan kebocoran pada pipa maupun pengelasan.

Tabel 4. Pengujian Hydrostatic test pada pipa dengan arus 110 A

No.	Time	Tekanan (Psi)
1	15.00	0
2	15.00 : 15.05	150
3	15.05 : 15.10	350
4	15.10	450
5	15.10 : 16.10	450
6	16.10 : 16.15	350
7	16.15	0

Plot dari tabel diatas adalah:



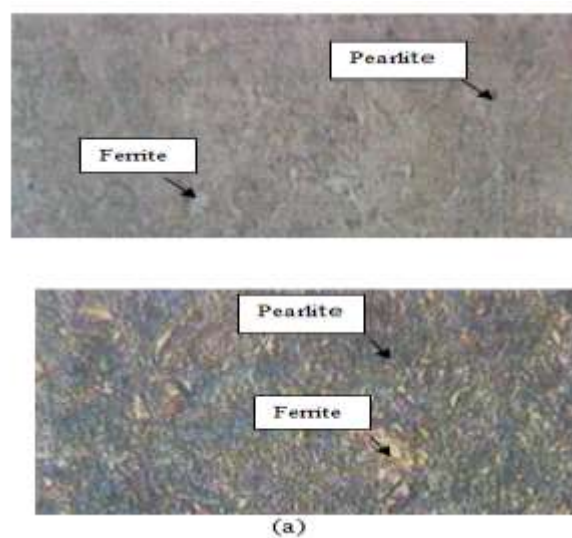
Gambar 4. Grafik nilai tekanan 450 Psi pada arus pengelasan 110 A

Tabel dan grafik diatas menjelaskan proses pengujian Hydrostatic test yang dimulai pada pukul 15.00 yang mula-mula dimasukan air, kemudian mulai diberi tekanan sebesar 150 Psi dan ditahan selama 5 menit sampai pukul 15.05, dilanjutkan pada pukul 15.05 hingga 15.10 tekanan dinaikan menjadi 350 Psi, lalu tekanan kembali dinaikan hingga 450 Psi dan ditahan selama 1 jam mulai dari pukul 15.10 sampai pukul 16.10. Setelah ditahan selama 1 jam tekanan mulai diturunkan ke 350 Psi ditahan 5 menit dan selesai di jam 16.15. setelah pengujian selesai pipa dengan arus pengelasan 90 A tidak mengindikasikan kebocoran pada pipa maupun pengelasan.

Setelah kita lihat ketiga pengujian pada pipa dengan 3 arus pengelasan variasi 70A, 90A, dan 110A kita dapati tidak adanya penurunan tekanan secara konstan, yang berarti ketiganya dianggap berhasil lolos pengujian Hydrostatic test karena pipa dan daerah pengelasan tidak mengalami kebocoran.

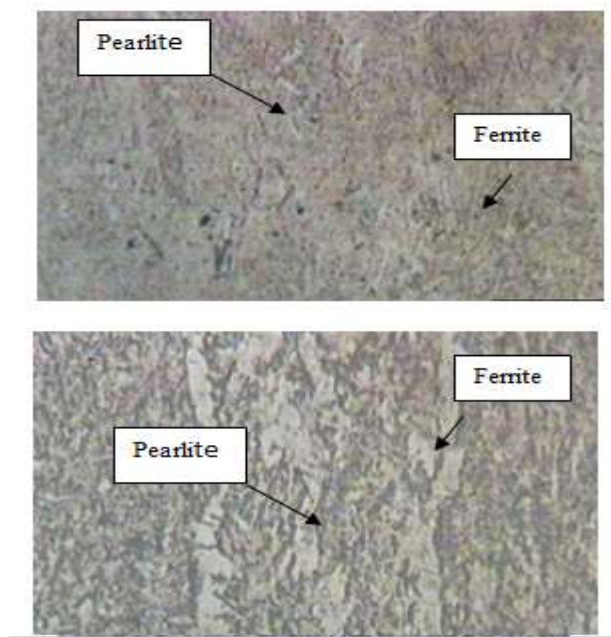
Hasil Uji Metalografi

Proses pengujian struktur mikro dilakukan menggunakan mikroskop optik pada tiga bagian daerah pengelasan yaitu Base Metal, HAZ, Weld Metal. Yang ditunjukkan pada gambar dibawah:



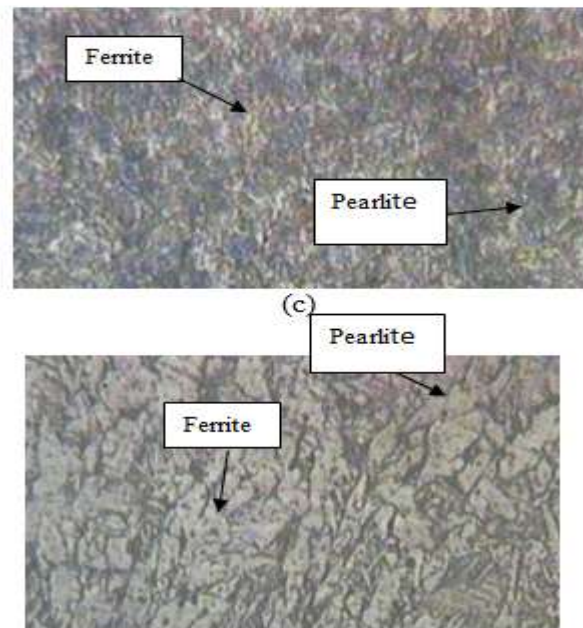
Gambar 5. Spesimen dengan arus pengelasan 70 A dengan pembesaran 100x (a) daerah *base metal*, (b) daerah HAZ, (c) daerah *weld metal*

Struktur mikro yang terjadi pada Base Metal seperti yang ditunjukkan pada gambar 5a yang menunjukkan jumlah ferrite yang lebih dominan dibanding dengan pearlite. Sedangkan pada bagian HAZ Digambar 5b jumlah pearlite bertambah bersamaan dengan jumlah ferrite yang berkurang, dan pada gambar 5c bagian Weld Metal jumlah pearlite lebih mendominasi dibandingkan dengan jumlah ferrite yang diakibatkan karna adanya masukan panas yang terjadi pada saat pengelasan sehingga jumlah pearlite yang bertambah banyak akan menambah kekerasan pada bagian tersebut.



Gambar 6. Spesimen dengan arus pengelasan 90 A dengan pembesaran 100x (a) daerah *base metal*, (b) daerah HAZ, (c) daerah *weld metal*

Struktur mikro yang terjadi pada daerah *base metal* seperti yang ditunjukkan pada gambar 6a yang menunjukkan jumlah ferrite yang lebih dominan dibanding dengan pearlite. Sedangkan pada bagian HAZ Digambar 5b jumlah pearlite bertambah bersamaan dengan jumlah ferrite yang berkurang, dan pada gambar 6c bagian *weld metal* jumlah pearlite lebih mendominasi dibandingkan dengan jumlah ferrite yang diakibatkan karena adanya masukan panas yang terjadi pada saat pengelasan sehingga jumlah pearlite yang bertambah banyak akan menambah kekerasan pada bagian tersebut.



Gambar 7. Spesimen dengan arus pengelasan 110A dengan pembesaran 100x (a) daerah base metal, (b) daerah HAZ, (c) daerah *weld metal*

Struktur mikro yang terjadi pada Base Metal seperti yang ditunjukkan pada gambar 7a yang menunjukkan jumlah ferrite yang lebih dominan dibanding dengan pearlite. Sedangkan pada bagian HAZ Digambar 7b jumlah pearlite bertambah bersamaan dengan jumlah ferrite yang berkurang, dan pada gambar 7c bagian Weld Metal jumlah pearlite lebih mendominasi dibandingkan dengan jumlah ferrite yang diakibatkan karna adanya masukan panas yang terjadi pada saat pengelasan sehingga jumlah pearlite yang bertambah banyak akan menambah kekerasan pada bagian tersebut.

Pada pengujian ini didapati jumlah ferrite dan pearlite pada Base Metal di arus 110A mengalami perubahan paling signifikan dibanding dua arus lainnya dikarenakan masukan panas tertinggi terjadi pada arus tersebut sehingga menyebabkan pengerasan pada variasi arus tersebut. Fenomena ini terjadi karena masukan panas yang berbeda akan mempengaruhi laju pendinginan sehingga berpengaruh pada sebaran pearlite dan nilai kekerasan pada spesimen uji (T. Tarmizi, Y. B. Nugraha, & I. Irfan, 2021), hal ini juga memperjelas perbedaan lain yang terjadi di bagian HAZ dan Weld Metal pada pengujian kali ini arus pengelasan 90A mempunyai kenaikan jumlah pearlite tertinggi dibanding dengan arus pengelasan 70A dan 110A.

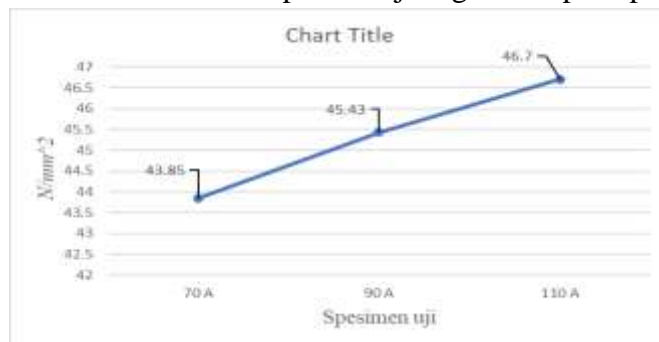
Hasil Uji Tarik

Hasil Pengujian Tarik yang dilakukan pada 3 pipa yang telah di sambung dengan pengelasan GTAW yang memiliki variabel di arus pengelasan sebesar 70 A, 90 A dan 110 A dapat dilihat pada tabel dibawah:

Tabel 4. Nilai uji tarik baja ASTM A106

No	Sampel Uji (A)	Beban max (N)	Kekuatan tarik (N/mm ²)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (N/mm ²)
1	70	3350	43,85		
2	90	3470	45,43		
3	110	3567	46,70		

Dari tabel diatas kita plot menjadi grafik seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 8. Grafik kekuatan tarik

Berdasarkan grafik diatas spesimen 1 dengan arus pengelasan 70A memiliki kekuatan tarik paling rendah yaitu sebesar 43,85 N/mm^2 dibandingkan spesimen yang lainnya, spesimen 2 yang telah diberi arus pengelasan 90A memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan arus pengelasan 70A akan tetapi lebih kecil dari pada arus pengelasan 110A dengan nilai kekuatan tarik arus pengelasan 90A adalah 45,43 N/mm^2 , dan nilai kekuatan tarik paling tinggi ada pada spesimen 3 yang telah diberi arus pengelasan 110 A dengan nilai kekuatan tariknya sebesar 46,7 N/mm^2 .

Hal ini sesuai dengan penelitian (T. Tarmizi, Y. B. Nugraha, & I. Irfan, 2021) bahwa spesimen dengan variasi arus pengelasan akan memiliki hasil uji tarik yang berbeda. Pada pengujian sebelumnya bahan yang digunakan memiliki tebal 7,11 mm yang hasilnya arus pengelasan 90A memiliki kekuatan tarik tertinggi dibanding arus 70A dan 110A, sedangkan pada penelitian kali ini bahan uji yang digunakan memiliki tebal 4,02 mm dan kekuatan tarik tertinggi ada pada arus pengelasan 110A. Dari perbedaan diatas terbukti pada penelitian yang dilakukan oleh (M. Zaenal Mawahib, S. Jokosisworo, & H. Yudo, 2017) yang melakukan pengujian tarik pada 2 bahan yang memiliki tebal yang berbeda, dimana tebal bahan spesimen 1 adalah 8 mm dan tebal spesimen 2 adalah 10 mm.

Perbedaan inilah yang menyebabkan adanya hasil uji tarik sebesar 443,747 N/mm untuk spesimen 1 dan sebesar 447,23 N/mm untuk spesimen 2.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah terlaksana maka dapat diambil kesimpulan untuk penelitian ini bahwa.

1. *Heat Input* yang terjadi pada tiga pipa yang disambung dengan variasi arus pengelasan 70A, 90A, dan 110A dimana pipa yang memiliki *Heat Input* terbesar terjadi pada variasi arus 110A dengan masukan panas sebesar 1.349,05 J/mm, kemudian arus 90A sebesar 1.314,61 J/mm dan terakhir arus 70A sebesar 1.229,72 J/mm.
2. Pipa baja A106 Grade B Sch 40 dengan 3 variasi arus pengelasan 70A, 90A, dan 110A yang di lakukan pengujian *Hydrostatic test* bertekanan 450 Psi dengan standar Asme B16.5 tidak mengalami kebocoran.
3. Hasil pengujian struktur mikro pada pipa baja A106 Grade B Sch 40 dengan pengelasan GTAW yang memiliki variasi arus yang berbeda membentuk fasa Ferrite-Pearlite sebagai penyusun struktur mikronya.
4. Pengujian tarik pada pipa baja A106 Grade B Sch 40 dengan las GTAW menghasilkan kekuatan tarik terbesar pada arus 110A sebesar 46,7 N/mm diatas dua variasi arus lainnya yang mana 90A memiliki kekuatan tarik sebesar 45,43 dan arus 70A sebesar 43,85.

DAFTAR PUSTAKA

- M. Zaenal Mawahib, S. Jokosisworo, & H. Yudo. (2017). Pengujian Tarik dan Impak Pada Pengerjaan Pengelasan SMAW Dengan Mesin Genset Menggunakan Diameter Elektroda Yang Berbeda.
- P. Rupajati, H. Fernando, & D. Suastiyanti. (2018). PERBANDINGAN KARAKTERISITIK SIFAT MEKANIS PENGELASAN ASTM A790 DAN ASTM A106 Gr. B HASIL PROSES PENGELASAN GTAW.
- S. S. Budi, & D. W. Karmiadi. (n.d.). Analisis Variasi Pengelasan GTAW dan SMAW dengan Parameter Kuat Arus Listrik Pada Fabrikasi Pipa Flowline 4 Inch SCH 80.
- T. Tarmizi, Y. B. Nugraha, & I. Irfan. (2021). Analysis of Current on Mechanical Properties and Microstructure of A53 Gr B Material with Gas Tungsten Arc Welding Process. *TEKNIK*, 2(1), 20-28.