

Experimental evaluation of mechanical properties of GMAW welded pipes

Eko Budiyanto^{1*}, Eko Nugroho¹, Asroni¹, Kiki Septiadi², dan Anggih Purbo Anggono²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro

²Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro

*Corresponding author: eko_budiyanto99@yahoo.com

Abstract. Welding with the GMAW (Gas Metal Arc Welding) method is widely used in large industries such as the oil industry, the shipping industry, and so on for work on connecting oil flow pipes or connecting leaky pipes. The protective gas used in GMAW welding is noble gas because it is stable and does not react easily with other elements. Argon gas provides better protection but the penetration is shallow, so to deepen the penetration it can be done by increasing the gas flowrate so that the pressure obtained increases. The purpose of this study was to determine the tensile strength of the influence of gas flow and electric current on the welding of pipes using GMAW. GMAW welding is done on 2 types of pipes, SCH40 pipes and API 5L carbon steel pipes. Using variations in the flow of protective gas flow 15 lpm (liters/minute), 20 lpm, and 25 lpm. Welding electric current is varied 70 A (Amperes), 80 A, and 90 A. The test carried out is tensile testing using a UTM (Ultimate Testing Machine) machine. In the SCH40 pipe, the test results obtained the greatest tensile strength value of 374.19 N/mm² at an electric current of 80 Amperes with a protective gas flow rate of 15 lpm. In the API 5L carbon steel pipe, the test results obtained the greatest tensile strength value of 424.9 N/mm², also found in weld specimens with an electric current of 80 A and a protective gas flow rate of 15 lpm.

Abstrak. Pengelasan dengan metode GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) banyak digunakan di industri besar seperti industri minyak, industri perkapalan, dan lain sebagainya untuk pengerajan penyambungan pipa aliran minyak atau menyambung pipa yang bocor. Gas Pelindung yang digunakan pada pengelasan GMAW yaitu gas mulia kerena sifatnya stabil dan tidak mudah bereaksi dengan unsur lain. Gas argon memberikan perlindungan yang lebih baik tetapi penembusannya dangkal, sehingga untuk memperdalam penembusannya dapat dilakukan dengan peningkatan debit alir gas sehingga tekanan yang didapat meningkat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik dari pengaruh debit aliran gas dan arus listrik pada pengelasan pipa menggunakan GMAW. Pengelasan GMAW ini dilakukan pada 2 jenis pipa, pipa SCH40 dan pipa baja karbon API 5L. Menggunakan variasi debit alir gas pelindung 15 lpm (liter/menit), 20 lpm, dan 25 lpm. Arus listrik pengelasan divariasikan 70 A (Ampere), 80 A, dan 90 A. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik menggunakan mesin UTM (*Ultimate Testing Machine*). Pada pipa SCH40, hasil pengujian mendapatkan nilai kekuatan tarik terbesar 374,19 N/mm² pada arus listrik 80 Ampere dengan debit aliran gas pelindung 15 lpm. Pada pipa baja karbon API 5L, hasil pengujian mendapatkan nilai kekuatan tarik terbesar 424,9 N/mm², juga terdapat pada spesimen lasan dengan arus listrik 80 A dan debit aliran gas pelindung 15 lpm.

Kata kunci: GMAW, debit aliran gas, arus listrik, kekuatan tarik, pipa.

© 2019. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Pengembangan teknologi di bidang konstruksi tidak dapat dipisahkan dari pengelasan karena mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam [1]. Pengelasan adalah penggabungan bahan dengan jenis yang sama atau berbeda menjadi satu sehingga dihasilkan suatu sambungan dari pemakaian panas dengan atau tanpa tekanan [2]. Pengelasan banyak jenis yang sering

digunakan dan salah satunya adalah las GMAW [3].

Las GMAW (*gas metal arc welding*) adalah metode penyambungan dua material logam atau lebih menjadi satu melalui proses pencairan setempat, dengan menggunakan elektroda gulungan (*filler metal*) yang sama dengan logam dasarnya (*base metal*) dan gas pelindung (*inert gas*). Las GMAW merupakan las busur gas yang menggunakan kawat las sekaligus

sebagai elektroda. Elektrodanya berupa gulungan kawat (rol) yang gerakannya diatur oleh motor listrik. Las ini menggunakan gas argon dan helium sebagai pelindung busur dan logam yang mencair dari pengaruh atmosfir [3].

Proses pengelasan GMAW beroperasi menggunakan arus searah (DC). Proses pengelasan GMAW, menggunakan arus sekitar 50 A sampai 600 A. Besarnya arus listrik pengelasan dan debit aliran gas adalah contoh dari parameter pengelasan yang dapat mempengaruhi hasil pengelasan GMAW pada baja carbon. Makin tinggi arus listrik pengelasan yang digunakan dalam pengelasan, makin tinggi pula penembusan serta kecepatan pencairan. Arus yang besar juga dapat memperkecil percikan butiran, dan meningkatkan penguatan manik. Tetapi dengan tingginya arus listrik maka akan memperlambat *Heat Affective Zone* (HAZ) [3]. Kuat arus berpengaruh terhadap masukan panas pada logam las yang mengakibatkan logam las berfusi dengan baik atau tidak. Akibatnya, berpengaruh terhadap kekuatan tarik [4].

Debit aliran gas pada las GMAW adalah contoh lain parameter las. Makin tinggi debit alir gas makin tinggi pula penetrasi, memperbaiki penguatan manik, serta memperkecil terjadinya rongga-rongga halus pada lasan sehingga sifat-sifat mekanis terjaga, las GMAW ini banyak di gunakan dalam pengerjaan pada baja yang memiliki daya tahan karat yang tinggi dan pipa tahan karat [3].

Saluran pipa adalah suatu alat transportasi untuk memindahkan cairan atau gas seperti minyak mentah, air, dan gas alam [5]. Untuk memenuhi persyaratan perpipaan, sambungan las harus mempunyai kekuatan dan kekerasan mendekati logam induknya [6]. Proses pengelasan pada pipa akan menyebabkan terjadinya perubahan sifat-sifat mekanis terutama sifat ketangguhan dari proses pengelasan yang dialami material, untuk mengetahui perubahan sifat-sifat mekanis dari suatu material hasil pengelasan dapat dilakukan dengan cara melakukan uji tarik [7].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik dari pengaruh debit aliran gas dan arus listrik pada pengelasan pipa menggunakan GMAW.

Metode Penelitian

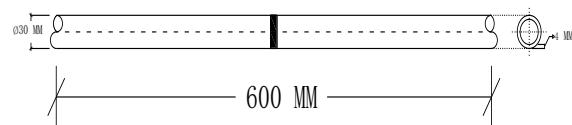
Pengelasan GMAW ini dilakukan pada 2 jenis pipa, pipa SCH 40 dan pipa baja karbon API 5L. Mesin Las GMAW yang digunakan memiliki spesifikasi seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi mesin las GMAW

No	Uraian	Keterangan
1	<i>Input Current</i>	33 A
2	<i>Input Power</i>	7.2 KVA
3	<i>Welding Current</i>	30 ~ 210A
4	<i>Input Voltage</i>	220 V
5	<i>Open Circuit Voltage</i>	18~45 Vdc
6	<i>Duty Cycle</i>	30%
7	<i>Voltage Adjustment</i>	10 step
8	<i>Weight</i>	72Kg
9	<i>Filler Wire Dimensions</i>	0.6~1.0 mm
10	<i>Wire Feeding Speed</i>	1~20 m/min
11	<i>Dimensions</i>	450x850x720 mm

Penelitian ini menggunakan variasi debit alir gas pelindung 15 lpm (liter/menit), 20 lpm, dan 25 lpm. Arus listrik pengelasan divariasikan 70 A (Ampere), 80 A, dan 90 A. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik menggunakan mesin UTM (*Ultimate Testing Machine*).

Spesimen pengujian tarik material pipa dengan mengacu pada standar ASTM E8, dengan ukuran dimensi dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Ukuran spesimen uji tarik

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil dari pengujian didapatkan kekuatan tarik (*ultimate strength*), kekuatan luluh (*yield strength*), dan regangan (*elongitas*).

Untuk hubungan antara pengaruh arus listrik dan kecepatan aliran gas pelindung dapat dilihat pada tabel 2.

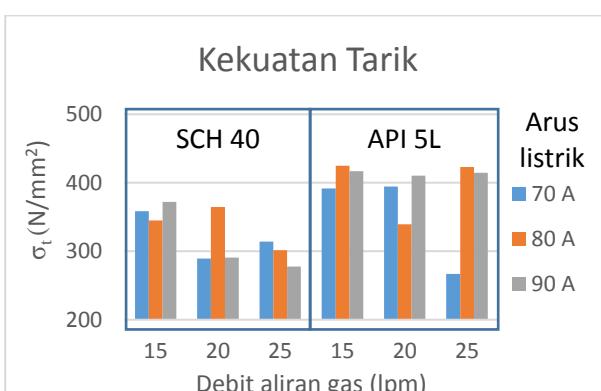
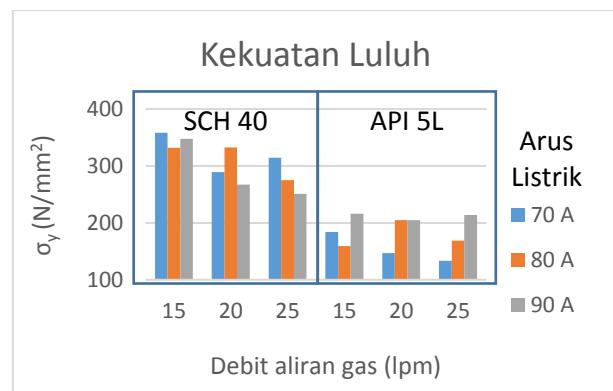
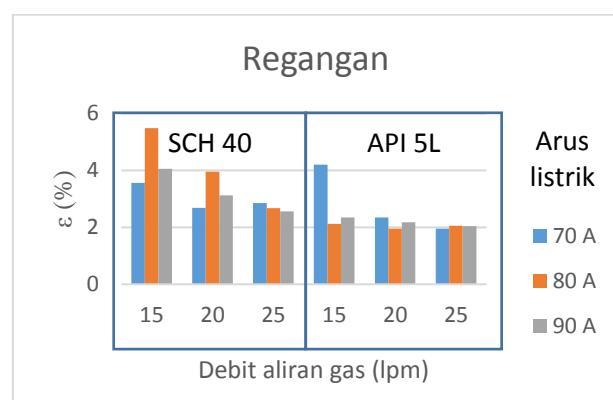
Tabel 2. Hasil pengujian tarik pipa hasil lasan

Bahan	A	Q (lpm)	σ_t (N/mm ²)	σ_y (N/mm ²)	ε (%)
pipa hitam SCH40	70	15	358,59	317,63	3,56
		20	289,19	265,9	2,69
		25	314,27	291,92	2,85
	80	15	345,19	331,79	5,49
		20	364,57	332,24	3,96
		25	301,37	274,92	2,67
	90	15	372,2	347,63	4,06
		20	290,69	267,34	3,13
		25	277,49	250,92	2,56
pipa baja karbon API 5L	70	15	391,9	184	4,2
		20	394,3	146,75	2,35
		25	266,95	133,15	1,96
	80	15	424,9	159,5	2,12
		20	339,25	204,55	1,96
		25	423	168,55	2,06
	90	15	416,9	216,3	2,35
		20	410,3	204,85	2,185
		25	414,55	213,65	2,05

Keterangan tabel:

A = Arus listrik (Ampere)

Q = Debit aliran gas pelindung

 σ_t = kekuatan tarik σ_y = kekuatan luluh ε = regangan**Gambar 2.** Grafik nilai kekuatan tarik pada masing-masing benda uji**Gambar 3.** Grafik nilai kekuatan luluh pada masing-masing benda uji**Gambar 4.** Grafik nilai regangan pada masing-masing benda uji

Pada hasil lasan pipa hitam SCH40, berdasarkan tabel dan grafik hasil pengujian tersebut dapat dilihat kekuatan tarik (*ultimate strength*) yang paling besar untuk aliran gas pelindung 15 lpm terdapat pada arus listrik 90 A. Sedangkan nilai kekuatan luluh (*yield strength*) yang terbesar terletak pada aliran gas pelindung 15 lpm terdapat pada arus listrik 70 A. Dan untuk nilai regangan (*elongation*) paling besar terdapat pada aliran gas pelindung 15 lpm terdapat pada arus listrik 80 A.

Pada hasil lasan pipa baja karbon API 5L, berdasarkan variasi kecepatan aliran gas pelindung 15 lpm, 20 lpm dan 25 lpm dan arus listrik 70 A, 80 A dan 90 A didapat hasil tegangan tarik yang paling besar untuk kecepatan aliran gas pelindung 15 lpm terdapat pada arus listrik 80 A, untuk kecepatan aliran gas pelindung 20 lpm terdapat pada arus listrik 90 A dan untuk kecepatan aliran gas pelindung 25 lpm terdapat pada arus listrik 80 A. Namun nilai kekuatan luluh (*yield strength*) yang terbesar untuk untuk kecepatan aliran gas pelindung 15 lpm terdapat pada arus listrik 90 A, untuk kecepatan aliran gas pelindung 20 lpm

terdapat pada arus listrik 90 A dan untuk kecepatan aliran gas pelindung 25 lpm terdapat pada arus listrik 90 A. Untuk nilai regangan (*elongation*) yang terbesar untuk kecepatan aliran gas pelindung 15 lpm terdapat pada arus listrik 70 A, untuk kecepatan aliran gas pelindung 20 lpm terdapat pada arus listrik 70 A dan untuk kecepatan aliran gas pelindung 25 lpm terdapat pada arus listrik 80 A. Terjadinya perbedaan nilai kekuatan tarik dikarenakan perbedaan arus dan kecepatan aliran gas dimana saat arus semakin besar semakin panjang busur yang terjadi dan semakin tidak terpusat, sehingga panasnya melebar dan menghasilkan penetrasi yang lebar dan dangkal.

Variasi debit aliran gas pelindung sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik, kekuatan luluh, dan rengangannya. Semakin luas daerah yang terkena elektroda las maka kekuatan tarik dari spesimen tersebut juga akan berbeda. Untuk aliran gas pelindung yang paling optimal pada pengelasan GMAW pada pipa SCH 40 dengan variasi arus listrik adalah 90 A pada aliran gas pelindung 15 lpm, dan hasil yang kurang optimal pada variasi arus listrik 90 A pada aliran gas pelindung 25 lpm. Hal tersebut dapat terjadi karena daerah lasan atau manik las yang terbentuk kurang luas dan proses konduksi arus pada saat pengelasan berlebihan, sehingga nilai kuat tarik spesimen kecil. Untuk variasi kecepatan gas pelindung dan arus listrik yang paling optimal pada hasil pengelasan GMAW pada pipa API 5L adalah pada kecepatan aliran gas pelindung 15 lpm adalah arus 80 A. Sedangkan hasil yang kurang optimal pada variasi kecepatan aliran gas pelindung dan arus listrik terdapat pada kecepatan aliran gas pelindung 25 lpm adalah arus 70 A. Hal tersebut dapat terjadi karena perubahan sifat material atau logam pada saat proses pengelasan yang dapat mempengaruhi nilai kekuatan tarik, kekuatan luluh, dan regangannya.

Kesimpulan

Pada hasil pengujian tarik nilai optimum pada pipa SCH 40 dengan variasi arus listrik dan kecepatan aliran gas pelindung, terdapat pada variasi aliran gas pelindung 15 lpm dan arus listrik 90 A dengan nilai 372,2 N/mm². Pada hasil pengujian tarik nilai optimum pada pipa baja karbon API 5L, berdasarkan hasil

pengujian sambungan las GMAW yang paling optimal pada variasi arus listrik 80 A dengan kecepatan aliran gas 15 lpm dengan nilai 424,9 N/mm².

Penghargaan

Terimakasih diucapkan kepada Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro dan seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Referensi

- [1] J. Aris, "Kajian Hasil Proses Pengelasan MIG dan SMAW pada Material ST41 dengan Variasi Media Pendingin (Air, Collent, dan Es) Terhadap Kekuatan Tarik," *J. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 02, pp. 37–42, 2016.
- [2] S. Mizhar and I. H. Pandiangan, "Pengaruh Masukan Panas Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan dan Ketangguhan pada Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dari Pipa Baja Diameter 2,5 inch," *J. Din.*, vol. II, no. 14, pp. 16–22, 2014.
- [3] H. Wiryosumarto and T. Okumura, *Teknologi Pengelasan Logam*. Pradnya Paramita, 2011.
- [4] E. H. Suyono, Y. S. Irawan, and A. Purnowidodo, "Pengaruh Kuat Arus dan Campuran Gas Argon – Co₂ pada Pengelasan GMAW terhadap Kekuatan Tarik dan Impact pada Baja Karbon Medium Fasa Ganda," *Rekayasa Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 137–144, 2011.
- [5] Syaripuddin, "Karakteristik Hasil Pengelasan Pipa dengan Beberapa Variasi Arus Las Busur Listrik," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 2, pp. 75–80, 2017.
- [6] N. Subeki, "Optimalisasi Penggunaan Heat Input Pada Pengelasan Pipa Spiral Untuk Meningkatkan Kekuatan Sambungan," *J. Tek. Ind.*, vol. Vol. 10, no. 2, pp. 180–185, 2009.
- [7] I. N. Budiarsa, "Pengaruh besar arus pengelasan dan kecepatan volume alir gas pada proses las GMAW terhadap ketangguhan aluminium 5083," *Tek. Mesin CAKRAM*, vol. 2, no. 2, pp. 112–116, 2008.

Lampiran



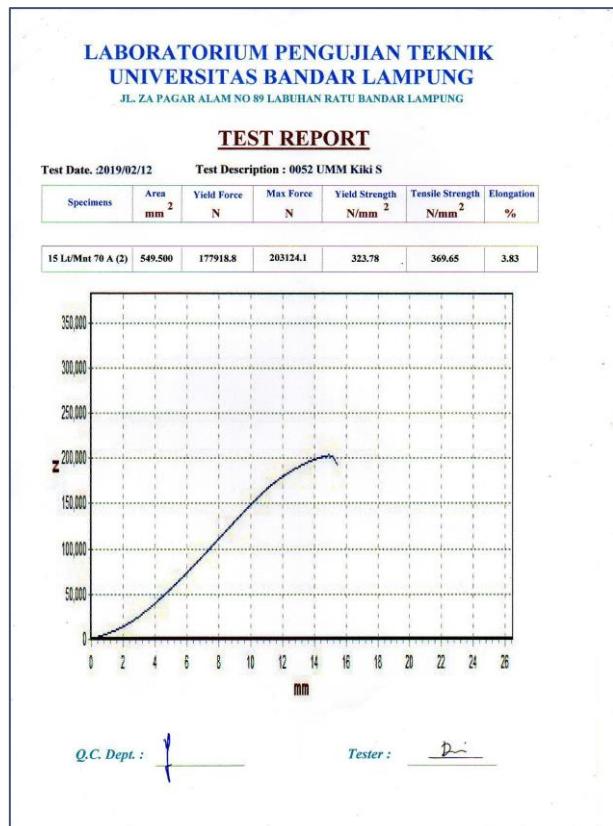
Proses Pengelasan



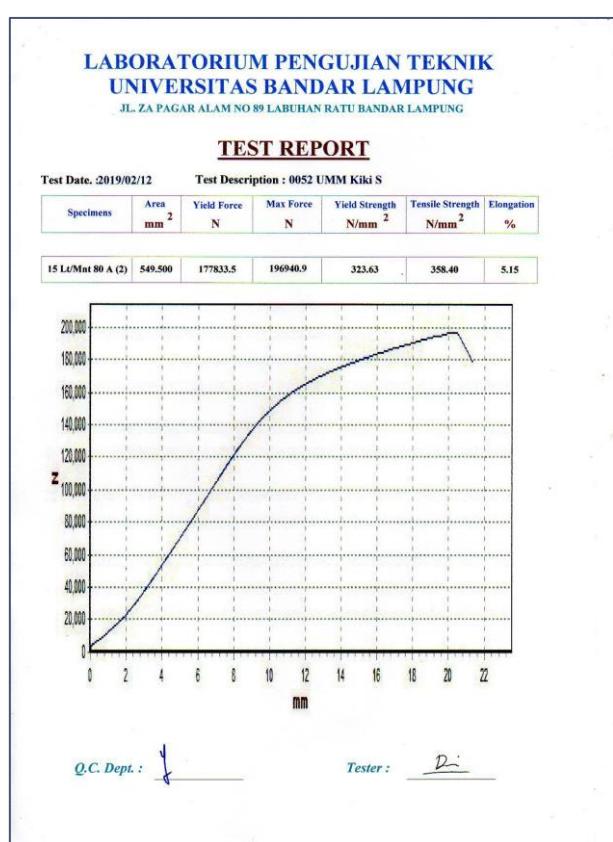
Spesimen hasil lasan



Proses uji tarik



Sampel test report



Sampel test report