

Pengaruh Ketebalan dan Pemanasan Awal Proses Pengelasan terhadap Kekuatan Tarik ASTM A36 pada Las SMAW

Hubbul Wafiq¹⁾, Priyagung Hartono²⁾, Unung Lesmanah³⁾,
^{1),(2),(3)}Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Malang

Jalan MT. Haryono 193, Malang

Hubbulwafiq01@gmail.com

priyagung@unisma.ac.id

ununglesmanah@yahoo.com

Abstrak

Seiring dengan perkembangan waktu dan teknologi. Banyak kalangan industri menggunakan baja sebagai bahan utama untuk operasional dan bahan baku produksi. Dalam dunia industri manufaktur sering terjadi kesalahan terhadap proses pengelasan, Pengelasan merupakan suatu proses penggabungan satu material dengan material yang lain. Pengelasan berfungsi untuk memperoleh kekuatan sambungan logam yang melebihi kekuatan mekanik (kekuatan tarik, kekerasan dan ketangguhan) pada logam induk. Pada penelitian ini tentang pengelasan *shielded metal arc welding* (SMAW) atau pengelasan dengan busur listrik. dengan variasi ketebalan bahan yang digunakan serta perlakuan beda suhu antara pemanasan awal (preheating) dan tanpa pemanasan awal terhadap baja karbon ASTM A36. Yang telah diberikan perlakuan panas 150°C pada daerah pengelasan dan dilakukan pengujian tarik. Hasil dari pengujian yang dilakukan kemudian di analisis dengan uji anova dua arah, pada variasi ketebalan bahan baja karbon didapatkan $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($10,54 > 4,75$) maka H_0 ditolak, pada variasi beda suhu didapatkan $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($103,76 > 3,89$) maka H_0 ditolak. Artinya H_1 diterima bahwa ada perbedaan hasil variasi ketebalan baja dan variasi suhu sebelum proses pengelasan terhadap kekuatan tarik.

Kata kunci: Baja A36, Pengujian Tarik, Perlakuan Panas

PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan suatu proses penggabungan satu material dengan material yang lain. Pengelasan berfungsi untuk mendapatkan kekuatan sambungan logam yang melebihi kekuatan mekanik (kekuatan tarik, kekerasan dan ketangguhan) logam induk. Fungsi dari pengelasan juga berfungsi sebagai pelapis permukaan material supaya memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dengan tujuan agar tahan dari gesekan dan abrasif..

Pengelasan SMAW (*shielded metal arc welding*) merupakan suatu proses penyambungan dua buah material logam yang sejenis atau lebih dengan menggunakan sumber panas, dimana panas hasil pengelasan dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda yang berpelindung *flux* dengan benda kerja. Logam tambahan atau disebut *Filler* metal dihasilkan dari inti kawat elektroda terumpan atau

pada elektroda tertentu juga berasal dari serbuk besi yang dicampur dengan lapisan pembungkus elektroda.

Baja ASTM A36 merupakan salah satu baja yang mampu diberikan perlakuan panas, sehingga sebelum dilakukan proses pengelasan baja tersebut dapat diberikan proses pemanasan awal. Baja karbon rendah memiliki sifat mekanis yang baik, kekuatan tarik yang relatif tinggi, yaitu antara 415-550 Mpa (60.000-80.000 psi), ketangguhan baik dan relatif ulet (Pangaribowo dan Putra, 2018). *Preheat* atau pemanasan awal adalah panas yang telah diberikan untuk logam induk di area lasan sebelum dilakukan proses pengelasan. Proses *preheat* bertujuan untuk memperlambat laju pendinginan pada logam yang akan dilakukan pengelasan sehingga membuat struktur logam dasar lebih ulet dan mempunyai ketahanan retak lebih besar.

Penelitian mengenai pengelasan ASTM A36 pernah dilakukan oleh Primasda dan Nugroho (2019) yang

meneliti sifat mekanik pengelasan SMAW pada baja ASTM A36 terhadap variasi *preheating*. Penelitian tersebut membuktikan bahwa kekuatan tarik terbesar didapat pada baja dengan proses *preheating* 200°C. Santoso (2006) juga melakukan penelitian tentang Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Las SMAW dengan Elektroda E7018. Penelitian mengenai pengelasan ASTM A36 pernah dilakukan juga oleh Fahrizal (2016) yang meneliti tentang analisa hasil sambungan las metode SMAW menggunakan material SA A36 yang sebelumnya terbakar dengan suhu 700°C dan 900°C selama 4 jam. Pada penelitian ini akan dilihat pengaruh pemanasan awal dan ketebalan bahan terhadap kekuatan tarik baja ASTM A36.

Pada penelitian ini, akan dilakukan pengujian kekuatan tarik baja ASTM A36 dengan variasi ketebalan dan perbedaan perlakuan dengan pemanasan awal (*preheating*) dan tanpa pemanasan awal.

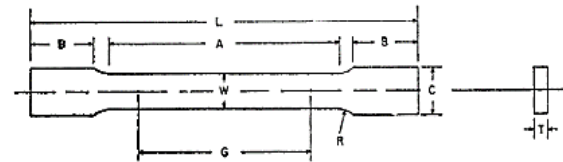
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental. Pengujian dilakukan melalui eksperimen di laboratorium untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan. Data yang didapatkan kemudian dianalisis dengan uji anova.

Pada penelitian ini dilakukan prosedur pengerjaan sebagai berikut:

1. Spesimen dibuat menjadi dua macam yaitu dengan proses pengelasan dengan perlakuan *preheating* dan non *preheating*
2. Spesimen dengan *preheating* 150°C. Jadi sebelum proses pengelasan dilakukan, spesimen pada daerah lasan dipanasi terlebih dahulu dengan suhu 150°C.
3. Spesimen dengan non *preheating*. Pada spesimen ini tidak diberi perlakuan sebelum proses pengelasan

Benda uji tarik standar yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 1. Benda Uji Tarik Standart ASTM E-8

(Sumber: ASTM A36, 2004)

dimana :

- L = panjang spesimen uji
= 200 mm
- A = panjang awal spesimen
= 60 mm
- W = Lebar awal
= 12,5 mm
- T = Tebal plat baja
= 5 mm, 8 mm, 10 mm
- C = Lebar bagian pegangan
= 20 mm
- B = panjang bagian peganga
= 50 mm
- R = Jari-jari kelengkungan
= 12,5 mm

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data Kuantitatif

Berdasarkan hasil pengujian, dilakukan nalisis data kuantitatif nilai uji tarik yang meliputi mean, standar deviasi, batas pengukuran, standar deviasi rata-rata, kesalahan relatif, dan ketelitian pengukuran. Hasil analisis tersebut ditunjukkan pada Tabel 1 untuk pengujian dengan pemanasan awal dan Tabel 2 untuk pengujian tanpa pemanasan awal.

Tabel 1 Analisis Kualitatif Hasil Pengujian dengan Pemanasan Awal

N o	Analisis	5mm	8mm	10m m
--------	----------	-----	-----	----------

1.	Uji Tarik Rata-Rata	0,32 9	0,54 9	0,43 5
2.	Standar Deviasi	0,01 28	0,01 41	0,03 78
3.	Batas Atas	0,34 18	0,56 31	0,47 28
4.	Batas Bawah	0,31 62	0,53 49	0,39 72
5.	Standar Deviasi Rata-Rata	0,00 905	0,09 97	0,02 67
6.	Kesalahan Relatif (%)	2,75 1%	18,1 6%	6,13 7%
7.	Ketelitian Pengukuran (%)	97,2 49	81,8 4	93,8 63

Tabel 2 Analisis Kualitatif Hasil Pengujian tanpa Pemanasan Awal

No	Analisis	5mm	8mm	10mm
1.	Uji Tarik Rata-Rata	0,31 2	0,39 4	0,41 3
2.	Standar Deviasi	0,02 49	0,05 93	0,02 43
3.	Batas Atas	0,33 69	0,45 33	0,43 73
4.	Batas Bawah	0,28 71	0,33 47	0,38 87
5.	Standar Deviasi Rata-Rata	0,01 76	0,04 19	0,07
6.	Kesalahan Relatif (%)	5,64 %	10,6 3%	4,16 %
7.	Ketelitian Pengukuran (%)	94,3 6	89,3 7	95,8 4

ANOVA (Analysis of Variance)

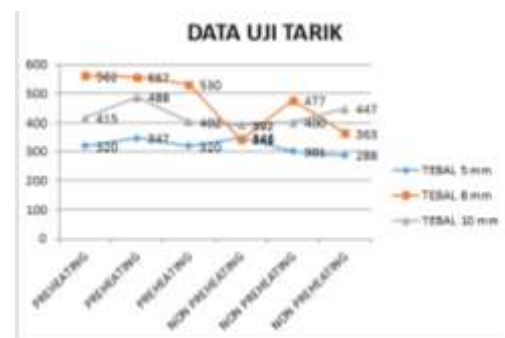
Sampel pengambilan data berdasarkan variasi ketebalan dan perbedaan perlakuan dengan dan tanpa pemanasan awal ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 3. Sampel Pengambilan Data

Tebal	5 mm	8 mm	10 mm	Jumlah
-------	------	------	-------	--------

Perlakuan				
Preheating	20	56,2	51,9	389,7
	21,7	55,7	61	
	20	53	50,2	
Non Preheating	21,6	34,2	49	331,4
	18,8	47,7	50	
	18	36,3	55,8	
Jumlah	120,1	283,1	317,9	721,1

Selanjutnya hasil pengujian tarik untuk masing-masing baja dengan ketebalan yang berbeda dan perlakuan pemanasan awal dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Grafik Pengujian Tarik

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai kekuatan tarik dengan menggunakan pengelasan dengan perlakuan *preheating* lebih tinggi dibandingkan dengan pengelasan tanpa pemanasan awal. Pada pengelasan dengan *preheating* memiliki kekuatan tarik tertinggi sebesar 562 Mpa, sedangkan pada pengelasan tanpa pemanasan awal menghasilkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 477 Mpa. Sedangkan nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada proses pengelasan tanpa menggunakan proses pemanasan awal dengan nilai 288 Mpa. Yang berarti proses pemanasan awal sebelum melakukan pengelasan mempunyai pengaruh terhadap kekuatan tarik. Pada pengelasan tanpa pemanasan awal terjadi banyak cacat

yaitu terdapat celah pada area *weld metal*, celah itu diakibatkan oleh pengisian pada kampuh tidak menempel dengan rata.

Untuk mengetahui pengaruh variasi ketebalan dan pemanasan awal terhadap nilai kekuatan tarik pada baja A36 setelah pengelasan dan pengujian, maka data hasil pengujian kemudian dianalisis dengan anova dua arah.

• **Perhitungan uji hipotesis Anova:**

$$1. \frac{T^2}{N} = \frac{(389,7+331,4)^2}{18} = \frac{721,1^2}{18} = \frac{519985,21}{18} = 28888,07$$

$$2. \sum_{j=1}^J \sum_{K=1}^K \frac{(\sum_{i=1}^n x_{ijk})^2}{n} = \frac{(20+21,7+20)^2}{3} + \frac{(56,2+55,7+53)^2}{3} + \frac{(51,9+61+50,2)^2}{3} + \frac{(21,6+18,8+18)^2}{3} + \frac{(34,2+47,7+36,3)^2}{3} + \frac{(49+50+55,8)^2}{3} = 32981,77$$

$$3. \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^J \sum_{K=1}^K x_{ijk}^2 = 20^2 + 21,7^2 + 20^2 + 56,2^2 + 55,7^2 + 53^2 + 51,9^2 + 61^2 + 50,2^2 + 21,6^2 + 18,8^2 + 18^2 + 34,2^2 + 47,7^2 + 36,3^2 + 49^2 + 50^2 + 55,8^2 = 33196,73$$

$$4. SST = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^J \sum_{K=1}^K x_{ijk}^2 - \frac{T^2}{N} = 33196,73 - 28888,07 = 4308,66$$

$$5. SSR = \sum_{i=1}^n \frac{T_i^2}{N} - \frac{T^2}{N} = \frac{389,7^2}{9} + \frac{331,4^2}{9} - 28888,07 = 29076,89 - 28888,07 = 188,82$$

$$6. SSC = \sum_{K=1}^K \frac{T_K^2}{NJ} - \frac{T^2}{N} = \frac{120,1^2}{6} + \frac{283,1^2}{6} + \frac{317,9^2}{6} - 28888,07 = 32605 - 28888,07 = 3716,93$$

$$7. SSI = \frac{T^2}{N} - \sum_{j=1}^J \frac{T_j^2}{nK} - \sum_{K=1}^K \frac{T_K^2}{NJ} + \sum_{j=1}^J \sum_{K=1}^K \frac{(\sum_{i=1}^n x_{ijk})^2}{n} = 28888,07 - 29076,89 - 3716,93 + 32981,77 = 29076,02$$

8. SSE

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^J \sum_{K=1}^K x_{ijk}^2 - \sum_{j=1}^J \frac{T_j^2}{n} - \sum_{K=1}^K \frac{(\sum_{i=1}^n x_{ijk})^2}{n} = 33196,73 - 32981,77 = 214,96$$

• **Pengujian hipotesis**

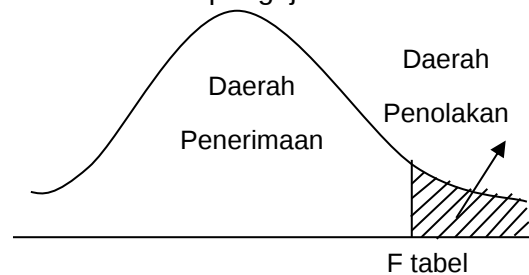
1. Penentuan nilai F tabel dengan $\alpha = 0,05$

a. Nilai $F_{0,05; 1,12} = 4,75$

b. Nilai $F_{0,05; 2,12} = 3,89$

c. Nilai $F_{0,05; 2,12} = 3,89$

2. Kriteria pengujian



H_0 diterima apabila $F \text{ hitung} \leq F \text{ tabel}$

H_0 ditolak apabila $F \text{ hitung} > F \text{ tabel}$

a. $F \text{ hitung} > F \text{ tabel}$ ($10,54 > 4,75$) artinya H_0 ditolak, bahwa ada perbedaan kekuatan tarik pada variasi ketebalan bahan.

b. $F \text{ hitung} > F \text{ tabel}$ ($103,76 > 3,89$) artinya H_0 ditolak bahwa ada perbedaan kekuatan tarik pada variasi suhu.

c. $F \text{ hitung} > F \text{ tabel}$ ($811,72 > 3,89$) artinya H_0 ditolak bahwa ada efek interaksi antara variasi ketebalan material dan variasi suhu terhadap kekuatan tarik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh ketebalan terhadap pemanasan awal pada baja A36 dengan menggunakan las SMAW. Maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengelasan menggunakan *preheating* memiliki kekuatan tarik tertinggi sebesar 562 Mpa, sedangkan pada pengelasan tanpa pemanasan awal

- menghasilkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 477 Mpa.
2. Proses *preheating* sebelum pengelasan mempunyai pengaruh terhadap kekuatan tarik. Pada pengelasan tanpa pemanasan awal terjadi banyak cacat, terdapat banyak celah di area *weld metal* hal tersebut diakibatkan oleh pengisian pada kampuh tidak terisi dengan sempurna.
 3. $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($10,54 > 4,75$) artinya H_0 ditolak, bahwa ada perbedaan kekuatan tarik pada variasi ketebalan bahan.
 4. $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($103,76 > 3,89$) artinya H_0 ditolak bahwa ada perbedaan kekuatan tarik pada variasi suhu.
 5. $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($811,72 > 3,89$) artinya H_0 ditolak bahwa ada efek interaksi antara variasi ketebalan material dan variasi suhu terhadap kekuatan tarik.

DAFTAR PUSTAKA

- Pangaribowo, B.H. dan Putra, W.H.A. 2018. Studi Pengaruh Pemanasan Awal Pada Pengelasan Ulang Baja ASTM A36 Akibat Reparasi Terhadap Sifat Mekanis Menggunakan Proses Las SMAW. Jurnal Teknik ITS. Volume VII no. 2.
- Fahrizal, M. 2016. 'Analisa Hasil Sambungan Las Metode Pengelasan SMAW Menggunakan Material SA 36 yang Sebelumnya Terbakar dengan Suhu 700 dan 900 Selama 4 Jam". Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknologi Industri Dan Rekayasa Sistem. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Santoso, J. 2006. *Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Las SMAW dengan Elektroda E7018*. Skripsi Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang
- ASTM.A36. 2004. *Standard Spesification of Carbon Structural Steel*. New York: American Society for Testing and Materials.
- Primasda, V.D. dan Nugroho, N. 2019. *Sifat Mekanik Pengelasan SMAW pada Baja ASTM A36 terhadap Variasi preheating*. Seminar Nasional Kelautan XVI. Fakultas Teknik Universitas Hangtuah Surabaya.