

ANALISIS TEMPERATUR PELAT LANDASAN *HOT-GAS WELDING* DAN BENTUK BEVEL TERHADAP KEKUATAN TARIK LASAN HDPE

Kris Witono^{1*}, Agus Setiawan², Sugeng Hadi Susilo³

^{1,2,3} Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Malang

*Email Penulis: kris.witono@polinema.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima 07/11/2022
Naskah Direvisi 26/12/2022
Naskah Disetujui 29/12/2022
Naskah Online 31/12/2022

ABSTRAK

Welding has developed rapidly at this time, both for metallic and non-metallic materials. One of the methods used for plastic welding is Hot-Gas Welding. Plastic is a very difficult material to weld due to its low thermal conductivity. The quality of the mechanical properties of the existing plastic welded joints is not close to the strength of plastic objects without welding. The purpose of this study was to determine the effect of variations in base plate temperature, the effect of variations in the shape of the bevel, and the interaction effect of variations in base plate temperature and bevel shape variations on the maximum tensile strength produced by HDPE sheet welded joints during the Hot-Gas Welding process. In this study, two independent variables were used, namely the base plate temperature (30,70,110,150 °C), variations in bevel shape (V, X, U) and three controlled variables which included HDPE plastic material with a thickness of 5 mm, using added filler material in the form of HDPE plastic with a diameter of 4 mm and a hot gun airflow heating temperature of 250°C. The tensile test standard used is ASTM D 638-03 standard and data processing is done by DOE factorial. The results showed that the maximum tensile strength of HDPE welded joints was obtained at the temperature of the base plate of 150°C and the V bevel shape with a value of 18.46 MPa or 84.22% of the parent material.

Keywords: bevel shape, HDPE, hot gas-welding, base plate temperature, tensile strength

1. PENDAHULUAN

Teknologi pengelasan telah berkembang pesat saat ini, sehingga dapat digunakan untuk mengelas bahan logam dan non-logam. Salah satunya adalah teknologi pengelasan untuk plastik. Material plastik pada umumnya adalah material yang mudah patah dan retak, dua hal tersebut dapat diperbaiki dengan suatu metode pengelasan plastik.

Pada proses pengelasan plastik, banyak upaya untuk mendapatkan karakteristik dan sifat sambungan yang hampir sama dengan sifat material plastik tanpa sambungan las (material induk), pada umumnya hasil pengelasan material plastik pada saat ini masih menghasilkan kekuatan mekanis yang masih lebih rendah dari kekuatan mekanis material plastik tanpa sambungan pengelasan [1].

Macam-macam metode pengelasan material plastik yang pada saat ini digunakan antara lain *Hot-Gas Welding* (HWG), *Heated Tool Welding* (HTW), *Induction Welding*, dan *Friction Stir Welding* (FSW). Untuk metode proses pengelasan material plastik dengan yang paling banyak digunakan adalah HWG karena metode tersebut dapat diandalkan dan menguntungkan secara teknis dari penelitian dan sudut pandang produksi [2].

HWG adalah suatu proses pengelasan untuk material termoplastik. HWG ditemukan pada pertengahan abad 20, pada proses pengelasan ini aliran udara dipanaskan untuk memanasi dan melelehkan material induk termoplastik dan filler rod termoplastik.

Pada pengelasan sering digunakan proses *preheating* atau pemanasan awal, dimana proses tersebut bertujuan untuk menstabilkan suhu spesimen sebelum dilakukan proses pengelasan dan mengurangi terjadinya cacat atau kerusakan serta meningkatkan sifat mekanis dari spesimen yang akan dilas [3].

Penggunaan pelat landasan sebagai pemanas selama proses pengelasan FSW dapat meningkatkan kualitas sambungan serta meningkatkan homogenitas sambungan dari las lembaran plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) [4].

Pengondisian temperatur material pada proses penyambungan lembaran HDPE dengan metode hot-gas welding (HWG) dimana material dipanaskan dengan pemanas yang terdapat pada pelat landasan dari *jig* hot-gas welding menghasilkan karakteristik kekuatan sambungan las yang lebih baik dibandingkan kondisi material tanpa pemanasan [5].

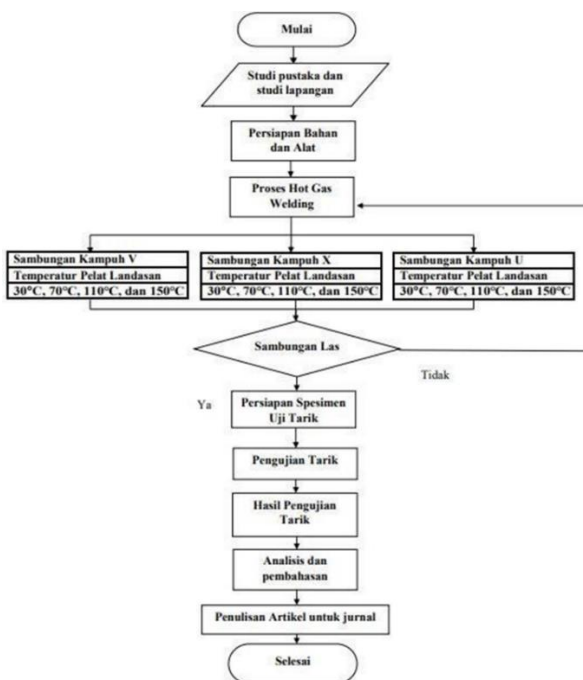
Agar sambungan antara dua bagian logam memiliki mutu yang baik diperlukan suatu pengelasan yang tepat dan sambungan serta bentuk dan sudut kampuh las yang sesuai dengan kegunaan dari hasil lasan tersebut. Variasi bentuk kampuh sambungan lasan diatur agar mengetahui pengaruh luasan area dan distribusi panas lasan terhadap kekuatan mekanis lasan [6]. Pada penelitian ini pengaruh variasi suhu pelat landasan, pengaruh variasi bentuk bevel, dan pengaruh interaksi variasi suhu pelat landasan dan variasi bentuk bevel diteliti pada sambungan las lembaran HDPE menggunakan proses *Hot-Gas Welding* untuk dapat menghasilkan kekuatan tarik maksimum, yang mendekati sifat mekanis plastik HDPE tanpa sambungan las.



Gambar 2. Pengelasan HGW pada Lembaran HDPE

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1



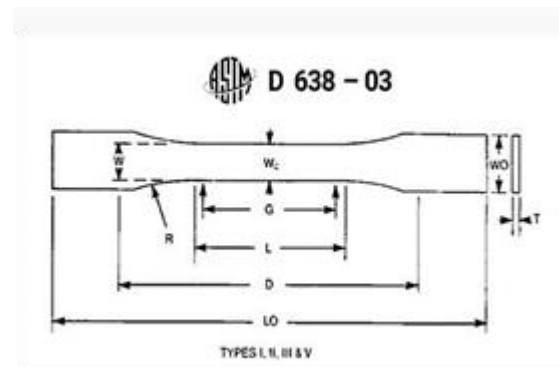
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini material yang disambung dengan proses *Hot-Gas Welding* (HGW) adalah *High Density Poly-Ethylene* (HDPE) warna putih dengan ukuran masing- masing 165 x 100 x 5 mm (Gambar 2), dimana spesifikasi mekanis dari material ditunjukkan pada Tabel 1. Proses HGW menggunakan alat las hot-gun welding dengan daya 1050 Watt, dimana parameter temperatur udara panas diatur pada 250°C. Bahan tambah (*filler rod*) yang digunakan adalah HDPE rod warna hitam dengan diameter 4 mm. Pemanas yang digunakan untuk pemanas spesimen adalah elemen kawat pemanas dengan daya 500-Watt yang ditempatkan di dalam pelat landasan *jig* HGW. Kawat pemanas berfungsi sebagai pemanas spesimen pada saat awal dan selama proses pengelasan HGW. Dua variasi yang digunakan pada penelitian masing-masing yaitu temperatur pelat landasan: 30°C, 70°C, 110°C, dan 150°C, dan variasi bentuk bevel X, U, dan V.

Tabel 1. Spesifikasi Mekanis HDPE

Sifat Mekanis Plastik HDPE	
Berat Jenis (kg/m ³)	0,95-0,96
Titik Lebur (°C)	124°C
Derajat Kristalinitas (%)	85-95
Kekuatan Tarik (kgf/cm ²)	245
Kekuatan Tarik (MPa)	28 MPa

Setelah dilakukan pengelasan, kemudian dilakukan pengujian tarik dengan menggunakan standar uji tarik ASTM D 638-03 [7]. yang dapat dilihat pada Gambar 3. Dimensi spesimen uji tarik sesuai Standar uji tarik ASTM D-638, dapat dilihat pada tabel 2:



Gambar 3. Standar uji tarik ASTM D-638

Tabel 2. Dimensi Spesimen Uji Tarik

Notasi	Dimensi
Lebar (W)	13 ± 0,5 mm
Panjang (L)	57 ± 0,5 mm
Lebar keseluruhan (Wo)	19 ± 6,4 mm
Panjang keseluruhan (Lo)	183 (toleransi no max)
Panjang ukur (G)	50 ± 0,25 mm
Jarak antar grip (D)	115 ± 5 mm
Jari-jari fillet (R)	76 ± 1 mm

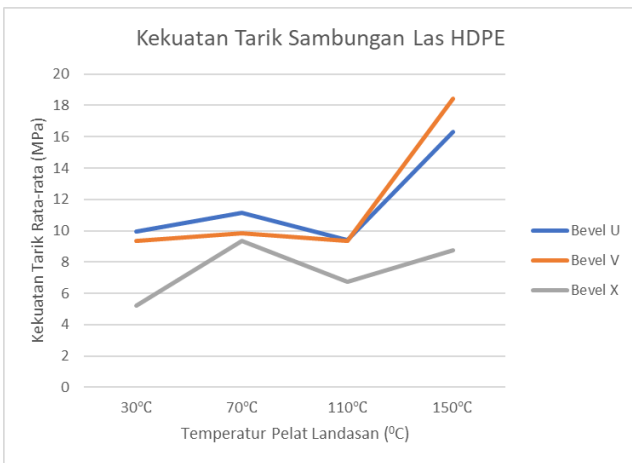
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian tarik spesimen sambungan las material HDPE *sheet* dengan variasi temperatur pelat landasan dan bentuk bevel, diberikan pada Tabel 3

Tabel 3. Hasil Pengujian Tarik

No	Bentuk bevel	Pelat Landasan	Kekuatan Tarik (MPa)					Rata-rata(MPa)
			Pengulangan					
			I	II	III	IV		
1	U	30°C	8,15	11,21	10,21	10,27	9,96	
		70°C	9,92	11,61	11,72	11,24	11,12	
		110°C	11,98	6,86	8,77	10,07	9,42	
		150°C	16,14	17,21	16,24	15,69	16,32	
2	V	30°C	8,79	10,32	8,93	9,32	9,34	
		70°C	8,84	10,92	10,14	9,46	9,84	
		110°C	7,79	10,48	9,93	9,12	9,33	
		150°C	20,01	20,67	18,09	15,08	18,46	
3	X	30°C	2,29	8,9	3,34	6,38	5,2	
		70°C	8,51	10,32	8,84	9,69	9,34	
		110°C	4,52	5,24	8,45	7,75	6,49	
		150°C	7,73	9,15	10,11	8,06	8,76	
4	Material Tanpa Sambungan		13,65	27,62	26,53	19,88	21,92	

Sumber: analisa laboratorium



Gambar 4. Grafik Kekuatan Tarik Sambungan Las HDPE

Gambar 4 menunjukkan grafik kekuatan tarik sambungan las HDPE yang dihasilkan dari pengelasan HGW untuk berbagai variasi temperatur landasan maupun bentuk bevel, mempunyai nilai kekuatan tarik dibawah kekuatan tarik lembaran HDPE tanpa sambungan las, yaitu 21,92 MPa. Pada grafik tersebut menunjukkan semakin tinggi temperatur pelat landasan, maka semakin tinggi pula nilai kekuatan tarik sambungan lasannya. Akan tetapi pada temperatur 110 °C, kekuatan tariknya cenderung menurun, untuk kemudian meningkat lagi pada temperatur 150 °C. Grafik tersebut juga menunjukkan bahwa bentuk bevel V mampu menghasilkan kekuatan tarik tertinggi, yaitu 18,46 MPa atau sekitar 84,22% dibandingkan kekuatan tarik lembaran HDPE tanpa sambungan las. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin lebar celah untuk pengisian bahan tambah pengelasan (*filler rod*), maka semakin menurunkan kekuatan tarik sambungan.

Hasil pengujian tarik sambungan las pada Tabel 3, kemudian dilakukan analisis varians 2 faktorial untuk mencari signifikansi pengaruh dari 2 variabel tersebut, sebagai berikut:

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	11	601,13	54,648	8,74	0,000
Linear	5	501,33	100,267	16,04	0,000
Suhu Plat landasan	3	276,62	92,207	14,75	0,000
Bentuk kampuh	2	224,71	112,357	17,98	0,000
2-Way Interactions	6	99,80	16,633	2,66	0,031
Suhu Plat landasan*Bentuk kampuh	6	99,80	16,633	2,66	0,031
Error	36	224,98	6,249		
Total	47	826,11			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
2,49986	72,77%	64,45%	51,59%

Gambar 5. Hasil Analisis Varians

Nilai F-Hitung pada Gambar 5, kemudian dibandingkan dengan nilai F-Tabel, pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Nilai F-Hitung dengan F-Tabel

	F-Hitung	F-Tabel	Keterangan
Variabel A (Temperatur pelat landasan) terhadap kekuatan tarik	14.75	2.58	F-Hitung > F-Tabel
Variabel B (Variasi bentuk bevel) terhadap kekuatan tarik	17.98	2.81	F-Hitung > F-Tabel
Interaksi kedua variabel (A dan B) Terhadap kekuatan tarik	2.66	2.24	F-Hitung > F-Tabel

Pada Tabel 4, terlihat bahwa semua nilai F-Hitung lebih besar dari F-Tabel. Hal tersebut menunjukkan bahwa variasi bentuk bevel dan temperatur pelat landasan maupun interaksi antar variasi bentuk bevel dan temperatur pelat landasan berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik. Jika dibandingkan hasil pada Tabel 4, terlihat bahwa variasi bentuk bevel lebih signifikan pengaruhnya dibandingkan variasi temperatur pelat landasan terhadap kekuatan tarik yang dihasilkan oleh sambungan las lembaran HDPE. Tetapi dari interaksi kedua variabel tersebut juga mampu menghasilkan peningkatan kekuatan tarik yang signifikan yang dihasilkan oleh sambungan las lembaran HDPE.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian adalah sebagai berikut:

- Variasi temperatur pelat landasan selama proses hot-gas welding berpengaruh signifikan terhadap nilai kekuatan tarik sambungan las HDPE. Pada kondisi temperatur pelat landasan 150°C nilai kekuatan tarik mencapai nilai tertinggi.
- Variasi bentuk bevel berpengaruh signifikan terhadap nilai kekuatan tarik sambungan las HDPE. Urutan kekuatan tarik sambungan las dari terendah ke tertinggi adalah bentuk bevel X, U, V.
- Interaksi antara variasi temperatur pelat landasan dan variasi bentuk bevel berpengaruh signifikan terhadap nilai kekuatan tarik sambungan las HDPE. Nilai maksimum kekuatan tarik sambungan las HDPE hasil proses pengelasan Hot-Gas Welding didapat pada kondisi temperatur pelat landasan 150°C dan bentuk bevel V dengan nilai sebesar 18,46 MPa atau 84,22% dari material induk.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahamad, H., Alam, M., Pandey, S. N., & Lecturer, S. (2016). *Welding of Plastics through Hot Gas Technique: A Review*. 1(6), 71–75.
- [2] Alam, M., Rahim, R. U., & Suhail, M. (2015). *Empirical Modeling Relating Weld Current, Mass Flow Rate of Hot Air and Welding Speed to Stiffness of Hot Air Welded PVC Plastic*. (January 2016)
- [3] Dharmawan, Obie (2019) *Pengaruh Variasi Suhu Preheat Terhadap Kekuatan Tarik Dan Lebar Haz Pada Material A36 Dengan Menggunakan Metode Las Gtaw*. Undergraduate thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [4] Setiawan, A., Irawan, Y., & Purnowidodo, A. (2011). *Pengaruh Temperatur Pelat Landasan Selama Proses Friction Stir Welding Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las Lembaran HDPE*. *Rekayasa Mesin*, 2(3), 232–240
- [5] Setiawan, A., Agus, Y., Hadi, S., Susilo, H. S. 2020. *The Role of Base Plate Temperature of HDPE Sheet Tensile Strength and Impact on Hot Gas Welding*. *IJMPERD*, Vol. 10 (5), 597-602.
- [6] Pedapati, S. R., Sidiq, A. B., Awang, M., Hashim, F. M., Jebaraj, S. Effect Bevel Angle on Tensile Strength of SS 304 Steel Weld Joints, 2nd International Conference on Mechanical, Manufacturing and Process Plant Engineering, pp 95–106.
- [7] ASTM International E3-95 (2016), *Standart Practice of Preparation of Metallographic Spesimen*, 82(C), 1–15. <http://doi.org/10.1520/D0638-14.1>