

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Komposisi Material

Sebelum melakukan pengelasan pada material penelitian ini wajib mengetahui tentang komposisi kimia pada material yang akan hendak di las, sesuai atau tidak unsur komposisi kimia pada material tersebut. Berhubung pada penelitian yang akan dilakukansudah tercantum seri 316 L pada material sehingga tidak perlu melakukan pengujian komposisi pada material stainless steel 316 L. Jika pada material yang akan di lakukan pengelasan tidak tercantum spesifikasi tentang seri pada material hendaknya sebelum melakukan pengelasan perlu dilakukan pengujian komposisi material agar dapat mengetahui sesuai serinya atau tidak. Berikut komposisi material stainless stell seri 316 L:

Tipe	Komposisi							
	c	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	P	S
316L	0,03 max	2,0	1,0	16-18	10-14	2,0	0,045	0,03

Tabel 4.1 komposisi stainless stell 316 L

4.2 Pengujian Tarik

Tujuan dari pengujian tarik yaitu agar dapat mengetahui besarnya kekuatan tarik dari suatu bahan material. Untuk melakukan proses pengujian tarik, spesimen pengujian dijepit pada mesin uji dengan pembebanan dimulai dari nol, kemudian bertambah perlahan-lahan hingga memperoleh beban maksimum dan akhirnya benda uji putus. Langkah-langkah dari pengujian tarik antara sebagai berikut:

1. Menyiapkan spesimen yang akan dilakukan proses pengujian tarik sesuai dengan standart JIS Z 2202



Gambar 4.1 *Spesimen pengujian tarik gas pelindung argon*



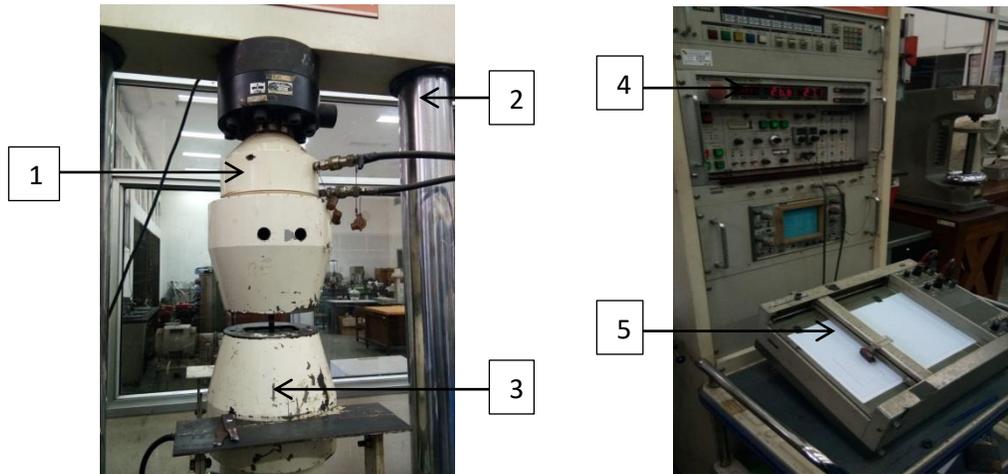
Gambar 4.2 *Spesimen pengujian tarik gas pelindung CO₂*

2. Menyiapkan kertas millimeter *block* kemudian tempatkan pada *plotter*.
3. Benda uji dijepit pada ragum yang terdapat pada mesin uji, kemudian benda uji mulai dilakukan pembebanan dengan menggunakan gaya atau tenaga dari hidrolik dari pembebanan 0 kg hingga benda uji putus sampai batas maksimum.
4. Benda uji yang telah dilakukan proses pengujian tarik kemudian diukur pertambahan panjang setelah benda uji putus.



Gambar 4.3 Spesimen setelah dilakukan pengujian tarik (kiri) gas argon (kanan) gas CO_2

5. Gaya maksimum ditunjukkan dengan putusya benda uji yang berada pada layar digital dari mesin uji kemudian angka yang keluar dicatat sebagai data.
6. Hasil diagram antara tegangan dan regangan terdapat millimeter *block* pada permukaan *plotter*.
7. Langkah terakhir yaitu menghitung kekuatan luluh dari baja panduan rendah, penambahan (regangan) dan modulus elastisitas.
8. Prosedur yang sama dilakukan pada spesimen pengujian selanjutnya.



Gambar 4.4 *Mesin uji tarik*

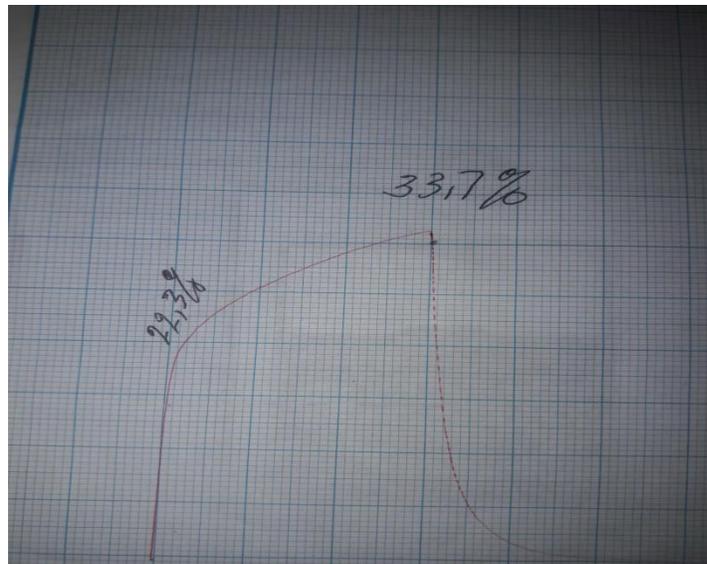
Keterangan gambar:

1. Ragum penjepit atas
2. Struk hidrolik
3. Ragum penjepit bawah
4. Pembacaan skala
5. Meja *plotter*

Pada penelitian ini pengujian menggunakan mesin *servopulser* dengan pembebanan 2.000 kg. Spesimen pengujian terdiri dari pengujian tarik dan mendapatkan kualitas tarik atau gaya yang diterima pada baja paduan rendah dari hasil pengelasan las *TIG* dengan menggunakan *Filler ER 316L* dengan variasi gas pelindung.

Berikut adalah perhitungan dari hasil pengujian tarik pada stainless seri 316L dengan menggunakan *Filler* ER 316L dengan gas pelindung argon:

- a. Perhitungan kekuatan tarik pada stainless seri 316L dengan gas pelindung argon



Gambar 4.5 Diagram Hasil Uji Tarik Spesimen 1 (GAS ARGON)

1. Perhitungan luas penampang

$$A_0 = t \times l$$

$$\begin{aligned} A_0 &= 1, \text{ mm} \times 12 \text{ mm} \\ &= 12 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

2. Perhitungan *yield point*

$$P_y = \frac{t_y}{100} \times P$$

$$\begin{aligned} P_y &= \frac{33,7}{100} \times 2000 \text{ kg} \\ &= 674 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\ &= 6605,2 \text{ kg.m/s}^2 \\ &= 6605,2 \text{ N} \end{aligned}$$

3. Perhitungan tegangan luluh

$$\sigma_y = \frac{P_y}{A_0}$$

$$\begin{aligned} \sigma_y &= \frac{6605,2 \text{ N}}{12 \text{ mm}^2} \\ &= 550,43 \text{ N/mm}^2 \\ &= 550,43 \text{ MPa} \end{aligned}$$

4. Perhitungan keuletan (Regangan)

$$e = \frac{L_i - L_0}{L_0} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{53,2 \text{ mm} - 50 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \times 100\% \\
 &= \frac{3,2 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \times 100\% \\
 &= 6,4 \%
 \end{aligned}$$

5. Perhitungan modulus elastisitas

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{\sigma_y}{e} \\
 &= \frac{574,36 \text{ N/mm}^2}{6,4\%} \\
 &= 89,74 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan diatas merupakan perhitungan dari specimen 1 yaitu menggunakan gas AR. selanjutnya data-data dari pengujian tarik yang laninnya terdapat pada halaman lampiran.

Tabel 4.2 Hasil pengujian untuk kualitas kekuatan tarik pada stainless 316L dengan gas pelindung Argon.

NO	Gas pelindung	Spesimen	Nilai UTS (MPa)
1	AR	Pertama	550,43
		Kedua	535,68

Pada hasil tabel 4.2 nilai tertinggi *Ultimate Ttensile Strength* yaitu pada specimen pertama dengan gas AR, nilai kekuatan 576,87 Mpa, Untuk nilai *Ultimate Tensile Strength* specimen kedua AR dengan nilai 544,76 MPa.

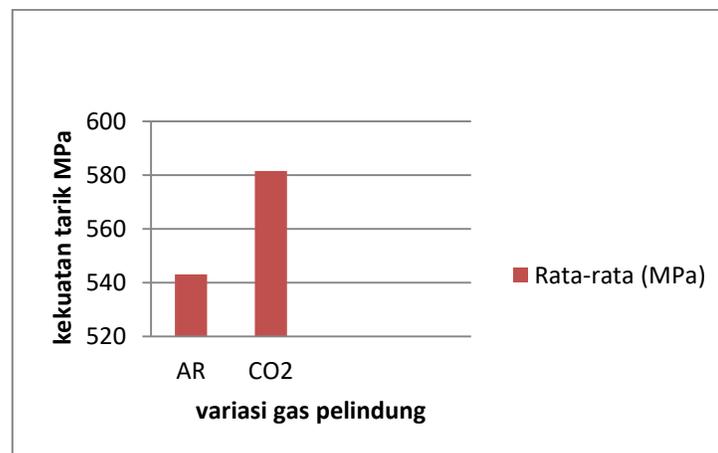
Tabel 4.3 Hasil pengujian untuk kualitas kekuatan tarik pada stainless 316L dengan gas pelindung CO₂

NO	Gas pelindung	Spesimen	Nilai UTS (MPa)
1	CO ₂	Pertama	604,33
		Kedua	558,6

Pada hasil tabel 4.3 nilai tertinggi *Ultimate Ttensile Strength* yaitu pada specimen pertama dengan gas CO₂, nilai kekuatan 608,38 Mpa, Untuk nilai *Ultimate Tensile Strength* terendah justru pada specimen kedua CO₂ dengan nilai 508,14 Mpa.

Tabel 4.4 hasil rata-rata data uji tarik variasi gas pelindung

NO	Gas pelindung	Rata-rata (MPa)
1	AR	543,055
2	CO ₂	581,465



Gambar 4.6 hasil rata-rata data uji tarik variasi gas pelindung

Dari tabel hasil pengujian tarik, dengan pengelasan las TIG menggunakan gas pelindung AR dan CO₂. Gas CO₂ mempunyai kekuatan tarik yang lebih tinggi di bandingkan menggunakan gas AR. Hasil patahan uji tarik menggunakan gas CO₂ terjadi pada daerah HAZ. Hal ini disebabkan adanya panas yang dihasilkan lebih tinggi oleh gas CO₂ dan adanya penetrasi yang dalam pada logam las sehingga material yang di las menjadi lebih kuat

Sedangkan pada logam las yang di las menggunakan gas AR hasil patahan terjadi pada daerah HAZ dan hampir mendekati daerah logam las / logam inti nilai kekerasannya lebih rendah di bandingkan menggunakan gas CO₂ dikarenakan penetrasi gas AR tidak setinggi penetrasi menggunakan gas CO₂.

Berikut hasil patahan pada pengelasan :



Gambar 4.7 hasil patahan specimen 1 gas argon



Gambar 4.8 hasil patahan specimen 2 gas argon



Gambar 4.9 hasil patahan specimen 1 gas CO_2



Gambar 4.10 hasil patahan specimen 2 gas CO_2

4.3 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan hasil las TIG material stainless 316L dengan variasi gas pelindung. menggunakan *microhardness vicker tester* (model 402 MVD S/N “V2D531”). Menggunakan beban indentasi sebesar 9,8 N dengan lama indentasi 15 s. Pengujian dilakukan sebanyak lima titik setiap per spesimen pada daerah pengelasan yang bertujuan untuk melihat nilai kekerasan pada hasil lasan dengan menggunakan variasi gas pelindung yang berbeda. Langkah-langkah dari pengujian kekerasan dengan metode Vickers antara sebagai berikut:

1. Menyiapkan spesimen yang sudah dilakukan lima titik pada bagian, Induk kiri, HAZ, kiri, Logam las, HAZ kanan dan Induk kanan sesuai dengan standart ASTM E 2248
2. Mengatur beban pada mesin sebesar 9,8 N.

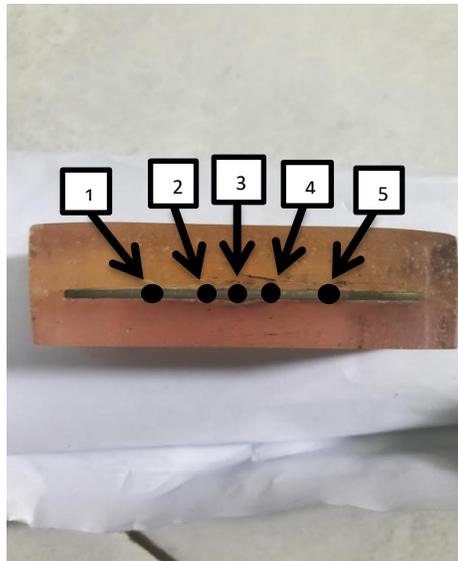
3. Mensejajarkan Logam titik mulai dari urutan induk kiri.
4. Menekan tombol start untuk bisa melihat serat pada logam tersebut.
5. Jika sudah nampak bujur sangkar atau belah ketupat pada lensa, saat pengujian kita ambil nilai pada bagian D1 berbentuk Horizontal.
6. Selanjutnya memutar lensa hingga vertikal untuk mengambil nilai
7. pengujian pada bagian D2 yang berbentuk Vertikal.

Tabel 4.5 *hasil data uji kekerasan*

Gas pelindung	Induk Kiri (HVN)	HAZ Kiri (HVN)	Logam Las (HVN)	HAZ Kanan (HVN)	Induk Kanan (HVN)
AR	201,8	182,7	209,1	192,4	183,9
CO ₂	203,6	254,1	254,8	284,9	284,9



Gambar 4.11 *Alat Microhardness Vicker Tester (Model 402 MVD S/N "V2D531")*.



Gambar 4.12 *spesimen uji kekerasan*

Keterangan: 1. Logam induk

2.HAZ

3 logam las

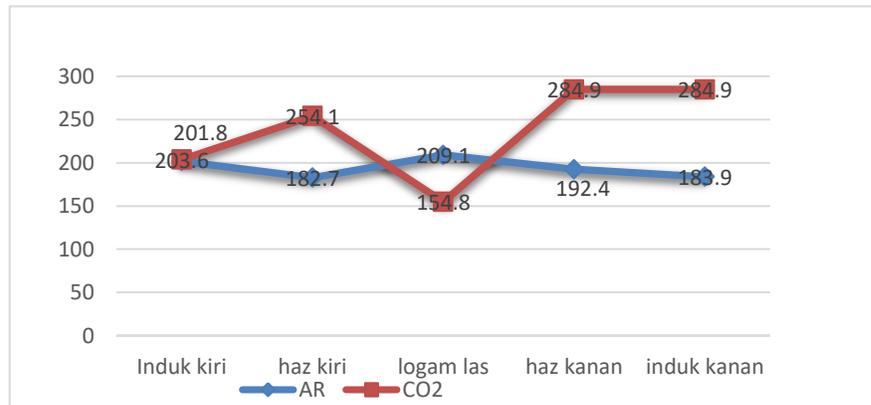
4.HAZ

5. logam induk

Pada analisa kekerasan ini ukuran panjang dari spesimen yang di uji yaitu 40mm, diambil 5 titik, titik tengah dengan ukuran 20 mm,lalu untuk sisi ukuran HAZ kiri yaitu 2 mm dan ukuran Induk kiri yaitu 10mm diambil dari garis tengah.

Sedangkan ukuran HAZ kanan diambil 1mm dari titik tengah, Lalu untuk Induk kanan diambil ukuran 10mm dari titik tengah.

Gambar 4.13 hasil data uji kekerasan



Berdasarkan diagram grafik diatas didapatkan hasil spesmen dengan menggunakan gas argon memiliki nilai kekerasan pada logam las sebesar 209,1HVN, pada daerah HAZ kanan 192,4HVN sedangkan HAZ kiri 182,7 HVN adapun daerah induk kiri 201,8HVN dan daerah induk kanan 183,9 HVN. Dari data hasil tersebut memperlihatkan bahwa daerah yang memiliki nilai kekerasan tertinggi terdapat pada HAZ.

Sedangkan hasil spesimen dengan menggunakan gas CO₂ memiliki nilai kekerasan pada logam las sebesar 154,8 HVN, Pada daerah HAZ kanan 284,9 HVN sedangkan pada HAZ kiri 254,1 HVN adapun pada daerah induk kiri 203,6 HVN dan daerah induk kanan 284,9 HVN. Dari data hasil tersebut

memperlihatkan bahwa daerah yang memiliki nilai kekerasan tertinggi terdapat pada HAZ.

Sedangkan semua patahan terjadi pada daerah HAZ semakin rendah kekerasan maka semakin rendah juga kekuatan tariknya hasil uji kekerasan semakin terlihat adanya perbedaan antara kedua specimen dikarenakan faktor gas pelindung. Pada hasil lasan menggunakan gas CO₂ menghasilkan nilai kekerasan lebih tinggi pada daerah HAZ karena pada dasarnya gas CO₂ menghasilkan penetrasi yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan gas AR.

Dari pengujian kekerasan ini bahwa nilai kekerasan pada material yang dilas menggunakan variasi gas pelindung menggunakan material stainless steel seri 316 L memiliki sifat yang cenderung getas jika dilihat dari data pengujian