

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Uji Komposisi Material

Pengujian komposisi bertujuan untuk mendapatkan komposisi kimia bahan yang terkandung dalam baja karbon rendah yang akan disambung dengan stainless steel 316L. Proses dari pengujian komposisi bahan yaitu untuk mendapatkan hasil seberapa besar nilai unsur penyusun bahan misalnya dari unsur utama Fe, C, Mn, Si, Ni, V, Mo dan lain sebagainya. Proses pengujian komposisi material yaitu antara lain:

1. Memotong material yang digunakan sebagai spesimen pengujian komposisi menggunakan gerinda. Bersihkan salah satu permukaannya dengan menggunakan amplas atau gerinda duduk hingga sampai halus.
2. Material yang telah dibersihkan kemudian ditempatkan pada *bed* dan dibakar dengan semacam elektroda sampai mengalami pelumeran atau rekristalisasi. Pada saat rekristalisasi dari mesin alat uji akan menangkap warna dengan menggunakan sensor cahaya yang terdapat pada mesin uji, kemudian akan diteruskan dalam komputer yang akan menangkap hasilnya.



Gambar 4.1 Spesimen pengujian setelah dilakukan uji komposisi

Dari hasil pengujian komposisi kimia bahan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.1 Komposisi kimia baja karbon rendah

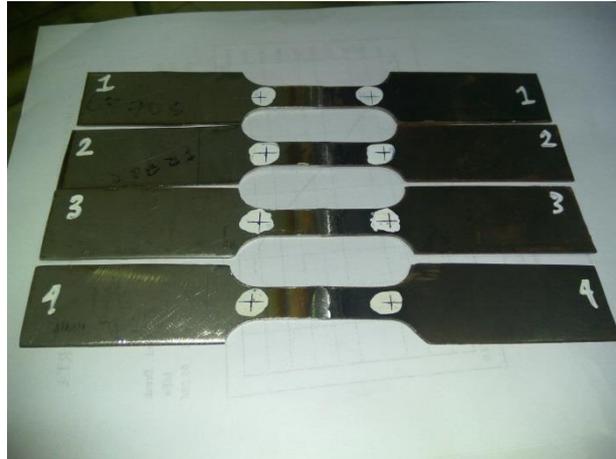
No	Unsur	Keterangan	Nilai (%)
1	C	Karbon	0,0387
2	Si	Silikon	0,0235
3	S	Sulfur	0,0006
4	P	Phosphor	0,0120
5	Mn	Mangan	0,0925
	Ni	Nikel	0,0109
7	Cr	Kromium	0,0188
8	Mo	Molibdedenum	0,0020
9	Cu	Cuprum	0,0208
10	W	Wolfram	0,0000
11	Ti	Titanium	0,0010
12	Sn	Stannum	0,0011
13	Al	Aluminium	0,0393
14	Nb	Niobium	0,0002
15	V	Vanadium	0,0014
16	Co	Kobalt	0,0033
17	Pb	Timbel	0,0006
18	Ca	Kalsium	0,0017
19	Zn	Seng	0,0100
20	Fe	Besi	99,72

Baja paduan yang memiliki panduan karbon rendah yaitu jenis baja panduan yang memiliki kandungan karbon sama dengan baja lunak, akan tetapi ditambah dengan sedikit unsur-unsur panduan (Wirjosumarto., 2000). Hasil dari pengujian komposisi bahan pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa kandungan karbon yang terkandung pada material baja sebesar 0,387% dan kandungan Besi (Fe) senilai 99,72% serta terdapat unsur-unsur panduan lainnya yang rendah. Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa material jenis ini dikelompokkan dari baja karbon rendah (*low alloy steel*) dikarenakan memiliki kadar karbon yang rendah. Kadar karbon memiliki pengaruh yang sangat tinggi terhadap nilai suatu bahan, kadar karbon yang rendah memiliki nilai kekerasan yang rendah dan lunak.

## **4.2 Pengujian Tarik**

Tujuan dari pengujian tarik yaitu untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik dari suatu bahan. 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 Z2201



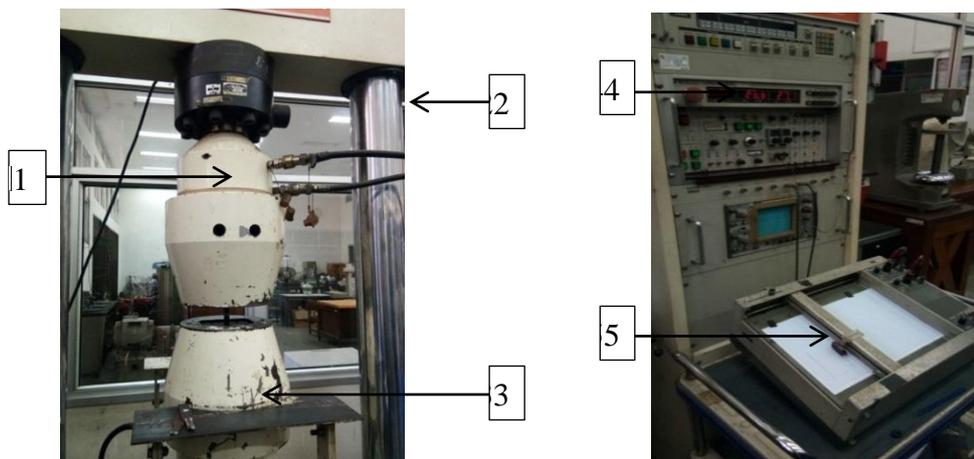
Gambar 4.2 Spesimen pengujian tarik

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

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 tedapat millimeter *block* pada permukaan *plotter*.
7. Langkah terakhir yaitu menghitung kekuatan luluh dari baja panduan rendah, pertambahan (regangan) dan modulus elastisitas.
8. Prosedur yang sama dilakukan pada spesemen pengujian selanjutnya.



Gambar 4.4 Mesin uji tarik

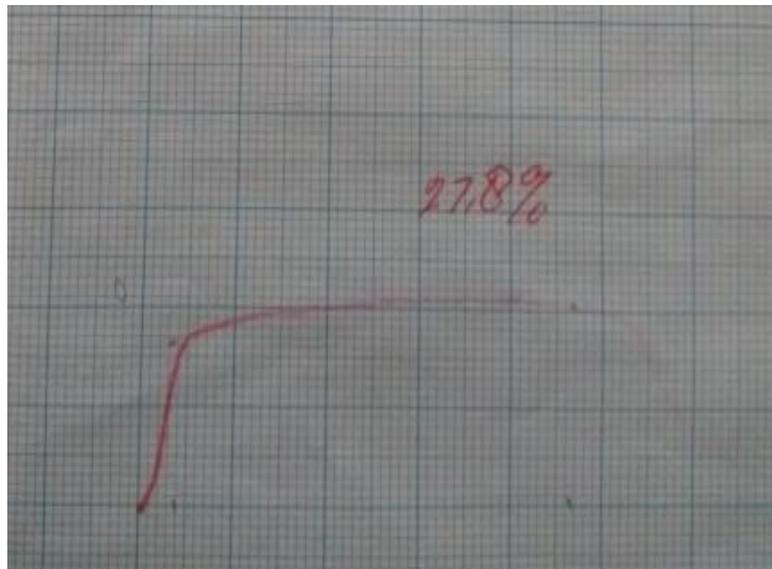
Keterangan gambar:

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

Pada penelitian ini pengujian menggunakan mesin *sevopulser* dengan pembebanan 2.000 kg pada suhu ruang. 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 ER70S dan ER316L dengan ampere pengelasan 70 A.

Berikut adalah perhitungan dari hasil pengujian tarik pada lasan antara baja karbon rendah dan stainless steel 316L dengan menggunakan filler yang berbeda

- a. Perhitungan kekuatan tarik pada baja karbon rendah dan stainless steel dengan filler ER70S



Gambar 4.5 Diagram Hasil Uji Tarik Spesimen 1

1. Perhitungan luas penampang

$$A_0 = t \times l$$

$$A_0 = 1,14 \text{ mm} \times 11,7 \text{ mm}$$

$$= 13,33 \text{ mm}^2$$

2. Perhitungan *yield point*

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

$$P_y = 27,8\% \times 2.000 \text{ kg}$$

$$= 556 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$= 5448,8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

$$= 5448,8 \text{ N}$$

3. Perhitungan tegangan luluh

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

$$\sigma_y = \frac{5448,8 \text{ N}}{13,33 \text{ mm}^2}$$

$$= 408,71 \text{ N/mm}^2$$

$$= 408,71 \text{ Mpa}$$

4. Perhitungan keuletan (Regangan)

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

$$e = \frac{55,4 \text{ mm} - 50 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \times 100\%$$

$$= \frac{5,4 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \times 100\%$$

$$= 10,8\%$$

5. Perhitungan modulus elastisitas

$$E = \frac{\sigma_y}{e}$$

$$= \frac{408,71 \text{ N/mm}^2}{10,8\%}$$

$$= 37,84 \text{ N/mm}^2$$

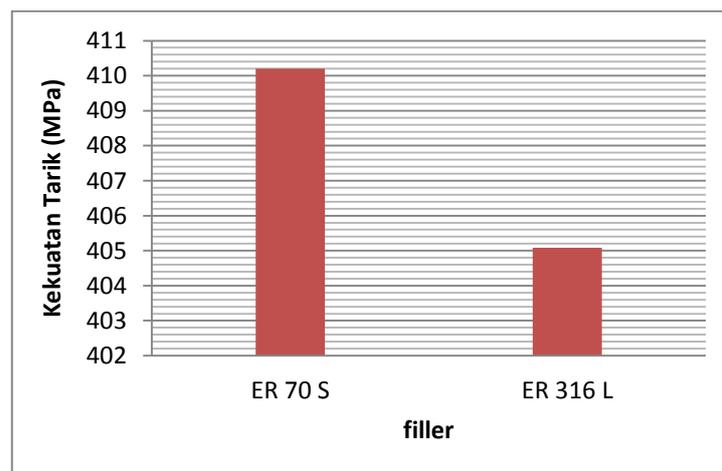
Data-data dari pengujian tarik pada baja karbon dan stainless steel dengan menggunakan filler ER70S dan ER316L disajikan dalam tabel 4.2 dan tabel 4.3 berikut ini

Tabel 4.2 Hasil pengujian untuk kualitas kekuatan tarik pada baja karbon rendah dan stainless steel

	Filler	Spesimen	Nilai UTS (Mpa)
1	ER 70 S	1	408,71
		2	411,70
2	ER 316 L	1	405,82
		2	404,35

Tabel 4.3 hasil rata-rata data uji tarik variasi filler

Filler	Rata-rata UTS (Mpa)
ER 70 S	410,20
ER 316 L	405,08



Gambar 4.6 hasil rata-rata data uji tarik variasi filler

Dari hasil pengujian Tarik, kekuatan tarik baja karbon rendah dengan stainless steel yang dilas menggunakan filler ER70S dengan arus 70A mempunyai nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan filler ER316L dengan arus yang sama. Hasil patahan uji tarik dengan menggunakan filler ER70S terjadi pada daerah logam induk baja. hal ini dikarenakan pada saat pengelasan tidak terjadi kegagalan atau cacat pada daerah las dan pada saat proses pengelasan spesimen Filler ER70S lebih menyebar pada daerah kedua spesimen yang disambung.

Sedangkan pada spesimen menggunakan filler ER316L patahan terjadi pada daerah HAZ baja dan pada daerah pengelasan, hal ini dikarenakan sambungan las kurang baik. Hal ini karena titik leleh dari filler ER316L lebih tinggi dibandingkan filler ER70S, sehingga panas yang dibutuhkan untuk melakukan pengelasan lebih tinggi. Hal tersebut berdampak HAZ yang lebih lebar dan mempengaruhi kekuatan las. Semakin besar *Heat input* maka daerah yang terpengaruh panas (HAZ) akan semakin lebar, HAZ dapat menurunkan kekuatan material karena pada daerah HAZ tersebut mengalami perubahan sifat mekanik (rekristalisasi). Hal itu juga dibuktikan dengan hasil kekerasan pada daerah HAZ menggunakan filler ER316L lebih rendah dibandingkan filler ER70S.

### **4.3 Pengujian Kekerasan**

Pengujian kekerasan hasil las TIG antara baja karbon rendah dan stainless steel dengan variasi Filler 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 spesimen pada daerah pengelasan yang bertujuan untuk melihat nilai kekerasan pada hasil lasan dengan menggunakan Filler yang berbeda.



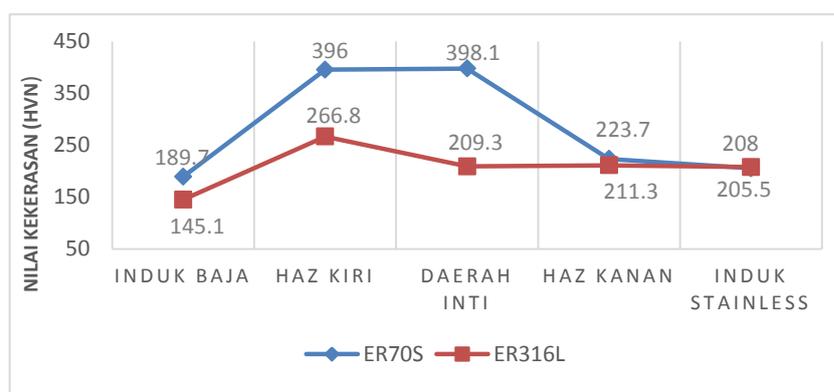
Gambar 4.7 Titik Pengujian Kekerasan.



Gambar 4.8 Alat Microhardness Vicker Tester (Model 402 MVD S/N “V2D531”).

Tabel 4.4 hasil data uji kekerasan

No	Filler	Induk Baja (HVN)	Haz kiri (HVN)	Logam Las (HVN)	Haz kanan (HVN)	Induk Stainless (HVN)
1	ER 70 S	189,7	396,0	398,1	223,7	205,5
2	ER 316 L	145,1	266,8	209,3	211,3	208,0



Gambar 4.9 Grafik Nilai data uji kekerasan variasi filler

Berdasarkan grafik diatas didapatkan hasil spesimen dengan menggunakan filler ER70S pertama memiliki nilai kekerasan pada daerah inti sebesar 398.1 HVN, pada daerah HAZ stainless 223.7 HVN sedangkan HAZ baja 396.0 HVN adapun daerah induk stainless 205.5 HVN dan daerah induk baja 189.7 HVN.

Sedangkan pada spesimen dengan menggunakan filler ER316L didapatkan hasil kekerasan pada daerah inti sebesar 209.3 HVN, pada daerah HAZ stainless 211.3 HVN sedangkan HAZ baja 266.8 HVN adapun daerah induk stainless 208 HVN dan daerah induk baja 145.1 HVN

Dari hasil pengujian kekerasan yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil bahwa nilai kekerasan terbesar pada logam las ER70S yaitu sebesar 398.1 dan nilai kekerasan terkecil adalah sebesar 145.1 pada induk baja dengan menggunakan filler ER316L.

Hasil dari uji kekerasan terlihat adanya perbedaan kekerasan antara kedua spesimen dikarenakan faktor kandungan pada filler. Pada filler ER70S dapat menghasilkan hasil kekerasan lebih tinggi dikarenakan kandungan karbon pada filler ER70S lebih tinggi sebesar 0.05% dibandingkan pada filler ER316L sebesar 0.015%. Berdasarkan karakteristik dan sifat material suatu spesimen, faktor yang dapat menyebabkan kenaikan kekerasan suatu material ialah adanya kandungan karbon yang lebih tinggi.