

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Uji Komposisi Material

Tujuan utama dari pengujian komposisi bahan dalam penelitian ini yaitu untuk mendapatkan komposisi kimia bahan yang terkandung dalam baja profil U. 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. Potong material yang digunakan sebagai spesimen pengujian komposisi menggunakan gerinda sebagai alat potong dengan ukuran panjang 25 mm dan lebar 25 mm. Bersihkan salah satu permukaannya dengan menggunakan amplas atau gerinda duduk hingga sampai halus.



Gambar 4.1 Spesimen pengujian komposisi material

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 4.2 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 material

| No | Unsur | Keterangan   | Nilai (%) |
|----|-------|--------------|-----------|
| 1  | C     | Karbon       | 0,3004    |
| 2  | Si    | Silikon      | 0,2310    |
| 3  | S     | Sulfur       | 0,0166    |
| 4  | P     | Fasfor       | 0,0184    |
| 5  | Mn    | Mangan       | 0,5134    |
| 6  | Ni    | Nikel        | 0,0436    |
| 7  | Cr    | Kromium      | 0,3751    |
| 8  | Mo    | Molibdedenum | 0,0300    |
| 9  | Cu    | Cuprum       | 0,0901    |
| 10 | W     | Wolfram      | 0,0027    |
| 11 | Ti    | Titanium     | 0,0006    |
| 12 | Sn    | Stannum      | 0,0221    |
| 13 | Al    | Aluminium    | 0,0028    |
| 14 | Nb    | Niobium      | 0,0022    |
| 15 | V     | Vanadium     | 0,0087    |

|    |    |         |        |
|----|----|---------|--------|
| 16 | Co | Kobalt  | 0,0049 |
| 17 | Pb | Timbel  | 0,0037 |
| 18 | Ca | Kalsium | 0,0011 |
| 19 | Zn | Seng    | 0,0378 |
| 20 | Fe | Besi    | 98,29  |

Baja panduan 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 (Wiryo Sumarto., 2000). Hasil dari pengujian komposisi bahan pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa kandungan karbon yang terkandung pada material baja profil U sebesar 0,3004% dan kandungan Besi (Fe) senilai 98,29% 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 ASTM E8-M.



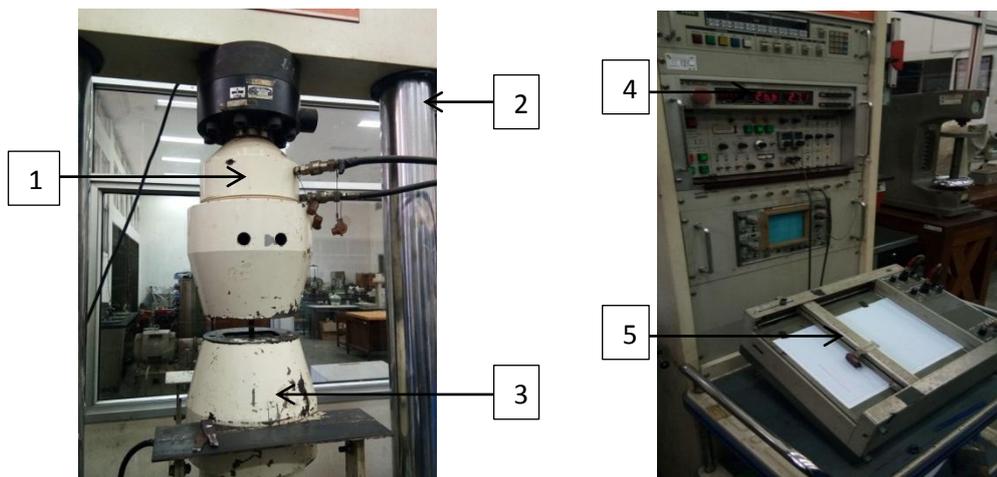
Gambar 4.3 Spesimen pengujian tarik

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 4.4 Spesimen setelah dilakukan pengujian tarik

5. Gaya maksimum ditunjukkan dengan putusnya 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, pertambahan (regangan) dan modulus elastisitas.
8. Prosedur yang sama dilakukan pada spesimen pengujian selanjutnya.

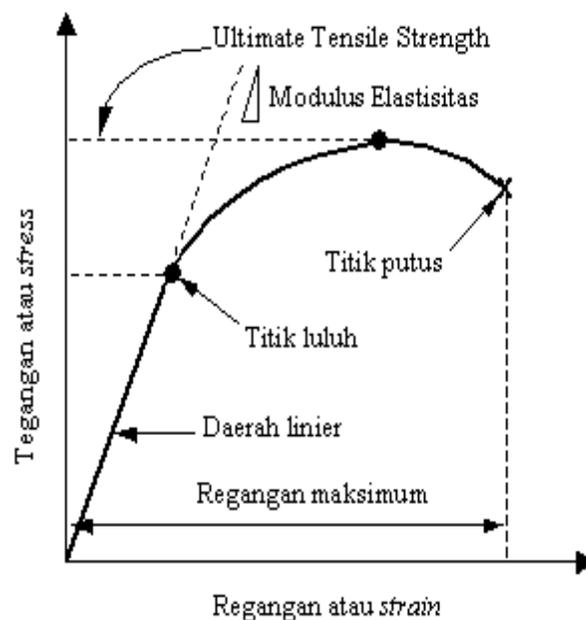


Gambar 4.5 Mesin uji tarik

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 sevolpulser dengan pembebanan 4.000 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 SMAW dengan menggunakan elektroda E6013 dan ampere pengelasan 75 A.

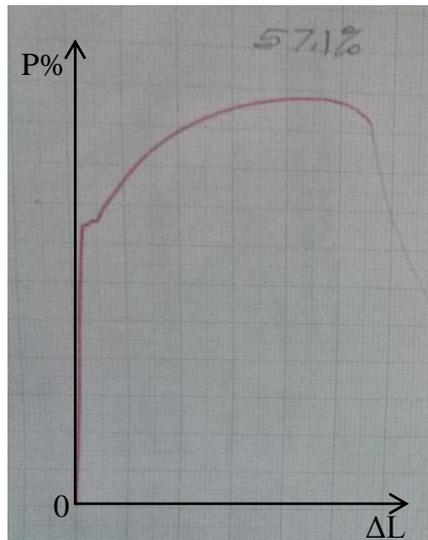


Gambar 4.6 Kurva tegangan-regangan  
Sumber: Murtiono, (2012)

Pada gambar 4.6 diatas dapat diartikan bahwa pada pengujian tarik yang telah dilakukan pada baja karbon rendah dari beberapa variabel pendinginan yang telah dilakukan proses pengelasan SMAW memiliki nilai rata-rata titik luluh sebesar  $776,12 \text{ N/mm}^2$  dimana deformasi plastis mulai terdeteksi. Pada saat pembebanan dimulai dari titik 0 hingga mencapai pada titik luluh dapat dilihat secara jelas bahwa pada baja karbon rendah masih mampu menerima beban. Besarnya perubahan

deformasi plastis memiliki nilai rata-rata sebesar 6,53%, dimana pada titik ini bahan uji mengalami perubahan struktur. Pada titik modulus elastisitas menyatakan bahwa nilai kekuatan pada baja karbon rendah memiliki nilai rata-rata sebesar 352,82 N/mm<sup>2</sup>, hal ini menyatakan bahwa kekuatan suatu bahan ditunjukkan oleh kemiringan garis pada kurva tegangan-regangan pada daerah elastis sebelum mencapai titik patah. Berikut adalah perhitungan dari hasil pengujian tarik pada baja panduan rendah yang dilakukan proses pengelasan SMAW dengan beberapa variabel pendinginan:

a. *Raw Materials*



Gambar 4.7 Kurva hasil pengujian tarik pada *raw materials*

**Tegangan Luluh (*yield stress*)**

$$\begin{aligned}\sigma_y &= \frac{F_y}{A_0} \\ &= \frac{2820 \text{ kg}}{37,12 \text{ mm}^2}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 75,96 \text{ kg/mm}^2 \\
 &= 75,96 \text{ kg/mm}^2 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\
 &= 744,40 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

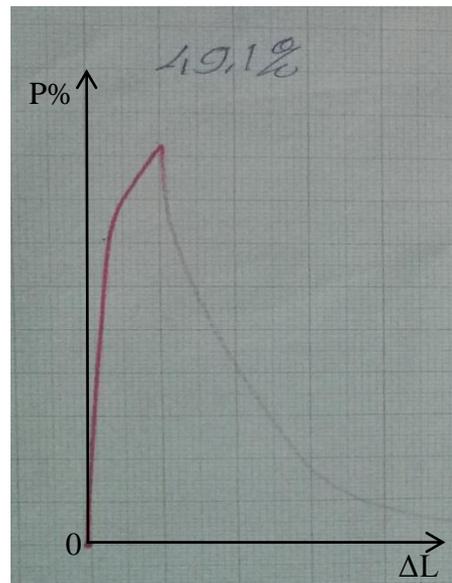
### **Keuletan**

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{L_i - L_o}{L_o} \times 100\% \\
 &= \frac{58 \text{ mm} - 50 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \times 100\% \\
 &= \frac{8 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \times 100\% \\
 &= 16\%
 \end{aligned}$$

### **Modulus Elastisitas**

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{\sigma_y}{e} \\
 &= \frac{744,40 \text{ N/mm}^2}{16\%} \\
 &= 46,525 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

- b. Hasil pengujian tarik pada baja karbon rendah yang dilakukan proses pengelasan SMAW dengan menggunakan pendinginan air.



Gambar 4.8 Kurva hasil pengujian tarik dengan menggunakan pendinginan air

#### Tegangan Luluh (*yield stress*)

$$\begin{aligned}
 \sigma_y &= \frac{F_y}{A_0} \\
 &= \frac{2800 \text{ kg}}{37,12 \text{ mm}^2} \\
 &= 75,43 \text{ kg/mm}^2 \\
 &= 75,43 \text{ kg/mm}^2 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\
 &= 739,21 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

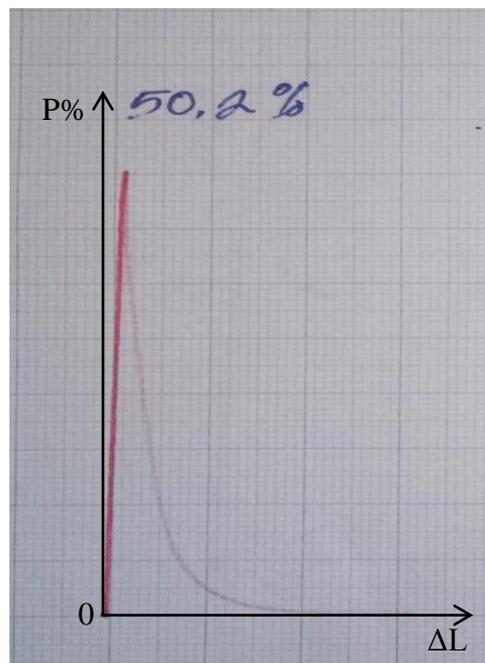
#### Keuletan

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{L_i - L_0}{L_0} \times 100\% \\
 &= \frac{51,20 \text{ mm} - 50 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \times 100\% \\
 &= \frac{1,2 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \times 100\% \\
 &= 2,4 \%
 \end{aligned}$$

### Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma_y}{e}$$
$$= \frac{739,21 \text{ N/mm}^2}{2,4\%}$$
$$= 308 \text{ N/mm}^2$$

- c. Hasil pengujian tarik pada baja karbon rendah yang dilakukan proses pengelasan SMAW menggunakan pendinginan oli dengan keketalan SAE 10W-40.



Gambar 4.9 Kurva hasil pengujian tarik dengan menggunakan pendinginan oli

**Tegangan Luluh (*yield stress*)**

$$\begin{aligned}
 \sigma_y &= \frac{F_y}{A_0} \\
 &= \frac{3200 \text{ kg}}{37,12 \text{ mm}^2} \\
 &= 86,20 \text{ kg/mm}^2 \\
 &= 86,20 \text{ kg/mm}^2 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\
 &= 844,76 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

**Keuletan**

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{L_i - L_0}{L_0} \times 100\% \\
 &= \frac{50,60 \text{ mm} - 50 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \times 100\% \\
 &= \frac{0,6 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \times 100\% \\
 &= 1,2 \%
 \end{aligned}$$

**Modulus Elastisitas**

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{\sigma_y}{e} \\
 &= \frac{844,76 \text{ N/mm}^2}{1,2\%} \\
 &= 703,96 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

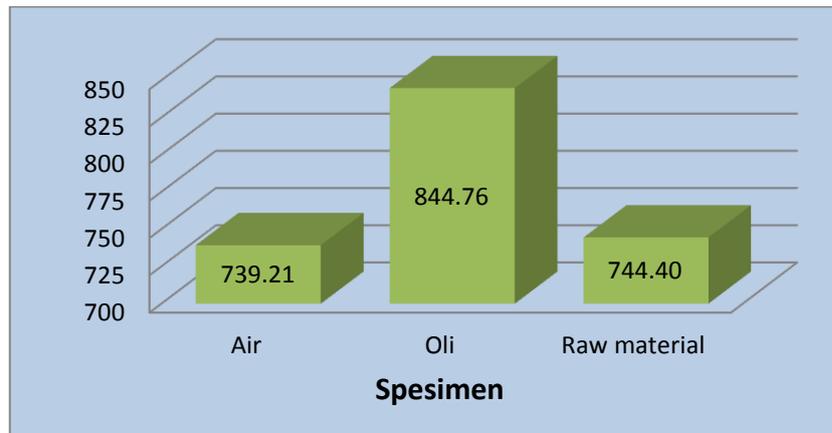
Data-data dari pengujian tarik pada baja karbon rendah yang dilakukan proses pengelasan SMAW dengan beberapa variabel pendinginan dapat diperoleh nilai rata-rata pada tabel 4.2:

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

| Pendinginan      | $\sigma_y$ (N/mm <sup>2</sup> ) | e (%)       | E (N/mm <sup>2</sup> ) |
|------------------|---------------------------------|-------------|------------------------|
| Air              | 739,21                          | 2,4         | 308                    |
| Oli              | 844,76                          | 1,2         | 703,96                 |
| Raw Material     | 744,40                          | 16          | 46,525                 |
| <b>Rata-Rata</b> | <b>776,12</b>                   | <b>6,53</b> | <b>352,82</b>          |

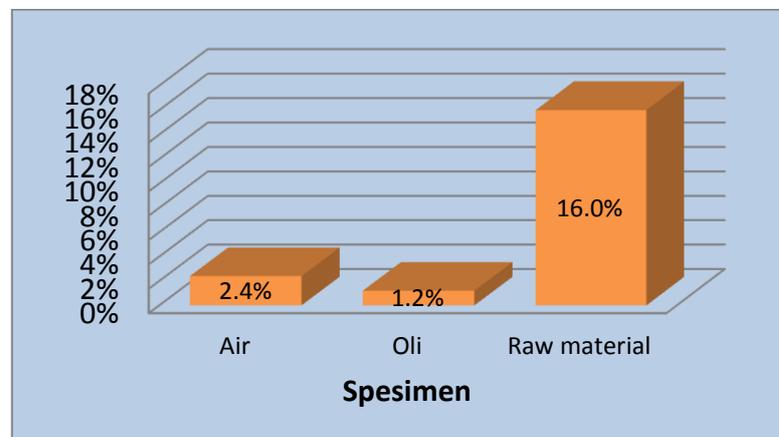
Dari data hasil penelitian dapat diketahui tegangan luluh, regangan, modulus elastisitas (harga keuletan) dari suatu bahan yang didapatkan pada baja karbon rendah yang dilakukan proses pengelasan SMAW dan didinginkan dengan menggunakan oli memiliki nilai tegangan luluh dan modulus elastisitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pendinginan menggunakan air dan raw materials. Nilai tertinggi perpanjangan reduksi penampang (regangan) didapatkan pada raw materials dibandingkan dengan perlakuan pendinginan menggunakan air dan oli.

Dari data hasil pengujian tarik baja karbon rendah pada tabel 4.2 selanjutnya akan masukkan dalam diagram batang seperti dibawah ini:



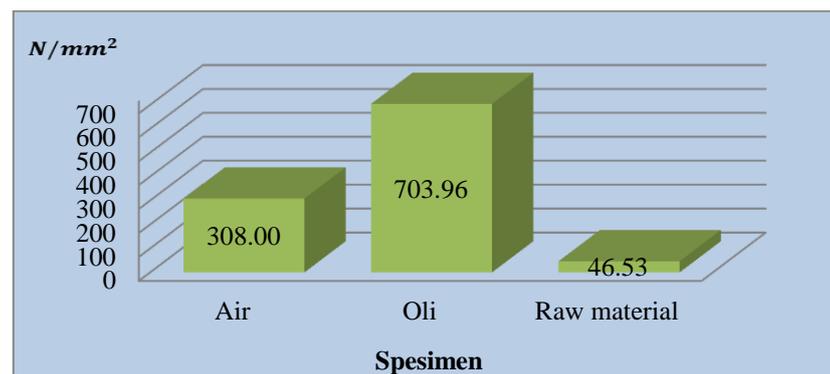
Gambar 4.10 Diagram tegangan luluh pada baja karbon rendah

Nilai tegangan luluh yang memiliki tegangan tertinggi yaitu didapatkan pada perlakuan pendinginan oli sebesar 844,76 N/mm<sup>2</sup>, nilai tegangan luluh pada perlakuan pendinginan air sebesar 739,21 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai tegangan luluh pada *raw materials* didapatkan sebesar 744,40 N/mm<sup>2</sup>. Hal ini nilai tegangan luluh pada perlakuan pendinginan oli mengalami peningkatan sebesar 105,55 N/mm<sup>2</sup> dari perlakuan pendinginan air dan mengalami peningkatan sebesar 100,36 N/mm<sup>2</sup> dari *raw materials*, sedangkan pada perlakuan pendinginan air mengalami penurunan sebesar 5,19 N/mm<sup>2</sup> dari *raw materials*.



Gambar 4.11 Diagram regangan (pertambahan panjang)

Nilai perpanjangan tertinggi (harga keuletan) yaitu diperoleh dari *raw materials* sebesar 16%, nilai perpanjangan yang mengalami proses pengelasan dan dilakukan beberapa variabel pendinginan semua mengalami penurunan dibandingkan dengan *raw materials*. Nilai perpanjangan dari perlakuan pendinginan air sebesar 2,4%, hal ini mengalami penurunan sebesar 13,6% dari *raw materials*, sedangkan nilai perpanjangan dari perlakuan pendinginan oli sebesar 1,2%, hal ini mengalami penurunan sebesar 14,8% dari *raw materials* dan mengalami penurunan sebesar 1,2% dari perlakuan pendinginan air.



Gambar 4.12 Diagram modulus elastisitas

Nilai elastisitas tertinggi didapatkan pada perlakuan pendinginan oli sebesar 703,96 N/mm<sup>2</sup>, nilai elastisitas pada perlakuan pendinginan air sebesar 308 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai elastisitas pada *raw materials* didapatkan sebesar 46,525 N/mm<sup>2</sup>. Hal ini nilai elastisitas pada perlakuan pendinginan oli mengalami peningkatan sebesar 395,96 N/mm<sup>2</sup> dari perlakuan pendinginan air dan mengalami peningkatan sebesar 657,435 N/mm<sup>2</sup> dari *raw materials*, sedangkan pada perlakuan pendinginan Air mengalami penurunan sebesar 262,475 N/mm<sup>2</sup> dari *raw materials*.