

# ANALISA KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN PENGELASAN SMAW MENGGUNAKAN ELEKTRODA E 7016 DAN E 308

**Ardian Victori Pandia, Din Aswan Amran Ritonga, Fadly Ahmad Kurniawan, Junaidi**  
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan, Medan,  
Indonesia

ardianviktori@gmail.com

## Abstrak

*Pengelasan logam adalah teknik penyambungan dua jenis atau paduan logam menjadi satu. stainless steel adalah baja yang dirancang dengan kualitas yang mampu bekerja pada kisaran suhu yang lebih tinggi, sehingga dapat digunakan di konstruksi tangki penyimpanan, pipa, dan katup. Perbedaan suhu leleh, koefisien muai, kualitas fisik, dan sifat mekanik merupakan masalah umum pengelasan saat menyambung dua logam berbeda. Oleh karena itu, pemilihan elektroda las yang tepat akan menghasilkan sambungan yang memuaskan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana jenis elektroda mempengaruhi kekuatan tarik dan kekerasan baja tahan karat 201 dan baja tahan karat 304. Elektroda dipakai didalam penelitian ini yakni jenis E 7016 serta E 308. Metode pengelasan memakai las SMAW dengan kampuh  $v$   $60^\circ$ . Kekuatan mekanik diuji menggunakan mesin uji tarik serta uji kekerasan. Berdasarkan uji tarik, terdapat perbedaaan signifikan. Pada pengelasan specimen yang berbeda jenis antara SS 201 dan SS 304 dengan menggunakan elektroda E 7016 mempunyai kekuatan tegangan mekanis rata-rata sebesar  $506,63 \text{ N/mm}^2$ , dan E 308 sebesar  $546,79 \text{ N/mm}^2$ . Dan nilai rata-rata regangan pada elektroda E 7016 sebesar  $8,17\%$  sedangkan pada elektroda E 308 sebesar  $22,53\%$ . Dan nilai rata-rata kekerasannya pada elektroda E 7016 sebesar  $422,5 \text{ kgf/mm}^2$  sedangkan pada elektroda E 308 sebesar  $238,3 \text{ kgf/mm}^2$ . Dan untuk perbandingannya pengelasan pada material yang sama jenis SS 201 dan SS 304 nilai rata-rata tegangan mekanis pada elektroda E 7016 sebesar  $496,42 \text{ N/mm}^2$  dan pada elektroda E 308 sebesar  $487,97 \text{ N/mm}^2$ , untuk nilai rata-rata regangannya pada elektroda E 7016 sebesar  $3,27\%$  dan pada elektroda E 308 sebesar  $7,59\%$ . Dan nilai rata-rata kekerasannya pada elektroda E 7016 sebesar  $491,7 \text{ kgf/mm}^2$  sedangkan pada elektroda E 308 sebesar  $382,1 \text{ kgf/mm}^2$ . Sehingga bisa disimpulkan, jenis elektroda dan perbedaan material yang dilas mempengaruhi kekuatan tarik serta kekerasan pengelasan stainless steel 201 dan stainless steel 304.*

**Kata Kunci:** Pengelasan Berbeda, SMAW, Variasi Elektroda, Uji Tarik dan Kekerasan.

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Dalam penelitian penelitian ini pengelasan dilakukan memakai 2 material berbeda yakni stainless steel 201 dan 304 kedua material ini memiliki ketangguhan yang berbeda yaitu salah satu keunggulan stainless 201 adalah harganya lebih murah dibandingkan baja tahan karat lainnya, termasuk stainless 304. Namun, daripada stainless 304, stainless 201 memiliki kekuatan mekanik dan ketahanan korosi yang jauh lebih rendah. Penerapan yang memerlukan baja tahan karat 201 sering kali mencakup peralatan rumah tangga, pembuatan peralatan memasak, tabung untuk industri minuman dan makanan, serta suku cadang untuk peralatan dan mobil. Namun, karena baja tahan karat 201 memiliki ketahanan terhadap korosi yang lebih rendah dibandingkan baja tahan karat 304 atau baja tahan karat lainnya, baja tahan karat ini mungkin tidak cocok untuk digunakan dalam situasi yang sangat asam atau basa. Baja tahan

karat austenitik yang dikenal sebagai paduan SS 201 mencakup rumus kimia berikut:  $0,15\% \text{C}$ ,  $13,5\% \text{Mn}$ ,  $0,03\% \text{P}$ ,  $0,03\% \text{S}$ ,  $0,15\% \text{Si}$ ,  $13,00\% \text{Cr}$ ,  $1,02\% \text{Ni}$ , dan komponen sisanya, Fe [2]. Baja Stainless steel (baja tahan karat) yakni sejenis baja yang tahan terhadap efek oksidasi. Paduan logam dengan komposisi tertentu yang terbuat dari berbagai komponen logam disebut baja tahan karat [3]. Untuk bisnis bangunan dan konstruksi yang memanfaatkan baja tahan karat sebagai material dengan tampilan menarik, tahan korosi, perawatan minimal, dan kekuatan tinggi, ada persyaratan tambahan pada sifat material [4].

Logam disatukan melalui proses pengelasan yang menggunakan listrik sebagai sumber panas. Pengelasan hambatan listrik dan pengelasan busur api listrik adalah dua jenis pengelasan bertenaga listrik [5]. Pengelasan cair yakni pengelasan dimana gampang ditemukan. Karena teknik pengelasan cair dapat digunakan untuk industri yang memiliki skala kecil atau menengah kebawah, karena dengan teknik

pengelasan ini lebih efisien dan efektif serta dengan peralatan yang mudah untuk dioperasikan [6]. Pengelasan tekan (*grazing*) yakni sejenis pengelasan di mana logam disambung menggunakan pemanasan sebagai langkah pertama. Pematrian (*soldering*) yakni penyambungan dua logam pada saat logam dasar yang akan disambung diberi logam yang mempunyai titik leleh lebih rendah dari logam dasar pada sambungannya agar tidak meleleh [7]. Shielded Metal Arc Welding (SMAW) atau Las elektroda terbungkus (fluks) yakni memanfaatkan sumber panas listrik, bahan tambahan/pengisi berupa elektroda yang dibungkus (fluks), dan sambungan yang kuat dan tahan lama antara dua atau lebih potongan logam. Pada pengelasan jenis ini, tujuan dari fluks adalah untuk menciptakan terak atau terak di atas lasan. Pada saat proses pengelasan, slag atau terak berfungsi untuk melindungi hasil las dari udara (oksigen, hidrogen, dan lain-lain) [8]. Ia akan meleleh pada jalur elektroda atau busur listrik, samaseperti elektroda itu sendiri yang akan meleleh pada ujungnya dan meluaskeluar hingga habis [8].

Pengaturan posisi atau letak pergerakan elektroda las dikenal dengan istilah posisi atau sikap pengelasan. Penempatan jahitan atau celah pada benda kerja yang akan dilas seringkali menentukan posisi pengelasan. Ada empat jenis posisi pengelasan: di bawah tangan (*down hand position*), horizontal (*horizontal position*), vertikal (*vertical position*), dan di atas kepala (*over head position*). [10]. Dalam penelitian penelitian ini pengelasan dilakukan memakai 2 material berbeda yakni stainless steel 201 dan 304 kedua material ini memiliki ketangguhan yang berbeda yaitu Salah satu keunggulan stainless 201 adalah harganya lebih murah dibandingkan baja tahan karat lainnya, termasuk stainless 304. Namun, dibandingkan dengan stainless 304, stainless 201 memiliki kekuatan mekanik dan ketahanan korosi yang jauh lebih rendah. Penerapan yang memerlukan baja tahan karat 201 sering kali mencakup peralatan rumah tangga, pembuatan peralatan memasak, tabung untuk industri minuman dan makanan, serta suku cadang untuk peralatan dan mobil. Namun, karena baja tahan karat 201 memiliki ketahanan terhadap korosi yang lebih rendah dibandingkan baja tahan karat 304 atau baja tahan karat lainnya, baja tahan karat ini mungkin tidak cocok untuk digunakan dalam situasi yang sangat asam atau basa. Karena perbedaan ini, penggunaan teknik pengelasan yang sesuai saat menggabungkan dua logam berbeda akan menghasilkan kualitas las terbaik, oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian dan pengujian pada pengelasan kedua logam yang berbeda tersebut

setelah di lakukan pengelasan contoh pengujian tarik dan kekerasan logam. Sehingga berdasarkan permasalahan sebelumnya, peneliti tertarik menggangkattugasakhir dengan judul “**Analisa Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Pengelasan SMAW Menggunakan Elektroda E 7016 Dan E 308**”.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian didasari perumusan masalah yakni :

1. Menghasilkan penggabungan dua material yang berbeda yaitu stainless steel 201 dengan stainless steel 304 dengan pengelasan smaw memakai elektroda e 7016 dan e 308
2. Mengetahui pengaruh kekuatan tarik dan kekerasan terhadap lasan pada stainless steel yang berbeda jenis Stainless Steel 201 dan Stainless Steel 304 setelah proses pengelasan.

## 1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah didalam penelitian ini yakni:

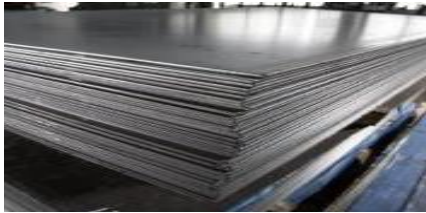
1. Teknik pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) digunakan untuk menyelesaikan proses pengelasan.
2. Material dipakai yakni stainless steel 201 dengan stainless steel 304 dengan ketebalan 6 mm.
3. Menggunakan elektroda e 7016 dan e 308.
4. Diameter elektroda yang digunakan adalah 2,6 mm.
5. 100 amp digunakan sebagai arus.
6. Sambungan butt tipe V sudut 60° tunggal adalah jenis sambungan yang digunakan.
7. Uji tarik dan kekerasan dilakukan untuk menilai ketahanan dan ketangguhan sambungan las pada material yang diperiksa.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Stainless Steel

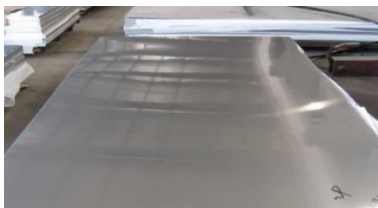
Baja Stainless steel (baja tahan karat) yakni sejenis baja yang tahan terhadap efek oksidasi. Paduan logam dengan komposisi tertentu yang terbuat dari berbagai komponen logam disebut baja tahan karat. [9].

Stainless steel 201 merupakan baja tahan karat austenitik atau paduan SS 201 dengan komposisi kimia berikut: 0,15% C, 13,5% Mn, 0,03% P, 0,03% S, 0,15% Si, 13,00% Cr, 1,02% Ni, dan komponen sisanya Fe. Kuat tarik baja karbon tipe 304 sebesar 580 MPa, kuat luluh 198 MPa, elongasi 50%, dan kekerasan 87HRB.



Gambar 2.1. Stainless Steel 201

Stainless steel 304. Baja tahan karat austenitik atau paduan SS 304 memiliki komposisi kimia yakni: 0,042%C, 1,19%Mn, 0,034%P, 0,006%S, 0,049%Si, 18,24%Cr, 8,15%Ni, dan sisanya adalah Fe. Kuat tarik baja karbon tipe 304 sebesar 646 MPa, kuat luluh 270 MPa, elongasi 50%, dan kekerasan 82 HRB.



Gambar 2.2. Stainless steel 304

## 2.2 Pengelasan



Gambar 2. 3 pengelasan

Menurut American Welding Society (AWS), pengelasan adalah proses penyambungan dua bahan atau lebih, biasanya berupa logam, dengan memberikan tekanan atau tidak dan menggunakan energi panas hingga bahan yang akan disambung tersebut meleleh (*melted*) dan kemudian melebur (*fused*).

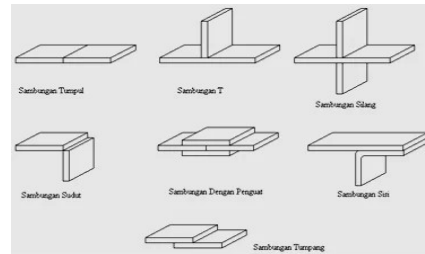
## 2.3 Metode pengelasan sheilded Metal Arc Welding (SMAW)

Shielded Metal Arc Welding (SMAW) atau Las elektroda terbungkus (fluks) yakni memanfaatkan sumber panas listrik, bahan tambahan/pengisi berupa elektroda yang dibungkus (fluks), dan sambungan yang kuat dan tahan lama antara dua atau lebih potongan logam. Pada pengelasan jenis ini, tujuan dari fluks adalah untuk menciptakan terak atau terak di atas lasan. Pada saat proses pengelasan, slag atau terak berfungsi untuk melindungi hasil las

dari udara (oksigen, hidrogen, dan lain-lain) [10]

## 2.4 Klasifikasi Sambungan Las

Pada bangunan baja, sambungan las terutama dipisahkan menjadi sambungan butt, sambungan T, sambungan sudut, dan sambungan tumpang tindih. Koneksi silang, koneksi yang diperkuat, dan koneksi samping muncul seperti halnya koneksi fundamental yang disebutkan di atas [11].



Gambar 2.4 Jenis-Jenis Sambungan Dasar

## 2.5 Posisi Pengelasan

Pengaturan posisi atau letak pergerakan elektroda las dikenal dengan istilah posisi atau sikap pengelasan. Penempatan jahitan atau celah pada benda kerja yang akan dilas seringkali menentukan posisi pengelasan. Ada empat jenis posisi pengelasan: di bawah tangan (*down hand position*), horizontal (*horizontal position*), vertikal (*vertical position*), dan di atas kepala (*over head position*). [12].

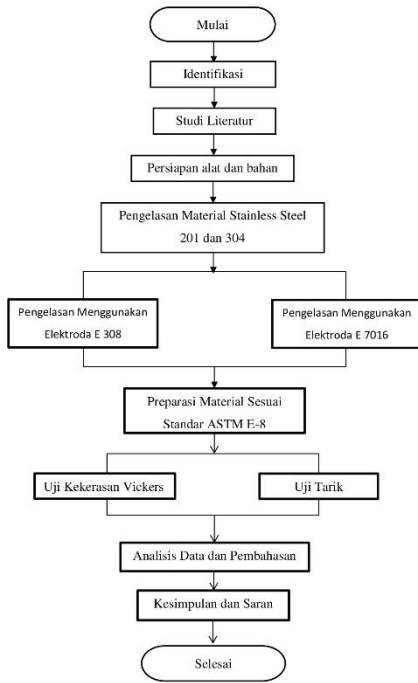
## 2.6 Pengujian Kekuatan Hasil Lasan

Uji destruktif dan non-destruktif dapat digunakan untuk menilai kekuatan dan cacat yang ada pada sambungan las. Untuk mengukur kekuatan sambungan logam yang dilas dapat dilakukan pengujian destruktif dengan menggunakan uji mekanis. Ada beberapa bentuk pengujian destruktif yang dapat dilakukan pada wilayah las, antara lain: Pengujian kekerasan, kekuatan tarik, dan kelelahan. Teknik uji tarik dan kekerasan digunakan pada jenis pengujian pada penelitian ini.

## III. Metodologi Penelitian

Proses pengelasan akan dilaksanakan di laboratorium proses produksi Fakultas Teknik & Komputer Universitas Harapan medan, yang akan dilaksanakan dari bulan Mei – Juli 2023.

### 3.1 Diagram Alir Penelitian



#### IV. Hasil Dan Analisa Penelitian

##### 4.1 Hasil Pengelasan

Sebelum mengadopsi metode Shielded Metal Arc Welding (SMAW) untuk mengelas baja tahan karat 201 dan baja tahan karat 304, perlu dilakukan beberapa pengujian untuk memastikan rentang variabel yang akan digunakan. Ini karena dua elektroda terpisah digunakan untuk membuat sambungan. Memanfaatkan variasi arus 110 A dan variasi waktu penekanan 4 detik merupakan percobaan pertama yang dijalankan sebelum menentukan variasi variabel yang akan digunakan. Lasan masih terlalu cair setelah percobaan, dan lelehan bocor keluar dari sambungan. Pada percobaan kedua dibentuk sambungan yang sesuai dengan variasi arus 100 A dan waktu penekanan 5 detik. Gambar di bawah menunjukkan hasil pengelasan.



Gambar 4.1 Hasil Pengelasan Dengan Menggunakan Elektroda E7016 dan E308

##### 4.2 Pengelolaan Data

##### 4.2.1. Data Hasil Pengujian Tarik Dua Material Berbeda Jenis SS 201 Dengan SS 304

Spesimen uji antara stainless steel 201 dan stainless steel 304 yang telah berhasil dilas menggunakan metode Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dengan menggunakan elektroda LB E 7016 dan E 308-16 kemudian dilakukan pengujian tarik. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan Universal Testing Machine yang ada di laboratorium pengujian Politeknik Negeri Medan.

Tabel 4.1. Hasil Uji Tarik

Variasi elektroda	Lebar (W)	Tebal (T)	Luas (A)	P.awal (Lo)	P.akhir (Li)	P.Panjang (aL)	Fu	Tu	e
	mm	mm	mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	N	N/mm <sup>2</sup>	%
E-308	12,93	6,00	77,58	76,17	92,63	16,46	42600	549,11	21,61
E-308	12,65	6,00	75,9	73,75	83,74	9,99	36200	476,94	13,55
E-308	12,67	6,00	76,02	72,79	96,39	23,6	46700	614,31	32,42
Rata"								546,79	22,53
E-7016	12,03	6,00	72,18	77,38	91,62	14,24	41500	574,95	18,40
E-7016	12,81	6,00	76,86	77,38	79,40	2,02	35100	456,67	2,61
E-7016	11,64	6,00	69,84	75,81	78,46	2,65	34100	488,26	3,50
Rata"								506,63	8,17

Dari tabel hasil uji tarik dapat dilihat perbedaan rata rata stress (tegangannya mekanis) pada elektroda E 308 adalah 546,79 N/mm<sup>2</sup> dan pada elektroda E 7016 adalah 506,63 N/mm<sup>2</sup> dan pada strain (regangan) pada elektroda E308 adalah 22,53 % dan pada elektroda E 7016 adalah 8,17% dari tabel data diatas dapat diketahui bahwa kekuatan tarik pengelasan dua logam berbeda dengan stress (tegangannya mekanis) dan strain (regangan) pada uji tarik dengan elektroda e 308 kekuatannya lebih tinggi dibandingkan dengan elektroda e 7016.

Untuk mengetahui stress (tegangannya mekanis) dan strain (regangan) digunakan hukum Hooke (Hooke's Law) dapat dirumuskan sebagai berikut:

**Stress (Tegangan Mekanis):**

$$\sigma = F/A$$

Dimana :

**F : Gaya tarikan**

**A : Luas Penampang**

**Strain (Regangan) :**

$$\epsilon = \Delta L/L \times 100$$

Dimana :

**$\Delta L$  : Pertambahan Panjang**

**L : Panjang Awal**

Maka hubungan antara stress dan strain dirumuskan dengan:

$$E = \sigma/\epsilon$$

Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Mekanis} &= \frac{41500}{72,18} \\ &= 574,95\text{N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Regangan} &= \frac{14,24}{77,38} \times 100 \\ &= 18,40\%. \end{aligned}$$

Tabel 4.2 Hasil stress dan strain uji tarik

Parameter	Spesimen	Variasi Elektroda	
		E 308	E 7016
Tegangan	1	549,11	574,95
	2	476,94	456,67
	3	614,31	488,26
	Rata-rata	546,79	506,63
Regangan	1	21,61	18,40
	2	13,55	2,61
	3	32,42	3,50
	Rata-rata	22,53	8,17

Tabel diatas adalah data hasil dan rata rata *stress* ( tegangan mekanis) dan *strain* (regangan) yang dilakukan pada pengujian tarik penggabungan dua logam yang berbeda SS 201 dan SS 304 dengan menggunakan elektroda E 308 dan E 7016.

#### 4.2.2. Data Hasil Pengujian Kekerasan Dua Material Berbeda Jenis SS 201 Dan SS 304

Proses pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan pada pengelasan SMAW dengan menggunakan elektroda E 308 dan elektroda E 7016 pada material yang berbeda jenis yaitu *Stainless stell* 201 dan *Stainless Steel* 304, pengujian dilakukan untuk mengetahui kekerasan pada titik lasan di bagian SS 201 dan di bagian SS 304. Pengujian kekerasan dilakukan di laboratorium teknik mesin Politeknik Negeri Medan. Berikut data-data proses pengelasan pada pengujian kali ini :

Tabel 4.3. Hasil Uji Kekerasan Vickers Menggunakan Elektroda AWS E 308

Sampel	Titik	Diagonal indentasi (µm)		Diagonal indentasi Rata-rata (µm)	Beban Penekanan (gf)	Angka Kekerasan Vickers (VHN)	Rata-rata
		d1	d2				
1	1	68,01	66,59	67,30	500	204,7	238,3
2	1	65,92	67,3	66,61		209	
3	1	57,13	53,81	55,47		301,3	

Tabel 4.4. Hasil Uji Kekerasan Vickers Menggunakan Elektroda AWS E 7016

Sampel	Titik	Diagonal indentasi (µm)		Diagonal indentasi Rata-rata (µm)	Beban Penekanan (gf)	Angka Kekerasan Vickers (VHN)	Rata-rata
		d1	d2				
1	1	48,09	46,44	47,27	500	415	422,5
2	1	47,12	45,83	46,48		429,3	
3	1	46,56	47,04	46,80		423,3	

Dari tabel 4.3 diatas dapat dilihat data Hasil penelitian menunjukkan nilai kekerasan di titik pengelasan menggunakan jenis elektroda AWS E 308 dengan menggunakan 3 spesimen. Dapat dilihat angka kekerasan paling tinggi yaitu 301,3 kgf/mm<sup>2</sup> dan angka kekerasan terendahnya yaitu 204,7 kgf/mm<sup>2</sup> dan dapat diketahui rata-rata angka kekerasan vickersnya yaitu 238,3 kgf/mm<sup>2</sup>. Dan Dari tabel 4.4 diatas dapat dilihat data Hasil penelitian menunjukkan nilai kekerasan di titik pengelasan menggunakan jenis elektroda AWS E 7016 dapat di ketahui angka kekerasan paling tingginya adalah 429,3 kgf/mm<sup>2</sup> dan angka kekerasan terendahnya adalah 415 kgf/mm<sup>2</sup> dan angka rata rata kekerasan vickersnya yaitu 422,5 kgf/mm<sup>2</sup>. Sehingga dapat diketahui angka kekerasan vickers (VHN) rata rata jenis elektroda AWS E 7016 lebih tinggi yaitu 422,5kgf/mm<sup>2</sup> dibandingkan dengan jenis elektroda AWS E 308 yaitu dengan angka kekerasan 238,3kgf/mm<sup>2</sup>.

Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai kekerasan rata-rata (VHN):

$$HV = \{2P \sin (\alpha/2)\}/d^2 = 1,854 P/d^2$$

Dimana : P = gaya tekan (kg)

D = diagonal tampak tekan rata rata (mm)

$\alpha$  = sudut puncak indenter = 136°

Berikut ini adalah rumus perhitungan nilai kekerasan rata-rata (VHN).

$$\text{Kekerasan rata - rata : } \frac{1,854xP}{d^2}$$

Dimana :

**VHN** : Vickers Hardness Number (kg/mm2)

**P** : beban yang dipergunakan (kgf)

**D2** : panjang diagonal rata-rata (µm), dengan d rata-rata = d1+ d2/ 2

#### 4.2.3. Data Hasil Pengujian Tarik Dua Material yang sama Jenis Material SS 201 Dan SS 304

Spesimen uji stainless yang sama jenis SS 201 dengan SS 201 dan SS 304 dengan SS 304 yang telah berhasil dilas menggunakan metode Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dengan menggunakan elektroda E 7016 dan E 308 kemudian dilakukan pengujian tarik. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan Universal Testing Machine yang ada di laboratorium pengujian Politeknik Negeri Medan. Hasil pengujian ini berupa tabel hasil pengujian dan diagram pengujian beban

perpanjangan yang nantinya digunakan untuk melakukan perhitungan tegangan dan regangan dari spesimen uji. Hasil pengujian tarik dituangkan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.5. Hasil Uji Tarik Material Yang Sama Jenis Menggunakan Material SS 201 Dan SS 304.

Variasi Elektroda	Lebar (W)	Tebal (T)	Luas (A)	Panjang Awal (Lo)	Panjang Akhir (Li)	P. Panjang (aL)	Fu	Tu	e
	mm	mm	mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	N	N/mm <sup>2</sup>	%
E-308	14,13	6,00	84,78	77,14	83,12	5,98	42600	502,48	7,75
E-308	14,49	6,00	86,94	78,48	84,52	6,04	36200	416,38	7,70
E-308	14,28	6,00	85,68	79,14	84,93	5,79	46700	545,05	7,32
Rata <sup>2</sup>								<b>487,97</b>	<b>7,59</b>
E-7016	12,30	6,00	73,80	76,13	78,52	2,39	39800	539,30	3,14
E-7016	13,43	6,00	80,58	72,94	74,58	1,64	36200	449,24	2,25
E-7016	11,75	6,00	70,50	73,59	76,85	3,26	35300	500,71	4,43
Rata <sup>2</sup>								<b>496,42</b>	<b>3,27</b>

Untuk mengetahui *stress* ( tegangan mekanis) dan *strain* (regangan) digunakan hukum Hooke (*Hooke,s Law*) dapat dirumuskan sebagai berikut:

**Stress ( Tegangan Mekanis):**

$$\sigma = F/A$$

**Dimana :**

**F : Gaya tarikan**

**A : Luas Penampang**

**Strain ( Regangan ) :**

$$\epsilon = \Delta L/L \times 100$$

**Dimana :**

**ΔL : Pertambahan Panjang**

**L : Panjang Awal**

Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Tegangan mekanis} = \frac{42600}{84,74} = 502,71 \text{N/mm}^2$$

$$\text{Regangan} = \frac{5,98}{77,14} \times 100 = 7,75 \%$$

Tabel 4.6. Hasil Tegangan dan Regangan Uji Tarik

Parameter	Spesimen	Variasi Elektroda	
		E 308	E 7016
Tegangan	1	502,48	539,30
	2	416,38	449,24
	3	545,05	500,71
	Rata-rata	<b>487,97</b>	<b>496,42</b>
Regangan	1	7,75	3,14
	2	7,70	2,25
	3	7,32	4,43
	Rata-rata	<b>7,59</b>	<b>3,27</b>

Dari tabel hasil uji tarik di atas dapat dilihat perbedaan rata rata *stress* ( tegangan mekanis) pada elektroda E 308 adalah 487,97 N/mm<sup>2</sup> dan pada elektroda E 7016 adalah 496,42 N/mm<sup>2</sup> dan pada *strain* (regangan) pada elektroda E308 adalah 7,59 % dan pada elektroda E 7016 adalah 3,27% dari tabel data diatas dapat diketahui bahwa kekuatan tarik pengelasan dua logam

yang sama jenis dengan *stress* ( tegangan mekanis) elektroda E 7016 lebih tinggi dibandingkan dengan elektroda E 308 sedangkan *strain* (regangan) pada uji tarik dengan elektroda e 308 kekuatan tariknya lebih tinggi dibandingkan dengan elektroda e 7016

#### 4.2.4. Data Hasil Pengujian Kekerasan Dua Material SS 201 Dan SS 304 Yang Sama Jenis.

Proses pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan pada pengelasan SMAW dengan menggunakan elektroda E 308 dan elektroda E 7016 pada material yang sama jenis yaitu *Stainless steel* 201 dengan *Stainless steel* 201 dan *Stainless Steel* 304 dengan *stainless steel* 304 ,pengujian dilakukan untuk mengetahui kekerasan pada titik lasan di bagian SS 201 dengan SS 201 dan di bagian SS 304 dengan SS 304. Pengujian kekerasan dilakukan di laboratorium teknik mesin Politeknik Negeri Medan. Berikut data-data proses pengelasan pada pengujian kali ini :

Tabel 4.7. Hasil Uji Kekerasan Vickers Dengan Menggunakan Elektroda AWS E 308

Sampel	Titik	Diagonal indentasi (μm)		Diagonal indentasi Rata-rata (μm)	Beban Penekanan (gf)	Angka Kekerasan Vickers (VHN)	Rata-rata
		d1	d2				
1	1	45,59	46,16	45,88	500	440,6	382,1
2	1	48,34	49,78	49,06		385,2	
3	1	51,05	56,52	53,79		320,5	

Tabel 4.8. Hasil Uji Kekerasan Vickers Dengan Menggunakan Elektroda AWS E 7016

Sampel	Titik	Diagonal indentasi (μm)		Diagonal indentasi Rata-rata (μm)	Beban Penekanan (gf)	Angka Kekerasan Vickers (VHN)	Rata-rata
		d1	d2				
1	1	43,38	44,41	43,90	500	481,2	491,7
2	1	44,32	43,33	43,83		482,6	
3	1	41,77	43,4	42,59		511,3	

Dari tabel 4.7 diatas dapat dilihat data Hasil penelitian menunjukkan nilai kekerasan di titik pengelasan menggunakan jenis elektroda AWS E 308 dengan menggunakan 3 spesimen. Dapat dilihat angka kekerasan paling tinggi yaitu 440,6 kgf/mm<sup>2</sup> dan angka kekerasan terendahnya yaitu 320,5 kgf/mm<sup>2</sup> dan dapat diketahui rata-rata angka kekerasan vickersnya yaitu 382,1 kgf/mm<sup>2</sup>. Dan Dari tabel 4.8 diatas dapat dilihat data Hasil penelitian menunjukkan nilai kekerasan di titik pengelasan menggunakan jenis elektroda AWS E 7016 dapat di ketahui angka kekerasan paling tingginya adalah 511,3 kgf/mm<sup>2</sup> dan angka kekerasan terendahnya

adalah 481,2 kgf/mm<sup>2</sup> dan angka rata rata kekerasan vickersnya yaitu 491,7 kgf/mm<sup>2</sup>. Sehingga dapat diketahui angka kekerasan vickers (VHN) rata rata jenis elektroda AWS E 7016 lebih tinggi yaitu 491,7kgf/mm<sup>2</sup>dibandingkan dengan jenis elektroda AWS E 308 yaitu dengan angka kekerasan 382,1kgf/mm<sup>2</sup>.

## V. Penutup

### 5.1. Kesimpulan

Pada pengelasan stainless steel yang berbeda jenis antara SS 201 dengan SS 304 hasil nilai rata-rata tegangan mekanis pengujian tarik tertinggi pengelasan menggunakan elektroda E 308 sebesar 546,79N/mm<sup>2</sup> sedangkan nilai rata-rata tegangan mekanis pengujian tarik pada elektroda E 7016 hanya sebesar 506,63N/mm<sup>2</sup>. Hasil nilai rata-rata regangan pengujian tarik tertinggi pengelasan menggunakan jenis elektroda E 308 sebesar 22,53% sedangkan nilai rata-rata regangan pengujian tarik pada elektroda E 7016 hanya sebesar 8,17%. Hasil nilai kekerasan tertinggi ada pada pengelasan dengan menggunakan elektroda E 7016 sebesar 422,5 kgf/mm<sup>2</sup> sedangkan nilai rata rata kekerasan pada elektroda E 308 hanya sebesar 238,3 kgf/mm<sup>2</sup>. Nilai rata rata modulus elastisitas tertinggi ada pada pengelasan menggunakan elektroda E 7016 yaitu 6201,1 N/mm<sup>2</sup> sedangkan pada elektroda E 308 yaitu 2426,94 N/mm<sup>2</sup>. Pada pengelasan stainless steel yang sama jenis antara SS 201 dengan SS 201 dan SS 304 dengan 304 hasil nilai rata-rata tegangan mekanis pengujian tarik berbalik yaitu tertinggi pengelasan menggunakan elektroda E 7016 sebesar 496,42 N/mm<sup>2</sup> dan tidak berbeda jauh dengan nilai rata-rata tegangan mekanis pengujian tarik menggunakan elektroda E 308 sebesar 487,97 N/mm<sup>2</sup>. Hasil nilai rata-rata regangan pengujian tarik dengan menggunakan dua material yang sama, tertinggi pengelasan menggunakan jenis elektroda E 308 sebesar 7,59% sedangkan nilai rata-rata regangan pengujian tarik pada elektroda E 7016 hanya sebesar 3,27%.

### 5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti dapat memberikan rekomendasi sebagai berikut mengenai penelitian yang telah dilakukan:

- 1 Penelitian di masa depan harus fokus pada pencampuran baja tahan karat 201 dan 304, tetapi menggunakan berbagai elektroda,

teknik, atau perubahan arus. Untuk mempelajari lebih lanjut tentang bagaimana kelemahan pengelasan,kekerasan, dan kekuatan tarik dipengaruhi oleh arus dan elektroda.

- 2 Kajian serupa harus dilakukan ke depan dengan menciptakan varian kubu yang baru dan bervariasi.
- 3 Studi serupa harus dilakukan di masa depan, dengan penambahan perlakuan panas untuk meningkatkan karakteristik logam dan memberikan hasil yang lebih baik lagi.
- 4 Anda juga dapat menggunakan berbagai spesimen uji, yang lebih murah dan mudah diperoleh, untuk studi tambahan.
- 5 Uji radiografi sebaiknya dilakukan terlebih dahulu untuk memeriksa kesalahan pengelasan pada bagian dalam lasan sebelum melakukan uji tarik. Untuk memastikan hasil uji tarik benar, maka perlu dilakukan pengambilan sampel uji tarik pada area yang bebas dari cacat las.

## REFERENSI

- C. W. Panggabean, U. Budiarto, and A. W. B. Santosa, "Pengaruh Variasi Arus Dan Polaritas Terhadap Kekuatan Tarik, Tekuk dan Kekerasan Hasil Las SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Pada Baja SS 400," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 9, no. 4, pp. 350–359, 2021.
- [2] W. Wijaya, "Analisis Kekuatan Sambungan Las Argon Pada Kontruksi Shell Tangki Menggunakan Variasi Debit Gas," Universitas Islam Malang, 2021.
- [3] D. A. A. Ritonga and M. Idris, "Karakteristik Bahan Steel 304 Terhadap Kekuatan Impak Benda Jatuh Bebas," *Wahan Inov.*, vol. 2, no. 6, pp. 208–215, 2017.
- [4] M. R. Fatriady, M. R. Rachman, M. Jamal, I. W. Muliawan, W. Mustika, and D. S. S. Mabui, *Teknologi Bangunan dan Material*. Makassa: Tohar Media, 2022.
- [5] Arjunnah, "Pengoperasian, Perawatan dan Perbaikan Mesin Las Listrik TB. Virgo Power 08 di PT. Yasa Wahana

- Tirta Samudera Semarang,” Universitas Maritim AMNI Semarang, 2020.
- [6] R. Saragih, “Perancangan Alat Penghancur Sampah Dari Sisa Dapur Rumah Tangga Untuk Bahan Pupuk Cair,” Universitas Islam Riau, 2021.
- [7] Sutrisno, “Pengaruh Variasi Kampuh Sambungan Butt Joint Pengelasan SMAW PADA Baja Karbon Rendah St 42,” Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta, 2020.
- [8] K. C. Dinov, “Analisa Pengaruh Variasi Heat Input Dengan Metoda Pengelasan Smaw Pada Material Baja Karbon S355J2N Dengan Pengujian Hardness Test,” Universitas Islam Riau, 2022.
- [9] H. M. Munawar, I. N. Gusniar, and R. Hanafi, “Pengaruh Jenis Elektroda Las SMAW terhadap Sikap Mekanik dan Struktur Micro,” *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 11, no. 1, pp. 93–110, 2023.
- [10] A. G. Bintoro, *Dasar-dasar pekerjaan las*. Yogyakarta : Kanisius, 2000.