

p.ISSN 2303-212X  
e.ISSN 2503-5398

# Jurnal DESIMINASI TEKNOLOGI



Diterbitkan Oleh :  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG**

JURNAL  
DESIMINASI TEKNOLOGI

VOL. 7

NOMOR 2

HAL.: 86 - 156

JULI 2019

**JURNAL DESIMINASI TEKNOLOGI**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG**

VOLUME 7 No. 2

p-ISSN 2303-212X

e-ISSN 2503-5398

Juli 2019

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>OPTIMALISASI RADIASI SINAR MATAHARI TERHADAP SOLAR CELL</b> <i>M. Helmi, Dina Fitria (Dosen Tek. Elektro UTP).....</i>	86 – 92
<b>ANALISIS INDEKS KEPUASAAN MASYARAKAT TERHADAP PELAYANAN PUBLIK BIDANG KESEHATAN (Studi Kasus: Faskes Tingkat I Mojokerto)</b> <i>Febri Nugroho Mujiraharjo, Mahmud Basuki (Dosen Tek. Industri Universitas Islam NU Jepara).....</i>	93 – 98
<b>PERBANDINGAN BIAYA PENGGUNAAN ENERGI BAHAN BAKAR BATUBARA DAN GAS PADA PEMBANGKIT LISTRIK</b> <i>Letifa Shintawaty (Dosen Tek. Elektro UTP).....</i>	99 – 108
<b>PENGARUH PENGGUNAAN SILIKA GEL TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON</b> <i>Indra Syahrul Fuad, Bazar Asmawi, Angga Oktari (Dosen Tek. Sipil UTP).....</i>	109 – 115
<b>STUDI PENGARUH VARIASI ELEKTRODA E 6013 DAN E 7018 TERDAHAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN PADA BAHAN BAJA KARBON RENDAH</b> <i>Rita Maria Veranika, M. Amin Fauzie, Hermanto Ali, Maulana Solihin (Dosen Tek. Mesin UTP).....</i>	116 – 122
<b>PEMBUATAN ALAT BANTU PASANG PLAFON DENGAN PENDEKATAN METODE QFD (QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT)</b> <i>Hermanto MZ, Winny Andalia, Tolu Tamalika (Dosen Tek. Industri UTP) .....</i>	123 – 129
<b>ANALISIS KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK DENGAN PREDIKSI PENAMBAHAN PEMBANGKIT LISTRIK DI SUMATERA SELATAN</b> <i>Yusro Hakimah (Dosen Tek. Elektro UTP).....</i>	130 – 137
<b>PENYULINGAN AIR LAUT MENJADI AIR TAWAR</b> <i>M. Ali, M. Lazim, Abdul Muin, Iskandar Badil (Dosen Tek. Mesin UTP).....</i>	138 – 142
<b>ANALISA SISTEM KOORDINASI RELAY PROTEKSI DI PLTG BORANG 60 MW SUMATERA SELATAN</b> <i>Alka Ranggi, Yuslan Basir, Dyah Utari Y.W. (Dosen Tek. Elektro UTP).....</i>	143 – 150
<b>ANALISA PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU ANTARA BEKISTING KONVENSIONAL DAN BEKISTING SISTEM LICO PADA PEMBANGUNAN VENUE DAYUNG JSC</b> <i>Ani Firda, Andio Indob Putra (Dosen Tek. Sipil UTP).....</i>	151 – 156

## **PRAKATA**

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, atas berkah dan rahmat-Nya sehingga jurnal ilmiah *Desiminasi Teknologi* dapat dikenal pada lingkungan Fakultas Teknik dan civitas akademika teknik di seluruh Indonesia.

Jurnal *Desiminasi Teknologi* disusun dari berbagai penelitian dan kajian dosen dan atau mahasiswa internal Fakultas Teknik UTP dan dosen atau mahasiswa dari fakultas Teknik di luar Universitas Tridianti Palembang yang memiliki penelitian untuk dipublikasikan. Jurnal ini terdiri dari berbagai rumpun ilmu teknik, diantaranya: Teknik Sipil, Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Industri, Arsitektur dan teknik lainnya.

Pada edisi kali ini, Jurnal Desiminasi Teknologi telah memasuki terbitan Volume 7 Nomor 2 edisi Juli 2019, dan kami beritahukan juga bahwa Jurnal Desiminasi Teknologi telah terdaftar secara elektronik dengan nomor e.ISSN 2503-5398.

Segala kritik dan saran yang bersifat membangun, sangat kami harapkan untuk perbaikan penulisan jurnal ini di masa mendatang dan kepada semua pihak yang ikut terlibat dalam proses penerbitan jurnal ini, kami ucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya.

Palembang, Juli 2019

Redaksi

## STUDI PENGARUH VARIASI ELEKTRODA E 6013 DAN E 7018 TERDAHAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN PADA BAHAN BAJA KARBON RENDAH

**Rita Maria Veranika<sup>9</sup>, M. Amin Fauzie<sup>10</sup>, Hermanto Ali<sup>11</sup>, Maulana Solihin<sup>12</sup>**

*Email: m.aminfauzie@univ-tridinanti.ac.id*

**Abstrak:** Perkembangan industri penggunaan pengelasan baja sangat banyak ditemukan dalam penyambungan logam. Lingkup penggunaan teknik pengelasan meliputi perkapalan, dan lain sebagainya. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa barang logam dengan menggunakan energi panas. Pada penelitian ini dilakukan pengelasan listrik elektroda terbungkus terhadap pelat baja karbon rendah dengan ketebalan 12 mm dan variasi elektroda adalah E 6013 dan E 7018. Dari proses tersebut maka dilakukan proses pengujian tarik dan pengujian kekerasan dengan tujuan memperoleh grafik tegangan dan regangan di daerah base dan daerah HAZ, serta untuk mengetahui nilai kekerasan yg terdapat pada daerah HAZ sebanyak 5 titik penekanan dengan menggunakan pengujian Brinell. Dari hasil pengujian tarik benda uji yang dilas menggunakan jenis elektroda E 7018 mempunyai nilai tegangan tarik yang lebih tinggi yaitu 50,622 kg/mm<sup>2</sup> bila dibandingkan dengan benda uji yang dilas menggunakan jenis Elektroda E 6013 yaitu 45,732 kg/mm<sup>2</sup>. Untuk pengujian Kekerasan dengan metode Brinell pada benda uji yang dilas memakai elektroda E 7018 nilai kekerasan pada daerah lasan dan daerah HAZ lebih tinggi dibandingkan jenis Elektroda E 6013 disebabkan kandungan dalam elektroda E 7018 adalah *low hydrogen* sehingga mempengaruhi proses pendinginan logam las, karena elektroda E 7018 mempunyai *hydrogen* yang rendah maka proses pendinginan akan lebih cepat sehingga logam las akan menjadi lebih keras.

**Kata kunci:** pengelasan, elektroda, BCR, tegangan, *brinell*

**Abstract:** *The development of the industrial use of welding steel very much found in the joining of metals. The scope of the use of welding techniques include shipping, etc. From this definition can be further elaborated that the local connection is weld from some metal goods with the use of heat energy. This research was conducted at electric welding electrode is wrapped up against the low-carbon steel plate with a thickness of 12 mm and a variation of the electrode is 6013 E and E 7018. Of the process then do drop testing and testing process of violence with the aim of obtaining the graphs of voltage and strain in the area of the base and the HAZ, as well as to find out the value of the antecedent is present on the regional violence HAZ as much as 5 points of emphasis by using the testing Brinell. Tensile test results of test objects that are welded using this type of electrode E 7018 has a value of voltage drop higher namely 50.622 kg/mm<sup>2</sup> compared with test objects are welded using this type of electrode is 6013 E i.e. 45.732 kg/mm<sup>2</sup>. To Brinell Hardness testing method on test objects being welded wear electrodes E 7018 weld area on hardness value and areas of HAZ was higher than the type of electrode is 6013 E due to the womb in the electrode E 7018 low hydrogen is thereby affecting the process of cooling metal, because the electrode E 7018 low hydrogen has then the cooling process will be quicker so that the metal will become harder.*

**Keywords:** *welding, electrodes, BCR, voltage, brinell*

<sup>9,10,11</sup> Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang

<sup>12</sup> Alumni Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang

### PENDAHULUAN

Bersamaan dengan majunya perkembangan industri penggunaan pengelasan sangat banyak ditemukan dalam penyambungan logam. Salah satu jenis bahan yang disambung dengan pengelasan adalah baja, karena sifat mampu lasnya (*weldability*) yang bagus dan menghasilkan kelancaran pada proses pengelasan berguna demi menghasilkan logam

lasan yang berkarakteristik baik, seperti kekuatan, ketangguhan, dan lain-lainnya.

Oleh karena itu hal yang terjadi mengakibatkan proses pengelasan adalah tumbuhnya antrian tegangan yang lebih banyak bila dibandingkan bersama penyambungan yang lainnya. Namun pada pembahasan ini yg menyebabkan terjadinya perubahan sifat-sifat bahan pada sambungan terutama di daerah yang terkena oleh panas atau HAZ (*Heat Affected*

Zone), sebab daerah itu adalah daerah yang terkena panas dari bagian daripada logam induk yang selama proses meraskan pemanasan dan pendinginan. Kemungkinan selain itu adalah merendahnya energi mekanis di sambungan las, yang mengakibatkan semakin besar atau semakin kecilnya unsur pada kawat pengisi ( *filler* ) sehingga bisa berdampak munculnya keretakan.

### **Perumusan Masalah**

Berdasarkan penjelasan dari latar belakang diatas, maka penulis merasa perlu untuk melakukan penelitian seberapa besarkah tegangan dan kekerasan materialnya dengan menggunakan dua variasi elektroda yang berbeda yaitu elektroda E 6013 dan E 7018

### **Batasan Masalah**

Mengingat begitu luas permasalahan yang akan dibahas maka dilakukan pembatasan masalah, yaitu:

1. Bahan spesimen baja karbon rendah
2. Jenis pengelasan yang dipakai adalah las listrik elektroda terbungkus atau SMAW
3. Jenis elektroda las yang dipakai adalah E 6013 dan E 7018
4. Jenis kampuh yang dipakai adalah jenis kampuh X
5. Pendinginan yang digunakan adalah udara bebas
6. Ketebalan plat 12 mm dengan ukuran spesimen standar ASTM A-37
7. Penelitian ini menggunakan 6 sampel untuk pengujian tarik, Serta 2 sampel untuk pengujian kekerasan dengan metode Brinell.

### **Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini, penulis mengetahui nilai kekuatan tarik dan nilai kekerasan yang lebih tinggi dari hasil pengelasan dengan menggunakan elektroda E 6013 dan E 7018.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Pengertian Pengelasan**

Pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan

menggunakan energi panas / proses sambungan dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas.

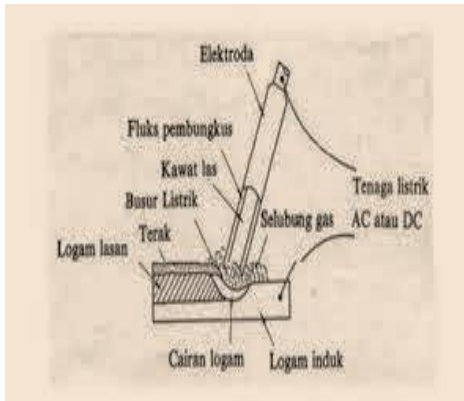
Sehingga akibat adanya perlakuan panas tersebut akan mengakibatkan perubahan terhadap sifatnya terutama pada ketangguhan, retak, dan cacat las serta berpengaruh terhadap keamanan konstruksi yang dilas. Oleh sebab itu ada hal-hal yang tidak bisa dilupakan didalam proses pengelasan, salah satunya pendingin. Kekuatan sambungan las dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu: prosedur pengelasan, bahan, elektroda dan jenis kampuh yang dipakai.

### **Las Listrik Elektroda Terbungkus (SMAW)**

Las listrik elektroda terbungkus adalah salah satu pengelasan yang sering dipakai di zaman sekarang ini, dengan cara menyatukan dua buah logam dengan jalan memakai nyala busur listrik yang mengarah ke daerah logam yang bakal disatukan. Pada cara pengelasan ini dipakai kawat elektroda yang dibungkus dengan fluks, di samping itu bisa ditunjukkan dengan jelas yaitu busur listrik terbentuk di antara logam induk dan ujung elektroda. Sebab panas dari busur ini akan mengakibatkan logam induk dan ujung elektroda tersebut dapat mencair serta membeku bersama.

Busur listrik yang terjadi dapat mengakibatkan kekuatan panas yang cukup besar dan dapat mudah mencairkan logam yang terlukai. Namun besarnya arus listrik bisa diatur sesuai kebutuhan yaitu mengamati bentuk, type dan ukuran elektrodanya. Pada las busur, di daerah sambungan terbentuk melalui panas yang dihasilkan melalui busur listrik yang terbentuk antara benda kerja dan elektroda. Elektroda atau logam pengisi dipanaskan sampai mencair serta diendapkan di sambungan lalu terjadi sambungan las. Oleh karena itu mengakibatkan kontak antara elektroda dan benda kerja maka terjadi aliran arus, lalu dengan memisahkan penghantar timbullah busur.

Di negeri-negeri industri, elektroda las terbungkus cukup familiar yang distandarkan berdasarkan penggunaannya. Di Jepang misalnya, elektroda las terbungkus untuk baja kekuatan menengah sudah distandarkan berdasarkan standar industri Jepang ( JIS ). Dan Standar di Amerika Serikat ( ASTM ).



**Gambar 1** Las Busur Listrik Elektroda Terbungkus

### Aspek Bahan

Baja merupakan baja yang hanya terdiri dari besi ( Fe ) dan karbon ( C ) saja tanpa adanya bahan pemuat dan unsur lain yang kadang terdapat pada baja karbon seperti Silikon ( Si ), mangan ( Mn ), fosfor ( P ), sulfur ( S ) yang jumlahnya dibatasi. Baja karbon banyak digunakan untuk kapal, jembatan, roda, kereta api, dan di dalam permesinan.

### Baja Karbon Rendah.

Baja karbon rendah merupakan baja dengan kandungan unsur karbon dalam struktur baja ini antara 0,3 sampai 0,25% C. Dapat ditempa, dituang, mudah dilas, dan dapat dikeraskan permukaannya (*case hardening*). Baja karbon rendah ini mempunyai ketangguhan dan keuletan tinggi akan tetapi mempunyai sifat kekerasan dan ketahanan aus yang rendah.

### Elektroda E 6013

Elektroda E 6013 ini termasuk jenis selaput rutil yang bisamendapatkan penembusan sedang. juga bisa digunakan untuk pengelasan segala posisi, tetapi sering kali Elektroda E 6013 sangat baik untuk segala posisi pengelasan tegak arah ke bawah. Elektroda umumnya bisa digunakan pada ampere yang relatif lebih tinggi. Elektroda E 6013 yang mengandung lebih banyak Kalium memudahkan pemakaian pada voltage mesin yang rendah.

Kekuatan tarik minimum deposit las adalah 60.000 lb/in<sup>2</sup> atau 42 kg/mm<sup>2</sup> dapat dipakai untuk pengelasan segala posisi, jenis bahan pembalut kalium titania tinggi dan pengelasan dengan arus AC atau DC. Kebanyakan elektroda

yang dipakai untuk pengelasan plat tipis adalah elektroda yang berdiameter kecil.



**Gambar 2** Elektroda E 6013

### Elektroda E 7018

Elektroda E 7018 ini mengandung serbuk besi yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi pengelasan. Umumnya selaput elektroda akan lebih tebal dengan bertambahnya persentase serbuk besi. Dengan adanya serbuk besi dan bertambah tebalnya selaput maka memerlukan ampere yang lebih tinggi. Selaput elektroda jenis ini mengandung hydrogen yang rendah (kurang dari 0,5), sehingga deposit las juga dapat bebas dari porositas. Elektroda ini digunakan untuk pengelasan yang memerlukan mutu tinggi, bebas porositas, misalnya untuk pengelasan bejana dan pipa yang akan mengalami tekanan. Jenis-jenis elektroda hydrogen rendah contohnya E 7018.

Kekuatan tarik minimum deposit las adalah 70.000 lb/in<sup>2</sup> atau 49,2 kg/mm<sup>2</sup>, bisa digunakan untuk pengelasan segala posisi, jenis bahan pembalut serbuk besi, hydrogen rendah dan pengelasan dengan arus AC atau DC.

Untuk elektroda tipe E 7018, besar arus yang digunakan yaitu berkisar antara 115 A sampai 165 A dengan diameter elektroda 3,2 mm. Besarnya arus tergantung pada jenis elektroda dan diameter elektroda, yang masing-masing sangat berpengaruh terhadap hasil lasan.



**Gambar 3** Elektroda E 7018



## METODOLOGI PENELITIAN

### Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. DOK Perkapalan Koja Bahari Palembang dan di Laboratorium Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang jurusan Teknik Mesin.

### Waktu Penelitian

Adapun waktu penelitian ini adalah rentang waktu yang digunakan selama penelitian berlangsung, mulai dari tahapan persiapan sampai penyusunan laporan

### Metode Penelitian

Melakukan analisa percobaan dan pengambilan data dengan beberapa studi yaitu :

### Studi Pustaka

Studi pustaka yaitu suatu metode yang dikerjakan untuk memperoleh benih-benih yang bertujuan membantu penuntasan penelitian tugas akhir dengan menekuni buku-buku referensi yang berkaitan dengan penelitian.

### Studi Lapangan

Studi lapangan adalah suatu metode dilakukan untuk melihat langsung permasalahan yang terjadi, dalam hal ini Studi Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Hasil Las Listrik Dengan Bahan Baja Karbon Rendah Dengan Variasi Elektroda E 6013 Dan Elektroda E 7018.

### Alat Dan Bahan

a. Alat-alat yang dipakai pada penelitian ini yaitu :

1. Blender Potong Pemotong Pelat.
2. Mesin Las Listrik.
3. Elektroda E 6013 dan E 7018.
4. Mesin Skrap.
5. Gerinda.
6. Gergaji Mesin.
7. Alat Uji Tarik.
8. Alat Uji Kekerasan.
9. Jangka Sorong.
10. Alat bantu lain seperti palu, kikir, air dll yang digunakan untuk membantu dalam pembuatan spesimen ataupun proses pengelasan.

### Bahan Yang Diperlukan

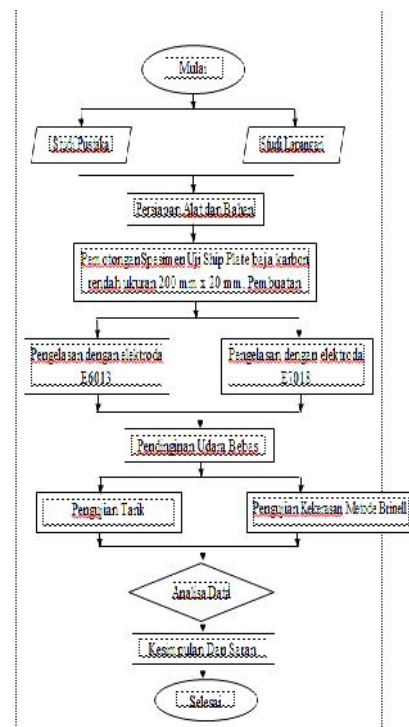
Ship Plate Plat Baja Karbon Rendah dengan ketebalan 12 mm. Bahan untuk dilas dan dibuat kampuh yang telah ditentukan.

### Prosedur Pengujian

Langkah pengujian kekuatan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat uji tarik dan computer pencatat data.
2. Benda uji kemudian dijepit dengan ragum penjepit untuk benda uji tarik.
3. Mulai memperoleh beban tarik dengan memakai tenaga hidrolik di awal dengan 0 kg sampai benda putus saat beban maksimum yang bisa ditahan benda tersebut.
4. Dan diukur berapa besar penampang dan panjang benda uji sesudah putus.
5. Beban maksimum ditandai dengan putusnya benda uji yang terdapat pada layar computer dan dicatat sebagai data

### Diagram Alir Penelitian



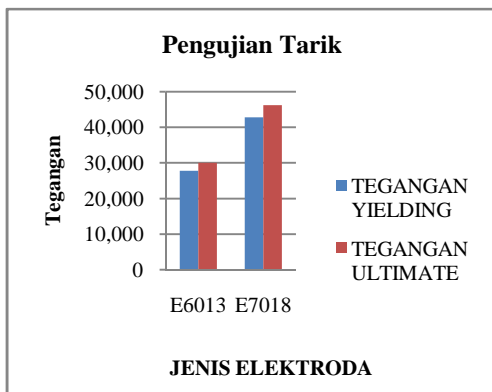
Gambar 4 Diagram alir penelitian

Dari hasil pengujian seharusnya pada benda uji pengelasan dengan variasi jenis elektroda yang berbeda memiliki kekuatan yang relatif sama, namun perbedaan yang cukup besar tersebut dimungkinkan adanya cacat terutama pada sisi alur yang tidak terisi penuh dengan demikian kekuatannya rendah. hal ini dikarenakan pada daerah sambungan terjadi konsentrasi tegangan pada bagian lasan. Sehingga sifat mekaniknya berubah seperti sifat ulet berubah menjadi getas,

dengan demikian di saat pengujian tarik daerah sambungan akan mudah patah.

**Tabel 1** Data Hasil Pengujian Tarik

No	Spesimen	Luas	Beban	Tegangan	Tegangan	Rengangan
		(mm <sup>2</sup> )	max (kg)	Yield, YS (kg/mm <sup>2</sup> )	Tarik, TS (kg/mm <sup>2</sup> )	(%)
1	E 6013	168	7230	26,112	43,034	17
2	E 6013	168	6674	26,132	39,726	16
3	E 6013	168	7683	31,167	45,732	15
<b>Rata-</b>				<b>27,804</b>	<b>42,831</b>	
4	E 7018	168	7398	26,713	44,036	17
5	E 7018	168	7378	31,566	43,915	17
6	E 7018	168	8504	31,896	50,622	18
<b>Rata-</b>				<b>30,058</b>	<b>46,191</b>	



**Gambar 5** Hubungan Pengujian Tarik Terhadap Jenis Elektroda E 6013 Dan E 7018 Pada Masing-Masing Benda Uji

**Perhitungan Tegangan dan Regangan Pada 6 Benda Uji**

- **Tegangan Tarik**

Adapun rumus yang dipakai untuk mencari nilai tegangan pada uji tarik yaitu :

Dimana :

F = beban yang diberikan

A<sub>0</sub> = luas panjang bahan

1. E 6013 No 1

$$\sigma = \frac{F}{A_0} = \frac{7}{1} = 43,034 \text{ kg/mm}^2$$

2. E 6013 No 2

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

$$= \frac{6}{1} = 39,726 \text{ kg/mm}^2$$

3. E 6013 No 3

$$\sigma = \frac{F}{A_0} = \frac{7}{1} = 45,732 \text{ kg/mm}^2$$

4. E 7018 No 4

$$\sigma = \frac{F}{A_0} = \frac{7}{1} = 44,036 \text{ kg/mm}^2$$

5. E 7018 No 5

$$\sigma = \frac{F}{A_0} = \frac{7}{1} = 43,915 \text{ kg/mm}^2$$

6. E 7018 No 6

$$\sigma = \frac{F}{A_0} = \frac{8}{1} = 50,622 \text{ kg/mm}^2$$

- **R engangan**

Adapun rumus yang dipakai untuk nilai regangan pada uji tarik yaitu :

Keterangan :

L<sub>0</sub> = panjang awal

L<sub>1</sub> = panjang akhir

ΔL = pertambahan panjang

ε = %

1. E 6013 No 1

$$\epsilon = \frac{L - L_0}{L_0} = \frac{L - 20}{20} = \frac{23,4 - 20}{20}$$

$$= \frac{3,4}{2} \times 100\% = 17\%$$

2. E 6013 No 2

$$\epsilon = \frac{L - L_0}{L_0} = \frac{L - 20}{20} = \frac{23,2 - 20}{20}$$

$$= \frac{3,2}{2} \times 100\% = 16\%$$

3. E 6013 No 3

$$\epsilon = \frac{L - L_0}{L_0} = \frac{L - 20}{20} = \frac{23,0 - 20}{20}$$

$$= \frac{3}{2} \times 100\% = 15\%$$

4. E 7018 No 4

$$\epsilon = \frac{L - L_0}{L_0} = \frac{L - 20}{20} = \frac{23,4 - 20}{20}$$



$$= \frac{3,4}{2} \times 100\%$$

$$= 17 \%$$

5. E 7018 No 5

$$\varepsilon = \frac{L-L}{L} = \frac{L-2}{2}$$

$$= \frac{23,4 - 20}{20}$$

$$= \frac{3,4}{2} \times 100\%$$

$$= 17 \%$$

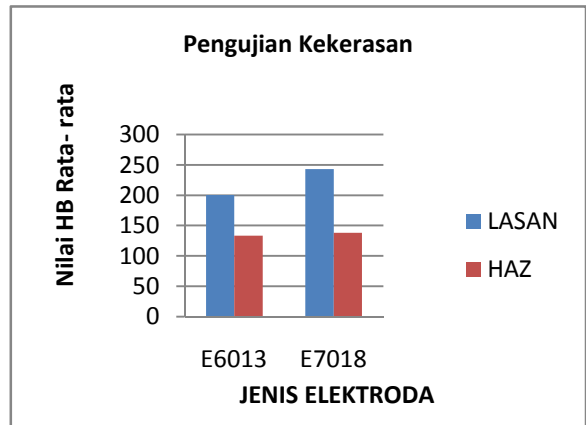
6. E 7018 No 6

$$\varepsilon = \frac{L-L}{L} = \frac{L-2}{2}$$

$$= \frac{23,6 - 20}{20}$$

$$= \frac{3,6}{2} \times 100\%$$

$$= 18 \%$$



**Gambar 6** Hubungan Pengujian Kekerasan Terhadap Jenis Elektroda E 6013 Dan E 7018 Pada Masing-Masing Benda Uji

**Tabel 2** Data Hasil Pengujian Kekerasan

Spesimen	Titik Pengujian	Indentor	P (Kg)	$d_r (mm)$ Lasan	HB (Kg/mm <sup>2</sup> )	$d_r (mm)$ HAZ	HB (Kg/mm <sup>2</sup> )
E 7018	1			0,93	266,25	1,29	133,24
	2			0,93	266,25	1,28	135,51
	3		187,5	0,93	266,25	1,26	140,20
	4	Bola Baja		1,11	183,78	1,25	142,63
	5	w2,5 mm		0,99	233,74	1,27	137,82
				Rata-rata	243,25	Rata-rata	137,88

**Tabel 3** Nilai rata-rata pengujian kekerasan

Spesimen	Titik Pengujian	Indentor	P (Kg)	$d_r (mm)$ Lasan	HB (Kg/mm <sup>2</sup> )	$d_r (mm)$ HAZ	HB (Kg/mm <sup>2</sup> )
E 6013	1			1,05	206,63	1,30	131,03
	2			1,04	210,83	1,32	126,75
	3		187,5	1,04	210,83	1,28	135,51
	4	Bola Baja		1,06	202,55	1,27	137,82
	5	w6 mm		1,15	170,49	1,28	135,51
				Rata-rata	200,27	Rata-rata	133,32

**Perhitungan Dengan Metode Brinell Pada 2 Benda Uji**

- Perhitungan kekerasan metode brinell secara teoritis dapat dihitung nilai kekerasan sebagai berikut

$$HB = \frac{P}{\pi D x \frac{1}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

$$= \frac{1,5}{3,1 x 2,5 x \frac{1}{2} (2,5 - \sqrt{2,5^2 - 1,0^2})}$$

$$= \frac{1,5}{3,1 x 2,5 x \frac{1}{2} (2,5 - \sqrt{6,2 - 1,1^2})}$$

$$= \frac{1,5}{3,1 x 2,5 x \frac{1}{2} (2,5 - \sqrt{7,3})}$$

$$= \frac{1,5}{3,1 x 2,5 x \frac{1}{2} (2,5 - 2,2)}$$

$$= \frac{1,5}{0,9}$$

$$= 206,63$$

$$HB = \frac{P}{\pi D x \frac{1}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

$$= \frac{1,5}{3,1 x 2,5 x \frac{1}{2} (2,5 - \sqrt{2,5^2 - 1,1^2})}$$

$$= \frac{1,5}{3,1 x 2,5 x \frac{1}{2} (2,5 - \sqrt{6,2 - 1,2^2})}$$

$$= \frac{1,5}{3,1 x 2,5 x \frac{1}{2} (2,5 - \sqrt{5,0})}$$

$$\frac{1,5}{3,1 \times 2,5 \times \frac{1}{2}(2,5-2,2)}$$

$$\frac{1,5}{1,0}$$

$$= 183,73$$

Kandungan dalam Jenis Elektroda E7018 adalah selaput serbuk besi yang berguna untuk meningkatkan efisiensi pengelasan, dan memerlukan ampere yang lebih tinggi, serta *low hydrogen* sehingga mempengaruhi proses pendinginan logam las, karena mengandung *hydrogen* yang rendah, maka proses pendinginan akan lebih cepat sehingga logam las akan menjadi lebih keras, kuat untuk penyambungannya. Sedangkan kandungan dalam jenis Elektroda E 6013 adalah natrium titania tinggi, keuntungannya daerah lasan terbebas dari penyusupan-penyusupan terak dan dari pengaruh oksidasi, dipakai khusus untuk mengelas baja lunak, terutama untuk pengelasan plat-plat tipis, tidak bisa untuk mengelas plat yang tebal.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Data hasil pengujian tarik dan pengujian kekerasan pada benda uji yang dilas menggunakan jenis Elektroda E 7018 mempunyai nilai tegangan tarik dan regangan tarik sebesar (50,622 Kg/mm<sup>2</sup>) dan (18%) lebih tinggi, bila dibandingkan benda uji yang dilas dengan menggunakan jenis Elektroda E 6013 sebesar (45,732 Kg/mm<sup>2</sup>) dan (17%). Sedangkan nilai kekerasan pada benda uji sebanyak 5 titik pengujian dengan diameter indenter bola baja serta beban yang sama yang dilas dengan menggunakan jenis Elektroda E 7018 mempunyai nilai di daerah lasan dan HAZ sebesar (243,25 Kg/mm<sup>2</sup>) dan (137,88 Kg/mm<sup>2</sup>) lebih tinggi, bila dibandingkan benda uji yang dilas dengan

menggunakan jenis Elektroda E 6013 sebesar (200,27 Kg/mm<sup>2</sup>) dan (133,32 Kg/mm<sup>2</sup>).

2. Pada daerah sambungan terjadi konsentrasi tegangan pada bagian lasan, sehingga sifat mekaniknya berubah seperti sifat ulet berubah menjadi getas, dengan demikian pada saat pengujian tarik daerah sambungan akan mudah patah.
3. Kandungan dalam jenis Elektroda E 7018 adalah selaput serbuk besi yang berguna untuk meningkatkan efisiensi pengelasan, dan memerlukan ampere yang tinggi, serta *low hydrogen* sehingga mempengaruhi proses pendinginan logam las, sehingga pendinginan akan lebih cepat sehingga logam las akan menjadi lebih keras, kuat untuk penyambungannya. Sedangkan kandungan dalam jenis Elektroda E 6013 adalah natrium titania tinggi, keuntungannya daerah lasan terbebas dari penyusupan-penyusupan terak dan dari pengaruh oksidasi, dipakai khusus untuk mengelas baja lunak, terutama untuk pengelasan plat-plat tipis, tidak bisa untuk mengelas plat yang tebal.

## DAFTAR PUSTAKA

- B.J.M. Beumer. (1979). *“Ilmu Bahan Logam Jilid II”*.
- B.J.M. Beumer. (1980). *“Pengetahuan Bahan Jilid III”*.
- Suyoto Sarwono. (1982). *“Teknologi Mekanik”*.
- Suharto. 1991. *“Teknologi Pengelasan Logam”*, P.T. Rineka Cipta, Jakarta.
- Sri Widharto. 2013. *“Welding Inspection”*, Jakarta : Mitra WacanaMedia.
- Wirjosumarto Harsono & Okumura Toshie. 2004 *“Teknologi Pengelasan Logam”*, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta