

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### IV.1. Hasil Penelitian

##### 1. Hasil Uji Kekerasan

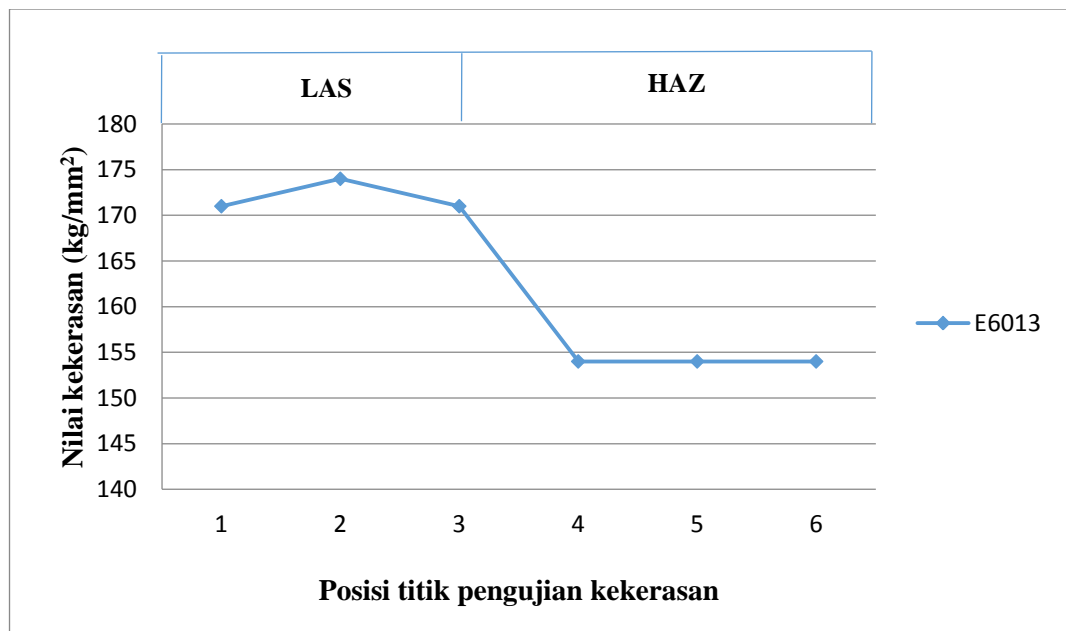
Pengujian kekerasan menghasilkan data dari nilai kekerasan dari spesimen kelompok raw materials dan kelompok variasi elektroda. Nilai kekerasan dari setiap spesimen dimasukkan kedalam Tabel IV.1 dibawah :

Tabel IV.1. hasil uji kekeran *vickers* variasi elektroda E6013 dan E7018

Titik	Daerah	Spesimen		
		E6013	E7018	RAW Materials
1	Logam Las	171,2	190,8	-
2		174,3	187,3	-
3		171,2	190,8	-
	<b>Rata-rata</b>	<b>172,2</b>	<b>189,6</b>	-
4	HAZ	154,5	152,0	-
5		154,5	154,5	-
6		154,5	154,5	-
	<b>Rata-rata</b>	<b>154,5</b>	<b>153,6</b>	-
7	Logam Induk	-	-	142,4
8		-	-	142,4
9		-	-	140,2
	<b>Rata-rata</b>	-	-	<b>141.6</b>

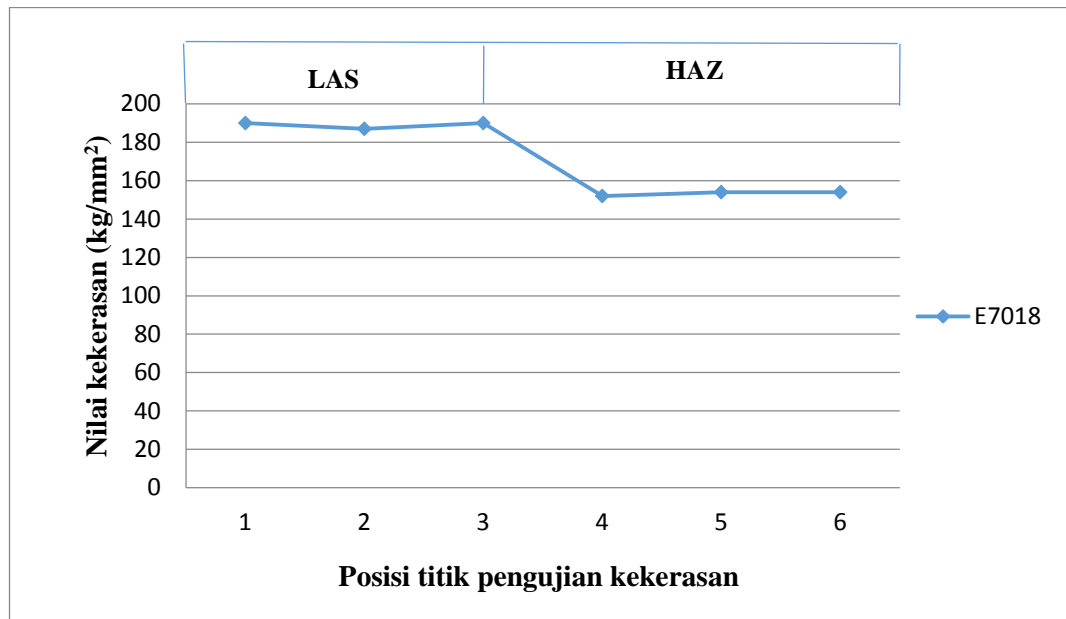
Keterangan :

Nomor pada kolom titik (tabel 4.1) angka 1-9 menunjukkan posisi titik pengujian kekerasan mikro *Vickers*.



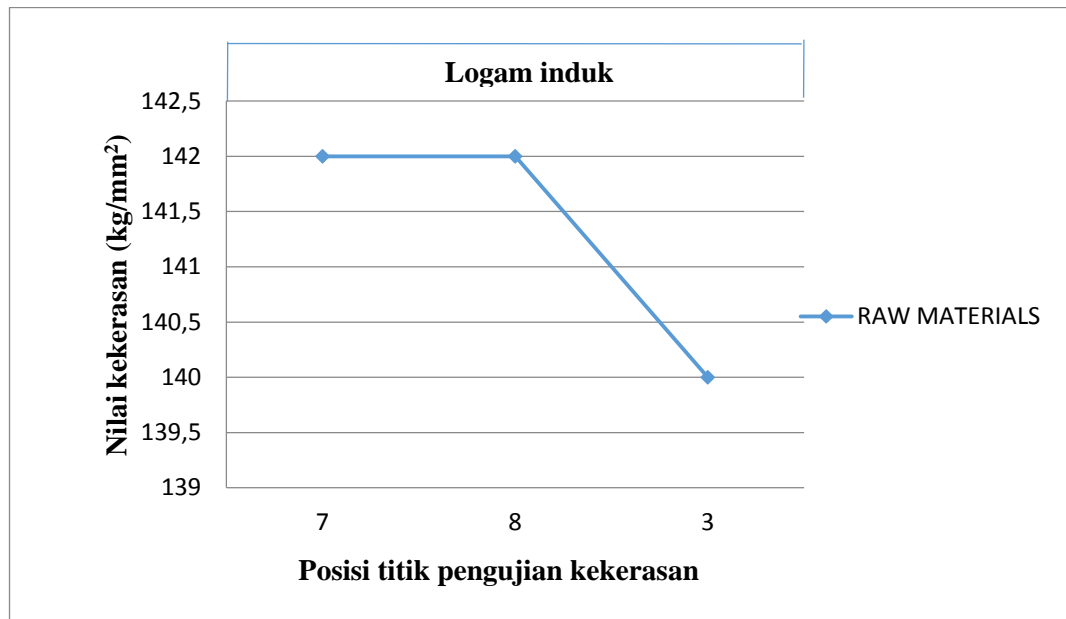
Gambar IV.1. menunjukkan nilai kekerasan elektroda E6013.

Gambar diatas menunjukkan bahwa titik 1 sampai 3 adalah nilai untuk kekerasan daerah logam las nilai rata-ratanya dalah 172,2 kg/mm<sup>2</sup>. Titik 4 sampai 6 adalah daerah HAZ yang mempunyai kekerasan rata-rata 154,5 kg/mm<sup>2</sup>. Sedangkan pada titik 6 sampai 9 adalah daerah logam induk karena dalam pengujian ini daerah logam induk hanya di uji pada spesimen *raw materials* jadi tidak ada pada spesimen E6013. Nilai kekerasan tertinggi pada spesimen dengan variasi elektroda E6013 terletak di daerah logam las yaitu sebesar 174,3 kg/mm<sup>2</sup>.



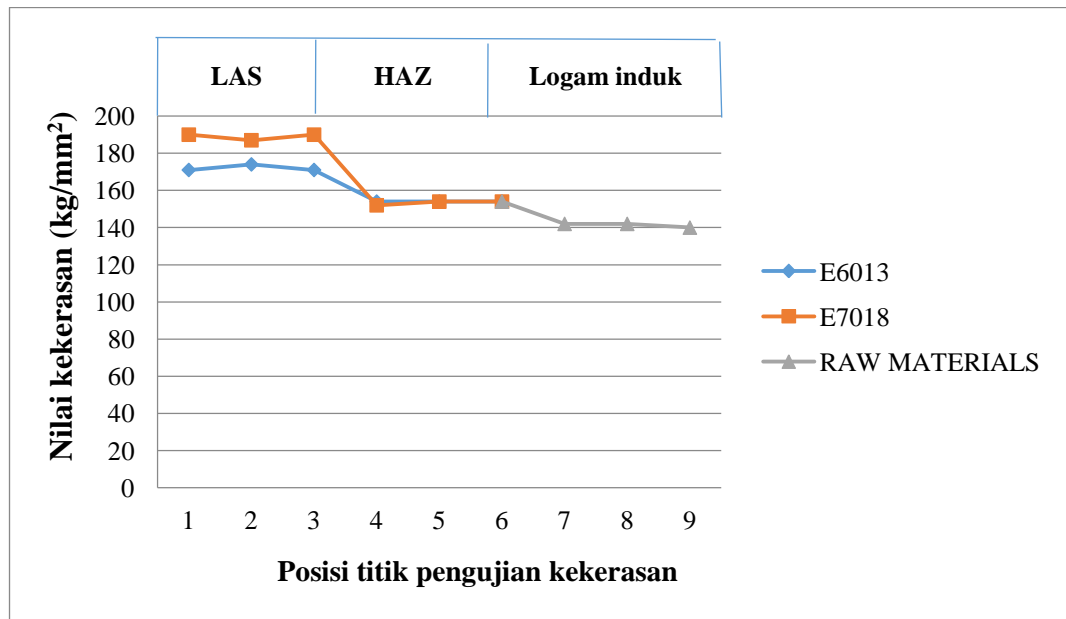
Gambar IV.2. menunjukkan nilai kekerasan elektroda E7018

Gambar diatas menunjukkan bahwa titik 1 sampai 3 adalah nilai untuk kekerasan daerah logam las nilai rata-ratanya dalah  $189,6 \text{ kg/mm}^2$ . Titik 4 sampai 6 adalah daerah HAZ yang mempunyai kekerasan rata-rata  $153,6 \text{ kg/mm}^2$ . Sedangkan pada titik 6 sampai 9 adalah daerah logam induk karena dalam pengujian ini daerah logam induk hanya di uji pada spesimen *raw materials* jadi tidak ada pada spesimen E7018. Nilai kekerasan tertinggi pada spesimen dengan variasi elektroda E7018 terletak di daerah logam las yaitu sebesar  $190,8 \text{ kg/mm}^2$ .



Gambar IV.3. menunjukkan nilai kekerasan elektroda *raw materials*

Gambar diatas menunjukkan bahwa titik 1 sampai 3 adalah nilai kekerasan dari daerah logam las karena dalam pengujian ini daerah logam las hanya di uji pada spesimen hasil las variasi elektroda E6013 dan E7018 jadi tidak ada pada spesimen *raw materials*. Titik 4 sampai 6 adalah nilai kekerasan dari daerah HAZ karena dalam pengujian ini daerah HAZ hanya di uji pada spesimen hasil las variasi elektroda E6013 dan E7018 jadi tidak ada pada spesimen *raw materials*. Titik 7 sampai 8 adalah nilai kekerasan dari daerah logam induk nilai rata-ratanya adalah 141,6 kg/mm<sup>2</sup>. Nilai tertinggi pada spesimen *raw materials* adalah 142,4 kg/mm<sup>2</sup>.



Gambar IV.4. grafik nilai kekerasan

Gambar diatas merupakan gabungan nilai kekerasan hasil pengelasan dengan variasi elektroda E6013, E7018 dan *raw materials*. Nilai kekerasan dari elektroda E7018 merupakan nilai kekerasan spesimen paling tinggi diantara variasi elektroda E6013 dan *raw materials*.

## 2. Hasil Uji Kekuatan Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dari material baja paduan rendah SS 400 sebagai material uji dalam penelitian ini. Hasil pengujian tarik pada umumnya adalah parameter kekuatan (kekuatan tarik dan kekuatan luluh), parameter keliatan atau keuletan yang ditunjukkan dengan adanya persentase perpanjangan dan persentase kontraksi atau reduksi penampang.

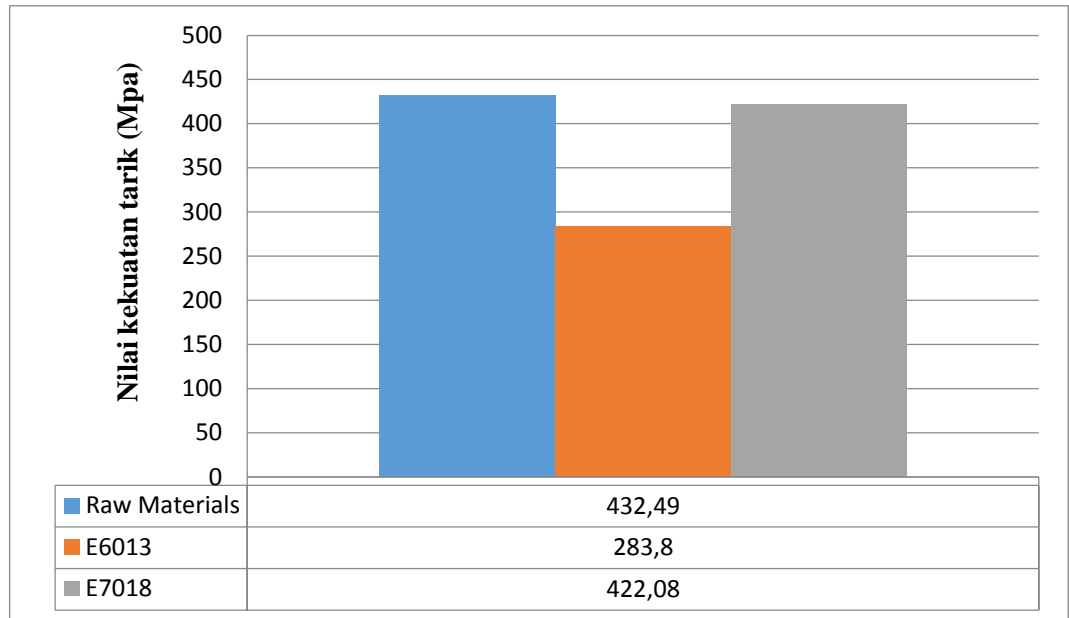
Pengujian dengan menggunakan mesin *servopulser* pada skala beban 10 ton dan suhu kamar. Spesimen pengujian terdiri dari pengujian tarik untuk

kualitas kekuatan tarik baja paduan rendah SS 400 hasil pengelasan SMAW dengan variasi elektroda E7018 dan E6013.

Tabel 1V.2. hasil uji tarik variasi elektroda elektroda E6013 dan E7018

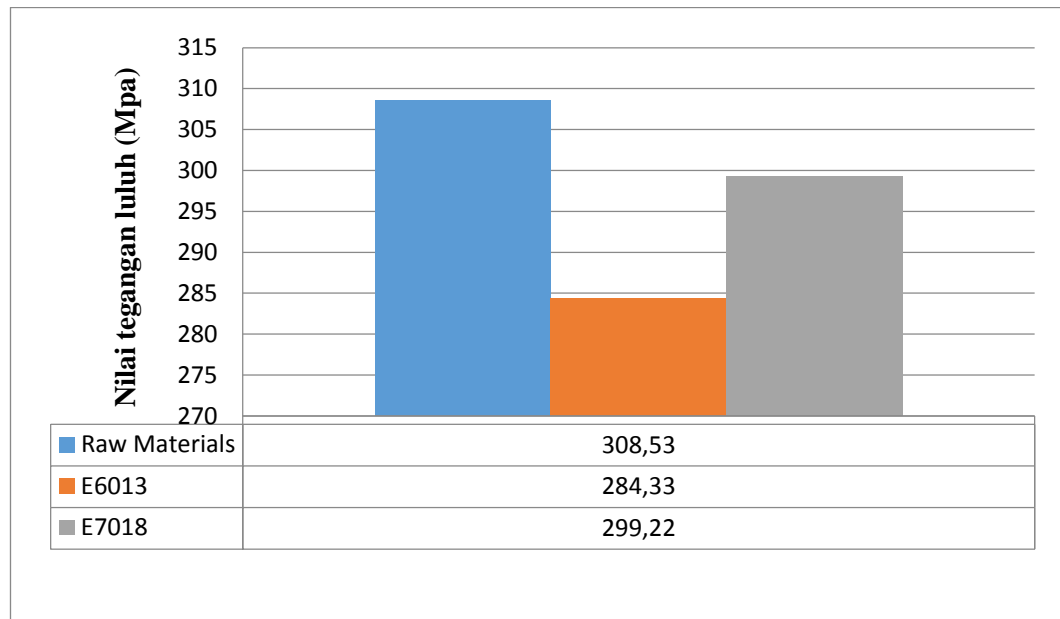
Parameter	Spesimen		
	<i>Raw Materials</i>	<b>E6013</b>	<b>E7018</b>
$\sigma_u$ (MPa)	432,49	338,49	442,43
	-	277,38	379,13
	-	235,53	444,68
<b>Rata-rata</b>	<b>432,49</b>	<b>283,80</b>	<b>422,08</b>
$\sigma_Y$ (Mpa)	308,53	284,33	298,64
	-	-	298,87
	-	-	300,16
<b>Rata-rata</b>	<b>308,53</b>	<b>284,33</b>	<b>299,22</b>
$\epsilon$ (%)	35,6	7,3	24,7
	-	4,0	8,6
	-	3,3	28,6
<b>Rata-rata</b>	<b>35,6</b>	<b>4,8</b>	<b>20,6</b>

Data dari tabel IV.2. pengujian tarik selanjutnya akan dimasukkan kedalam diagram batang seperti dibawah ini:



Gambar IV.5. diagram hasil kekuatan tarik

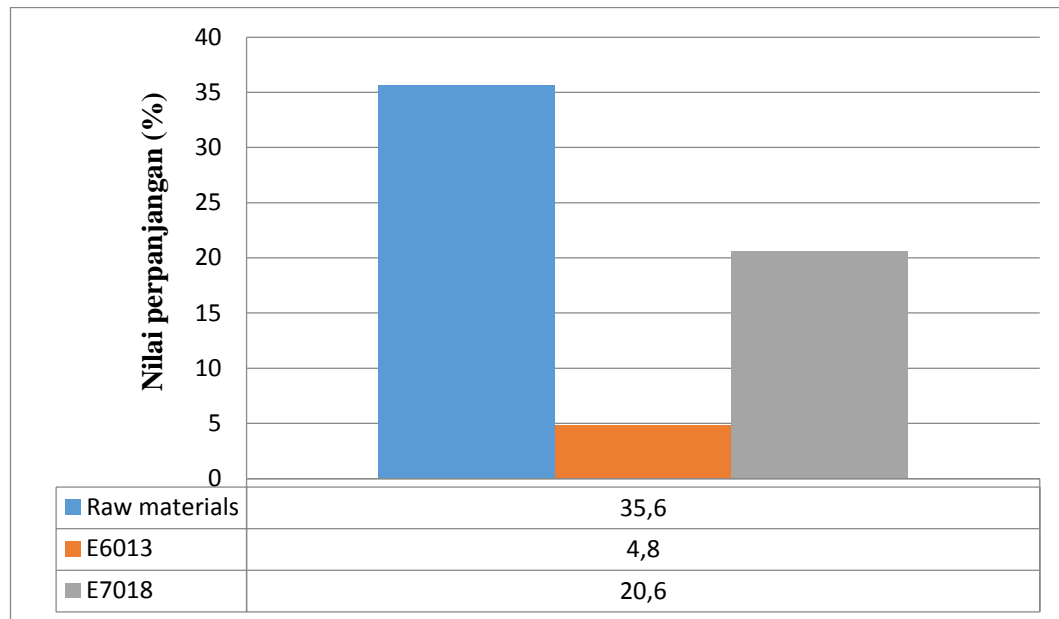
Nilai kekuatan tarik untuk *raw materials* adalah 432,49 MPa. Nilai kekuatan tarik untuk kelompok elektroda E6013 adalah 283,80 MPa, ini berarti mengalami penurunan sebesar 148,69 MPa dari *raw materials*. Nilai kekuatan tarik untuk kelompok elektroda E7018 adalah 422,08 MPa, hal ini juga mengalami penurunan sebesar 10,41 MPa dari kelompok *raw materials* dan mengalami kenaikan sebesar 138,28 MPa dari kelompok elektroda E6013.



Gambar IV.6. diagram untuk tegangan luluh

Data dari gambar IV.6. menunjukkan nilai tegangan luluh untuk *raw materials* adalah 308,53 MPa. Nilai tegangan luluh untuk kelompok elektroda E6013 adalah 284,33 MPa, ini berarti mengalami penurunan sebesar 24,20 MPa dari *raw materials*. Nilai tegangan luluh untuk kelompok elektroda E7018 adalah 299,22 MPa, hal ini juga mengalami penurunan sebesar 9,31 MPa dari kelompok *raw materials* dan mengalami kenaikan sebesar 14,89 MPa dari kelompok elektroda E6013.





Gambar IV.7. diagram perpanjangan

Data dari gambar IV.7. menunjukkan nilai perpanjangan untuk *raw materials* adalah 35,6 %. Nilai perpanjangan untuk kelompok elektroda E6013 adalah 4,8 %, ini berarti mengalami penurunan sebesar 30,8 % dari *raw materials*. Nilai perpanjangan untuk kelompok elektroda E7018 adalah 20,6 %, hal ini juga mengalami penurunan sebesar 15 % dari kelompok *raw materials* dan mengalami kenaikan sebesar 15,8 % dari kelompok elektroda E6013.

## IV.2. Pembahasan

Data dari hasil penelitian diketahui ada perbedaan kekerasan dan kekuatan tarik dari kelompok *raw materials* dan kelompok yang dikenai proses pengelasan dengan variasi elektroda, yaitu E6013 dan E7018.

Data dari hasil pengujian kelompok variasi elektroda E6013 mempunyai ketangguhan paling kecil dibandingkan dengan kelompok variasi elektroda E7018 dan *raw materials*. Ini terbukti data yang di peroleh dari uji tarik dan kekerasan

bahwa kelompok variasi elektroda E6013 mempunyai nilai ketangguhan paling kecil.

Pengujian yang pertama adalah pengujian tarik untuk kelompok elektroda E6013 nilai kekuatan tarik, tegangan luluh dan reduksi penampang untuk kualitas baja paduan rendah SS 400 mempunyai nilai yang paling kecil diantara kelompok elektroda E7018 dan *raw material*. Hal ini disebabkan beberapa faktor salah satu penyebabnya adalah karena jenis elektroda E6013 mempunyai kekuatan tarik yang lebih rendah dibandingkan dengan elektroda E7018, hal tersebut bisa dilihat dari dua digit kode angka pertama yaitu 60 yang berarti kekuatannya sebesar 60000 psi dibandingkan dengan elektroda E7018 yang dimana kode angka dua digit pertamanya adalah 70 yang berarti kekuatannya adalah 70000 psi.

Selain karena kekuatannya yang berbeda antara elektroda E6013 dan E7018 hal yang mempengaruhi kenapa nilai kekuatan tarik elektroda E6013 lebih rendah dibandingkan dengan E7018 adalah terletak pada selaput elektroda tersebut untuk elektroda E7018, selaput elektroda jenis ini adalah serbuk besi mengandung *hydrogen* yang rendah kurang dari 5%, sehingga deposit las dapat bebas dari porositas. Sehingga ketika saat proses pengelasan cairan logam akan lebih mudah terlihat maka dari itu tingkat porositas akan lebih berkurang.

Jika dibandingkan dengan jenis elektroda E6013 berselaput *rutil* sehingga proses menembusnya sedang, antara *fluks* dengan cairan logam akan susah untuk dilihat maka dari itu tingkat porositas akan lebih tinggi, jadi kemungkinan untuk terak terperangkap dalam logam las akan lebih tinggi.

Pengujian yang kedua adalah uji kekerasan, pada daerah logam las spesimen variasi elektroda E7018 terjadi nilai kekerasan yang tinggi dibandingkan dengan yang lainnya, hal ini disebabkan kandungan dalam elektroda E7018 adalah *low hydrogen* sehingga mempengaruhi proses pendinginan logam las, karena elektroda E7018 mempunyai *hydrogen* yang rendah maka proses pendinginan akan lebih cepat sehingga logam las akan menjadi lebih keras.

Beda dengan elektroda E6013 yang kadar *hydrogennya* tidak lebih rendah dari pada elektroda E7018 maka proses pendinginan yang terjadi tidak secepat pada spesimen variasi elektroda E7018, sehingga tingkat kekerasannya lebih rendah jika dibandingkan dengan spesimen elektroda E7018.