

# Pengaruh Kondisi Elektroda Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Baja Karbon Rendah

Yusril Irwan

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional  
Jl. PKH. Mustafa No. 23. Bandung 40124  
Yusril@itenas.ac.id

## ABSTRAK

*Hasil pengelasan yang baik juga ditentukan oleh elektroda yang digunakan dalam proses pengelasan. Untuk itu dalam penelitian ini ditelaah pengaruh jenis dan kondisi elektroda terbungkus terhadap pengelasan SMAW pada baja karbon rendah ST42. Proses penyambungan logam baja karbon rendah ST-42 menggunakan elektroda jenis E7016 dan E7018. Pada kedua jenis elektroda yang digunakan diperlakukan berbagai macam kondisi pada elektroda tersebut, diantaranya kondisi elektroda baru dikeluarkan daribungkusnya, elektroda dilembabkan di udara bebas, elektroda terlebih dahulu dicelupkan ke dalam air dan elektroda terlebih dahulu dipanaskan pada oven pemanas elektroda hingga temperatur 150°C. Setelah itu dilakukan analisa terhadap cacat dari hasil pengelasan dan analisa terhadap kekerasan, kekuatan tarik serta harga impak dari hasil pengelasan tersebut. Dari hasil pengujian mekanik terdapat perbedaan diantara kondisi elektroda tersebut dan dapat direkomendasikan bahwa elektroda yang di panaskan terlebih dahulu memiliki ketangguhan dan sifat mampu las yang lebih baik.*

*Kata kunci :Pegelasan, Kondisi Elektroda, Sifat Mekanik*

## PENDAHULUAN

Supaya mendapatkan hasil pengelasan yang baik, kuat dan aman maka perlu diperhitungkan beberapa persiapan diantaranya, material yang akan dilas, jenis elektroda, jenis proses pengelasan hingga analisa hasil pengelasan harus dilaksanakan dengan baik tanpa cacat yang terjadi.

Salah satu penyebab terjadinya cacat hasil pengelasan disebabkan oleh jenis dan kondisi elektroda yang digunakan pada proses pengelasan. Elektroda juga mempengaruhi ketangguhan, kekerasan dan kekuatan tarik dari hasil pengelasan tersebut.

Penggunaan elektroda yang baik dan sesuai, sangat mempengaruhi hasil lasan atau sifat mampu las (weld ability) dalam penyambungan logam. Selain memilih logam elektroda yang sesuai dengan logam induk, dimensi dan jenis sambungan yang akan di las, juga perlu di pertimbangkan kondisi dari fluk elektroda yang di gunakan.

Elektroda las sebaiknya selalu dalam kondisi siap pakai dan kering atau berada di lingkungan yang bebas dari kelembaban. Untuk menjaga agar elektroda yang akan digunakan selalu berada dalam keadaan kering. Untuk itu sebaiknya elektroda disimpan di tempat kering seperti oven.

Dalam keadaan kering, elektroda tersebut hanya memiliki kadar hidrogen yang rendah. Kadar hidrogen yang berlebih atau elektroda dalam keadaan lembab akan menurunkan sifat mampu las suatu logam dan juga akan mengakibatkan terjadinya keretakan (cacat), dan kerapuhan (getas) pada hasil pengelasan.

Tujuan dari penelitian ini adalah melihat pengaruh berbagai macam kondisi elektroda yang biasa terjadi terhadap hasil pengelasan, terutama dari sifat mampu las dan sifat sifat mekanik hasil pengelasan.

## Elektroda Las

Fungsi elektroda adalah sebagai pembangkit busur (*Arc*) dan sebagai bahan tambahan (*filler metal*). Elektroda yang digunakan dalam proses pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)

memiliki banyak perbedaan baik komposisi kawat las maupun jenis fluksnya. Diameter standar elektroda (diameter kawat las) bervariasi mulai dari 1,6 mm sampai 8 mm, sedangkan panjangnya mulai 230 mm hingga 455 mm. Elektroda las terdiri dari Kawat inti logam (core wire) dan Coating (pembungkus) atau di sebut dengan fluk. Komposisi kimia yang terdapat pada fuks cukup berpengaruh terhadap sifat mekanik dari logam las.

Dalam proses pengelasan, fluk akan terbakar membentuk gas yang berfungsi sebagai pelindung dari pengaruh atmosfer, penstabil busur dan membentuk terak cair kemudian membeku dan melindungi logam las yang sedang mengalami proses pembekuan.

Fluks yang dibuat menyelimuti kawat las memiliki beberapa fungsi, diantaranya :

- Penghasil gas ( $\text{CO}_2$ ) yang berasal dari pembakaran fluks, yang berfungsi melindungi busur listrik dan kubangan logam las dari lingkungan atmosfer.
- Deoxidizer (mengikat gas  $\text{O}_2$  yang ikut terlarut dalam cairan logam).
- Pembentuk terak/slag, yang melindungi logam las beku dari oksidasi dan membantu membentuk manik las.
- Unsur-unsur paduan, yang memberikan perbaikan sifat mekanik logam yaitu tegangan luluh, tegangan tarik dan kekerasan.
- Unsur-unsur pembentuk ion-ion, yang membuat busur listrik lebih stabil dan mampu beroperasi dengan penggunaan arus AC.
- Meningkatkan produktifitas pengelasan (misalnya pada fluks yang mengandung serbuk besi).

Bahan-bahan yang digunakan pada fluk dapat digolongkan sebagai:

- Bahan pemantap busur
- Bahan pembentuk terak
- Bahan penghasil gas deoksidator
- Bahan pemantap busur paduan dan sebagai bahan pengikat.

### **Pengaruh Kebasahan dan Kandungan Hidrogen ( $\text{H}_2$ )**

Elektroda adalah komponen yang sangat penting dalam menghasilkan kualitas pengelasan yang baik. Jenis dan kondisi kelembaban elektroda sangat mempengaruhi hasil pengelasan. Elektroda yang tidak disimpan dengan baik dapat bereaksi dengan uap air yang berada di udara sehingga menyebabkan bertambahnya kadar hidrogen ( $\text{H}_2$ ) yang terkandung pada elektroda tersebut. Kadar hidrogen yang berlebihan pada elektroda dapat mengurangi ketangguhan dan menurunkan kekuatan tarik.

Apabila elektroda mengandung hidrogen ( $\text{H}_2$ ) yang berlebih akan merugikan hasil pengelasan, yaitu dapat menimbulkan cacat pada logam yang telah di las. Kelembaban (humidity) lebih besar dari 50% pada temperatur kamar dan akan mengakibatkan retak dingin pada hasil las.

Penyimpanan elektroda las untuk mendapatkan kualitas hasil pengelasan yang baik adalah dengan memperhatikan hal-hal berikut ini :

- Penyimpanan elektroda harus ditempat yang kering, terutama untuk low hydrogen basic electrode.
- Pengepakan dari pabrik sebagai proteksi untuk pengaruh humidity harus baik.
- Elektroda yang mempunyai humidity > 50% diharuskan disimpan di oven (sesuai rekomendasi dari pabrik).
- Ruang penyimpanan elektroda basic harus dikontrol dengan tingkat kelembaban (*humidity*) kurang dari 50%.
- Jika container/pack dibuka, harus digunakan seluruhnya dalam jangka waktu 8 jam. Apabila ada sisa maka harus disimpan di dalam oven.
- Elektroda jenis basic, jika containernya dibuka maka harus disimpan dalam oven bertemperatur  $100^\circ\text{C}$  -  $150^\circ\text{C}$  selama 8 jam untuk *mild steel electrode*.
- Untuk cellulose electrode tidak harus selalu dilakukan proses pemanasan kembali (*rebacking*) karena mempunyai level moisture 3 % - 7 % dan tidak memiliki efek didalam proses pengelasan.

## Proses penelitian

Logam yang di gunakan dalam pengelasan ini adalah baja karbon rendah ST-42. Berbentuk pelat dengan ukuran awal 450mm x 90mm x 10mm. Material dipotong dua pada bagian panjangnya dan dibentuk kampuh dobel V pada bagian yang akan dilas dengan sudut kampuh sebesar 60°. Elektroda E 7016 dan E 7018 dengan diameter 2.6 x 350 mm, telah di kondisikan sesuai dengan kondisi lingkungan yang biasa terjadi pada saat sebelum pengelasan, antara lain :

1. Kondisi elektroda baru dikeluarkan dari bungkusnya
2. Kondisi elektroda dilembabkan di udara bebas
3. Kondisi elektroda dicelupkan ke dalam air
4. Kondisi elektroda dipanaskan pada oven pemanas elektroda hingga temperatur 150°C.

Proses pengelasan menggunakan las busur listrik SMAW dengan arus listrik 120A dan tegangan listrik 21V, polaritas terbalik (reverse polarity atau DC+) dimana elektroda pada kutub positif (+) dan material yang akan dilas pada kutub negatif (-). Posisi pengelasan yang di lakukan adalah posisi pengelasan datar ( bawah tangan).

Setelah proses pengelasan berlangsung, dilakukan proses identifikasi secara visual (kasat mata). Identifikasi visual berdasarkan pada manik las yang menutupi sambungan las dan cacat secara fisik berupa lubang ataupun retak pada sambungan las. Kemudian dilakukan proses pemotongan spesimen. Pemotongan ini bertujuan untuk memisahkan bagian-bagian yang terpakai dan yang tidak terpakai. Spesimen yang telah disambung/dilas dipotong dengan gergaji mesin yang dilengkapi dengan cairan pendingin (*coolant*). Spesimen dipotong menjadi 3 (tiga) bagian dengan masing-masing ukuran 450mmx25mmx10mm untuk spesimen uji tarik dan 55mmx10mmx10mm untuk spesimen uji impak. Bagian yang diambil adalah bagian tengah, sedangkan bagian pinggir atas dan bawah dari hasil pengelasan dibuang. Hal ini dikarenakan pada bagian ujung-ujung tersebut merupakan awal dan akhir dari proses pengelasan sehingga dimungkinkan terjadi busur las yang tidak stabil pada daerah tersebut. Selanjutnya dilakukan proses skrap pada spesimen uji dengan tujuan untuk meratakan hasil lasan sekaligus meratakan permukaan spesimen uji.

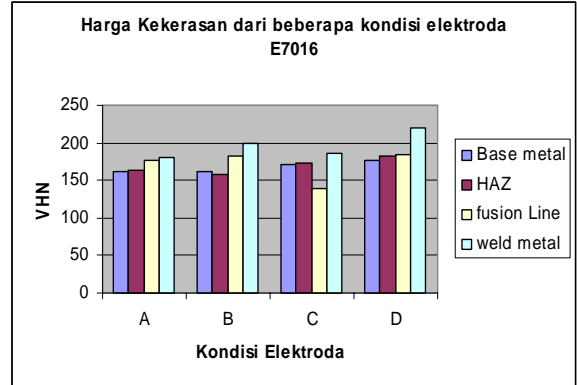
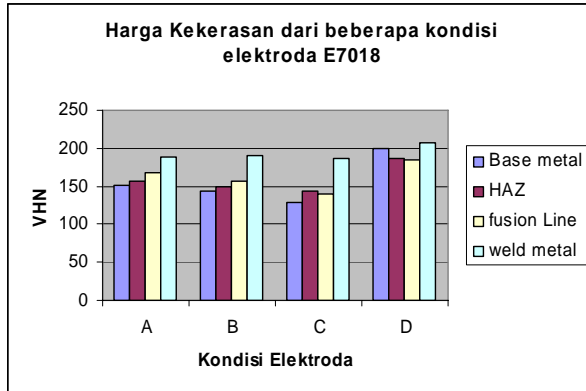
kemudian dilanjutkan dengan pengujian kekerasan, tarik, impak dengan metoda charpy. Selanjutnya diambil suatu analisa dan kesimpulan dari hasil pengelasan tersebut.

## Hasil Penelitian

### Hasil uji keras

Logam induk (*Base Metal*) sebelum dilakukan proses pengelasan memiliki kekerasan awal 177 VHN.

Kondisi Elektroda	HARGA KEKERASAN RATA_RATA (VHN)							
	Elektroda E 7018				Elektroda E 7016			
	Base metal	HAZ	Fusion Line	Weld Metal	Base metal	HAZ	Fusion Line	Weld Metal
A. Elektroda baru dikeluarkan dari bungkusnya	152	157	167	188	161	163	177	181
B. Elektroda setelah di celup ke dalam air	143	150	157	191	162	157	183	199
C. Elektroda yang dilembabkan di udara	128	144	139	187	171	173	139	187
D. Elektroda yang di panaskan pada temperatur 150°C	199	187	185	207	177	183	185	219

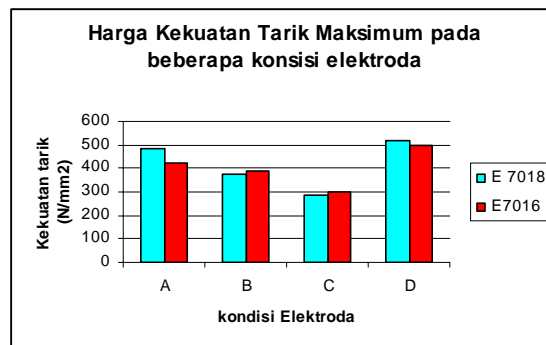


### Hasil Uji Tarik

Kekuatan tarik maksimum base metal sebelum di lakukan pengelasan 431 N/mm<sup>2</sup>

Kekuatan tarik maksimum hasil pengelasan dengan beberapa kondisi elektroda:

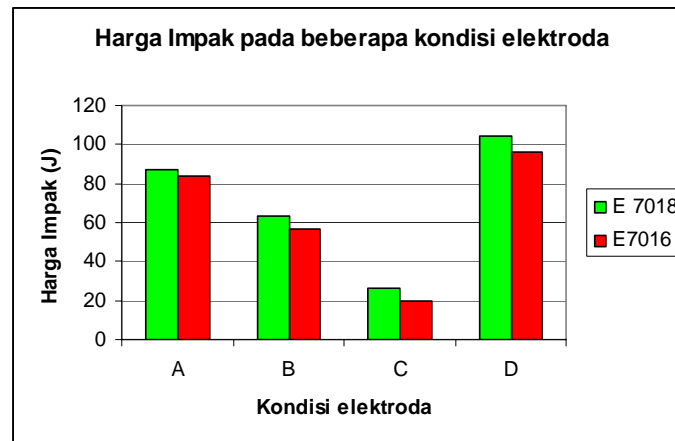
Kondisi Elektroda	Kekuatan tarik maksimum (N/mm <sup>2</sup> )	
	E7018	E7016
A. Kondisi elektroda baru dikeluarkandari bungkusnya	483	422
B. Kondisi elektroda dilembabkan di udara bebas	378	287
C. Kondisi elektroda dicelupkan ke dalam air	287	299
D. Kondisi elektroda dipanaskan pada oven pemanas elektroda hingga temperatur 150°C.	517	499



## Hasil uji impact

Harga impact logam dasar tanpa lasan 123 J. dan setelah di las dengan berbagai kondisi elektroda adalah sebagai berikut :

Kondisi Elektroda	Harga Impact (Joule)	
	E7018	E7016
A. Kondisi elektroda baru dikeluarkan dari bungkusnya	87	84
B. Kondisi elektroda dilembabkan di udara bebas	63	57
C. Kondisi elektroda dicelupkan ke dalam air	26	20
D. Kondisi elektroda dipanaskan pada oven pemanas elektroda hingga temperatur 150°C.	104	96



## Analisis

Dengan menggunakan elektroda yang dipanaskan hingga temperatur 150°C (elektroda E7016 dan elektroda E7018), proses pengelasan lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan pengelasan yang menggunakan elektroda dengan kondisi yang lainnya dan terbentuknya manik las yang paling sempurna yang menutupi semua sambungan las secara kontinyu (tidak terputus-putus) dan tidak terlihatnya cacat fisik berupa lubang/porositas pada sambungan las serta diperoleh hasil lasan yang mengkilap. Hal ini disebabkan oleh kadar hidrogen yang terkandung pada fluks cenderung lebih kecil sehingga dapat menghasilkan busur listrik yang lebih stabil.

Harga kekerasan rata-rata tertinggi terdapat pada daerah logam las (weld metal) yang diperoleh dari hasil pengelasan dengan kondisi elektroda yang sebelumnya dipanaskan terlebih dahulu hingga temperatur 150°C dan harga kekerasan rata-rata logam las dari hasil pengelasan dengan menggunakan elektroda E7016 lebih tinggi dibandingkan harga kekerasan rata-rata logam las dari hasil pengelasan dengan menggunakan elektroda E7018.

Hasil pengelasan dengan menggunakan elektroda E7016 memiliki harga kekuatan tarik rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan elektroda E7018. Harga kekuatan tarik rata-rata tertinggi dari hasil pengelasan dengan menggunakan elektroda E7016 diperoleh pada kondisi elektroda yang dipanaskan.

Patahan yang terjadi akibat pembebanan tarik hampir seluruhnya terletak pada daerah logam induk (bukan daerah logam las).

Harga Impak tertinggi diperoleh dari hasil pengelasan dengan menggunakan elektroda E7016 dengan kondisi elektroda dipanaskan terlebih dahulu hingga temperatur 150°C. Hal ini disebabkan karena kandungan hidrogen yang sangat rendah akan meningkatkan ketangguhan.

### **Kesimpulan**

Proses pengelasan dengan menggunakan dua elektroda pada kondisi yang dipanaskan terlebih dahulu dapat dilakukan dengan lebih mudah serta memiliki harga kekerasan, ketangguhan dan kekuatan lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi elektroda lainnya.

Sebaiknya dalam pengelasan jangan menggunakan elektroda dalam kondisi basah, hal ini dapat dilihat dari hasil uji impak, dimana harga impaknya sangat rendah.

### **Daftar Pustaka**

1. Wiryosumarto, Harsono & Okumura, Toshie. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta :PT PRADNYA PARAMITA.
2. Welding Handbooks Sec. 5. 1985. *Weld Overlay Cladding*. AWS. New York
3. *American Standard Testing of Material (ASTM)*
4. Yusril Irwan, “ *Proses Pengelasan* “ CV. HASBA JAYA Bandung 2009
5. O.P Khanna , *A text Book Welding Technology*, Dhanpat Rai Publications New Delhi 1999