

## **STUDI KEKUATAN TARIK, KEKERASAN, DAN STRUKTUR MAKRO PADA HASIL PENGELASAN SMAW MATERIAL BAJA KARBON RENDAH MENGGUNAKAN E6013 DENGAN PENAMBAHAN KROM**

Setyo Firman Alamsyah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

<sup>\*)</sup>E-mail: [setyofirman47@gmail.com](mailto:setyofirman47@gmail.com)

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan krom pada proses SMAW terhadap kekuatan tarik, nilai kekerasan dan struktur makro sambungan las baja karbon rendah. Proses pengelasan pada penelitian ini menggunakan elektroda E6013 dengan penambahan krom dan pengelasan tanpa penambahan krom untuk membandingkan hasil uji tarik, uji kekerasan dan struktur makro. Setelah proses pengelasan, dilanjutkan dengan pembuatan spesimen uji tarik dengan masing-masing 3 spesimen untuk setiap variasinya, pembuatan spesimen uji keras dan struktur makro. Pada hasil uji tarik, nilai kekuatan tarik antara spesimen dengan penambahan krom dan tanpa penambahan krom (non) tidak terjadi perbedaan yang signifikan, masing-masing nilai rata-rata kekuatannya adalah 38.33 kg/mm<sup>2</sup> dan 38.67 kg/mm<sup>2</sup>. Penambahan krom pada proses SMAW terbukti berpengaruh terhadap nilai kekerasan sambungan las baja karbon rendah. Nilai kekerasan spesimen dengan penambahan krom lebih besar yaitu dengan rata-rata nilai kekerasan sebesar 166.8 VHN pada daerah weld metal dari pada spesimen tanpa penambahan krom (non) dengan nilai rata-rata kekerasannya adalah 150.97 VHN. Pada struktur makro, antara spesimen dengan penambahan krom maupun tanpa penambahan krom (non) tidak terjadi porosity.

Kata kunci: baja karbon rendah, kekerasan, kekuatan tarik, SMAW, struktur makro

### **Study of Tensile Strength, Hardness, and Macro Structure on SMAW Welding Results of Low Carbon Steel Materials Using E6013 with The Addition of Chrom**

**Abstract.** This study aims to determine the effect of adding chromium to the SMAW process on the tensile strength, hardness value and macro structure of low carbon steel welded joints. The welding process in this study used the E6013 electrode with the addition of chrome and welding without the addition of chrome to compare the results of tensile tests, hardness tests and macro structures. After the welding process, continued with the manufacture of tensile test specimens with 3 specimens each for each variation, the manufacture of hard test specimens and macro structures. In the tensile test results, the tensile strength values between specimens with the addition of chromium and without the addition of chromium (non) did not show a significant difference, the average tensile strength values were 38.33 kg/mm<sup>2</sup> and 38.67 kg/mm<sup>2</sup>, respectively. The addition of chrome to the SMAW process has been shown to have an effect on the hardness value of low carbon steel welded joints. The hardness value of the specimen with the addition of chrome is greater with an average hardness value of 166.8 VHN in the weld metal area than the specimen without the addition of chromium (non) with an average hardness value of 150.97 VHN. In the macro structure, between the specimens with the addition of chromium and without the addition of chromium (non) there was no porosity.

Keywords: hardness, low carbon steel, macro structure, SMAW, tensile strength

## **PENDAHULUAN**

Untuk Industri yang menyangkut logam atau baja, khususnya bidang pembangunandengan menggunakan pengelasan dibutuhkan berbagai penelitian agar memperoleh sambungan las yang bermutu tinggi, karena menyangkut keselamatan dan umur pakai. Seiring dengan

pemakaiansambungan las baja yang semakin meningkat, maka teknologi proses yang berkaitan dengan perubahan sifat dan karakteristik memiliki peranan yang tidak kalah pentingnya. Pengelasan adalah teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa logam penambah. Salah satu bahan logam yang sering digunakan untuk pembangunan konstruksi saat ini adalah baja karbon rendah (Santoso, Solichin, & Trihutomo, 2015).

Las listrik merupakan suatu proses penyambungan logam dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas dan elektroda sebagai bahan tambahannya. Pengelasan las listrik menggunakan pesawat las listrik (SMAW = digunakan, karena proses pengelasan dengan cara ini disamping menghasilkan sambungan yang kuat juga mudah untuk digunakan. Elektroda jenis E6013 dapat dipakai dalam semua posisi pengelasan, rigi-rigi yang dihasilkan akan sangat halus maka terak yang ada akan mudah untuk dibersihkan dan busurnya dapat dikendalikan dengan mudah (Putri, 2010).

Salah satu masalah yang sering terjadi dalam penggunaan baja karbon rendah sebagai bahan dasar konstruksi adalah mempunyai sifat mudah mengalami korosi sehingga mudah mengalami patahan (Santoso et al., 2015). Krom memberikan pengaruh besar pada bahan paduan, dalam hal ini pada sambungan las. Krom berguna untuk membentuk lapisan pasif, ini bertujuan untuk mencegah atau melindungi dari pengaruh suhu dan zat-zat kimia yang akan mengakibatkan korosi pada sambungan las (Romli, 2013). Penambahan unsur krom pada proses pengelasan dapat meningkatkan sifat kekerasan sambungan lasan (Binudi & Adjiantoro, 2014).

Berdasarkan paparan di atas, peneliti ingin melakukan penelitian dengan (*Shielded Metal Arc Welding*) banyak menambahkan krom kedalam deposit las dengan harapan akan meningkatkan kekuatan tarik dan kekerasan pada hasil pengelasan.

## METODE PENELITIAN

Dalam kegiatan penelitian ini, metode penelitian digunakan sebagai pertanggung jawaban hasil penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen. Metode eksperimen adalah prosedur penelitian yang dilakukan untuk mengungkapkan sebab akibat antara variabel bebas dan terikat. Metode eksperimen yang dilakukan adalah meneliti pengaruh penambahan krom terhadap kekuatan tarik, nilai kekerasan serta struktur makro sambungan baja karbon rendah yang didapat dari uji tarik, uji keras dan foto struktur makro.

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan April sampai dengan Desember 2019, tempat yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Proses pengelasan, pembuatan kampuh, pembuatan spesimen uji tarik, uji kekerasan dan foto struktur makro dilakukan di Laboratorium Produksi Rumpun Teknik Mesin, Fakultas Teknik - Universitas Negeri Jakarta.
2. Pengujian Kekuatan Tarik dilakukan di Laboratorium Uji Departemen Teknik Metalurgi & Material Universitas Indonesia.
3. Pengujian Kekerasan dan foto struktur makro dilakukan di Laboratorium Material Rumpun Teknik Mesin, Fakultas Teknik - Universitas Negeri Jakarta.

### Alur Penelitian

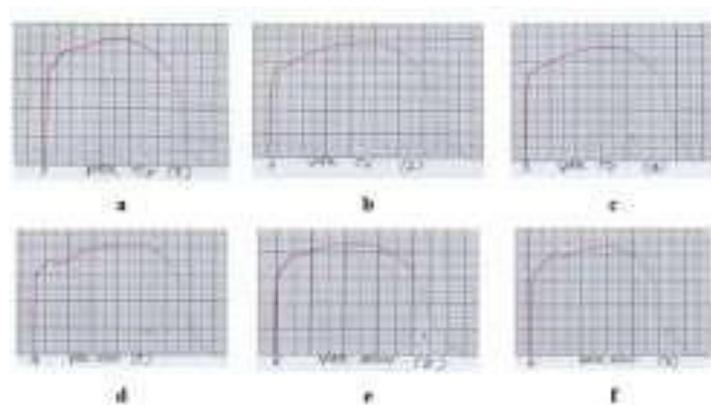
Penjelasan mengenai prosedur penelitian dijelaskan dalam bentuk skema seperti terlihat pada Gambar 1. Uraian prosedur penelitian ini mengikuti rencana pada diagram alir penelitian. Dimana tahapan-tahapan yang harus dilalui mulai dari memilih kampuh sampai proses pengujian.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Tarik



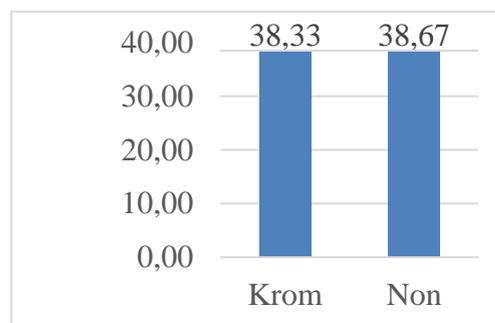
Gambar 2 Kurva *yield strength* dan *Tensile Strength* hasil uji tarik (a) krom 1, (b) krom 2, (c) krom 3, (d) non 1, (e) non 2, (f) non 3

Dari hasil pengujian tarik didapatkan kurva tegangan regangan seperti pada gambar 3.1. Batas elastisitas paling tinggi yaitu pada spesimen (b) krom 2, selanjutnya diikuti oleh spesimen (c) krom 3, spesimen (a) krom 1, dan seluruh spesimen non yang mempunyai batas elastisitas hampir sama. Dengan demikian sambungan las dengan penambahan krom mempunyai nilai elastisitas yang lebih tinggi dari pada sambungan las tanpa penambahan krom. Sehingga bisa disimpulkan bahwa sambungan las dengan penambahan krom lebih susah deformasi dari pada sambungan las tanpa penambahan krom.

Tabel 1 Hasil uji tarik

| NO | Material tambahan | Spesimen | Tensile Strength (kg/mm <sup>2</sup> ) | Rata - rata Tensile strength (kg/mm <sup>2</sup> ) |
|----|-------------------|----------|--|--|
| 1  | Krom              | 1        | 38                                     | 38,33  |
| 2  |                   | 2        | 39                                     |  |
| 3  |                   | 3        | 38                                     |  |
| 4  | Non               | 1        | 36                                     | 38,67  |
| 5  |                   | 2        | 41                                     |  |
| 6  |                   | 3        | 39                                     |  |

Dalam hasil pengujian tarik hasil pengelasan spesimen krom mendapatkan hasil rata-rata *Tensile Strength* dengan nilai sebesar 38.33 Kg/mm<sup>2</sup>. Sedikit lebih kecil jika dibandingkan dengan *Tensile Strength* hasil pengelasan spesimen non dengan nilai sebesar 38.67 Kg/mm<sup>2</sup>. Pada tabel 3.1. nilai rata-rata kekuatan tarik antara spesimen krom dan non tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Perbedaan kekuatan tarik antara spesimen krom dan spesimen non dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 3 Diagram hasil uji tarik

Nilai kekuatan tarik E6013 setelah dilaskan adalah 60000 psi atau 42.2 kg/mm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai kekuatan tarik hasil pengujian spesimen dengan penambahan krom dan tanpa penambahan krom adalah 38.33 Kg/mm<sup>2</sup> dan 38.67 Kg/mm<sup>2</sup>. Nilai kekuatan tarik hasil pengelasan mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena pada pengujian tarik yang telah dilakukan, titik putus yang terjadi pada masing-masing spesimen uji adalah pada daerah *base metal*, maka hal ini menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik yang didapat pada penelitian ini sesungguhnya adalah nilai kekuatan tarik pada *base metal* (38.33 Kg/mm<sup>2</sup> dan 38.67 Kg/mm<sup>2</sup>). Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (yakub yunus & media novri, 2013) putus yang terjadi tidak pada daerah lasan (*weld metal*), karena pada pengujian tarik putus yang terjadi adalah pada daerah yang memiliki nilai kekuatan tarik terendah dari spesimen uji. Dengan demikian bisa disimpulkan bahwa kualitas sambungan lasan bagus.

### Hasil Uji Keras



Gambar 4 Titik yang di uji keras pada spesimen krom

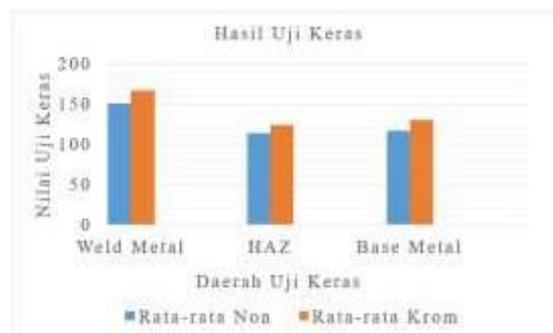


Gambar 5 Titik yang di uji keras pada spesimen non

Tabel 2 Hasil Uji Keras

| No | Daerah Uji Keras | Titik Uji Tarik | Spesimen (HVN) |       | Rata-rata (HVN) |        |
|----|------------------|-----------------|----------------|-------|-----------------|--------|
|    |                  |                 | Non            | Krom  | Non             | Krom   |
| 1  | Weld Metal       | 1               | 149.6          | 167.6 | 150.97          | 166.8  |
|    |                  | 2               | 149.6          | 162.1 |                 |        |
|    |                  | 3               | 153.7          | 170.7 |                 |        |
| 2  | HAZ              | 4               | 112.3          | 120.9 | 113.43          | 123.83 |
|    |                  | 5               | 113.3          | 124   |                 |        |
|    |                  | 6               | 114.7          | 126.6 |                 |        |
| 3  | Base Metal       | 7               | 114.2          | 132.4 | 116.8           | 130.2  |
|    |                  | 8               | 119.4          | 127.3 |                 |        |
|    |                  | 9               | 116.8          | 130.9 |                 |        |

Pada daerah *weld metal*, nilai kekerasan spesimen krom lebih tinggi (166.8 VHN) dari pada nilai kekerasan spesimen non (150.97 VHN). Pada daerah HAZ, nilai kekerasan spesimen krom lebih tinggi (123.83 VHN) dari pada nilai kekerasan spesimen non (113.43 VHN). Pada daerah *base metal*, nilai kekerasanspesimen krom lebih tinggi (130.2 VHN) dari pada nilai kekerasan spesimen non dengan nilai rata-rata kekerasan (116.8 VHN). Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Diagram Hasil Uji Keras

Nilai kekerasan spesimen proses SMAW dengan penambahan krom lebih besar yaitu dengan rata – rata nilai kekerasan sebesar 166.8 HVN pada daerah *weld metal* dari pada spesimen proses SMAW tanpa penambahan krom (non) dengan nilai rata – rata kekerasannya adalah 150.97 HVN. Pada gambar 3.5. daerah yang memiliki nilai rata-rata kekerasan tertinggi pada masing–masing spesimen adalah daerah *weld metal*. Sedangkan daerah yang memiliki nilai rata-rata kekerasan terendah pada masing- masing spesimen adalah pada daerah HAZ. Semua data menunjukkan fluktuasi kekerasan cenderung menurun pada daerah HAZ dibanding *weld metal*, bahkan adayang lebih rendah dari *base metal*. Hal ini terjadi karena pada daerah HAZ terkenadampak panas langsung pada saat proses pengelasan tetapi tidak sampai mencair hingga butir-butir fasa membesar. Butir-butir yang membesar akan mempermudah pergerakan dislokasi dan akhirnya menurunkan kekerasan (Jon Affi & Gunawarman, 2007).

Hasil pengujian kekerasan pada sambungan SMAW pelat baja karbon rendah menggunakan E6013 yang memiliki nilai kekerasan paling tinggi yaitu daerah *weld metal* pada spesimen krom dengannilai rata-rata kekerasan sebesar 166.8VHN. Dalam hal ini penambahan krom pada proses pengelasan mempunyai pengaruh terhadap nilai kekerasan, dengan persentase penambahan kekerasan sebesar 10,5 % .

### Hasil Foto Struktur Makro

Pada uji foto struktur makro ini tujuan utama yang ingin dicapai yaitu mengetahui adanya daerah *weld metal*, daerah HAZ, dan daerah *base metal* pada sambungan material baja karbon rendah masing- masing spesimen. Berikut adalah hasil fotostruktur makro pada masing-masing spesimen dengan menggunakan kamera *handphone*:



Gambar 3.6. Foto Struktur Makro Spesimen Krom



Gambar 3.7. Foto Struktur Makro Spesimen Non

### SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari pengujian pada hasil pengelasan SMAW material baja karbon rendah menggunakan E6013 dengan penambahan krom memiliki kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kekuatan tarik sambungan las dengan penambahan krom cenderung sedikit lebih kecil daripada sambungan las tanpa penambahan krom. Tegangan tarik maksimum dan batas elastisitas

untuk sambungan las dengan penambahan krom lebih tinggi dari pada sambungan las tanpa penambahan krom. Hal ini menunjukkan penambahan krom pada sambungan las mempunyai pengaruh terhadap sifat mekanik sambungan las.

2. Penambahan krom pada proses pengelasan terbukti meningkatkan kekerasan.
3. Pada struktur makro, baik spesimen dengan penambahan krom maupun tanpa penambahan krom tidak terjadi *porosity*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Binudi, R., & Adjiantoro, B. (2014). Pengaruh Unsur Ni, Cr dan Mn Terhadap Sifat Mekanik Baja Kekuatan Tinggi Berbasis Laterit. *Majalah Ilmu Dan Teknologi*, 29(1), 33–40. <https://doi.org/10.14203/metalurgi.v29i1.269>
- Jon Affi & Gunawarman. (2007). *Pengaruh Lapisan Oksida Tambahan Pada Struktur Mikro Lasan Baja Karbon Rendah*. 1(28).
- Putri, F. (2010). *Analisa pengaruh variasi kuat arus dan jarak pengelasan terhadap kekuatan tarik, sambungan las baja karbon rendah dengan elektroda 6013*. 2, 13–25.
- Romli. (2013). Analisis Sifat Mekanis Pengaruh Proses Pengelasan Baja Tahan Karat. *Jurnal Austenit*, 1(5), 21–34.
- Santoso, T. B., Solichin, S., & Trihutomo, P. (2015). Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Las Smaw Dengan Elektroda E7016. *Jurnal Teknik Mesin*, 23(1), 56–64.
- Yakub Yunus & Media Novri. (2013). Sifat Mekanik Mikro Sambungan Las Baja Tahan Karat Aisi 304. *Widya Eksakta*, 1(1).