

ANALISA PENGARUH WAKTU PENAHANAN (*HOLDING TIME*) PADA PROSES *TEMPERING* TERHADAP SIFAT MEKANIS BAJA KARBON MENENGAH HASIL PENGELASAN FCAW (*FLUX CORE ARC WELDING*)

**Rey Joy Toding Padang¹, Nevada. J.M Nanulaita^{2*}, Cley Talkua³, Agustinus O. Lopuhaa⁴,
Faizatur Rohmah⁵⁾**

^{1,2,3,4)} Prodi Teknologi Rekayasa Sistem Mekanikal Migas
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ambon

⁵⁾ Prodi Teknik Mesin Alat Berat, Politeknik Negeri Madura

e-mail: reyjoy027@gmail.com, rionevada@yahoo.co.id, cibaku.41@gmail.com,
lopuhaa@gmail.com , icha@poltera.ac.id

ABSTRACT

FCAW (Flux Core Arc Welding) welding is a type of welding process or joining metal materials that uses a heat source from electrical energy which is converted or converted into heat energy. a roll and uses gas as a protector for the weld metal which melts during the welding process.

The content of medium carbon steel is 0.3%C - 0.6%C. This carbon steel has advantages compared to low carbon steel, medium carbon steel has stronger mechanical properties with a higher level of hardness than low carbon steel. . Before and after welding carbon steel materials, material testing will be carried out. With this test, it is hoped that the hardness and bending strength of the material will be known. The method used is a quantitative method including experimental research. With a plate thickness of 5mm, a variation of the V seam angle with an angle of 45° with a depth of 2.5mm. Using a stickout height of 5mm by varying the holding time, namely 30 minutes, 60 minutes, 90 minutes for FCAW welding

Keywords: Carbon steel, FCAW (*Flux Core Arc Welding*), *Holding Time*, *Hardness Test*, *Bending Test*

ABSTRAK

Pengelasan FCAW (*Flux Core Arc Welding*) Adalah salah satu jenis proses Pengelasan atau penyambungan bahan logam yang menggunakan sumber panas dari energi listrik yang dirubah atau dikonversi menjadi energi panas, pada proses Las FCAW (*Flux Core Arc Welding*) ini menggunakan kawat las yang digulung dalam suatu roll dan menggunakan gas sebagai pelindung logam las yang mencair saat proses pengelasan berlangsung. Kandungan dari baja karbon Menengah sebesar 0,3%C - 0,6%C, Baja karbon ini memiliki kelebihan bila dibandingkan dengan baja karbon rendah, baja karbon menengah memiliki sifat mekanis yang lebih kuat dengan tingkat kekerasan yang lebih tinggi dari pada baja karbon rendah. Sebelum dan sesudah pengelasan material baja karbon akan dilakukan Pengujian bahan. Dengan adanya pengujian tersebut diharapkan bisa diketahui kekuatan kekerasan dan kekuatan bending, dari pada material tersebut. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif termasuk dalam penelitian eksperimen (*experimental research*). Dengan tebal pelat 5mm, variasi sudut kampuh V dengan ukuran sudut 45° berkedalaman 2,5mm. Menggunakan ketinggian stickout 5mm dengan memvariasikan waktu penahanan (*Holding Time*) yaitu 30menit, 60menit, 90menit untuk pengelasan FCAW

Kata Kunci : Baja karbon, FCAW (*Flux Core Arc Welding*, *Holding Time*),, Uji Kekerasan, Uji bending

1. PENDAHULUAN

Industri Migas merupakan salah satu industri yang berperan penting menghasilkan energi dan sumber daya bagi manusia. Karena peranannya yang sangat penting, dibutuhkan juga sumber daya manusia yang kompeten untuk turut berperan dalam setiap proses yang ada di dalam industri tersebut. Dalam industri migas juga terdapat banyak alat dan teknologi yang dipakai untuk membantu memperlancar proses produksi industri tersebut.

Baja karbon Menengah adalah salah satu logam yang banyak dipakai dalam membuat komponen-komponen mesin yang memiliki kekuatan sedang seperti poros dan roda gigi. Karena kandungan karbonnya yang sedang, baja ini memiliki kemudahan untuk dikerjakan dengan menggunakan bermacam-macam peralatan pemrosesan ataupun menggunakan perkakas yang mampu untuk dibentuk sesuai dengan keinginan dan kebutuhan, karena sifat dari baja tersebut yang lunak dan ulet.

Kandungan dari baja karbon Menengah sebesar 0,3%C - 0,6%C, Baja karbon ini memiliki kelebihan bila dibandingkan dengan baja karbon rendah, baja karbon menengah memiliki sifat mekanis yang lebih kuat dengan tingkat kekerasan yang lebih tinggi dari pada baja karbon rendah. Besarnya kandungan karbon yang terdapat dalam besi memungkinkan baja untuk dapat dikeraskan dengan memberikan perlakuan panas (*heat treatment*) yang sesuai, hal ini menyebabkan sehingga Baja karbon menengah mampu dikeraskan dan ditempering, dapat dilas dan mudah dikerjakan pada mesin yang baik (Surdia & Saito, 1985).

Pengelasan FCAW (*Flux Core Arc Welding*) Adalah salah satu jenis proses Pengelasan atau penyambungan bahan logam yang menggunakan sumber panas dari energi listrik yang dirubah atau dikonversi menjadi energi panas, pada proses Las FCAW (*Flux Core Arc Welding*) ini menggunakan kawat las yang digulung dalam suatu roll dan menggunakan gas sebagai pelindung logam las yang mencair saat proses pengelasan berlangsung. Baja yang digunakan adalah baja karbon. Untuk menentukan sifat mekanik kekuatan, Kekerasan, daya tahan dan kekakuan dari material tersebut, akan dilakukan pengujian dengan merusak bahan (*destructive test*) yaitu uji kekerasan, dan uji bending

2. METODOLOGI

Menggunakan material Baja Karbon Menengah dengan masing-masing ukuran specimen sesuai dengan dua pengujian. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data yang diambil selama proses penelitian, dimana jenis data yang disajikan akan berupa data numerik. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif termasuk dalam penelitian eksperimen (*experimental research*).



Gambar 2.1. Material Baja Karbon Menengah

Fabrikasi Material

Pembentukan baja sesuai dengan ukuran spesimen yang telah ditentukan, bentuk specimen benda uji sesuai dengan standar ASTM. Membuat sudut kampuh V 45° dengan kedalaman 2,5mm. Kemudian dilas dengan menggunakan Pengelasan FCAW, ketinggian stick out 5mm, waktu penahanan (*Holding Time*) yaitu 30menit, 60menit, 90menit.



Gambar 2.2. Pembentukan baja sesuai dengan ukuran spesimen



Gambar 2.3. Membuat sudut kampuh V 45° dengan kedalaman 2,5mm



Gambar 2.4. Material yang dilas menggunakan pengelasan FCAW

Pengujian Kekuatan kekerasan

Uji kekerasan merupakan salah satu cara untuk mengetahui kekuatan atau ketahanan suatu bahan. Sedangkan kekerasan itu sendiri ialah salah satu sifat mekanik dari suatu material selain sifat fisik dan teknologik yang dimilikinya. Uji keras merupakan pengujian paling efektif karena dapat dengan mudah mengetahui gambaran sifat mekanik suatu material. Meskipun pengukuran hanya dilakukan pada satu titik atau daerah tertentu. Nilai kekerasan yang ditampilkannya cukup valid untuk menyatakan kekuatan suatu material. Dengan demikian, material dapat dengan mudah digolongkan sebagai material ulet atau getas.

Pengujian Kekuatan bending

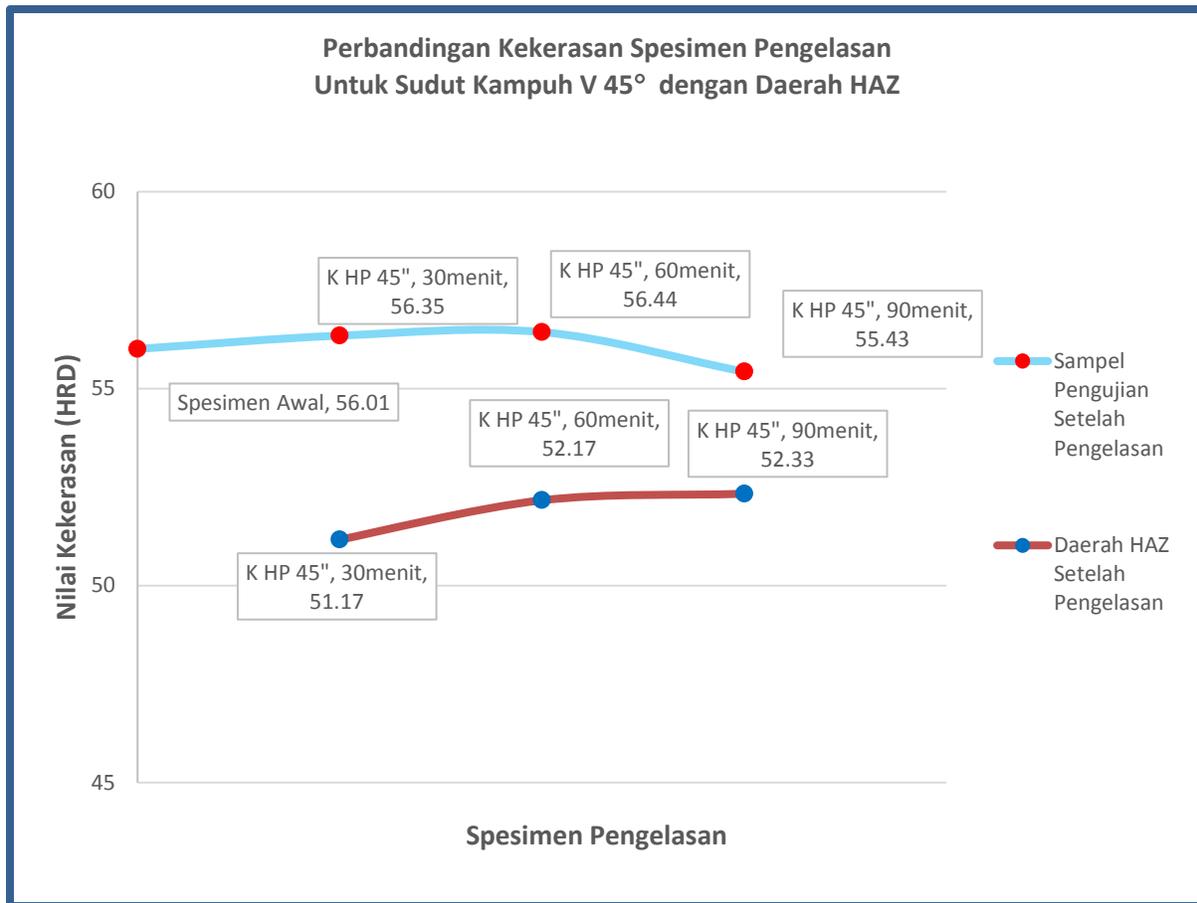
Pengujian Bending (*Bending test*) atau biasa disebut pengujian lentur merupakan pengujian yang mengukur perilaku material yang dikenai pembebanan balok sederhana. Pengujian ini biasanya dilakukan pada bahan yang relatif fleksibel seperti polimer, kayu, dan komposit. Pembebanan pada bahan ini akan menyebabkan benda uji akan mengalami deformasi dengan dua buah gaya yang berlawanan bekerja pada saat yang bersamaan. Bahan yang mengalami perilaku pembebanan akan mengalami perubahan bentuk (deformasi) secara bertahap dari elastis menjadi plastis yang mengakibatkan terjadinya kerusakan (patah)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil dari sesudah proses pengelasan FCAW dengan kampuh V *groove* dengan sudut 45°, pengujian kekerasan, dan proses tempering pada spesimen baja karbon menengah di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon. Material diuji dengan menggunakan Metode Hardness Test Rockwell dimana hasil tersebut digunakan dengan satuan HRD. Hasil uji kekerasan baja karbon menengah hasil pengelasan FCAW dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.1. Hasil Uji kekerasan baja karbon menengah hasil pengelasan FCAW

<i>Spesimen</i>	Rata" Kekerasan	
	Setelah Pengelasan	HAZ
Spesimen Awal	56,01	
K HP 45", 30menit	56,35	51,17
K HP 45", 60menit	56,44	52,17
K HP 45", 90menit	55,43	52,33

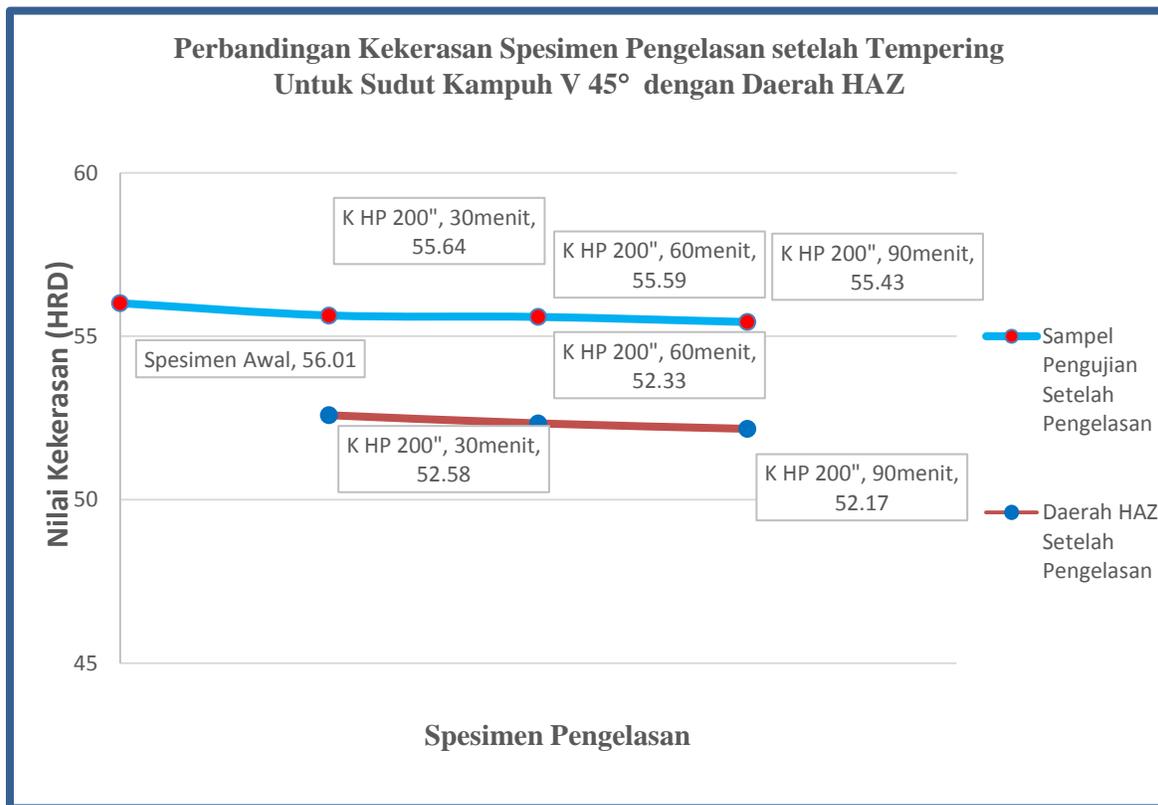


Gambar 4.1 Grafik Hasil Uji kekerasan baja karbon menengah hasil pengelasan FCAW

Berdasarkan dari hasil pengujian ini, diketahui bahwa hasil uji kekerasan setelah pengelasan untuk sudut kampuh V 45° dengan daerah HAZ pada material baja karbon menengah terdapat nilai kekerasan paling tinggi yang terdapat pada daerah las yang memiliki nilai 56,44 HRD.

Tabel 4.2. Hasil Uji kekerasan baja karbon menengah setelah dilakukan proses Tempering

Spesimen	Rata" Kekerasan	
	Setelah Pengelasan	HAZ
Spesimen Awal	56,01	
K HP 200", 30menit	55,64	52,58
K HP 200", 60menit	55,59	52,33
K HP 200", 90menit	55,45	53,17



Gambar 4.2. Grafik Hasil Uji kekerasan baja karbon menengah hasil pengelasan FCAW

Berdasarkan dari hasil pengujian ini, diketahui bahwa hasil uji kekerasan setelah dilakukan proses Tempering untuk sudut kampuh V 45° dengan daerah HAZ pada material baja karbon menengah terdapat nilai kekerasan paling tinggi yang terdapat pada daerah las yang memiliki nilai 55,64 HRD.

Setelah dilakukan pengujian kekerasan pada spesimen baja karbon sebelum perlakuan diperoleh rata-rata kekerasan sebesar 56,01 HRD. Kekerasan spesimen untuk pengelasan diperoleh rata-rata secara berturut-turut sebesar 56,35 HRD , 56,44 HRD, 55,43 HRD. Kekerasan spesimen untuk tempering diperoleh rata-rata untuk spesimen dengan waktu penahanan (*holding time*) 30menit dengan temper 200°C sebesar 55,64 HRD, spesimen dengan waktu penahanan (*holding time*) 60menit dengan temper 200°C sebesar 55,59 HRD, spesimen dengan waktu penahanan (*holding time*) 90menit dengan temper 200°C sebesar 55,45 HRD.

Berdasarkan hasil pengujian ini dapat disimpulkan bahwa Tempering mempengaruhi nilai kekerasan baja karbon menengah yang telah dilakukan pengelasan. Pada saat tempering 200°C dengan waktu penahanan (*holding time*) 30menit, 60menit, 90menit nilai kekerasan mengalami peningkatan. Peningkatan nilai kekerasan ini memiliki dampak dimana semakin tinggi suhu penemperan dan semakin lama didiamkan pada suhu ini (*holding time*), kekerasan akan menjadi lebih rendah, keuletan bertambah dan tegangan berkurang. Pada waktu penemperan warnanya masing-masing berubah menurut suhu (kuning terang hingga kelabu). (Haryadi, G D. 2006).

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh waktu penahanan (*holding time*) pada proses *tempering* terhadap sifat mekanis baja karbon menengah hasil pengelasan FCAW (*Flux Core Arc Welding*), maka hasil dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa suhu tempering dan lama waktu penahanan mempengaruhi kekerasan pada baja karbon menengah hasil pengelasan FCAW. Lamanya waktu (*holding time*) pada proses tempering yang dilakukan pada baja karbon menengah juga akan berpengaruh terhadap kekerasan baja tersebut, dan semakin lama (*holding time*) maka kekerasan baja akan semakin menurun. Sebaliknya jika (*holding time*) semakin singkat maka kekerasan baja akan meningkat (Danny Ekasurya S 2014). Nilai kekerasan dengan waktu penahanan (*holding time*) 30menit dengan temper 200°C sebesar 55,64 HRD lebih tinggi dari pada nilai kekerasan dengan waktu penahanan (*holding time*) 60menit dan 90menit dengan temper 200°C sebesar 55,59 HRD dan 55,45 HRD.

5.2 Saran

Setelah melakukan eksperimen yang dilakukan selama meneliti pengaruh sifat mekanis terhadap baja karbon sedang hasil pengelasan FCAW (*Flux Core Arc Welding*), ditemukan beberapa fenomena yang berhubungan dengan proses tempering dan (*holding time*) baja karbon sedang berdasarkan bentuk, tingkat kekerasan dan keuletan, untuk itu disampaikan beberapa saran bagi peneliti-peneliti yang mendatang sebagai berikut :

1. Perlu melakukan identifikasi karakteristik dari spesimen baja karbon sedang secara fisik dengan menggunakan pengujian Struktur Mikro
2. Disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan populasi sampel yang lebih dari data minimal sampel statistic untuk mendapatkan data yang terukur dalam pengujian mekanis

REFERENSI

- A Ardiansah - Jurnal Teknik Mesin, 2019, Studi hasil proses pengelasan fcaw (flux cored arc welding) pada material st 41 dengan variasi media pendingin terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/29192>
- I Gunawan, H Ginting, P Sinuhaji - no, 2013, Pengaruh Waktu Penahanan Panas (Time Holding) Pada Proses Tempering Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Baja Karbon Menengah <https://www.neliti.com/publications/221276/pengaruh-waktu-penahanan-panas-time-holding-pada-proses-tempering-terhadap-kekua>
- Imam Abu Hanifah, Nevada. J. M. Nanulaitta, Graciadiana. I. Huka, 2023. "Pengaruh Variasi Ketinggian Elektrikal Stik Out Pengelasan Gas Metal Arc Welding (GMAW) Terhadap Sifat Mekanis Pada Pipa Seamless" Journal Mechanical Engineering Vol 1, no.2. pp. 112-123. <https://ejournal-polnam.ac.id/index.php/JME/issue/view/85>
- G. D. Haryadi, "PENGARUH SUHU TEMPERING TERHADAP KEKERASAN, KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA K-460," *ROTASI*, vol. 8, no. 2, pp. 1-8, Mar. 2012. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi/article/view/2386>
- M. Y. Pratama, U. Budiarto, and S. Jokosisworo, "Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik, Tekuk,

- dan Mikrografi Pada Sambungan Las Baja SS 400 Akibat Pengelasan FCAW (Flux-Cored Arc Welding) dengan Variasi Jenis Kampuh dan Posisi Pengelasan," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 7, no. 4, Sep. 2019. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/24216>
- Nevada. J.M Nanulaitta, Eka. R.M.A.P Lilipaly - *Jurnal Teknologi*, 2012, Analisa Sifat Kekerasan Baja St-42 Dengan Pengaruh Besarnya Butiran Media Katalisator (Tulang Sapi (CaCO₃)) Melalui Proses Pengarbonan Padat Pack Carburizing.
https://scholar.google.co.id/citations?view_op=view_citation&hl=id&user=ROCEdWkAAAAJ&citation_for_view=ROCEdWkAAAAJ:zYLM7Y9cAGgC
- Pengetahuan bahan teknik/oleh Tata Surdia, Shinroku Saito. -- Cet. 4 -- Jakarta: Pradnya Paramita, (1999)