

## PENGARUH PENGELASAN DAN MEDIA *QUENCHING* TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN MATERIAL ASTM A 36

Hamdani\*<sup>1</sup>, Jufriadi<sup>2</sup>, Ariefin<sup>3</sup>, Edi Saputra<sup>4</sup>, Mohd. Ghiffari<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe,

24301 Lhokseumawe, Aceh, Indonesia

\*e-mail: hamdani\_jtm@pnl.ac.id

### *Abstract*

*In this study the tensile strength and hardness of ASTM A36 material that weld by SMAW process with variations in cooling media, namely seawater, air, and oil. The highest tensile strength value is 81.16 Kgf/mm<sup>2</sup> with seawater cooling media. The highest hardness value in the base metal area is 93.5 HRC with oil cooling treatment. The highest hardness value in the weld metal on specimens using air cooling treatment is 93.33 HRC. The highest hardness value in the HAZ area is in the specimens using seawater cooling treatment with a value of 90.83 HRC. The Phase change during quenching proses with different media probably affects the mechanical properties of ASTM A36 material.*

**Keywords:** ASTM A36, weld PWHT, quenching media, mechanical properties

## PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan suatu metoda penyambungan logam yang paling utama digunakan dewasa ini. Penggunaan pengelasan mencakup dalam konstruksi bangunan, sistem perpipaan, maupun dalam konstruksi mesin. Keuntungan penggunaan pengelasan dalam penyambungan logam disebabkan karena relatif lebih murah, lebih ringan, menghasilkan logam dengan kekuatan tinggi dan lebih bervariasi bentuk konstruksinya[1].

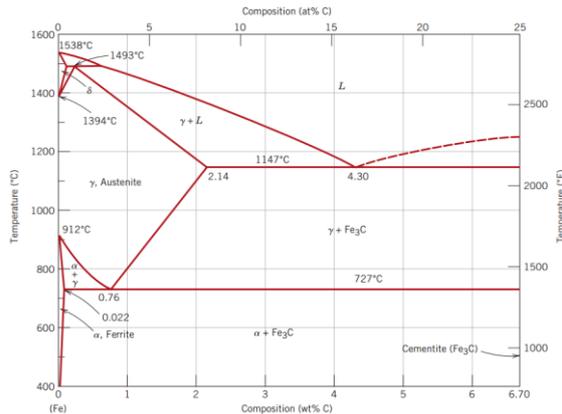
Material ASTM A36 dengan komposisi kimia seperti ditunjukkan dalam Tabel 1, merupakan baja karbon yang banyak digunakan pada berbagai konstruksi seperti pembuatan jembatan. Baja ini termasuk baja karbon rendah dengan kandungan Mn yang relatif tinggi (1,4%). Masukan panas pada proses pengelasan mempengaruhi siklus termal pada daerah sekitar lasan yang menyebabkan terjadinya perubahan metalurgi yang rumit, deformasi dan tegangan termal. Siklus termal adalah proses pemanasan dan pendinginan di daerah lasan [2].

Tabel 1. Komposisi kimia ASTM A36

C (%)	Si (%)	S (%)	P (%)	Mn (%)
0,26	0,3	0,04	0,04	1,4

Salah satu cara untuk mengendalikan laju pendinginan tersebut adalah dengan pendinginan setelah proses perlakuan panas tersebut yaitu *quenching*. Proses tersebut dapat menyebabkan perubahan pada struktur mikro, sehingga dengan demikian terjadi perubahan juga pada sifat mekanik yang dimilikinya oleh bahan tersebut.

Perlakuan panas dengan pendinginan dibagi menjadi dua, yaitu perlakuan panas dengan pendinginan tak menerus, dan perlakuan panas dengan pendinginan menerus. Didalam prakteknya, perlakuan panas dengan pendinginan menerus pada baja dibagi menjadi, yaitu pelunakan (*annealing*), *normalizing*, dan *quenching*. Gambar 1 menjelaskan proses perlakuan panas dan kaitannya dengan temperature (*temperature*), waktu (*time*), dan transformasi (*transformation*) [3].

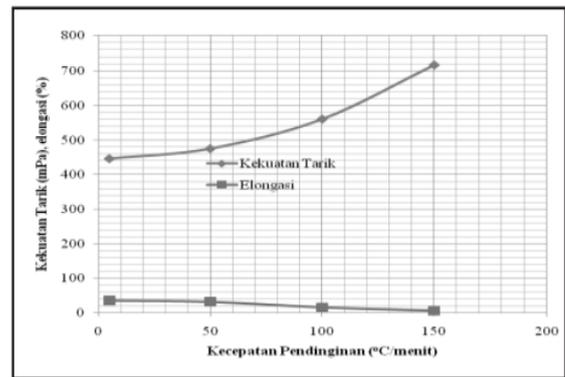


Gambar 1. Diagram TTT Fe-Fe<sub>3</sub>C

Penelitian yang dilakukan tentang struktur mikro dan sifat mekanik plat baja karbon ASTM 36 akibat pengaruh media pendingin telah dilakukan dengan pengerjaan austenisasi, benda uji dipanasi pada suhu 900°C selama 1 jam. Kemudian didinginkan ke dalam media pendingin dengan variasi kecepatan yang berbeda [4].

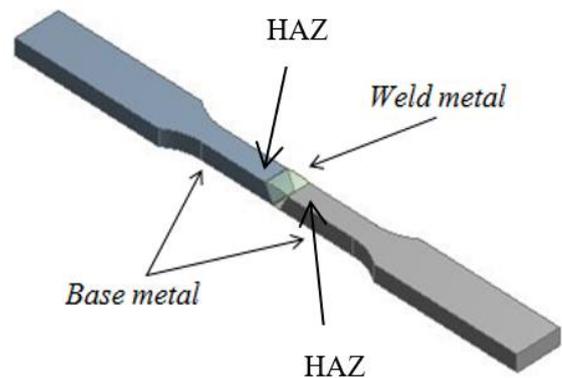
Hasilnya penelitian menunjukkan bahwa sifat mekanik bahan ASTM A36 dalam hal ini kekuatan tarik dan elongasi dipengaruhi oleh kecepatan pendinginan (Gambar 2). Peningkatan kecepatan pendinginan diikuti dengan peningkatan kekuatan dari 445,9 MPa hingga 717,3 MPa. Namun terjadi penurunan elongasi yang sangat rendah yaitu sekitar 6% akibat peningkatan kecepatan pendinginan. Sehingga dari gambar 2 terlihat bahwa terjadi hal yang berlawanan pada grafik hubungan kecepatan pendinginan dan kekuatan tarik.

Media pendinginan air menyebabkan kekuatan tariknya tinggi, karena elongasinya rendah, oleh karena itu baja mempunyai sifat getas.



Gambar 2. Hubungan antara kecepatan pendinginan dan kekuatan tarik, elongasi.

Proses pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) diperlihatkan pada Gambar 3. Dari gambar tersebut terlihat bahwa terjadi distribusi suhu yang tidak merata akibat bagian yang dilas mengalami pemanasan lokal yang berulang dan suhu pemanasan yang berubah-ubah. Sehingga terjadi peregangan termal pada daerah yang menerima pengaruh panas (*Heat Affecting Zone*) yang berulang-ulang tersebut. Hal ini menyebabkan produk-produk pengelasan akan mengalami penurunan kekuatan. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan pengujian kekuatan material hasil pengelasan yang *diquenching* dengan media yang berbeda.

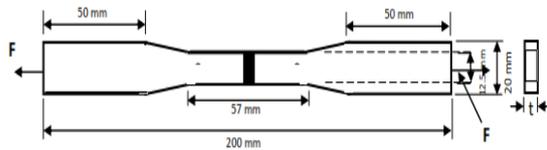


Gambar 3. Proses pengelasan SMAW

## METODE

Material ASTM A36 yang digunakan dalam penelitian ini berdimensi 200 x 20 x 10 mm, mengacu pada specimen uji Tarik Standar ASTM E-8 [5], seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Hasil dari pengelasan akan

dilakukan uji tarik dan pengujian kekerasan. Temperatur *Post Weld Heat Treatment (PWHT)* yaitu 750°C, dengan waktu penahanan (*holding time*) yang digunakan yaitu 120 menit. Media pendinginan (*quenching*) yaitu oli SAE 40, air laut, dan udara bebas.



Gambar 4. Uji Tarik Standar ASTM E-8

Pengujian kekerasan yang dilakukan yaitu dengan Metode Rockwell sesuai dengan ASTM E-18[6], bertujuan menentukan kekerasan material ASTM A36 yang telah mengalami perlakuan panas akibat proses pengelasan. Kekerasan bahan merupakan kemampuan suatu material melawan indentor berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekan pada permukaan material uji.

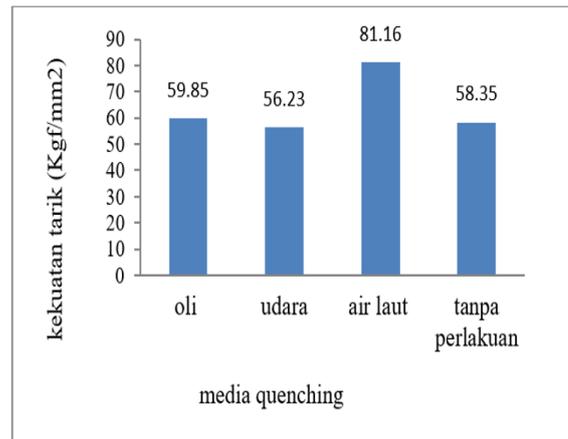
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian tarik Sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 2

Tabel 2. Hasil uji tarik

No.	Media Quenching	$\sigma_u$ (Kgf/mm <sup>2</sup> )
1	Oli	59,85
2	Udara	56,23
3	Air laut	81,16
4	Tanpa perlakuan	58,35

Dari Tabel 2 didapatkan nilai kekuatan tarik bahan tertinggi dengan media pendingin air laut dan terendah dengan pendinginan udara, seperti ditunjukkan Gambar 5. Hal ini dikarenakan air laut yang mengandung banyak unsur garam akan memberi efek terhadap struktur mikro sambungan las sehingga terbentuk fasa pearlite yang kuat.



Gambar 5. Kekuatan tarik bahan

Hasil uji tarik dengan media pendingin oli memberikan kekuatan tarik sebesar 59,85 Kgf/mm<sup>2</sup>. Hal ini disebabkan karena oli merupakan media dengan viskositas yang tinggi sehingga proses pendinginannya lambat. Sementara pendinginan dengan media air laut menghasilkan kenaikan kuat tarik yang sangat tinggi yaitu sebesar 81,16 Kgf/mm<sup>2</sup> yang disebabkan karena terbentuknya struktur mikro pearlite yang bersifat keras.

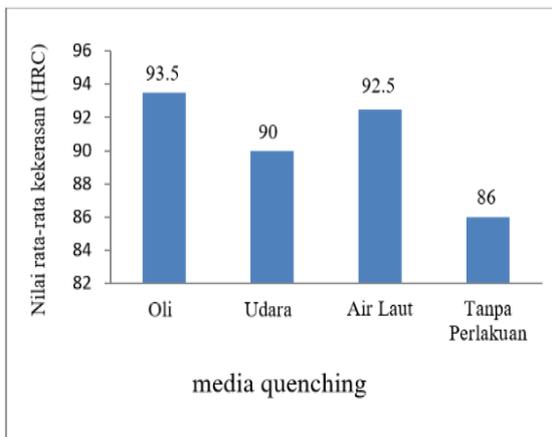
Adapun hasil pengujian kekerasan sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Hasil uji kekerasan

No	Bahan Uji	Lokasi	HRC
1	Oli	Weld	87,50
		HAZ	93,00
		Base	93,50
2	Udara	Weld	86,33
		HAZ	93,33
		Base	90,00
3	Air laut	Weld	90,83
		HAZ	89,67
		Base	92,50
4	Tanpa perlakuan	Weld	84,50
		HAZ	91,30
		Base	86,00

Untuk mendapatkan nilai kekerasan yang baik pada daerah *base metal* maka pemberian media pendingin oli akan menghasilkan nilai kekerasan yang lebih tinggi dari pada yang lain. Hal dikarenakan oli memiliki nilai viskositas yang lebih tinggi dari pada media pendingin yang

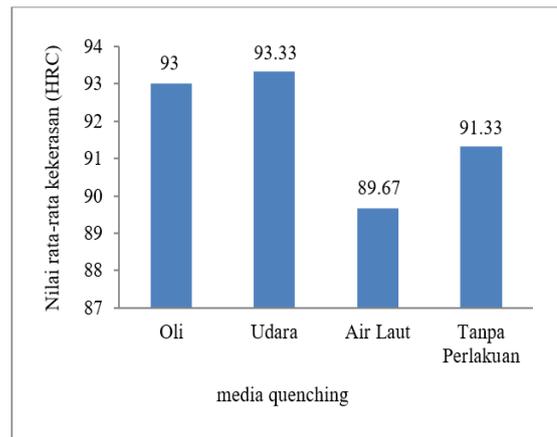
lainnya, sehingga dapat menghambat laju pendinginan. Sedangkan untuk nilai kekerasan terendah yaitu sebesar 90 HRC pada perlakuan udara, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Kekerasan bahan (*base metal*)

Nilai kekerasan tertinggi di daerah *weld metal* pada material ASTM A36 yang menggunakan perlakuan pendinginan udara yaitu sebesar 93,33 HRC. Sedangkan nilai kekerasan terendah yaitu sebesar 89,67 HRC pada perlakuan pendinginan air laut (Gambar 7). Hal ini dikarenakan pendinginan air laut yang menyebabkan fasa austenit terdekomposisi menjadi fasa ferit dan pearlit. Untuk media pendinginan air laut nilai kekerasannya paling rendah, hal ini dikarenakan memiliki masa jenis lebih tinggi dari oli dan proses pendinginannya sangat cepat sehingga mempengaruhi nilai kekerasan di daerah *weld metal*.

Untuk mendapatkan nilai kekerasan yang baik di daerah *weld metal* yaitu menggunakan media pendinginan udara.

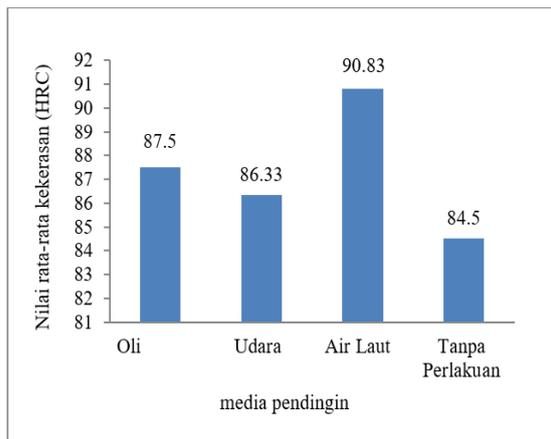


Gambar 7. Kekerasan bahan (*weld metal*)

Nilai kekerasan rata-rata tertinggi pada uji kekerasan di daerah *HAZ* berada pada specimen pendinginan air laut yaitu sebesar 90,83 HRC. Sebenarnya untuk nilai kekerasan di daerah *HAZ* tidaklah terpaut jauh antara specimen satu dengan yang lainnya, dikarenakan daerah *HAZ* merupakan daerah yang terpapar panas secara langsung pada saat pengelasan, jadi untuk pemberian media pendingin yang baik pada daerah *HAZ* yaitu air laut. Hal ini dikarenakan semakin tinggi kadar garam dalam media pendingin air laut maka tingkat kekerasan yang dicapai semakin tinggi. Hal ini disebabkan efek pendinginan cepat dan perubahan fasa yang terbentuk pada proses ini

Daerah *HAZ* merupakan daerah yang terpapar panas secara langsung pada saat pengelasan, jadi untuk pemberian media pendingin yang baik pada daerah *HAZ* yaitu air laut. Hal ini dikarenakan semakin tinggi kadar garam dalam media pendingin air laut maka tingkat kekerasan yang dicapai semakin tinggi.

Beberapa keuntungan menggunakan air garam sebagai media adalah suhunya merata pada air garam, proses pendinginan merata pada semua bagian logam, tidak ada baha yang teroksidasi, karburisasi, atau dekarburisasi pada saat proses pendinginan.



Gambar 8. Kekerasan bahan (HAZ)

## KESIMPULAN

Kekuatan tarik material ASTM A36 yang dilas dengan proses SMAW kemudian di PWHT 750°C dapat ditingkatkan dengan memilih media air laut. Kekerasan pada daerah base metal yang baik akan didapatkan dengan pendinginan oli.. Sedangkan media pendingin air laut akan memberikan kekerasan yang baik pada daerah lasan (*weld metal*) dan daerah HAZ.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hamdani H., *Pengaruh Masukan Panas Proses Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik Baja Aisi 1045 Suatu Kajian Analitis Dan Analisa Numerik*. Jurnal Polimesin, Vol. 17, No. 1, pp. 1-8.
- [2] Arif Marwanto S., 2007. *Shield Metal Arc Welding*. Universitas Negeri Yogyakarta,
- [3] Callister W.D., 2007. *An Introduction: Material Science and Engineering*. John Wiley and Sons Inc,
- [4] Sumiyanto S. and A. Abdunnaser, 2017. *Pengaruh Media Pendingin Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Plat Baja Karbon Astm a-36*. Bina Teknika, Vol. 11, No. 2, pp. 155-170.
- [5] Standard A., 2009. *E8/E8m, 2009. Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*. ASTM International, pp. 1-27.
- [6] ASTM E., *Standard Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials*. 2008, E18-08a.