



# Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan SMAW Plat Baja ST 37 Dengan Pendingin *Liquid*

Dicky Adi Tyagita<sup>1</sup>, Andik Irawan<sup>2</sup>

Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember  
Jl. Mastrip Kotak Pos 164, Sumpalsari Jember

<sup>1</sup>dicky\_adi\_tyagita@polije.ac.id

<sup>2</sup>andik\_irawan@polije.ac.id

## Abstract

Pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang terjadi dalam keadaan lumer atau cair, dengan kata lain pengelasan adalah penyambungan setempat dari dua logam dengan menggunakan energi panas. Energi panas ini dapat rekayasa atau dikondisikan sedemikianrupa untuk membentuk *material properties*. *Material properties* merupakan salah satu acuan dalam bidang teknik material dan manufaktur dalam penentuan kelayakan material hasil pengelasan. Perlakuan pendinginan hasil pengelasan memegang peranan penting dalam terbentuknya struktur dasar material yang akan menentukan *material properties*. Salah satu *material properties* adalah kekuatan tarik. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai kekuatan tarik hasil pengelasan SMAW plat baja ST 37 dengan pendinginan cairan *radiator coolant (RC)* dan oli SAE 10W - 40. Melalui penelitian ini dapat diketahui cairan pendingin mana yang mampu memberikan nilai kekuatan tarik tertinggi. Setelah melakukan pengujian dan pembahasan diketahui bahwa menggunakan cairan oli sebagai pendingin dengan cara mencelupkan hasil lasan hingga dingin memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu sebesar 144,27 kgf/mm<sup>2</sup>.

**Keywords**— Las, Oli, Radiator Coolan, Pendinginan.

## I. PENDAHULUAN

Pendahuluan Teknik pengelasan telah banyak diaplikasikan pada penyambungan logam dengan maksud untuk mendapatkan hasil sambungan yang lebih ringan dan lebih sederhana tetapi memiliki kekuatan yang tidak kalah dengan jenis penyambungan logam lainnya. Kualitas dari hasil pengelasan sangat dipengaruhi oleh persiapan pelaksanaan dan pengerjaan serta proses perlakuan pendinginan terhadap logam yang dilas. Sehingga untuk mendapatkan hasil sambungan pengelasan yang baik dan berkualitas maka perlu memperhatikan sifat-sifat bahan yang akan dilas maupun penelitian tentang perlakuan pendinginan pada logam yang dilas sangat mendukung untuk mendapatkan hasil sambungan las yang berkualitas.

Media pendingin yang lazim digunakan untuk mendinginkan spesimen pada proses pengelasan antara lain oli, air, larutan garam dan gas. Dalam penelitian Ardiansyah [1] tentang variasi pendinginan terhadap hasil pengelasan SMAW plat baja ST 37 menyimpulkan nilai tegangan tarik rata-rata pada spesimen dengan pendinginan udara normal yaitu 32,62 kgf/mm<sup>2</sup>. Nilai tegangan tarik rata-rata untuk spesimen dengan pendingin air selama 1 detik yaitu 3,03 kgf/mm<sup>2</sup>. Terjadi penurunan sebesar 90,71% dari pendinginan udara normal. Sedangkan pendinginan air selama 5 detik memiliki tegangan tarik rata-rata sebesar 23,01 kgf/mm<sup>2</sup>.

Mengalami penurunan tegangan sebesar 29,46% dari pendinginan udara normal. 30,31 kgf/mm<sup>2</sup> adalah nilai tegangan tarik pada pendinginan air penuh. Mengalami penurunan sebesar 7,08% dari nilai tegangan tarik pada pendinginan udara normal. perlakuan pendinginan air 1 detik, 5 detik dan dicelup sampai dingin menyebabkan spesimen menjadi getas, hasil pendinginan udara normal nilai tegangan dan regangannya lebih tinggi terhadap kekuatan tarik menggunakan jenis kampuh las V ganda.

Imbarko [2] pengaruh perlakuan panas pada hasil pengelasan plat baja ST 37 dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa nilai kekuatan tarik pada metal dasar 46,05 kgf/mm<sup>2</sup>. Nilai kekuatan tarik paling terendah 33,13 kgf/mm<sup>2</sup> terjadi pada perlakuan pelunakan yang berarti mengalami penurunan sebesar 28,06 % dari kelompok metal dasar. Sedangkan kekuatan tarik yang paling tinggi terjadi pada perlakuan pengerasan dengan media pendingin Oli Mesran SAE 40 sebesar 49,53 kgf/mm<sup>2</sup> yang berarti mengalami peningkatan kekuatan tarik 7,56 % dari metal dasar. Tipe sambungan butt joint menggunakan las SMAW DC.

Sukamto [3] dalam penelitiannya menyimpulkan dari hasil pengujian tarik diketahui bahwa pada logam induk sebelum pengelasan mempunyai tegangan tarik sebesar 34,63 kgf/mm<sup>2</sup>. Pada benda uji setelah pengelasan menggunakan proses pendinginan air mempunyai tegangan tarik sebesar 20,25 kgf/mm<sup>2</sup>,

regangan 4,58 %. Dengan pendinginan udara mempunyai tegangan tarik 22,75 kgf/mm<sup>2</sup>, regangan 5 %. Dengan pendinginan air laut mempunyai tegangan tarik 27,07 kgf/mm<sup>2</sup>, regangan 9,46 %. Bahan yang digunakan plat baja karbon rendah, bentuk kumpuh V tunggal dengan las TIG (*Tungsten Inert Gas*).

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk tegangan tarik dan kekerasan baja karbon rendah ST 37 dengan harapan penggunaan baja karbon rendah menjadi lebih luas dengan pertimbangan harga masih relatif murah dibandingkan dengan jenis baja karbon lain. Dalam penelitian ini, cairan radiator coolant dipilih karena memiliki kandungan air murni, Etilen glikol dan anti-karat. Sebagai pembanding, media pendingin oli digunakan karena mempunyai sifat dan laju pendinginan yang berbeda, sehingga bila diketahui tingkat perbandingan kekuatan tariknya dan kesesuaiannya terhadap aplikasi dan kegunaannya, maka dapat diambil suatu keputusan untuk menggunakan proses perlakuan pendinginan pada media yang tepat, agar menghemat waktu dan biaya produksi.

Atas dasar itulah maka penulis menitik beratkan pada penelitian Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan SMAW Plat Baja ST 37 Dengan Pendingin *Liquid* sehingga kesimpulan akhir dari hasil yang didapatkan bisa memberikan informasi dan masukan pada masyarakat yang bermanfaat yaitu perlakuan pendinginan terhadap logam yang dilas sehingga memiliki *material properties* yang sesuai harapan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. PENGELASAN

Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) yaitu penyambungan dua buah logam atau lebih menjadi satu dengan jalan pelelehan atau pencairan dengan busur nyala listrik. Jadi las listrik atau las busur listrik merupakan proses penyambungan logam dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber panasnya. Pengelasan dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu las tahanan listrik dan las busur nyala listrik [4].

### B. PENDINGINAN

Dalam proses pendingin media pendingin yang sering digunakan sebagai pendingin yaitu air, air garam, oli dan udara. Semakin cepat logam didinginkan maka akan semakin keras sifat logam itu, karbon yang dihasilkan dari pendinginan cepat lebih banyak dari pendinginan lambat. Dengan alasan media pendingin tersebut digunakan sesuai dengan kemampuannya untuk memperoleh hasil yang diharapkan.

Faktor - faktor yang mempengaruhi laju pendinginan media pendingin.

#### 1. Densitas

Semakin tinggi densitas suatu media pendingin, maka semakin cepat proses pendinginan oleh media pendingin tersebut. Air memiliki densitas tinggi, pendinginan dengan menggunakan air akan memberikan daya pendinginan yang cepat sehingga dapat mengakibatkan spesimen menjadi getas.

#### 2. Viskositas

Viskositas adalah sebuah ukuran penolakan sebuah *fluid* terhadap perubahan bentuk di bawah tekanan shear, Semakin tinggi viskositas suatu media pendingin, maka laju pendinginan semakin lambat, Air memiliki viskositas rendah, sedangkan minyak sayur memiliki viskositas tinggi [5].

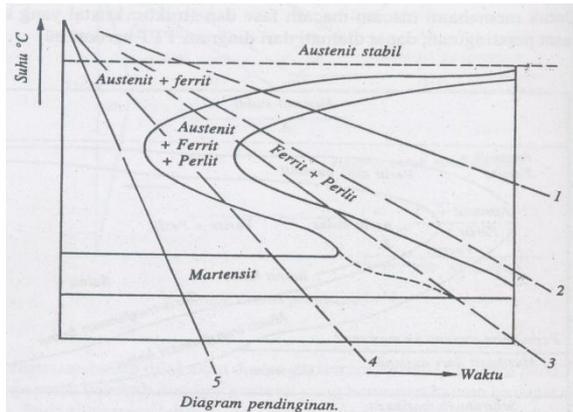
Oli memiliki nilai viskositas atau kekentalan yang tertinggi dibandingkan dengan media pendingin lainnya dan massa jenis yang rendah sehingga laju pendinginannya lambat. Angka di belakang huruf SAE inilah yang menunjukkan tingkat kekentalannya (viskositas). Contohnya, kode SAE 10 menunjukkan oli tersebut mempunyai tingkat kekentalan 10 menurut standar SAE. Semakin tinggi angkanya, semakin kental pelumas tersebut

Kemampuan suatu jenis media dalam mendinginkan spesimen bisa berbeda-beda, perbedaan kemampuan media pendingin di sebabkan oleh temperatur, kekentalan, kadar larutan dan bahan dasar media pendingin. Pelumas adalah minyak yang mempunyai sifat untuk selalu melekat dan menyebar pada permukaan-permukaan yang bergeser, sehingga membuat pengausan dan kenaikan suhu kecil sekali [5].

TABEL I  
Tetapan Fisik Air Pada Temperatur Tertentu

Tetapan fisik	0 <sup>o</sup>	20 <sup>o</sup>	50 <sup>o</sup>	100 <sup>o</sup>
Massa jenis (g/cm <sup>3</sup> )	0.9997	0.99823	0.9981	0.9584
Panas jenis (kal/g.°C)	1.0074	0.9988	0.9985	1.0069
Kalor uap (kal/g)	597.3	586.0	569.0	539.0
Konduktifitas thermal (kal/cm.s.°C)	1.39 × 10 <sup>-3</sup>	1.40 × 10 <sup>-3</sup>	1.52 × 10 <sup>-3</sup>	1.63 × 10 <sup>-3</sup>
Tegangan permukaan (dyne/cm)	75.64	72.75	67.91	58.80
Laju viskositas (g/cm.s)	178.34 × 10 <sup>-4</sup>	100.9 × 10 <sup>-4</sup>	54.9 × 10 <sup>-4</sup>	28.4 × 10 <sup>-4</sup>
Tetapan dielektrik	87.825	80.8	69.725	55.355

Selama proses pemanasan dan pendinginan tersebut, akan terjadi beberapa perubahan ukuran butiran dan struktur mikro. Karena semakin tinggi temperatur austenisasi diberikan pada material yang sama ukuran butir akan semakin besar. Dan dengan harga laju pendinginan yang bervariasi material yang sama akan mempunyai struktur mikro yang berbeda, dapat berupa *fine ferrit-pearlit*, *medium ferrit-pearlit*, *coarse ferrit-pearlit*, *bainit* atupun *martensit*.



Gambar 1. Diagram perlakuan pendinginan.[6]

### C. KEGAGALAN

Suatu material dikatakan gagal jika tegangan yang diizinkan melebihi dari hasil tes/uji. Jika tegangan yang dihitung melebihi tegangan yang diizinkan diasumsikan kegagalan dari material (*material failure*) terjadi.

Kegagalan pada suatu material dapat terjadi dalam berbagai wujud. Misalnya retak, patah, korosi dan lain sebagainya. Penyebab kegagalan juga bermacam-macam seperti misalnya salah desain, kesalahan *maintenance*, cacat material, temperatur, waktu dan lain-lainnya. Dalam bab ini hanya akan dibahas kegagalan material yang diakibatkan oleh kekuatan tarik (*tensile strength*).

**Uji tarik** merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Sesuai dengan **Hukum Hooke** (*Hooke's Law*) hubungan antara beban atau gaya yang diberikan berbanding lurus dengan perubahan panjang bahan tersebut. Ini disebut daerah *linier* atau *linear zone*. Di daerah ini, kurva pertambahan panjang vs beban mengikuti aturan Hooke yaitu rasio tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) adalah konstan.

Aturan Hooke menyatakan:

**Stress adalah beban dibagi luas penampang bahan, atau dengan persamaan:**

$$\sigma = \frac{P_{max}}{A}$$

dimana:

- $\sigma$  = Tegangan mekanis ( $kgf/mm^2$ )
- $P_{max}$  = Gaya tarikan maksimum (N).
- $A$  = Luas penampang ( $mm^2$ ).

**Strain adalah pertambahan panjang dibagi panjang awal bahan, atau dengan persamaan:**

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

dimana:

- $\Delta L$  = Pertambahan panjang (mm).
- $L$  = Panjang awal (mm).
- $\epsilon$  = Regangan dalam (%)

### III. TUJUAN DAN MANFAAT

#### A. TUJUAN

Tujuan dalam penelitian ini adalah: membandingkan nilai kekuatan tarik hasil pengelasan SMAW plat baja ST 37 dengan pendinginan cairan *radiator coolant* (RC) dan oli SAE 10W - 40.

#### B. MANFAAT

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan nilai kekuatan tarik tertinggi dari dua jenis cairan pendingin pada perlakuan pendinginan pada hasil lasan SMAW plat baja ST 37 dengan pendinginan cairan *radiator coolant* (RC) dan oli SAE 10W - 40 dengan lama perlakuan selama 5 detik dan hingga hasil lasan dingin.
2. Peneliti mampu melakukan eksperimen perlakuan pendinginan hasil pengelasan SMAW plat baja ST 37 dengan pendinginan cairan *radiator coolant* (RC) dan oli SAE 10W - 40.
3. Dapat dijadikan sebagai informasi nilai kekuatan tarik hasil pengelasan SMAW plat baja ST 37 dengan pendinginan cairan *radiator coolant* (RC) dan oli SAE 10W - 40 dengan diterbitkannya naskah berupa jurnal Inovasi Politeknik Negeri Jember.

### IV. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu metode yang digunakan untuk menguji material dengan cara uji tarik, namun sebelum dilakukan pengujian tarik material dipotong sesuai dimensi dan dibuat sudut kampuh tertentu dan kemudian dilakukan pengelasan dibagian sudut kampuhnya. Pengujian tarik menggunakan mesin Universal Testing Machine Model TM 113 ES di laboratorium Mesin Otomotif.



Gambar 2. Universal testing machine dan proses pengujian tarik

Bahan yang telah dipersiapkan dipotong dengan panjang 200 mm, dan tebal baja karbon rendah 10 mm, menggunakan gerinda potong. Pembuatan spesimen uji tarik ini sesuai standar JIS Z 2201 1981 sebanyak 12 spesimen.

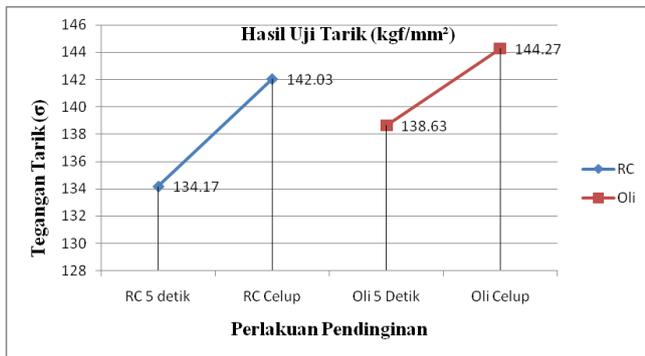
### V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

### A. HASIL PENGUJIAN MATERIAL

Setelah melakukan pengujian pengujian tarik yang dilakukan di Laboratorium Otomotif Politeknik Negeri Jember, maka didapatkan nilai tegangan tarik ( $\sigma$ ) seperti pada Tabel II dan Gambar 4 di bawah ini.

TABEL II  
Hasil Perhitungan Tegangan

Spesimen	Tegangan Tarik ( $kgf/mm^2$ )			
	Perlakuan Pendinginan			
	RC 5 detik	Oli 5 detik	RC celup	Oli celup
1	133,79	139,35	142,73	145,02
2	134,83	138,26	141,64	142,73
3	133,79	138,26	141,64	145,02
Total	402,41	415,87	426,01	432,77
Rata-Rata	134,17	138,63	142,03	144,27



Gambar 3. Grafik tegangan rata-rata hasil uji tarik

Dari grafik di atas terlihat nilai rata-rata tegangan tarik pada perlakuan pendinginan Oli dicelup sampai dingin memiliki nilai tegangan tertinggi yaitu sebesar  $144,27 kgf/mm^2$  mengalami peningkatan  $5,64 kgf/mm^2$  dari perlakuan pendinginan Oli 5 detik yaitu  $138,63 kgf/mm^2$ . Sedangkan Radiator Coolant dicelup sampai dingin memiliki nilai tegangan rata-rata  $142,03 kgf/mm^2$  mengalami peningkatan  $7,86 kgf/mm^2$  dari perlakuan pendinginan RC 5 detik yaitu  $134,17 kgf/mm^2$ . Sementara perlakuan pendinginan Oli dicelup sampai dingin mengalami peningkatan sebesar  $2,24 kgf/mm^2$  dari perlakuan pendinginan RC dicelup sampai dingin yaitu  $142,03 kgf/mm^2$ . Nilai tegangan rata-rata terendah didapat oleh perlakuan pendinginan RC 5 detik yaitu  $134,17 kgf/mm^2$  mengalami penurunan sebesar  $4,46 kgf/mm^2$  dari perlakuan pendinginan Oli 5 detik yaitu  $138,63 kgf/mm^2$ .

### B. Luaran yang Dicapai

Setelah dilakukan kegiatan penelitian diperoleh luaran antara yaitu informasi yaitu informasi nilai kekuatan tarik hasil pengelasan SMAW plat baja ST 37 dengan pendinginan cairan radiator coolant (RC) dan oli SAE 10W – 40 dengan diterbitkannya naskah artikel ilmiah di Jurnal Inovasi.

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

Setelah melakukan pembahasan terhadap data hasil pengujian tarik terhadap plat baja ST 37 dengan perlakuan pendinginan Radiator Coolant (RC) AHM dan Oli SAE 10W - 40 maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Pada hasil pengelasan dengan perlakuan pendinginan Oli dicelup sampai dingin nilai Tegangan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pendinginan RC 5 detik, Oli 5 detik dan RC dicelup sampai dingin;
- Perlakuan pendinginan RC 5 detik, Oli 5 detik dan RC dicelup sampai dingin dapat menyebabkan spesimen menjadi sangat getas;

### B. Saran

Saran dalam penelitian ini adalah:

- Untuk lebih menyempurnakan penelitian ini diperlukan dengan meneliti sifat fisiknya yaitu dengan mengamati struktur mikro dari spesimen uji;
- Perlu dilakukan meneliti terhadap ketahanan dan laju korosinya;
- Sebaiknya menggunakan alat uji tarik yang sudah terkomputerisasi;
- Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai media pendingin air sebagai pembanding sebagaimana sering dilakukan oleh tukang las.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Politeknik Negeri Jember selaku penyalur dana BOPTN sehingga Program Penelitian Dosen Pemula ini dapat terlaksana.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah., (2010). *Pengaruh Variasi Pendinginan Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan SMAW Pada Plat Baja St 37*. Skripsi Universitas Muhammadiyah Jember.
- Imbarko., (2010). *Studi Pengaruh Perlakuan Panas Pada Hasil Pengelasan Baja St 37 Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Bahan*. Universitas Sumatera Utara Medan.
- Sukanto., (2009). *Pengaruh Media Pendingin Terhadap Hasil Pengelasan TIG Pada Baja Karbon Rendah*. Jurnal Volume 11 Nomor 2 Juli.
- Marwanto., (2007). *Shield Metal Arc Welding*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sanusi., (2014). *Pengaruh (Heat Treatment) Terhadap Kekerasan (Hardness) Material Al 6061, dengan Pendingin Air, Oli, Air garam*. Skripsi Universitas Muhammadiyah Jember.
- Anrinal., (2013). *Metallurgi Fisik*. Yogyakarta: CV Andi Offset.