

**PENGARUH PENDINGINAN CAIRAN *RADIATOR COOLANT (RC)* AHM
TERHADAP KEKUATAN TARIK HASIL PENGELASAN SMAW PADA PLAT
BAJA ST 37**

Syarif Faidillah¹, Kosjoko², Andik Irawan³
¹Mahasiswa, ²Dosen Pembimbing I, ³Dosen Pembimbing II
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Jember

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pendinginan cairan *radiator coolant (RC)* AHM dan oli SAE 10W- 40 sebagai pembanding terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan SMAW. Material yang digunakan adalah plat baja ST 37 merupakan baja karbon rendah dengan kadar karbon $\pm 0,12\%$. Penggunaan baja karbon rendah ST 37 dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai bahan pembuatan mur, baut, perkakas dan yang lainnya. Penggunaan baja karbon rendah, diperlukan peningkatan sifat mekaniknya terutama dari segi sifat mekanik (*tegangan tarik dan kekerasan*) tetapi harganya masih relatif murah dibandingkan dengan jenis baja karbon lainnya. Material dibentuk sesuai standar spesimen uji tarik JIS Z 2201 1981 panjang 200 mm dan tebal 10 mm. Material ini menggunakan sudut kampuh V ganda yaitu dengan sudut 60° .

Material dilas menggunakan elektroda las listrik E4313 berdiameter 3,2 mm. Arus yang digunakan dalam proses pengelasan yaitu AC 125 Amper. Proses pendinginan dilakukan dengan tahap, yaitu : pendingin *radiator coolant (RC)* dan oli SAE 10W-40 dicelup masing-masing selama 5 detik, dan pendinginan *radiator coolant (RC)* dan oli SAE 10W-40 dicelup masing-masing sampai dingin. Setiap perlakuan pendinginan dibuat tiga spesimen uji jadi ada 12 spesimen uji.

Dari data hasil pengujian bahwa pendinginan Oli SAE 10W-40 dicelup sampai dingin memiliki nilai rata-rata tegangan, regangan yang tinggi, yaitu rata-rata memiliki tegangan $144,27 \text{ kgf/mm}^2$ dan regangannya $5,19 \%$ kemudian disusul oleh *radiator coolant (RC)* dicelup sampai dingin memiliki tegangan $142,03 \text{ kgf/mm}^2$ dan regangan paling terendah diantara perlakuan pendinginan yang lain yaitu $3,65 \%$. Sedangkan pada perlakuan pendinginan Oli dicelup selama 5 detik memiliki nilai rata-rata tegangan $138,63 \text{ kgf/mm}^2$ dan regangan $5,13 \%$ kemudian disusul oleh *radiator coolant (RC)* dicelup selama 5 detik memiliki tegangan $134,17 \text{ kgf/mm}^2$ dan regangan $4,03 \%$. Pada hasil pengelasan dengan perlakuan pendinginan RC dicelup sampai dingin memiliki nilai rata-rata modulus elastisitas tertinggi yaitu $38,93 \text{ kgf/mm}^2$ dibandingkan dengan pendinginan RC 5 detik $33,33 \text{ kgf/mm}^2$, Oli 5 detik $26,99 \text{ kgf/mm}^2$ dan Oli dicelup sampai dingin $27,83 \text{ kgf/mm}^2$.

Kata kunci: SMAW, St 37, Media pendingin, Kekuatan tarik

**BAB I
PENDAHULUAN**

1.1 Latar belakang

Pengelasan merupakan bagian yang tidak dapat lepas dari pertumbuhan dan peningkatan industri karena peranannya sangat penting didalam reparasi, konstruksi dan produksi logam. Mulai dari peralatan

rumah tangga, dunia otomotif dan konstruksi kesemuanya tidak dapat lepas dari unsur pengelasan.

Teknik pengelasan telah banyak diaplikasikan pada penyambungan logam dengan maksud untuk mendapatkan hasil sambungan yang lebih ringan dan lebih sederhana. Kualitas dari hasil pengelasan sangat dipengaruhi oleh persiapan

pelaksanaan dan pengerjaan serta perlakuan pendinginan terhadap logam yang di las. Sehingga untuk mendapatkan hasil sambungan pengelasan yang baik dan berkualitas maka perlu memperhatikan sifat-sifat bahan yang akan di las maupun penelitian tentang perlakuan pendinginan pada logam yang di las sangat mendukung untuk mendapatkan hasil sambungan las yang berkualitas.

Media pendingin yang lazim digunakan untuk mendinginkan spesimen pada proses pengelasan antara lain oli, air, air laut, larutan garam dll. Penggunaan baja karbon rendah sangat banyak digunakan meskipun terbatas pada cara ini yang tidak membutuhkan tegangan tarik dan kekerasan relatif tinggi, hal tersebut dikarenakan harganya relatif murah dan mudah pembentukannya terutama untuk membuat alat-alat perkakas, alat-alat pertanian, komponen-komponen otomotif, konstruksi, dan alat-alat rumah tangga. Baja karbon rendah biasanya digunakan dalam bentuk pelat, profil, sekrup, ulir dan baut.

Dalam aplikasi pemakaiannya, semua baja akan terkena pengaruh gaya luar berupa tegangan-tegangan gesek, tarik maupun tekan sehingga menimbulkan deformasi atau perubahan bentuk. Usaha menjaga baja agar lebih tahan gesekan, tarikan atau tekanan adalah dengan cara mengeraskan baja tersebut, yaitu salah satunya dengan perlakuan pendinginan. Pada kondisi operasinya, komponen permesinan mempunyai kelemahan yaitu nilai kekerasan yang rendah sehingga mengakibatkan kegagalan dalam proses operasinya. Jenis kegagalan yang sering terjadi adalah keausan, deformasi, sobek dan pecah.

Untuk memperluas penggunaan baja karbon rendah, diperlukan

peningkatan sifat mekaniknya terutama dari segi sifat mekanik (*tegangan tarik dan kekerasan*) tetapi harganya masih relatif murah dibandingkan dengan jenis baja karbon lainnya. Salah satu alternatif untuk perbaikan sifat mekanik baja karbon rendah adalah dengan metode perlakuan pendinginan agar peningkatan tegangan tarik dan kekerasan dapat dicapai.

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mendapatkan metode terbaik dalam peningkatan 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 mengambil judul **Pengaruh Pendinginan Cairan Radiator Coolant (RC) AHM Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan SMAW Pada Plat Baja St 37** sehingga kesimpulan akhir dari hasil yang di dapatkan bisa memberikan informasi dan masukan pada masyarakat yang bermanfaat yaitu perlakuan pendinginan terhadap logam yang di las agar sesuai harapan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah mengetahui kekuatan tarik pada pendinginan cairan *radiator coolant (RC)* AHM dan oli SAE 10W – 40 terhadap pengelasan SMAW pada plat baja ST 37?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik pada pendinginan cairan *radiator coolant (RC)* AHM dan oli SAE 10W - 40 terhadap pengelasan SMAW pada plat baja ST 37.

1.4 Batasan Masalah

1. Material yang digunakan adalah plat baja St 37.
2. Pengelasan yang digunakan adalah pengelasan SMAW dengan elektroda las listrik selaput pelindung jenis terbungkus tipe E4313 standart JIS.
3. Arus listrik yang digunakan dalam proses pengelasan dengan las listrik yaitu AC 125 ampere.
4. Kampuh yang digunakan adalah V ganda dengan kemiringan sudut 60°.
5. Pengujian yang dilakukan adalah *tensile strength* yaitu pengujian tarik.
6. Pengaruh perubahan suhu kamar, kelembaban udara diabaikan.
7. Media pendingin adalah cairan *radiator coolant (RC)* AHM dan oli SAE 10W-40.

1.5 Manfaat Penelitian

Bagi Mahasiswa :

1. Secara khusus memberikan gambaran kepada mahasiswa

pengaruh pendinginan cairan *radiator coolant* terhadap hasil pengelasan SMAW pada plat baja St 37.

2. Untuk dapat mengetahui hasil uji tarik pada proses penyambungan dengan las SMAW dengan pendinginan cairan *radiator coolant (RC)* AHM dan oli SAE 10W - 40.
3. Sebagai referensi untuk perkembangan dan penelitian selanjutnya dilingkup Jurusan Teknik Mesin khususnya Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember.

Bagi Peneliti :

1. Sebagai pembandingan hasil penelitian dengan pendinginan air, udara normal dan perlakuan pendinginan yang sudah ada.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperluas wawasan dan ilmu pengetahuan didalam teknik pengelasan.
3. Untuk mengetahui aplikasi dan prinsip kerja dalam industri.

Bagi Peneliti berikutnya :

1. Sebagai referensi penyusunan penelitian lanjutan.
2. Sebagai pembandingan dengan penelitian yang akan dilakukannya.

Bagi Industri :

1. Sebagai informasi untuk mengetahui pengaruh pendinginan cairan *radiator coolant* terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan.
2. Mengetahui media pendingin yang tepat untuk memperoleh kualitas hasil las yang diharapkan.

3. Mengetahui nilai ekonomis, keamanan dan kualitas bahan suatu produk.
4. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperluas wawasan dan ilmu pengetahuan didalam teknik industri organisasi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengelasan SMAW

Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) yaitu penyambungan dua buah logam atau lebih menjadi satu dengan jalan pelelehan atau pencairan dengan busur nyala listrik. Las busur nyala listrik adalah proses pengelasan yang dilakukan dengan jalan mengubah arus listrik menjadi panas untuk melelehkan atau mencairkan permukaan benda yang akan disambung dengan membangkitkan busur nyala listrik melalui sebuah elektroda.

Jenis elektroda yang dipergunakan akan menentukan hasil pengelasan sehingga sangat penting untuk mengetahui sifat dan jenis dari masing-masing elektroda sebagai dasar pemilihan elektroda yang tepat. Elektroda terbungkus terdiri dari bagian inti dan zat pelindung atau fluks. Selaput yang ada pada elektroda jika terbakar akan menghasilkan CO₂ yang berfungsi untuk melindungi cairan las, busur listrik dan sebagian benda kerja dari udara luar.

Tipe elektroda yang digunakan dalam penelitian ini adalah E4313 menurut Santoso, (2006) Untuk arti masing-masing kode elektroda adalah:

- E : Elektroda las listrik (E4313 diameter 3,2 mm).
- 43 : Tegangan tarik minimum dari hasil pengelasan 43 kg/mm².

- 1 : Posisi pengelasan, dapat digunakan pengelasan semua posisi.
- 3 : Jenis selaput titania dan pengelasan arus AC atau DC

2.2 Pendinginan

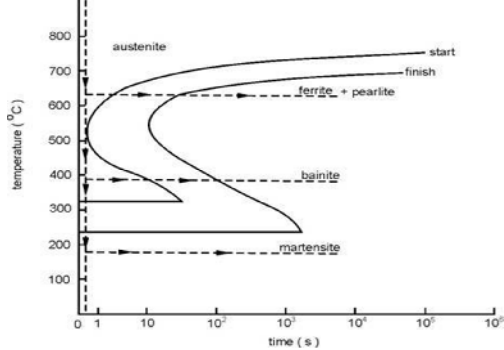
Semakin cepat logam didinginkan maka akan semakin keras sifat logam itu, karbon yang dihasilkan dari pendinginan cepat lebih banyak dari pendinginan lambat. Dengan alasan media pendingin tersebut digunakan sesuai dengan kemampuannya untuk memperoleh hasil yang diharapkan.

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). Semakin tinggi angkanya, semakin kental pelumas tersebut. Penulisan angka viskositas misalnya SAE 10W-40 artinya standar oli nya SAE 10 pada suhu 10°C standar sampai SAE 40 pada suhu 100°C. Angka ini berdasarkan pada angka yang ditentukan oleh *Society Automotive Engineers* (Organisasi Insinyur) di Amerika Serikat.

Radiator coolant (RC) pada setiap jenisnya memiliki karakteristik yang berbeda, demikian juga dengan kelebihan dan kekurangannya masing-masing tergantung pada banyaknya campuran zat yang terkandung di dalamnya, Pada umumnya *radiator coolant* (RC) memiliki kandungan air murni, *Etilen glikol* dan anti-karat. *Etilen glikol* menjadi unsur terpenting di dalamnya. Karena fungsinya digunakan sebagai pendingin. Senyawa ini tak berwarna dan tak berbau serta berasa manis.

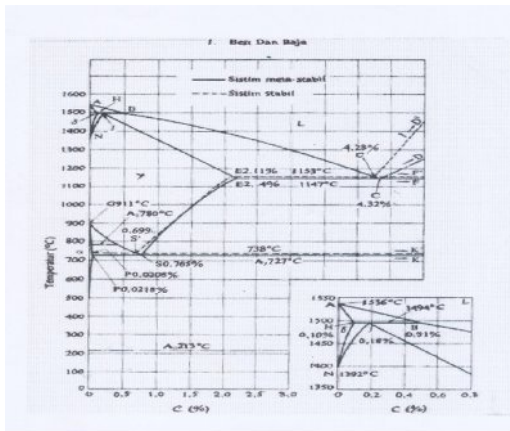
2.3 Perlakuan Pendinginan

Jika suatu baja didinginkan dari suhu yang lebih tinggi dan kemudian ditahan pada suhu yang lebih rendah selama waktu tertentu, maka akan menghasilkan struktur mikro yang berbeda.



Gambar 2.1 Diagram Pendinginan Tak Menerus (Anrinal, 2013)

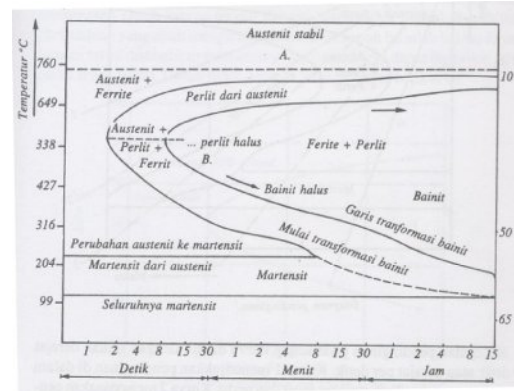
Diagram yang menyatakan hubungan antara *temperature* dimana terjadi perubahan fasa selama pendinginan dan pemanasan dengan kadar karbon tertentu disebut dengan fasa. Diagram fasa ini akan menjadi dasar pemahaman untuk semua operasi perlakuan panas.



Gambar 2.2 Diagram keseimbangan besi-karbon (Anrinal, 2013)

2.4 Time Temperature Transformation

Pada diagram TTT kurva sebelah kiri menunjukkan saat mulai transformasi isothermal dan kurva sebelah kanan menunjukkan saat selesainya transformasi isothermal.



Gambar 2.3 Diagram TTT (Anrinal, 2013)

2.5 Tegangan Sisa

Tegangan sisa adalah tegangan yang bekerja pada bahan setelah semua gaya-gaya luar yang bekerja pada bahan tersebut dihilangkan. Dalam proses pengelasan bagian yang dilas menerima panas pengelasan setempat dan selama proses berjalan suhunya berubah terus sehingga distribusi suhu tidak merata. Karena panas tersebut maka pada bagian yang dilas terjadi pengembangan termal. Sedangkan pada bagian yang dingin tidak berubah sehingga terbentuk penghalangan pengembangan yang mengakibatkan terjadinya peregangan yang rumit. Dan jika tidak dihindari peregangan ini akan menyebabkan terjadinya perubahan bentuk tetap yang disebabkan karena adanya perubahan besaran mekanik. Disamping terjadi perubahan bentuk, dengan sendirinya terjadi regangan maka terjadi juga tegangan yang sifatnya tetap yang disebut dengan tegangan sisa.

2.6 Teori Kegagalan

Suatu material dikatakan gagal jika tegangan yang di izinkan melebihi dari hasil tes/uji. Kegagalan pada suatu material dapat terjadi dalam berbagai wujud. Misalnya retak dan patah. Dalam penelitian ini hanya akan dibahas kegagalan material yang diakibatkan oleh kekuatan tarik (*tensile strength*).

Kekuatan tarik merupakan sifat mekanik logam yang penting. Terutama untuk perencanaan kontruksi maupun pengerjaan logam tersebut. Kekuatan tarik suatu material dapat diketahui dengan menguji tarik pada material yang bersangkutan. Dari hasil pengujian tarik tersebut dapat diketahui pula sifat-sifat yang lain seperti : Tegangan, Regangan dan Modulus Elastisitas.

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.

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

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

dimana:

σ = 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:

ΔL = Pertambahan panjang (mm).

L = Panjang awal (mm).

ϵ = Regangan dalam (%)

Modulus elastisitas atau *modulus Young* (E) dinyatakan sebagai berikut:

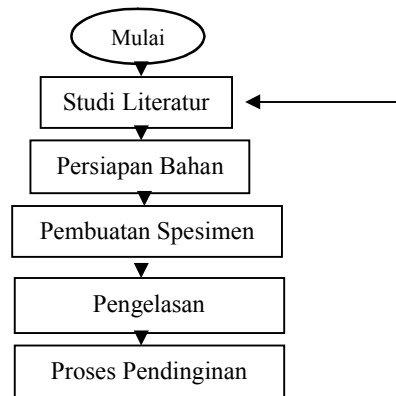
$$E = \sigma/\epsilon \text{ (kgf/mm}^2\text{)}$$

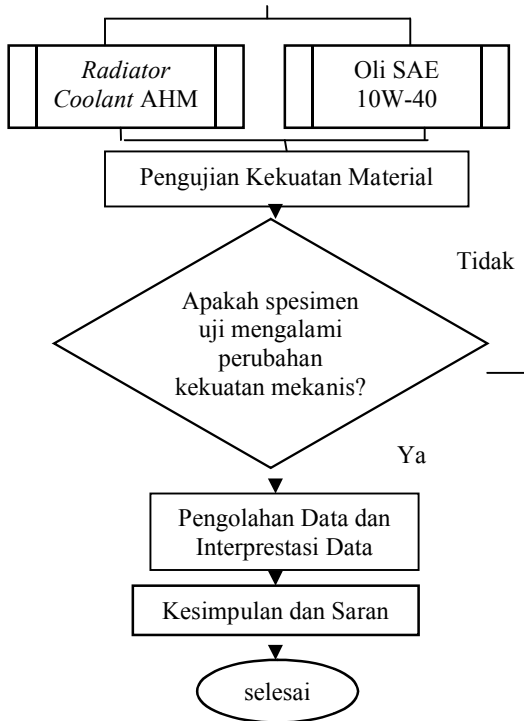
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu penelitian yang dilakukan untuk mengungkapkan hubungan sebab akibat dua variabel atau lebih, dengan mengendalikan pengaruh variabel yang lain. Peneliti mengadakan percobaan untuk mengetahui pengaruh pendinginan cairan radiator coolant (RC) AHM dan Oli SAE 10W-40 terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan SMAW pada plat baja St 37. Dalam penelitian ini

memerlukan langkah-langkah atau tindakan yang tersusun sehingga dapat menjawab hasil yang diteliti. Gambar 3.1 dibawah ini menunjukkan diagram alir penelitian sebagai berikut:





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Persiapan Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

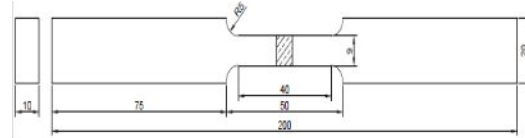
- Plat baja karbon rendah ST 37 dengan kadar karbon $\pm 0,12\%$, untuk bahan uji sesuai aturan standar pengujian tarik JIS Z 2201 1981, tebal 10 mm dengan panjang 200 mm lebar 20 mm.
- Cairan *Radiator Coolant (RC) AHM*. (Baru)
- Oli SAE 10W-40. (Baru)

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- Mesin Uji Tarik (*Universal Testing Mechine*) Model TM 113 ESSO.
- Gergaji besi
- Gerinda
- Kikir
- Mesin sekrup
- Mesin las

- Bejana air
- Jangka sorong
- Jam
- Mistar dan Spidol

3.3 Pembuatan Spesimen Uji Tarik



Gambar 3.2 Spesimen JIS Z 2201 1981

Keterangan:

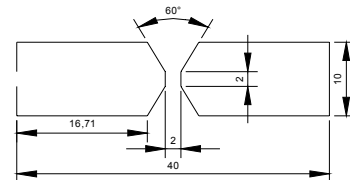
L_0 : Panjang spesimen uji= 200mm

W_0 : Lebar awal= 20 mm.

T : Tebal plat baja = 10 mm.

3.4 Pembuatan Kampuh

Setelah pembuatan spesimen uji tarik selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan pembuatan kampuh V dengan kemiringan sudut 60° .



Gambar 3.2 Kampuh V ganda (Mohammad Nuh; hal 10,12,14 (2013))

3.5 Pengelasan Benda Uji

- Arus listrik yang digunakan AC / 125 amper.
- Jenis elektroda yang digunakan Familiarc RB-26 $\varnothing 3,2$ mm. Klasifikasi JIS E 4313 dan AWS E 6013. Tipe Covering High Titania. Penggunaan untuk (*Mild Steel*).
- Posisi pengelasan 1G yaitu posisi datar.

3.6 Proses Pendinginan Benda Uji

Setelah dilakukan pengelasan pada benda uji, saat suhu benda uji masih panas maka dilakukan perlakuan pendinginan dengan cairan *radiator coolant*, oli SAE 10W- 40 masing-masing dengan tahap sebagai berikut:

- a. Pendinginan dengan cairan *radiator coolant*, oli SAE 10W - 40 selama 5 detik yaitu benda kerja setelah mengalami proses pengelasan di celupkan kedalam cairan *radiator coolant*, oli SAE 10W - 40 masing-masing selama 5 detik.
- b. Pendinginan cairan *radiator coolant*, oli SAE 10W - 40 total

yaitu setelah benda kerja di las maka di celupkan sedalam cairan *radiator coolant*, oli SAE 10W - 40 masing-masing sampai dingin.

3.7 Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilakukan diberbagai instansi yang terkait dengan pembahasan yang penulis ambil antara lain:

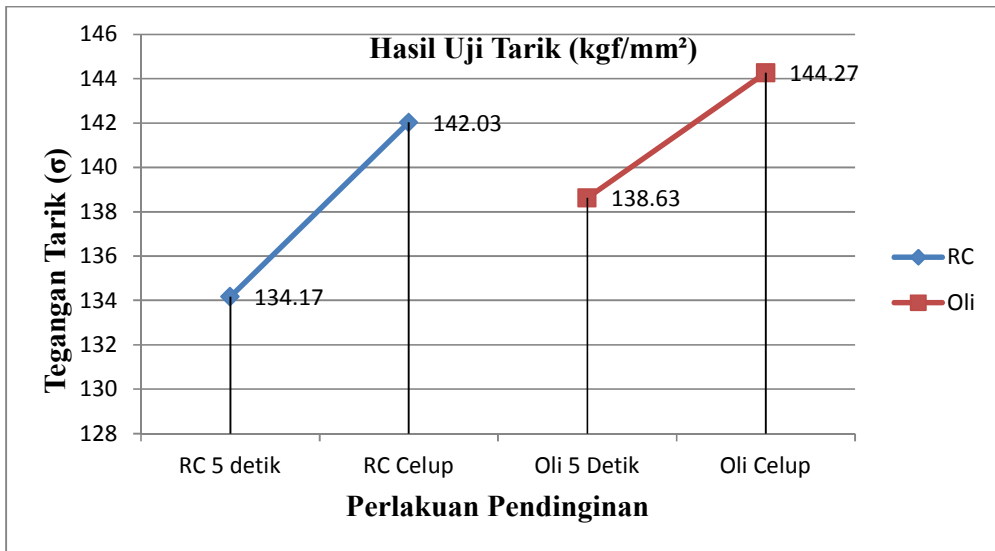
1. Untuk pembentukan spesimen dan pengelasan serta perlakuan pendinginan dilakukan di CV. Budi Daya Motor, Jember.
2. Untuk proses uji tarik spesimen dilakukan di Universitas Muhammadiyah Jember.

BAB IV

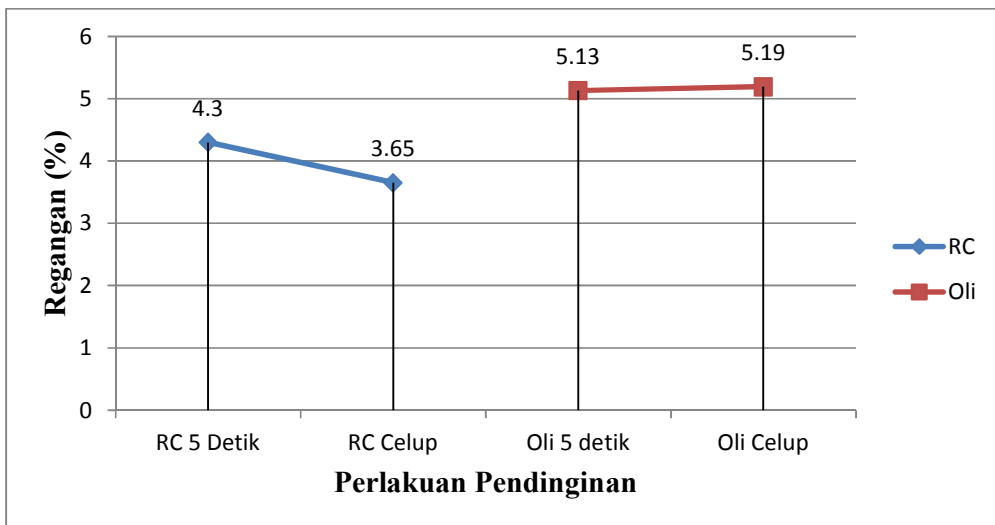
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tabel hasil rata – rata tegangan tarik, regangan dan modulus elastisitas

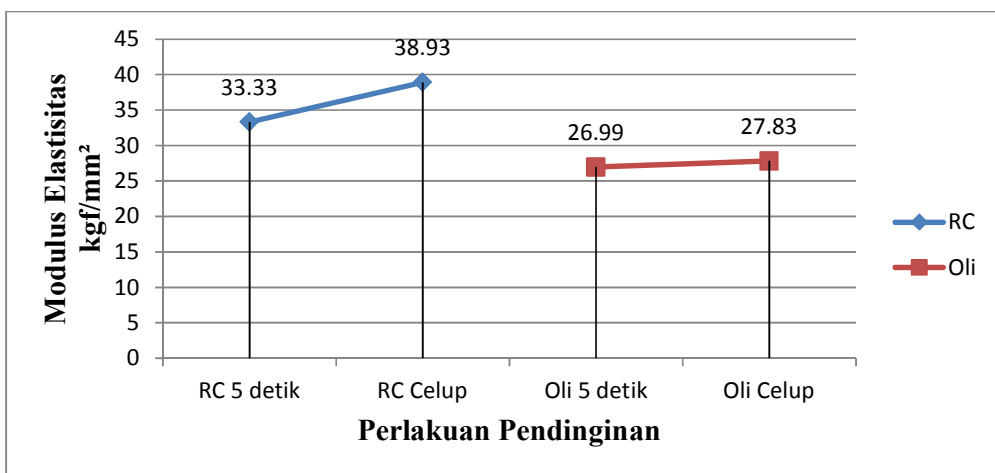
Perlakuan Pendingin	Spesimen	σ (kgf/mm ²)	ϵ (%)	Modulus Elastisitas (kgf/mm ²)	Rata-Rata		
					σ (kgf/mm ²)	ϵ (%)	Modulus Elastisitas (kgf/mm ²)
RC 5 Detik	1	133,79	3,85	34,79	134,17	4,03	33,33
	2	134,83	4,3	31,34			
	3	133,79	3,95	33,86			
Oli 5 detik	1	139,35	5,2	26,77	138,63	5,13	26,99
	2	138,26	5,05	27,38			
	3	138,26	5,15	26,82			
RC Celup Dingin	1	142,73	3,85	37,07	142,03	3,65	38,93
	2	141,64	3,55	39,82			
	3	141,64	3,55	39,82			
Oli Celup Dingin	1	145,02	5,25	27,67	144,27	5,19	27,83
	2	142,73	5,1	27,95			
	3	145,02	5,2	27,82			



Gambar 4.1 Grafik Tegangan Rata – Rata Hasil Uji Tarik



Gambar 4.2 Grafik Regangan Rata-rata Hasil Uji Tarik



Gambar 4.3 Grafik Modulus Elastisitas Rata-rata Hasil Uji Tarik

Dari data hasil pengujian bahwa pendinginan Oli SAE 10W-40 dicelup sampai dingin memiliki nilai rata-rata tegangan, regangan yang tinggi, yaitu rata-rata memiliki tegangan $144,27 \text{ kgf/mm}^2$ dan regangannya $5,19 \%$ kemudian disusul oleh *radiator coolant* (RC) dicelup sampai dingin memiliki tegangan $142,03 \text{ kgf/mm}^2$ dan regangan paling terendah diantara perlakuan pendinginan yang lain yaitu $3,65 \%$. Sedangkan pada perlakuan pendinginan Oli dicelup selama 5 detik memiliki nilai rata-rata tegangan $138,63 \text{ kgf/mm}^2$ dan regangan $5,13 \%$ kemudian disusul oleh *radiator coolant* (RC) dicelup selama 5 detik memiliki tegangan $134,17 \text{ kgf/mm}^2$ dan regangan $4,03 \%$. Pada hasil pengelasan dengan perlakuan pendinginan RC dicelup sampai dingin memiliki nilai rata-rata modulus elastisitas tertinggi yaitu $38,93 \text{ kgf/mm}^2$ dibandingkan dengan pendinginan RC 5 detik $33,33 \text{ kgf/mm}^2$, Oli 5 detik $26,99 \text{ kgf/mm}^2$ dan Oli dicelup sampai dingin $27,83 \text{ kgf/mm}^2$.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari 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 :

1. Pada hasil pengelasan dengan perlakuan pendinginan Oli dicelup sampai dingin nilai Tegangan dan Regangannya lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pendinginan RC 5 detik, Oli 5 detik dan RC dicelup sampai dingin.
2. Pada perlakuan pendinginan RC dicelup sampai dingin spesimen memiliki Regangan paling rendah dikarenakan laju pendinginannya lebih cepat, adanya tegangan sisa yang tinggi sehingga memiliki sifat mudah patah getas.
3. Perlakuan pendinginan RC 5 detik, Oli 5 detik dan RC dicelup sampai dingin dapat menyebabkan spesimen menjadi sangat getas.
4. Pada hasil pengelasan dengan perlakuan pendinginan RC dicelup sampai dingin nilai Modulus Elastisitasnya lebih tinggi dibandingkan dengan pendinginan RC 5 detik, Oli 5 detik dan Oli dicelup sampai dingin.

5.2 Saran

Adapun saran-saran dalam penelitian ini adalah

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

DAFTAR PUSTAKA

- Anrinal., (2013). *Metalurgi Fisik*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Ardiansyah., (2010). *Pengaruh Variasi Pendinginan Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan SMAW Pada Plat Baja St 37*. Skripsi Universitas Muhammadiyah Jember.
- Firmansyah., (2014). *Analisis Efektivitas Laju Pembuangan Panas Fluida Air Dengan Radiator Coolant (RC) Pada Sepeda Motor*. Skripsi Universitas Jember.
- Imbarko., (2010). *Studi Pengaruh Perlakuan Panas Pada Hasil Pengelasan Baja St 37 Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Bahan*. Universitas Sumatera Utara Medan.
- Karuniawan.P., (2007). *Perbedaan Nilai Kekerasan Pada Proses Double Hardening Dengan Media Pendingin Air Dan Oli SAE 20 Pada Baja Karbon Rendah*. Skripsi Universitas Negeri Semarang.
- Kosjoko., (2013). *Buku Panduan Penulisan Penelitian Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin*. Universitas Muhammadiyah jember.
- Marwanto., (2007). *Shield Metal Arc Welding*. Universitas Negeri Yogyakarta
- Nuh.M., (2013). *Teknik Las SMAW*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Pahlevi., (2011). *Gambar Teknik*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Santoso., (2006). *Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Las SMAW*. Skripsi Universitas Negeri Semarang.
- Sanusi., (2014). *Pengaruh (Heat Treatment) Terhadap Kekerasan (Hardness) Material Al 6061, dengan Pendingin Air, Oli, Air garam*. Skripsi Universitas Muhammadiyah Jember.
- Sawitri dan Abdurrakhman., (2013). *Modul Praktikum Tegnologi Mekanik*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November
- Sukamto., (2009). *Pengaruh Media Pendingin Terhadap Hasil Pengelasan TIG Pada Baja Karbon Rendah*. Jurnal Volume 11 Nomor 2 Juli.
- Wiryosumarto.H., dan Okumura.T., (2000). *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Yuwono., (2009). *Buku Panduan Praktikum Karakterisasi Material 1*. Depok: Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia.