

PENGARUH VARIASI MEDIA DAN TEMPERATUR PENDINGIN TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA BAJA ST 41 DENGAN PROSES PENGELASAN SMAW

Muhammad Faishol Fajar Amri

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : muhammadamri@mhs.unesa.ac.id

Yunus

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : yunus@unesa.ac.id

Abstrak

Faktor yang mempengaruhi kualitas hasil lasan diantaranya adalah: sifat logam, prosedur, welder, peralatan dan perlakuan. *Quenching* diperlukan untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan dari hasil lasan baja karbon. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan jenis media pendingin dengan temperatur yang sesuai untuk menghasilkan kualitas sambungan las terbaik pada baja karbon ST 41. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Teknik analisis data yang digunakan adalah statistika deskriptif. Penelitian ini menggunakan bahan baja karbon rendah dengan kandungan karbon sebesar 0,1288%. Spesimen berjumlah 30, dengan rincian 15 spesimen dilas menggunakan las SMAW dan media pendingin air dengan variasi temperatur (5°C), (26°C) dan (50°C), sedangkan 15 spesimen dilas menggunakan las SMAW dan media pendingin *coolant* dengan variasi temperatur (5°C), (26°C) dan (50°C). Hasil penelitian dianalisis menggunakan uji ancova dan uji T. Hasil uji pengaruh media dan temperatur pendingin terhadap kekuatan tarik pada baja karbon ST 41 menunjukkan hasil uji yang berbeda signifikan. Semakin lama perambatan panas suatu media dan rendah nilai temperatur pendinginan maka semakin baik pengaruhnya terhadap kekuatan tarik. Dari hasil pengujian, didapatkan kekuatan tarik rata-rata dengan variabel *coolant* 5°C 472,4 N/mm², *coolant* 26°C 447,8 N/mm², *coolant* 50°C 431 N/mm², air 5°C 456,6 N/mm², air 26°C 445 N/mm², dan air 50°C 418 N/mm². Media pendingin dengan temperatur yang menghasilkan kualitas sambungan las terbaik pada baja karbon ST 41 terdapat pada media pendingin *Coolant* pada temperatur 5°C dengan kekuatan tarik rata – rata 472,4 N/mm².

Kata kunci: Quenching, temperatur, las SMAW, kekuatan tarik.

Abstract

Factors affecting the quality of weld results include: metal properties, procedures, welder, equipment and treatment. Quenching is needed to increase the strength and hardness of the carbon steel welds. This study aims to determine the effect and type of cooling media with the appropriate temperature to produce the best welding joint quality on carbon steel ST 41. The method used in this study is the experimental method. The data analysis technique used is descriptive statistics. This research uses low carbon steel material with carbon content of 0.1288%. Specimens numbered 30, with details of 15 specimens welded using SMAW welding and water cooling media with temperature variations (5°C), (26°C) and (50°C), while 15 specimens were welded using SMAW welding and coolant cooling media with variations temperature (5 ° C), (26 ° C) and (50 ° C). The results of the study were analyzed using the ancova test and the T test. Test results of the influence of the media and coolant temperature on the tensile strength of the ST 41 carbon steel showed significantly different test results. The longer the heat propagation of a medium and the lower the cooling temperature value, the better the effect on tensile strength. From the test results, obtained an average tensile strength with a coolant variable 5°C 472.4 N / mm², coolant 26°C 447.8 N / mm², coolant 50°C 431 N / mm², water 5°C 456.6 N / mm², water 26°C 445 N / mm², and water 50°C 418 N / mm². The cooling media with the temperature that produces the best welding joint quality in ST 41 carbon steel is found in the Coolant cooling medium at a temperature of 5°C with an average tensile strength of 472.4 N / mm².

Keywords: Quenching, temperature, SMAW welding, tensile strength.

PENDAHULUAN

Baja karbon merupakan bahan yang banyak digunakan terutama untuk membuat alat-alat perkakas, alat-alat pertanian, komponen konstruksi, komponen-komponen otomotif dan kebutuhan rumah tangga. Pengembangan teknologi dibidang konstruksi sendiri yang semakin maju tidak dapat dipisahkan dari pengelasan, karena mempunyai peranan penting dalam rancang bangun dan

reparasi logam. Pengelasan bukan tujuan utama dari konstruksi, tetapi hanya merupakan sarana mencapai ekonomi pembuatan yang lebih baik. Karena itu rancangan las dan cara pengelasan harus betul – betul memperhatikan kesesuaian antara sifat – sifat las dengan kegunaan konstruksi serta keadaan di sekitarnya.

Berdasarkan definisi dari Deutche Industrie Normen (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam

atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa pesat, pipa saluran, kendaraan rel, dan lain sebagainya. Prosedur pengelasan kelihatannya sederhana, tetapi sebenarnya di dalamnya banyak masalah – masalah yang harus diatasi dimana pemecahannya memerlukan bermacam – macam pengetahuan. Karena itu dalam pengelasan, pengetahuan harus turut serta mendampingi praktik. Selama proses pengelasan berlangsung, logam akan mengalami siklus termal yaitu proses pemanasan dan pendinginan yang terjadi secara cepat di daerah pengelasan sehingga terjadi proses metalurgi, deformasi yang berpengaruh pada kualitas hasil pengelasan seperti jenis cacat yang dihasilkan, ketangguhan sambungan, kekuatan tarik (*tensile strength*) serta struktur mikro logam. Usaha untuk mendapatkan hasil sambungan pengelasan yang baik dan berkualitas maka perlu memperhatikan sifat-sifat bahan yang akan dilas maupun perlakuan saat proses pengelasan berlangsung dan sesudahnya. Perlakuan panas (*heat treatmeant*) dapat didefinisikan sebagai suatu kombinasi operasi pemanasan dan pendinginan terhadap logam dan paduannya. Proses ini meliputi pemanasan logam pada rentang temperatur tertentu, kemudian dipertahankan pada estimasi waktu tertentu dan selanjutnya didinginkan pada media tertentu pula.

Kurangnya penanganan sesudah pengelasan dapat mengurangi kondisi struktur dan sifat mekaniknya. Pada kondisi operasinya, sambungan las 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 meminimalisir jenis kegagalan tersebut, diperlukan peningkatan sifat mekaniknya terutama dari segi tegangan tarik dan kekerasan. Salah satu alternatif untuk memperbaiki sifat mekanik baja karbon rendah adalah dengan metode perlakuan pendinginan (*quenching*) agar peningkatan tegangan tarik dan kekerasan dapat dicapai. Dikarenakan belum adanya standar baku tentang temperatur pendinginan yang digunakan pasca pengelasan menjadi salah satu faktor penyebab banyaknya pengelasan yang mengabaikan temperatur pasca pengelasan. Oleh karena itu, untuk memperoleh hasil pengelasan yang aman diperlukan penelitian lebih lanjut tentang proses pendinginan pasca pengelasan.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan metode pendinginan terbaik pasca pengelasan dalam peningkatan tegangan tarik dan kekerasan baja

karbon rendah ST 41 dengan harapan penggunaan baja karbon rendah menjadi lebih luas dengan pertimbangan harga masih relatif murah dibandingkan dengan jenis baja karbon lain. Dalam penelitian ini, media pendingin yang diambil adalah air dan coolant, serta sebagai pembandingnya akan diberikan temperatur yang berbeda – beda pada setiap medianya. 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 dengan temperatur yang sesuai agar menghemat waktu dan biaya produksi.

Berdasarkan latar belakang di atas maka penelitian ini mengambil judul: “Pengaruh Variasi Media dan Temperatur Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Pada Baja ST 41 Dengan Proses Pengelasan SMAW”. Sehingga kesimpulan akhir dari hasil penelitian yang didapatkan bisa memberikan informasi dan masukan yang bermanfaat kepada masyarakat umum terutama di dunia industri yaitu perlakuan pendinginan terhadap logam yang dilas agar sesuai harapan.

Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka ditemukan identifikasi masalah dalam penelitian ini:

- Faktor yang dapat mempengaruhi kualitas hasil lasan ialah sifat logam, proses pengelasan (*prosedur*), manusia (*welder*), peralatan dan perlakuan panas.
- Struktur logam dapat berubah dengan kenaikan temperatur yang mempunyai konsekuensi terhadap sifat-sifat mekanisnya seperti: tarik, tekan, geser, puntir, lengkung dan tekuk.
- Minimnya penanganan pasca pengelasan membuat kualitas hasil lasan tidak maksimal sehingga bisa menurunkan kualitas sifat mekaniknya.
- Belum adanya standar baku tentang media dan temperatur pendinginan yang akan digunakan untuk quenching pasca pengelasan.

Batasan Masalah

Dalam penelitian ini perlu dilakukan pembatasan masalah, agar lingkup penelitian menjadi jelas dan tidak melebar. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- Meterial yang digunakan adalah bahan baja paduan rendah ST 41 dengan jumlah spesimen yang digunakan adalah 5 buah untuk setiap jenis kelompok.
- Metode pengelasan SMAW dan AWS D1.1 dengan elektroda E6013 berdiameter 2,6 mm serta menggunakan kuat arus 80-100 A.
- Perlakuan variasi media pendingin air dan coolant (RC) AHM dengan temperatur dingin (5°C), normal (26°C) dan panas (50°C).

- Pengelasan dilakukan di dalam ruangan dan pengaruh perubahan suhu kamar, kelembapan udara diabaikan.
- Penelitian ini hanya membahas sifat mekanik dari material meliputi uji tarik dan tidak meneliti kekerasan maupun struktur mikro.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah antara lain permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Bagaimana pengaruh media pendingin dengan temperatur berbeda terhadap kekuatan tarik pada baja karbon ST 41?
- Bagaimana hasil uji tarik dari logam setelah dilakukan proses pengelasan dan pendinginan (*quenching*) pada baja karbon ST 41?
- Jenis media pendingin dengan temperatur berapakah yang menghasilkan kualitas sambungan las terbaik pada baja karbon ST 41?

Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka maksud dan tujuan penelitian ini sebagai berikut:

- Mengetahui pengaruh media pendingin dengan temperatur berbeda terhadap kekuatan tarik pada baja karbon ST 41.
- Mengetahui hasil uji tarik dari logam setelah dilakukan proses pengelasan dan quenching pada baja karbon ST 41.
- Mengetahui jenis media pendingin dengan temperatur yang sesuai untuk menghasilkan kualitas sambungan las terbaik pada baja karbon ST 41.

Manfaat Penelitian

Sebagai peran nyata dalam pengembangan teknologi khususnya pengelasan, maka penulis berharap dapat mengambil manfaat dari penelitian ini, diantaranya:

- Sebagai literatur pada penelitian yang sejenisnya dalam rangka pengembangan teknologi khususnya pada pengaruh proses quenching pasca pengelasan.
- Sebagai referensi bagi juru las (*welder*) untuk meningkatkan kualitas hasil pengelasan.
- Sebagai informasi penting untuk meningkatkan pengetahuan bagi peneliti dalam bidang pengujian bahan, pengelasan dan bahan teknik.
- Sebagai informasi pada dunia industri agar dapat meningkatkan kualitas dari proses pengelasan.
- Penelitian ini dapat menjadi pemacu untuk kedepannya muncul penelitian serupa yang jauh lebih baik lagi tentang teknologi pengelasan.

METODE

Penelitian ini, menggunakan penelitian eksperimen di mana penelitian eksperimen adalah suatu penelitian yang dilakukan dengan menggunakan percobaan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan dari hal yang akan diteliti. Penelitian eksperimen merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh (*treatment*) perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan.

Waktu dan Tempat Penelitian

• Waktu

Penelitian direncanakan setelah ujian seminar proposal skripsi yang tepatnya pada tanggal 1 Mei 2019 s/d 30 September 2019 (Semester Delapan).

• Tempat

Penelitian ini akan direncanakan di beberapa tempat yaitu sebagai berikut:

- Pengelasan dan pembuatan bentuk spesimen benda uji dikerjakan di bengkel Las Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.
- Pengujian tarik dikerjakan di Lab. Beton Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.

Variabel Penelitian

• Variabel Bebas

Variabel bebas atau (*independent variable*) adalah variabel yang mempengaruhi atau menjadi penyebab perubahan atau timbulnya variabel terikat.

Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah berikut:

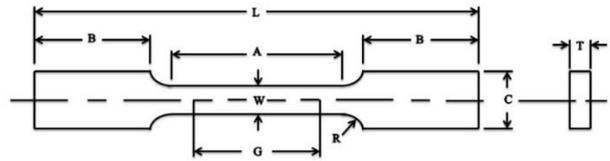
- Variasi media pendingin (*air, coolant*)
- Variasi temperatur media pendingin (*dingin 5°C, normal 26°C, panas 50°C*)

• Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah segala sesuatu atau objek yang dapat mempengaruhi hasil nilai pengujian tarik dari komparasi proses pengelasan SMAW dimana variabel ini dikendalikan atau dibuat konstan sehingga hubungan variabel independen terhadap variabel dependen tidak terpengaruh. Dalam penelitian yang menjadi variabel kontrolnya adalah: mesin las, suhu ruangan, pencahayaan, operator, kondisi mesin uji tarik, kondisi lingkungan, volume media pendingin, waktu pendinginan, peralatan dan perlengkapan pengelasan.

• Variabel Terikat

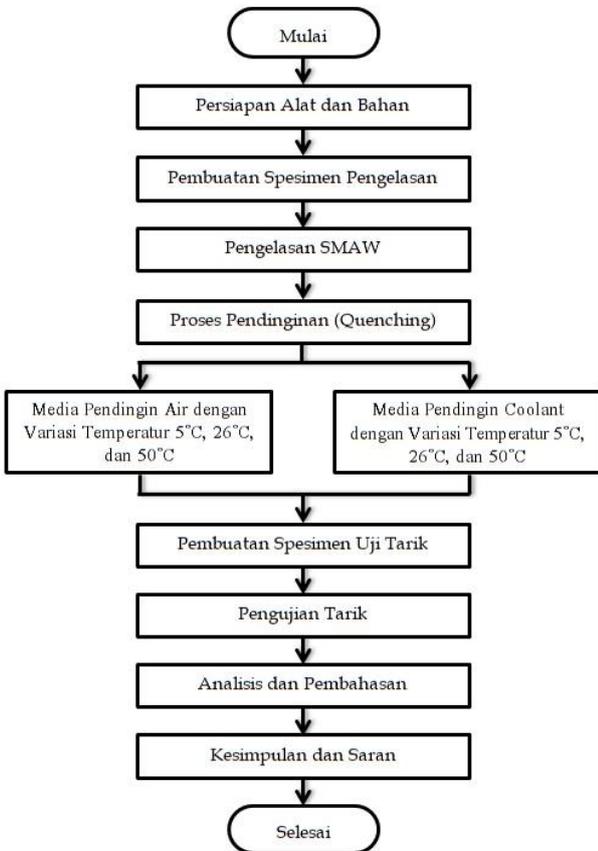
Variabel terikat atau (*dependent variable*) merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat dari adanya variabel bebas. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikatnya adalah Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*).



Gambar 3. Spesimen Uji Tarik ASTM E8

Rancangan Penelitian

Penelitian ini memiliki diagram alur sebagai berikut:

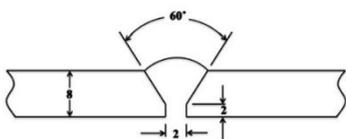


Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Pelaksanaan Penelitian

Langkah – langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini yaitu meliputi:

- Persiapan Material dan Alat
- Pengujian Komposisi
- Metode pendinginan
- Proses Pengelasan
- Pembentukan Spesimen Uji Tarik
- Pengujian Tarik



Gambar 2. Geometri Sambungan Las

Tabel 1. Ukuran Spesimen Uji Tarik Menurut Standart ASTM E8

Discription	Dimension (mm)
Gage length (G)	50
Length of reduced section (A)	57
Width (W)	12,5
Thickness (T)	8
Radius of fillet (R)	12,5
Overall length (L)	200
Width of grip section (C)	20
Length of grip section (B)	50

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan kegiatan mencari atau mencatat data dari hasil penelitian yang dilakukan, guna untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka menjawab hipotesis serta mencapai tujuan penelitian. Penelitian ini akan menggunakan teknik pengumpulan data dengan cara observasi untuk mendapatkan informasi serta data dari pengujian tarik spesimen.

Sumber data yang digunakan merupakan sumber data langsung, di mana sumber data didapatkan dari pengukuran spesimen sebelum dan sesudah pengujian, pengamatan saat pengujian tarik berlangsung serta dokumen dari mesin uji tarik. Untuk memperkuat dan mempertahankan data, maka dilakukan dokumentasi dengan cara mengambil foto dari setiap proses penelitian.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian ini yaitu menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan menggunakan metode analisis varian. Data kuantitatif merupakan data yang berbentuk angka atau data kualitatif yang diangkakan (*skoring*).

Tahapan yang harus dikerjakan untuk analisis data tersebut, adalah sebagai berikut:

- Deskripsi tahap awal
Merupakan perhitungan nilai rata-rata dari setiap kelompok dan diteruskan dengan perhitungan nilai ragam atau varian.

- **Uji Normalitas**
Merupakan pengujian data untuk melihat apakah nilai residual terdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas merupakan uji yang dilakukan sebagai prasyarat untuk melakukan analisis data. Data yang baik dan layak untuk membuktikan model-model penelitian tersebut adalah data berdistribusi normal.
- **Uji Homogenitas**
Uji homogenitas digunakan untuk memperlihatkan bahwa dua atau lebih kelompok data sampel berasal dari populasi yang memiliki variasi yang sama. Uji homogenitas dikenakan pada data hasil pengujian spesimen. Masing-masing kelompok hendaknya berasal dari populasi yang mempunyai variasi yang sama.
- **Uji Ancova**
Uji Ancova adalah teknik analisis yang berguna untuk meningkatkan presisi sebuah percobaan karena didalamnya dilakukan pengaturan terhadap pengaruh peubah bebas lain. Ancova digunakan jika peubah bebasnya mencakup variabel kuantitatif dan kualitatif. Dalam ancova digunakan konsep anova dan analisis regresi. Tujuan ancova adalah untuk mengetahui atau untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap peubah respon dengan mengontrol peubah lain yang kuantitatif.
- **Uji Hipotesis**
Uji T digunakan seorang peneliti untuk mengetahui apakah parameter dua populasi atau kelompok berbeda atau tidak. Pada penelitian ini akan digunakan jenis uji *Independent Sample t-test* untuk membuktikan hipotesis pada penelitian ini. *Independent Sample t-test* merupakan uji komparatif (perbandingan) atau uji beda untuk menguji signifikansi beda rata – rata atau mean antara 2 kelompok bebas yang berskala data interval/rasio.

HASIL DAN PEMBAHASAN

- **Data Hasil Pengujian**
 - **Hasil Uji Komposisi Material**
Pengujian komposisi ini dilakukan untuk mengetahui kandungan komposisi kimia di dalam material tersebut. Hasil pengujian komposisi kimia material pada penelitian ini dilakukan di Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya. Hasil pengujian tertera pada tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Material St 41

Parameter Uji	Hasil Uji	Satuan (%)
C	0,1288	%
Si	0,1659	%
Mn	0,6203	%
P	0,0067	%
S	0,0109	%
Cu	0,0009	%
Ni	0,0232	%
Cr	0,3981	%
Mo	0,0034	%
Al	0,0087	%
V	0,0005	%
W	0,3295	%
Fe	98,303	%

Hasil pengujian komposisi kimia material di atas menunjukkan kadar karbonnya adalah 0,1288% dan terdapat unsur-unsur paduan lain dengan persentase yang rendah, maka baja ini diklasifikasikan kedalam jenis baja karbon paduan rendah (*low alloy steel*).

- Hasil Uji Kekuatan Tarik

Hasil pengujian tarik pada umumnya adalah parameter kekuatan (kekuatan tarik, kekuatan luluh, dan elongasi). Berikut data – data berupa angka dari hasil pengujian tarik pengelasan SMAW dengan variasi media pendingin (*Coolant*, Air) serta temperatur (Dingin 5°C, Normal 26°C, Panas 50°C):

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Tarik

NO	Media Pendingin	No. Part (Spesimen)	Kekuatan Tarik (N/mm ²)	Kekuatan Luluh (N/mm ²)	Elongasi (%)
1	Raw Material	RM 1	475	331	11,5
		RM 2	471	325	12,5
RATA-RATA			473	328	12
2	Coolant (Dingin 5°C)	A1	479	352	8
		A2	469	325	9
		A3	467	325	8,5
		A4	477	355	9
		A5	470	342	9
RATA-RATA			472,4	339,8	8,7
3	Coolant (Normal 26°C)	B1	446	317	9,5
		B2	453	328	10
		B3	452	329	10,5
		B4	441	316	10
		B5	447	330	10,5
RATA-RATA			447,8	324	10,1

4	Coolant (Panas 50°C)	C1	440	306	10,5
		C2	428	300	11
		C3	431	300	10
		C4	434	318	10,5
		C5	422	300	10
RATA-RATA			431	304,8	10,4
5	Air (Dingin 5°C)	D1	451	320	8,5
		D2	460	310	9
		D3	461	320	9,5
		D4	449	306	9
		D5	462	330	9,5
RATA-RATA			456,6	317,2	9,1
6	Air (Normal 26°C)	E1	446	311	10,5
		E2	449	304	11
		E3	443	316	10,5
		E4	442	315	10
		E5	445	301	10
RATA-RATA			445	309,4	10,4
7	Air (Panas 50°C)	F1	418	301	11
		F2	412	290	10
		F3	410	285	10
		F4	427	312	11,5
		F5	423	316	10,5
RATA-RATA			418	300,8	10,6

• Analisis Hasil Data

- Uji Normalitas

Berikut data hasil dari uji normalitas dengan menggunakan software *IBM SPSS Statistic*:

Tabel 4. Data Hasil Uji Normalitas Variabel Coolant

Tests of Normality							
	Temperature	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kuat_Tarik	5	.276	5	.200*	.883	5	.321
	26	.206	5	.200*	.937	5	.643
	50	.127	5	.200*	.999	5	1.000

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 5. Data Hasil Uji Normalitas Variabel Air

Tests of Normality							
	Temperature	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kuat_Tarik	5	.311	5	.128	.819	5	.115
	26	.167	5	.200*	.964	5	.833
	50	.198	5	.200*	.945	5	.703

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan output hasil uji normalitas menggunakan *IBM SPSS Statistic*, seperti data pada tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai signifikansi media pendingin (*coolant*, air) pada temperatur (5°C, 26°C, 50°C) lebih besar dari 0,05 sehingga data bisa disimpulkan berdistribusi normal.

- Uji Homogenitas

Berikut merupakan data hasil dari uji homogenitas menggunakan software *IBM SPSS*:

Tabel 6. Hasil Uji Homogenitas Media Pendingin Coolant dan Air Pada Temperatur 5°C

Test of Homogeneity of Variances			
Kuat_Tarik			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.620	1	8	.454

Tabel 7. Hasil Uji Homogenitas Media Pendingin Coolant dan Air Pada Temperatur 26°C

Test of Homogeneity of Variances			
Kuat_Tarik			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.816	1	8	.215

Tabel 8. Hasil Uji Homogenitas Media Pendingin Coolant dan Air Pada Temperatur 50°C

Test of Homogeneity of Variances			
Kuat_Tarik			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.112	1	8	.746

- Uji Ancova

Uji Ancova digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap peubah respon dengan mengontrol peubah lain yang kuantitatif. Berikut hasil uji ancova dengan menggunakan software *IBM SPSS*:

Tabel 9. Hasil Uji Ancova

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Kuat_Tarik					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8854.062 ^a	2	4427.031	118.651	.000
Intercept	2091674.277	1	2091674.277	56060.123	.000
Temperature	8021.929	1	8021.929	215.000	.000
Media_pendingin	832.133	1	832.133	22.302	.000
Error	1007.404	27	37.311		
Total	5954172.000	30			
Corrected Total	9861.467	29			

a. R Squared = .898 (Adjusted R Squared = .890)

Corrected Model merupakan nilai pengaruh semua variabel independen secara simultan atau bersama-sama terhadap variabel dependen. Signifikan < 0,05 berarti pengaruh signifikan. Pada tabel diatas nilai sig. corrected model adalah 0,000 (< 0.05) yang berarti pengaruh media pendingin (*coolant*, air) dan temperatur (5°C, 26°C, 50°C) secara simultan atau bersama-sama terhadap variabel kekuatan tarik memiliki pengaruh yang signifikan.

Uji T

Berikut hasil uji *Independent Sample t-test* dengan menggunakan IBM SPSS berdasarkan hipotesis penelitian:

Tabel 10. Hasil Uji T Variasi Media Pendingin *Coolant* Dengan Air Pada Temperatur (5°C)

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
Kuat_Tarik	Equal variances assumed	.620	.454	4.379	8	.002	15.800	3.608	7.479	24.121
	Equal variances not assumed			4.379	7.833	.002	15.800	3.608	7.448	24.152

Berdasarkan hasil uji *independent sample t-test* pada tabel di atas menunjukkan hasil, bahwa media pendingin (*coolant*,air) pada temperatur (5°C) terhadap kekuatan tarik memiliki nilai t hitung 4.379 > t tarik 1.859 dan nilai Sig. (2-tailed) 0,002 < 0,05 (alpha) yang berarti H1 diterima (ada perbedaan yang signifikan hasil pengelasan SMAW dengan variasi media pendingin *coolant* dan air pada temperatur dingin (5°C) terhadap kekuatan tarik besi baja ST 41).

Tabel 11. Hasil Uji T Variasi Media Pendingin *Coolant* Dengan Air Pada Temperatur (26°C)

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
Kuat_Tarik	Equal variances assumed	1.816	.215	1.121	8	.295	2.800	2.498	-2.960	8.560
	Equal variances not assumed			1.121	6.301	.303	2.800	2.498	-3.242	8.842

Berdasarkan hasil uji *independent sample t-test* pada tabel di atas menunjukkan hasil, bahwa media pendingin (*coolant*,air) pada temperatur (26°C) terhadap kekuatan tarik memiliki nilai t hitung 1.121 < t tabel 1.859 dan nilai Sig. (2-tailed) 0,295 > 0,05 (alpha) yang berarti H0 diterima (tidak ada perbedaan yang signifikan hasil pengelasan SMAW dengan variasi media pendingin *coolant* dan air pada temperatur normal (26°C) terhadap kekuatan tarik besi baja ST 41).

Tabel 12. Hasil Uji T Variasi Media Pendingin *Coolant* Dengan Air Pada Temperatur (50°C)

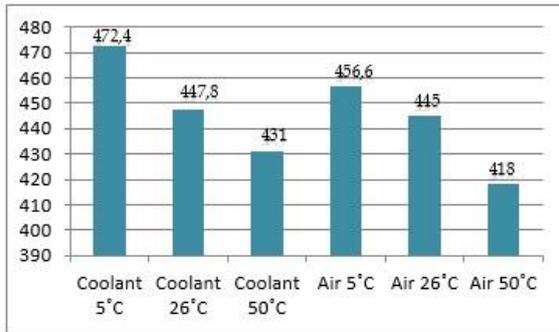
Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
Kuat_Tarik	Equal variances assumed	.112	.746	2.959	8	.018	13.000	4.393	2.869	23.131
	Equal variances not assumed			2.959	7.964	.018	13.000	4.393	2.861	23.139

Berdasarkan hasil uji *independent sample t-test* seperti pada tabel di atas menunjukkan hasil, bahwa media pendingin (*coolant*,air) pada temperatur (50°C) terhadap kekuatan tarik memiliki nilai t hitung 2.959 > t tabel 1.859 dan nilai Sig. (2-tailed) 0,018 < 0,05 (alpha) yang berarti H1 diterima (ada perbedaan yang signifikan hasil pengelasan SMAW dengan variasi media pendingin *coolant* dan air pada temperatur panas (50°C) terhadap kekuatan tarik besi baja ST 41).

• Pembahasan

- Kekuatan Tarik (*Tensile Strenght*)

Dari hasil analisa perhitungan data hasil pengujian tarik, didapat adanya pengaruh media pendingin (*coolant*, air) dengan temperatur (5°C, 26°C, 50°C) terhadap kekuatan tarik pada baja ST 41.

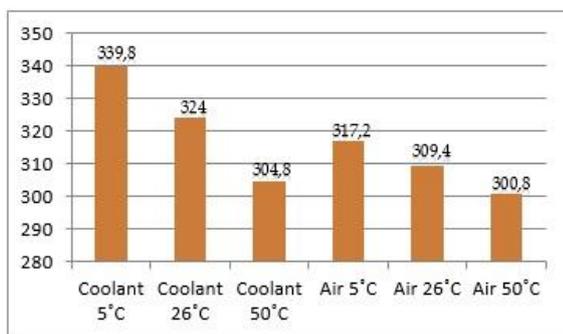


Gambar 4. Diagram Tensile Strength

Berdasarkan diagram balok di atas telah diketahui bahwa nilai kekuatan tarik yang paling baik terdapat pada media pendingin *coolant* pada temperatur 5°C dengan rata – rata 472,4 N/mm². Dari pengujian yang dilakukan terlihat bahwa media pendingin *coolant* pada temperatur 5°C mempunyai kekuatan tarik lebih tinggi dari pada menggunakan media pendingin pada temperatur lainnya. Hal ini dikarenakan dengan menggunakan media pendingin *coolant* pada temperatur 5°C proses perambatan pendinginan (*quanching*) sangat cepat yang mengakibatkan tingkat kekuatan material semakin tinggi.

Pada media pendingin *coolant* ini mengalami perambatan panas lebih lama (tidak cepat panas) daripada media air dikarenakan titik didih *coolant* lebih tinggi dari titik didih air, sehingga quenching dengan media pendingin *coolant* lebih stabil dan mendapatkan kekuatan tarik lebih tinggi daripada dengan media pendingin air. Selanjutnya, pendinginan dengan temperatur rendah (5°C) lebih ideal dari pada dengan temperatur normal (26°C) dan panas (50°C), hal ini dikarenakan pendinginan dengan temperatur rendah mengakibatkan penurunan temperatur material yang dilas lebih cepat sehingga material yang mulanya sangat panas akan cepat dingin.

- Kekuatan Luluh (*Yield Strength*) Berikut merupakan grafik perbandingan kekuatan luluh berdasarkan dengan tabel hasil uji Tarik.

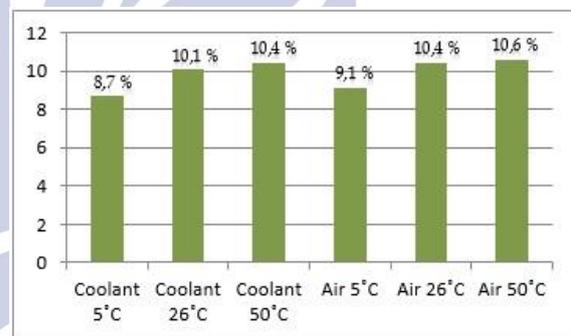


Gambar 5. Diagram Yield Strength

Berdasarkan diagram balok di atas telah diketahui bahwa nilai kekuatan luluh yang paling baik terdapat pada media pendingin *coolant* pada temperatur 5°C dengan rata – rata 339,8 N/mm². Ini sama halnya dengan hasil kekuatan Tarik, dimana nilai kekuatan luluh dengan media pendingin pada temperatur 5°C lebih tinggi daripada yang lainnya. Kekuatan luluh pada suatu material sangat penting untuk diketahui nilainya, dikarenakan dengan melihat nilai kekuatan luluh suatu material kita dapat mengetahui seberapa besar beban yang dapat ditahan tanpa mengalami deformasi plastis.

Elongasi

Elongasi merupakan persentase pertambahan panjang material uji setelah dilakukan proses pengujian tarik. Regangan maksimum (*elongasi*) dapat diukur sebagai penambahan panjang ukur setelah perpatahan terhadap panjang awalnya, yang diperoleh dengan membagi perpanjangan panjang ukur (ΔL) dengan panjang ukur mula-mula material uji.



Gambar 6. Diagram Elongasi

Berdasarkan diagram balok seperti di atas dapat diketahui bahwa nilai elongasi paling baik terdapat pada media pendingin air pada temperatur 50°C dengan rata – rata 10,6%. Pengujian tarik dapat menunjukkan beberapa fenomena perpatahan ulet dan getas. Perpatahan ini dapat dilihat dengan mata telanjang dan dapat didukung dengan mengukur perpanjangan spesimen setelah diuji. Perpatahan ulet umumnya lebih disukai karena sifat material lebih ulet dan tangguh serta memberikan peringatan (*deformasi plastis*) lebih dahulu sebelum terjadinya patahan. Sedangkan perpatahan getas memiliki ciri-ciri yang berbeda dengan patah ulet yaitu tidak ada atau sedikit sekali terjadi deformasi plastis material. Nilai elongasi yang tinggi menunjukkan bahwa sifat mekanik material tersebut lebih ulet dan sebaliknya nilai elongasi yang rendah menunjukkan sifat mekanik material tersebut getas.

PENUTUP

• Simpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Pengaruh media dan temperatur pendingin terhadap kekuatan tarik pada baja karbon ST 41 menunjukkan hasil uji yang berbeda-beda tapi signifikan. Semakin lama perambatan panas suatu media dan rendah nilai temperatur pendinginan maka semakin baik pengaruhnya terhadap kekuatan tarik.
- Hasil uji tarik dari proses pengelasan dan pendinginan (*quenching*) pada baja karbon ST 41 didapatkan kekuatan tarik rata-rata dengan variabel coolant 5°C adalah 472,4 N/mm², coolant 26°C 447,8 N/mm², dan coolant 50°C 431 N/mm². Sedangkan untuk kekuatan tarik rata-rata variabel air 5°C adalah 456,6 N/mm², air 26°C 445 N/mm², dan air 50°C 418 N/mm².
- Media pendingin dengan temperatur yang bisa menghasilkan kualitas sambungan las terbaik pada baja karbon ST 41 terdapat pada media pendingin coolant pada temperatur 5°C dengan kekuatan tarik rata – rata 472,4 N/mm².

• Saran

Setelah melakukan penelitian pengaruh variasi media pendingin dan temperatur, maka peneliti memberi saran berupa:

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dari proses quenching dengan ditambah pengujian bending dan impact untuk mengetahui sifat mekanik baja karbon sehingga mendapatkan hasil yang lebih maksimal.
- Penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan material baja karbon, variasi media dan temperatur pendingin yang berbeda untuk mendapatkan hasil proses quenching yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, Dicky dan Irawan, Andik. 2016. *Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan SMAW Plat Baja ST 37 Dengan Pendingin Liquid*. Jember: Politeknik Negeri Jember.
- Arikunto, Suharsimi. 2013. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Asfarizal. 2008. *Pengaruh Temperatur Yang Ditinggikan Terhadap Kekuatan Tarik Baja Karbon Rendah*. Padang: Teknik Mesin Institut Teknologi Padang.
- AWS Committee On Structural Welding. 2000. *AWS D1.1 Structural Welding Code Steel*. Miami: American Welding Society.
- Bachtiar. 2012. *Modul Ajar Praktek Las*. Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Fatimah, Nurul. 2017. *Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekuatan Mekanik Pada Hasil Pengelasan Metode SMAW Baja ST 52*. Balikpapan: Politeknik Negeri Balikpapan.
- Irianto, Agus. 2004. *Statistik Konsep Dasar & Aplikasinya*. Jakarta: Kencana
- Januar, Aris. 2016. *Kajian Hasil Proses Pengelasan MIG dan SMAW Pada Material ST 41 Dengan Variasi Media Pendingin (Air, Collent, dan Es) Terhadap Kekuatan Tarik*. Surabaya: Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.
- Jordi, Muhammad. 2017. *Analisa Pengaruh Proses Quenching Dengan Media Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja St 36 Dengan Pengelasan SMAW*. Semarang: Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.
- Mustofa, Zainal. 2016. *Analisis Pengaruh Pendingin Terhadap Kekerasan Bahan Aisi 1045 Pada Proses Heat Treatment*. Kediri: Teknik Mesin Universitas Nusantara PGRI.
- Rianto, Endro. 2014. *Pengaruh Temperatur Quenching Terhadap Kekerasan Dan Ketangguhan Hasil Pengelasan Baja Keylos 50*. Surakarta: Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret.
- Sugiyono. 2016. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sunaryo, Hery. 2008. *Teknik Pengelasan Kapal Jilid 1 dan 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- Taryana, Acang dan Nofri, Media. 2017. *Analisis Sifat Mekanik Baja SKD 61 Dengan Baja ST 41 Dilakukan Hardening Dengan Variasi Temperatur*. Jakarta: Teknik Mesin Institut Sains dan Teknologi Nasional.
- Thoriq, Mohammad. 2015. *Modul Praktek Kualifikasi Las*. Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Tim Penyusun Skripsi Fakultas Teknik. 2014. *Pedoman Penulisan Skripsi*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Wiryosumarto, Okumura. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Yamin, Sofyan dan Kurniawan, Heri. 2014. *Teknik Analisis Statistik Terlengkap Dengan Software SPSS*. Jakarta: Salemba Infotek