

## PENGARUH PROSES *QUENCHING* TERHADAP KEKUATAN TARIK BAJA KARBON SEDANG AISI 1045

### THE EFFECT OF THE QUENCHING PROCESS ON TENSIBLE STRENGTH OF MEDIUM CARBON STEEL AISI 1045

Gifan Ainul Mukhrim<sup>(1)</sup>, Jasman<sup>(2)</sup>, Hendri Nurdin<sup>(3)</sup>, Zainal Abadi<sup>(4)</sup>, Eko Indrawan<sup>(5)</sup>

<sup>(1), (2), (3), (4), (5)</sup>Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Kampus Air Tawar, Padang 25131, Indonesia

[gifanainulmukrim@gmail.com](mailto:gifanainulmukrim@gmail.com)

[jasmanmesin@yahoo.co.id](mailto:jasmanmesin@yahoo.co.id)

[hens2tmft@ft.unp.ac.id](mailto:hens2tmft@ft.unp.ac.id)

[zainalabadi@ft.unp.ac.id](mailto:zainalabadi@ft.unp.ac.id)

[ekoindrawan@ft.unp.ac.id](mailto:ekoindrawan@ft.unp.ac.id)

#### Abstrak

Perkembangan teknologi pada masa kini berbanding lurus dengan perkembangan di dunia industri. Perkembangan di dunia industri tak lepas dari penggunaan baja pada keadaan sehari-hari. Baja ialah campuran dari beberapa besi, karbon berbagai macam elemen lain. Penelitian tersebut menggunakan jenis baja yang dipakai ialah baja karbon sedang AISI 1045. Baja ini ialah jenis baja dengan karbon menengah, dimana angka 1045 menyatakan bahwa 45 ialah kandungan atau komposisi karbon yang terkandung sebanyak 0,45% sementara angka 10 ialah *plain carbon*. Penelitian tersebut mempunyai tujuan untuk mendapatkan nilai dari hasil pengujian tarik dengan proses perlakuan panas pada variasi menggunakan media pendingin oli SAE 40, air es, air laut, dan terhadap jenis baja AISI 1045 dengan menaikkan temperatur hingga 820°C dan dilakukan penahanan selama 15 menit dengan tujuan untuk mendapatkan nilai dari uji tarik dan sifat, daya tahan baja tersebut. Metode pengujian menggunakan metode eksperimen dengan AISI 1045. Berdasarkan metode pengujian yang dilakukan didapatkan hasil penggunaan media air laut, air es, dan oli SAE 40 sangat berpengaruh kepada nilai dari kekuatan uji tarik telah dilakukan dan didapatkan nilai rata-rata yang paling tinggi dengan media pendinginan oli SAE 40 sehingga hasil tegangan 1099,60 MPa, regangan 19%, dan modulus elastisitas 5,79 GPa. Menggunakan air es didapatkan tegangan 953,33 Mpa, Regangan 17%, dan Modulus Elastisitas sebesar 5,45 GPa. Air laut tegangan sebesar 988,84 MPa, Regangan 21%, dan Modulus Elastisitas 4,80 GPa.

**Kata Kunci :** *Quenching*, Uji Tarik, Baja karbon Sedang AISI 1045.

#### Abstract

*The development of technology today is directly proportional to developments in the industrial world. Developments in the industrial world cannot be separated from the use of steel in everyday situations. Steel is a mixture of iron, carbon and various other elements. The study used the type of steel used was medium carbon steel AISI 1045. This steel is a type of steel with medium carbon, where the number 1045 states that 45 is the carbon content or composition contained as much as 0.45% while the number 10 is plain carbon. The aim of this study was to obtain the value of the tensile test results with the heat treatment process on variations using SAE 40 oil cooling media, ice water, sea water, and against AISI 1045 steel types by increasing the temperature to 820°C and holding for 15 minutes with The aim is to get the value of the tensile test and the properties, durability of the steel. The test method uses the experimental method with AISI 1045. Based on the test method carried out, it was found that the use of media seawater, ice water, and SAE 40 oil greatly influenced the value of the tensile strength test that had been carried out and obtained the highest average value with SAE 40 oil cooling medium so that the stress result was 1099.60 MPa, strain 19%, and modulus of elasticity 5.79 GPa. Using ice water, the voltage is 953.33 MPa, 17% Strain, and a Modulus of Elasticity of 5.45 GPa. Sea water stress is 988.84 MPa, Strain is 21%, and Modulus of Elasticity is 4.80 Gpa.*

**Keywords :** *Quenching, Tensile Test, Medium Carbon Steel AISI 1045.*

## I. Pendahuluan

Perkembangan teknologi pada masa kini berbanding lurus dengan perkembangan di dunia industri pada bidang kontruksi yang semakin maju, perkembangan ini tidak lepas dari reparasi dan rekayasa terhadap bahan logam (Jasman & Huda, 2019) (Erizon et al., 2021). Baja merupakan bahan yang paling banyak di gunakan di dunia industri. Baja merupakan salah satu jenis logam yang sering digunakan dalam bidang industri dan permesinan (Bambang Pratowo, 2018). Jika dilihat dari kandungan karbon yang dimilikinya baja karbon terbagi menjadi tiga yaitu : baja kandungan karbon tinggi, baja kandungan karbon sedang, dan baja kandungan karbon rendah (Afandi et al., 2015) (Galang Goldy Putra A.S.B., 2021).

Dari sekian banyak jenis baja yang dipakai, salah satu jenis baja yang sering digunakan ialah baja karbon AISI 1045 (Rachman et al., 2020). Baja AISI 1045 memiliki kandungan (0,43% - 0.48% C) sehingga baja ini dapat digolongkan menjadi baja karbon menengah (S. Nugroho & Haryadi, 2005). Baja karbon menengah ini biasanya banyak digunakan untuk pembuatan *spoket*, poros, dan *bearing* untuk kendaraan bermotor (Pramono, 2011). Sifat mampu mesin yang dimiliki dari baja AISI 1045 antara lain lebih ulet, keras, kuat, dan tangguh sehingga dapat dijadikan sebagai bahan utama untuk pembuatan *sperpart* kendaraan bermotor. Untuk mendapatkan sifat yang diinginkan perlu dilakukan perbaikan struktur karbon yang ada dengan dilakukan perkakuan panas (*heat treatment*) (E. Nugroho et al., 2019). Perlakuan panas ini bertujuan untuk meningkatkan nilai kekerasan, menaikan keuletan, menghaluskan butiran kristal dan juga dapat menaikan tegangan tarik pada logam baja AISI 1045 (Muhammad Jordi, Hartono Yudo, 2017).

*Quenching* adalah perlakuan panas dengan cara menaikan temperatur benda hingga mencapai temperatur *austenite* dan dilakukan penahanan temperatur dalam jangka waktu tertentu yang kemudian dilakukan pendinginan secara cepat dengan berbagai macam media pendingin (Syahri et al., 2017). Ada beberapa metode *quenching* yang biasa digunakan antara lain : *single quenching* dan *direct quenching*. *Single quenching* merupakan proses pendinginan yang biasa digunakan dalam proses karburasi. Sedangkan *direct quenching* memiliki waktu yang lebih singkat (Rinaldi & Rumendi, 2018). Setelah pendinginan secara cepat dilakukan uji tarik pada material tersebut untuk mendapatkan sifat mekaniknya (Utomo, 2021). Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui kenaikan nilai tarik akibat dari media *quenching* yang berbeda. Oleh karena itu penulis melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Proses *Quenching* Terhadap Kekuatan Tarik Baja Karbon Sedang AISI 1045”.

## II. Metode Penelitian

### A. Jenis Penelitian

Metode penelitian adalah cara untuk menemukan data yang ilmiah dan dapat dijadikan pedoman untuk penelitian yang relevan (Sugiyono, 2013). Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif, karena penelitian ini dilakukan dengan cara eksperimen (Irzal, 2009). Cara untuk menemukan sebab dan akibat dari suatu percobaan adalah dengan membandingkan beberapa hasil percobaan yang telah diberikan perlakuan ataupun yang telah dipengaruhi disebut dengan eksperimen (SAHIR, 2019). Hasil pengujian yang didapat merupakan hasil eksperimen langsung pada benda uji. Data dari penelitian ini di dapat dari uji tarik dari spesimen dan akan dianalisa sesuai dengan apa yang muncul saat penelitian (Nurdin et al., 2018).

### B. Jadwal dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari bulan April 2022 hingga bulan Juni 2022. Pembuatan spesimen disesuaikan dengan standar yang telah ditetapkan kemudian dilaksanakan pemanasan menggunakan tungku pemanas yang selanjutnya dilakukan pendinginan secara cepat, kedua proses ini dilaksanakan di *Workshop* Permesinan dan labor Pengujian Bahan Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik UNP. Selanjutnya dilakukan uji tarik yang dilaksanakan Laboratorium Beton Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik UNP.

### C. Objek Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kekuatan tarik setelah dilakukan *quenching* dengan media pendingin yang berbeda dengan menggunakan baja AISI 1045 sebagai objek yang akan digunakan. Penomoran AISI digunakan untuk menentukan jenis baja paduan dan baja karbon berdasar pada kandungan kimia (Rizal, 2014). Sistem pengkodean yang digunakan dalam AISI 1045 memiliki kode tertentu, seperti 10xx misalnya. 10 merupakan baja karbon, sedangkan xx merupakan kandungan karbon yang terkandung di dalamnya dalam 100 %. Seperti angka 45 pada baja karbon dalam standar AISI yang menyatakan kandungan karbon sebesar 0,45 % (Parekke et al., 2014).

**Tabel 2.1.** Spesifikasi Baja AISI 1045  
Sumber: (Winardi et al., 2020)

C	Mn	S	P	Fe
0.4-0.48	1.40	0.05	0.04	Sisanya

## D. Jenis dan Sumber Data

### 1. Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer, dimana perolehan datanya langsung dari hasil pengujian spesimen berupa uji tarik yang dilakukan dari hasil proses *quenching* dengan menggunakan berbagai media pendingin terhadap baja karbon sedang AISI 1045.

### 2. Sumber Data

Sumber data dari penelitian ini adalah hasil pengujian tarik, terhadap spesimen yang telah dilakukan proses *quenching* dengan media pendingin yang berbeda. Pengujian di labor Beton Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

## E. Alat dan Bahan

### 1. Alat untuk Pengujian

- Mesin frais (serta perlengkapannya)
- Mesin sekrup
- Kaleng cat kosong
- Tang Penjepit
- Kikir
- sigmat
- mesin *thensil test*
- tungku pemanas.

**Tabel 2.2.** Ukuran Spesimen Standar ASTM E8

Sumber : (ASTM E8, 2010)

Spesimen Uji	Dimensi spesimen (mm)							
	G	W	C	R	L	A	B	T
Plat	50	12,5	20	12.5	300	57	100	6

### 1. Tegangan

Tegangan dapat diperoleh dengan membagi beban dengan luas penampang mula di titik persamaan.

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

Keterangan :

$\sigma$  = Tegangan nominal (MPa)

F = Beban maksimal (kg)

$A_0$  = Luas penampang mula dari penampang batang ( $\text{mm}^2$ )

Sumber : (S.Timoshenko, 2001)

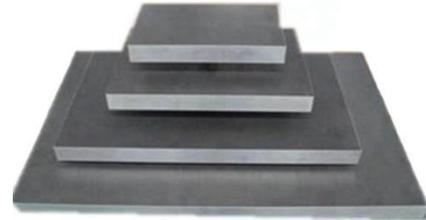
### 2. Regangan

Regangan (persentase penambahan panjang) yang diperoleh dengan membagi perpanjangan panjang ukur ( $\Delta L$ ) dengan panjang ukur mula-mula di titik persamaan.

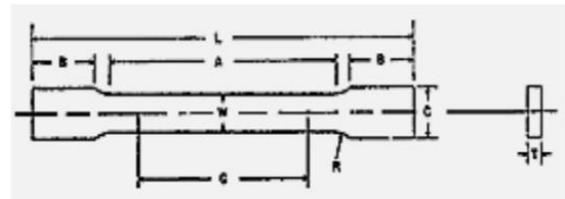
## 2. Bahan Penelitian

- Material logam yang pakai adalah baja dengan karbon sedang jenis AISI 1045. Bentuk serta ukuran dapat dilihat dalam gambar 2.1 dan 2.2.
- Media yang harus disiapkan adalah cairan yang takarannya ditetapkan sebanyak 3 liter. Cairan yang akan diuji adalah oli SAE 40, air laut dan, air es.

Semua bahan dimasukan kedalam wadah berupa kaleng cat yang telah dibersihkan.



**Gambar 2.1.** Material Baja AISI 1045



**Gambar 2.2.** Spesimen Uji Tarik Standar ASTM E8

Sumber: (ASTM E8, 2010)

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{L_i - L_0}{L_0} \times 100\%$$

Keterangan :

$\varepsilon$  = Regangan (%)

$L_i$  = Panjang akhir (mm)

$L_0$  = Panjang awal (mm)

Sumber : (S.Timoshenko, 2001)

### 3. Modulus Elastisitas (E)

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

E = modulus Elastisitas ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$\sigma$  = Tegangan regangan tarik (Mpa)

$\varepsilon$  = Regangan (%)

Sumber : (S.Timoshenko, 2001)

### III. Hasil dan Pembahasan

#### A. Hasil Penelitian

Pengujian *thensil* dalam penelitian menggunakan *Tension Testing Machine* yang memiliki kekuatan maksimum sebesar 1000 KN. Pengujian tarik pada baja AISI 1045 yang telah diberikan perlakuan berupa perlakuan panas (*heat treatment*). Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan hasil kekuatan tarik maksimal dari tiga media pendingin setelah dilakukan perlakuan panas pada baja AISI 1045. Setiap spesimen akan dibentuk sesuai stantar ASTM E8. Kemudian dimasukkan ke dalam tungku pemanas. Benda akan dipanaskan hingga mencapai temperatur 820°C, kemudian dilakukan penahanan pada temperatur (*holding time*) 820°C selama 15 menit. Setelah itu benda akan dicelupkan ke dalam media pendinginan yang sangat berbeda antara lain : air es, air laut, dan oli SAE 40. Spesimen yang dipakai pada penelitian ini sebanyak 12 spesimen, dimana tiga spesimen tanpa perlakuan, 3 spesimen didinginkan menggunakan air es, tiga spesimen didinginkan memakai air laut, tiga spesimen memakai oli SAE 40. Dari pengamatan yang dilakukan pada 3 perlakuan dengan media pendingin yang berbeda maka diperoleh perbedaan hasil uji tarik kepada ketiga spesimen tersebut.

Berikut ini merupakan hasil uji tarik yang di peroleh dari Labor Beton Departemen Teknik Sipil FT UNP.

#### 1. Pengujian Spesimen Tanpa Perlakuan (*Raw Material*)



Gambar 3.1. Spesimen AISI 1045 Tanpa Perlakuan.

Tiga spesimen awal tidak dilakukan perlakuan supaya mendapatkan data awal sebagai pedoman untuk pengambilan data selanjutnya. Jumlah spesimen yang digunakan 3 buah yang kemudian langsung dilakukan pengujian tarik. Sehingga dapat diperoleh data hasil pengujian sebagai berikut :

Tabel 3.1. Data Uji Tarik Baja AISI 1045

Spesimen Uji	Tegangan (s) Mpa	Regangan (e) x 100%	Modulus Elastisitas (GPa)
Tanpa perlakuan	884,00	20%	4,42
	903,73	18%	5,02
	887,87	22%	4,04
<b>Rata-rata</b>	<b>891,87</b>	<b>20%</b>	<b>4,49</b>

Nilai yang di dapatkan dari pengujian tarik tanpa perlakuan ini mendapatkan rata-rata tegangan 891,87 Mpa, Regangan 20%, dan Modulus Elastisitas sebesar 4,49 GPa. Bentuk patahan yang diakibatkan dari pengujian tarik bisa dilihat digambar 3.1.

#### 2. Pengujian Spesimen Uji Tarik Hasil *Quenching* Air Es

Gambar dibawah ini merupakan bentuk terjadinya patahan akibat dilakukan uji tarik pada spesimen *quenching* menggunakan media air es.



Gambar 3.2. Spesimen AISI 1045 Hasil Uji Tarik Dengan Media *Quenching* Air Es.

Tabel 3.2. Data Uji Tarik Media Air Es

Spesimen Uji	Tegangan (s) MPa	Regangan (e) x 100%	Modulus Elastisitas (GPa)
Air Es	940,00	16%	5,88
	948,00	20%	4,74
	973,73	14%	6,96
<b>Rata-rata</b>	<b>953,91</b>	<b>17%</b>	<b>5,72</b>

Spesimen yang kedua dilakukan pendinginan dengan menggunakan air es sebagai media, sehingga nilai rata-rata yang didapatkan setelah dilakukan *quenching* dengan menggunakan air es. Tegangan 953,91 Mpa, Regangan 17%, dan Modulus Elastisitas 5,72 GPa. Untuk melihat patahan yang diakibatkan uji tarik pada spesimen air es dapat dilihat pada gambar 3.2.

#### 3. Pengujian Spesimen Uji Tarik Hasil *Quenching* Air laut.

Gambar ini menunjukkan patahan setelah dilakukan uji tarik.



Gambar 3.3. Spesimen AISI 1045 Hasil Uji Tarik Dengan Media *Quenching* Air Laut.

**Tabel 3.3.** Data Uji Tarik Media Air Laut

Spesimen Uji	Tegangan (s) Mpa	Regangan (e) x 100%	Modulus Elastisitas (GPa)
	998,53	20%	4,99
Air Laut	967,33	22%	4,40
	1000,67	20%	5,00
<b>Rata-rata</b>	<b>988,84</b>	<b>21%</b>	<b>4,80</b>

Spesimen yang ketiga dilakukan pendinginan dengan menggunakan air laut sebagai media, lalu dilakukan pengujian tarik di dapatkan nilai rata-rata dari ketiga spesimen peningkatan pada hasil dari pengujian menggunakan air laut. Tegangan 988,84 Mpa, Regangan 21%, dan Modulus Elastisitas 4,80 Gpa

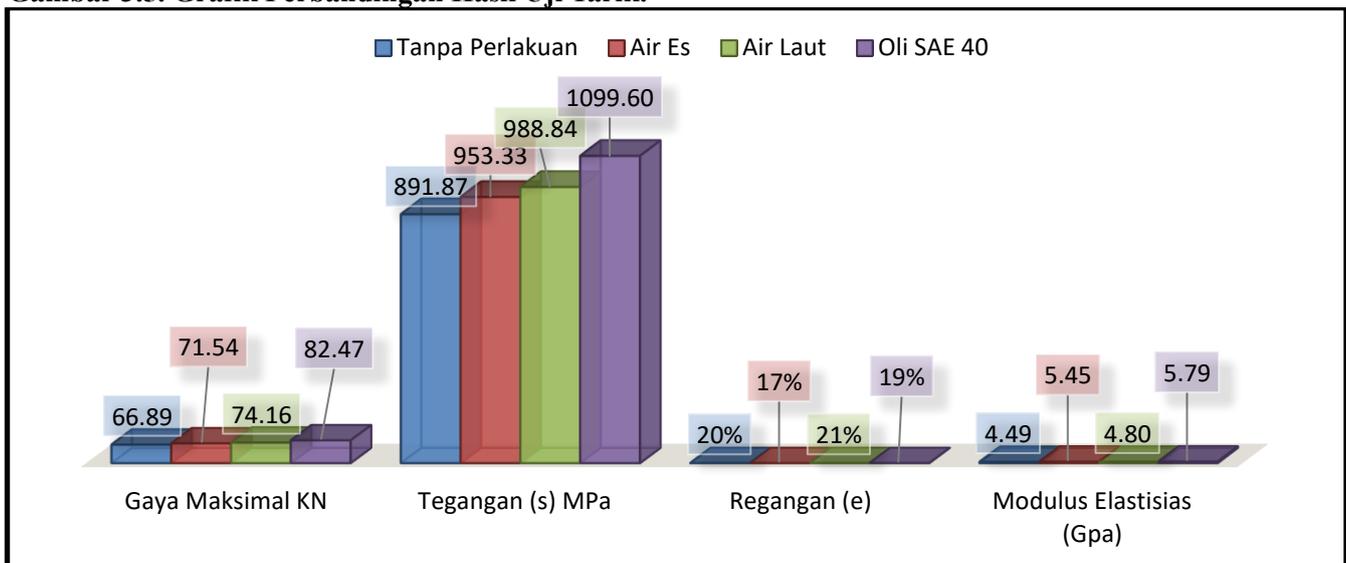
#### 4. Pengujian Spesimen Uji Tarik Hasil *Quenching* Oli SAE 40

Pengujian dengan menggunakan oli SAE 40 dalam pengujian ini mendapatkan nilai yang lebih tinggi dari media pendingin yang lainnya dimana rata-rata yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 3.4.

**Tabel 3.4.** Data Uji Tarik Media Oli SAE 40

Spesimen Uji	Tegangan (s) Mpa	Regangan (e) x 100%	Modulus Elastisitas (E)
	1109,07	16%	6,93
Oli SAE 40	1097,87	20%	5,49
	1091,87	22%	4,96
<b>Rata-rata</b>	<b>1099,60</b>	<b>19%</b>	<b>5,79</b>

Hasil penelitian ini kita dapat melihat rata-rata nilai yang didapat oleh bahan yang *diquenching* dengan menggunakan media oli SAE 40. Dengan ini kita dapat menganalisa bahwa nilai yang paling tinggi di dapat oleh media pendinginan oli jenis SAE 40. Di bawah ini adalah bentuk patahan yang terjadi pada hasil uji tarik yang dilakukan gambar 3.4.

**Gambar 3.4.** Spesimen AISI 1045 Hasil Uji Tarik Dengan Media *Quenching* Oli.**Gambar 3.5.** Grafik Perbandingan Hasil Uji Tarik.

Penelitian pengujian tarik yang dilakukan pada semua media pendingin maka didapatkan hasil *quenching* yang paling tinggi diperoleh oleh oli.

Hasil pengujian tarik ini dilakukan setelah semua spesimen baja AISI 1045 mendapat perlakuan yang sama. Sehingga mendapatkan variasi dari setiap hasil uji tarik baja karbon sedang AISI 1045. Hasil pengujian ini merupakan hasil yang penting saat melakukan penelitian ilmiah, hasil ini merupakan sebuah hipotesa yang dilakukan sehingga data ini dapat dipastikan kebenarannya. Hasil dari penelitian tersebut dapat dilihat pada tabel atau grafik yang telah tertera guna memperjelas hasil penelitian yang verbal (Fernando et al., 2020).

#### B. Pembahasan

Hasil penelitian uji tarik hasil *quenching* dengan menggunakan variasi media pendingin oli SAE 140 dengan oli SAE 10 sehingga mendapatkan hasil nilai rata-rata tertinggi di dapat oleh oli SAE 140 dengan hasil tegangan maksimal 1173,41 MPa dan hasil uji tarik dari oli SAE 10 tegangan maksimal 730,62 Mpa (Galang Goldy Putra A.S.B., 2021). Data yang didapat dari hasil uji tarik terhadap baja jenis AISI 1045 hasil *quenching* dengan media yang berbeda yaitu oli SAE 40, air laut, dan air es menghasilkan hasil uji tarik yang berbeda. Dari hasil perlakuan

panas dengan media, temperatur yang sama 820°C dan dengan waktu penahanan pada temperatur tersebut selama 15 menit didapatkan hasil uji tarik dengan media pendingin oli yang memiliki gaya tarik paling besar.

Pengujian yang pertama dilakukan pada proses *quenching* dengan menggunakan media pendingin air es. Dari data yang dihasilkan dari pengujian tarik media pendingin es ini mendapatkan nilai yang paling rendah diantara ketiga media yang lainnya dengan kekuatan tarik maksimal sebesar 71,54 KN.

Pengujian kedua dilakukan kepada media air laut. Data uji tarik yang dihasilkan oleh media air laut ini kekuatan tarik maksimal sebesar 74,16 KN.

Pengujian yang ketiga menggunakan bahan pendingin berupa oli SAE 40 yang kemudian mendapat perlakuan yang sama baru kemudian dilakukan uji tarik sehingga menghasilkan perbedaan yang cukup besar diantara kedua media yang lainnya dengan kekuatan tarik maksimal sebesar 82,47 KN. Hasil data ini di dapat dari sebuah analisis dari pengujian tarik menggunakan mesin dengan kapasitas kekuatan tarik maksimal 1000 KN. dan dilakukan pengolahan data dengan menggunakan rumus uji tarik.

### III. Kesimpulan

Penelitian pengaruh penggunaan media *quenching* baja karbon sedang jenis AISI 1045 yang di uji tarik di dapatkan data dan telah di rumuskan sehingga di dapatkan hasil media pendingin paling bagus menggunakan media oli SAE 40. Maka dapat disimpulkan bahwa logam baja yang dinaikkan temperaturnya kemudian dilakukan pendinginan secara cepat akan merubah kadar karbon yang terkandung di dalamnya sehingga dapat menaikkan kualitas dari karbon tersebut. Ketiga media pendingin yang diuji yaitu air laut, air es, dan oli SAE 40, didapatkan kenaikan kekuatan tarik yang paling tinggi dengan menggunakan media oli SAE 40 dengan tegangan 1099,60 Mpa, regangan 19%, dan modulus elastisitas 5,79 GPa. Selanjutnya menempati peringkat kedua dari penelitian ini adalah media air laut dengan rata-rata, tegangan 988,84 Mpa, regangan 21%, modulus elastisitas 4,80 GPa. Percobaan dengan menggunakan media pendingin air es mendapatkan nilai paling rendah dengan rata-rata, tegangan 953,33 Mpa, regangan 17%, dan modulus elastisitas 5,45 GPa. Dari semua percobaan uji tarik, semua spesimen putus pada daerah yang telah ditentukan.

### Referensi

- Afandi, Y. K., Arief, I. S., Teknik, J., Perkapalan, S., & Kelautan, F. T. (2015). *Jurnal Korosi (Abdi)*. 4(1), 1–5.
- ASTM E8. (2010). ASTM E8/E8M standard test methods for tension testing of metallic materials 1. *Annual Book of ASTM Standards 4, C*, 1–27.
- Bambang Pratowo, A. F. H. (2018). Analisa Kekerasan Baja Karbon Aisi 1045 Setelah Mengalami Perlakuan Quenching. *Jurnal Teknik Mesin Ubl*, 5, 2.
- Erizon, N., Mulyadi, R., Rahim, B., & Wicaksono, A. (2021). Analisis Pengaruh Perbedaan Posisi Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las Smaw Menggunakan Material St37 Analysis of the Effect of Difference in Welding Position on the Tensile Strength of the Smaw Welded Joints Using St37 Material. *Vomek*, 3(2), 17–24.
- Fernando, Y., Mulyadi, R., & Info, A. (2020). *The Effect on Using Different Types of Electrodes toward the Tensile Strength of the Welding Joints Groove V Low Carbon Steel Type DIN*. 3(2), 43–49.
- Galang Goldy Putra A.S.B., K. (2021). *J-Proteksion : Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin Effect of Cooling Media Variations on the Tensile Strength of AISI 1045 Steel*. 5(1), 20–25.
- Irzal. (2009). *Fakultas Teknik Unversltas Negeri Padang 2009*.
- Jasman, & Huda, N. (2019). *Pengaruh kuat arus terhadap uji tarik material baja karbon rendah menggunakan Metal Inert Gas (MIG)*. 219–229.
- Muhammad Jordi, Hartono Yudo, S. jokosisworo. (2017). Analisa Pengaruh Proses Quenching Dengan Media Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Baja St 36 Dengan Pengelasan Smaw. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(1), 272–281.
- Nugroho, E., Handono, S. D., Asroni, A., & Wahidin, W. (2019). Pengaruh Temperatur dan Media Pendingin pada Proses Heat Treatment Baja AISI 1045 terhadap Kekerasan dan Laju Korosi. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 8(1), 99–110.
- Nugroho, S., & Haryadi, G. D. (2005). Pengaruh Media Quenching Air Tersirkulasi (Circulated Water) Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Pada Baja Aisi 1045. *Rotasi*, 7(1), 19–23.
- Nurdin, H.-, Fernanda, Y., & Handayani, M. (2018). Analysis of Tensile Strength the Fiber Bagasse Particles Board with Resin Adhesives. *Teknomekanik*, 1(1), 1–5.

- Parekke, S., Leonard, J., & Muchsin, A. H. (2014). Pengaruh Pengelasan Logam Berbeda (Aisi 1045) Dengan (Aisi 316L) Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro. *J. Sains & Teknologi, Desember, 3(2)*, 191–198.
- Pramono, A. (2011). Karakteristik Struktur Mikro Hasil Proses Hardening Baja Aisi 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprochet Rantai. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi, 7(2)*, 115.
- Rachman, Y. M., Maulana, A., & Ekawati, F. D. (2020). Pengaruh Proses Hardening Baja Aisi 1045 Terhadap Sifat Keausan. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 8(2)*, 89–95.
- Rinaldi, G., & Rumendi, U. (2018). Material St 37 Pada Proses Karburasi Dengan Metoda Single Distribusi Kekerasan , Dan Struktur Mikro Material St 37 Pada Proses Karburasi Dengan Metoda Single Quenching Dan Direct Quenching . *Steman, April*.
- Rizal, Y. (2014). Analisa Pengaruh Media Quench Terhadap Kekuatan Tarik Baja Aisi 1045. *Jurnal APTEK, 6(02)*, 183–190.
- S.Timoshenko. (2001). *Strength\_Of\_Materials\_parts\_IandII-Timoshenko.pdf* (p. 510).
- SAHIR, S. H. (2019). *metode penelitian (KBM indonesia) bantu jogyakarta*.
- Sugiyono. (2013). *Sugiyono, Memahami Penelitian Kualitatif, (Bandung: Alfabeta, 2005), hlm. 61. 37. 37–44*.
- Syahri, B., Putra, Z. A., & Helmi, N. (2017). Analisis Kekerasan Baja Assab 705 Yang Diberi Perlakuan Panas Hardening Dan Media Pendingin. *Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi, 17(1)*, 17–26.
- Utomo, A. F. (2021). *Pengaruh Variasi Temperatur Quenching dan Media Pendingin Terhadap ingkat Kekerasan baja AISI 1045*.
- Winardi, Y., Fadelan, F., Munaji, M., & Krisdiantoro, W. N. (2020). Pengaruh Elektroda Pengelasan Pada Baja AISI 1045 Dan SS 202 Terhadap Struktur Mikro Dan Kekuatan Tarik. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha, 8(2)*, 86.