



## ANALISIS VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKUATAN TARIK BAJA AISI 1045 DENGAN PERLAKUAN PANAS *QUENCHING*

Galang Goldy Putra A.S.B<sup>1)</sup>, Kosjoko<sup>2)</sup>, Mega Ladsuardi M<sup>3)</sup>

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email: <sup>1)</sup>[galanggoldy.98@gmail.com](mailto:galanggoldy.98@gmail.com), <sup>2)</sup>[kosjoko@unmuhjember.ac.id](mailto:kosjoko@unmuhjember.ac.id), <sup>3)</sup>[megalazuardi@unmuhjember.ac.id](mailto:megalazuardi@unmuhjember.ac.id)

### Abstrak

Baja merupakan campuran antara besi dan elemen padu utama besi yaitu karbon. Pada penelitian ini baja yang digunakan adalah Baja AISI 1045. Baja AISI 1045 merupakan baja karbon kelas menengah. AISI sendiri merupakan standarisasi baja *American Iron and Steel Institute* dengan kode 1045, dimana dari angka 1045 menunjukkan bahwa 45 adalah kandungan atau kadar karbon pada baja tersebut yaitu 0,45% sedangkan angka 10 menunjukkan *plain* karbon. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai uji tarik dan struktur mikro melalui proses perlakuan panas dengan variasi media pendingin Oli SAE 10 dan Oli SAE 140 terhadap baja AISI 1045.

Metode pengujian yang digunakan adalah metode eksperimen menggunakan baja AISI 1045 yang diperlakukan panas suhu 850<sup>0</sup>C dengan variasi media pendingin Oli SAE 10 dan Oli SAE 140 yang berfungsi untuk mengetahui nilai uji tarik dan sifat karakteristik yang terjadi serta daya tahan baja tersebut. Berdasarkan metode pengujian yang digunakan diperoleh hasil adalah penggunaan media pendingin Oli SAE 10 dan Oli SAE 140 sangat berpengaruh terhadap nilai kekuatan uji tarik dan terbentuknya struktur mikro yang dihasilkan serta dari semua uji tarik yang telah dilakukan diperoleh nilai rata-rata paling tinggi pada penggunaan media pendingin Oli SAE 140 dengan hasil nilai Tegangan Luluh 1009,94 MPa, Tegangan Maksimum 1173,41 MPa, Tegangan Patah 1123,86 MPa dan untuk kekuatan uji tarik terendah terjadi pada material tanpa perlakuan dengan nilai Tegangan Luluh 499,37 MPa, Tegangan Maksimum 730,62 MPa, dan Tegangan Patah 554,75 MPa.

**Kata kunci :** Perlakuan Panas, Variasi Media Pendingin, dan Uji Tarik.

### Abstract

*Steel is the mixture between iron and the main iron alloying element, which is carbon. In this research the steel used was AISI 1045 Steel. AISI 1045 Steel is a middle class carbon steel. AISI alone is an American Iron and Steel Institute standardized iron with 1045 code, where the 1045 shows that 45 is the contents or the carbon content in that steel is 0,45% while 10 shows the plain carbon. This research was aimed to know the tensile test value and the micro structure through heat treatment process with SAE 10 Oil and SAE 140 Oil cooling media variations towards AISI 1045 steel.*

*The test method used was experiment method using AISI 1045 Steel with 850<sup>0</sup>C temperature heat treatment with SAE 10 Oil and SAE 140 Oil cooling media variations used to know the value of tensile test and the characteristic traits happen and the durability of that steel. Based on the test method used gained the results that the use of SAE 10 Oil and SAE 140 Oil cooling medias are very influential towards the tensile test strength value and the micro structure formation produced and from all of the tensile tests done the highest average score gained is on the SAE 140 Oil cooling media use with 1009,94 MPa Yield Stress value 1173,41 MPa Maximum Stress 1123,86 MPa Broken Stress and the lowest tensile test happens in the material without treatment with 499,37 MPa Yield Stress, 730,62 MPa Maximum Stress, and 554,75 MPa Broken Stress.*

**Key Words:** Heat treatment, Cooling Media Variations, Tensile Te

## PENDAHULUAN

Baja merupakan campuran antara besi dan elemen padu utama besi yaitu karbon. Material ini sering banyak digunakan dalam pembuatan berbagai komponen mesin dan konstruksi bangunan, karena memiliki sifat ulet mudah dibentuk, kuat maupun keras. Ada tiga macam baja karbon bila ditinjau dari jumlah kandungan karbonnya yaitu : baja karbon tinggi, baja karbon sedang dan baja karbon rendah. Kandungan karbon didalam struktur baja akan berpengaruh terhadap sifat kekerasan baja. Sifat ini sangat dibutuhkan untuk komponen mesin yang saling bergesekan salah satunya yaitu poros penghubung gardan dimana pada komponen ini sering kali terjadi kegagalan salah satunya yaitu tidak tahan aus akibat sering terjadi gesekan yang berulang – ulang.

Baja AISI 1045 termasuk dalam jenis baja karbon sedang. Hal ini dapat diketahui dari kandungan unsur karbon. Dalam pengaplikasiannya baja ini banyak digunakan sebagai komponen roda gigi, pin ram, batang ulir kemudi, baut pengikat kompoimen dalam mesin, poros engkol, batang penghubung, bearing, dan lainnya. (azom,2012).

Untuk mendapatkan kekerasan dan ketahanan aus terhadap struktur baja yang kita inginkan maka perlu dilakukan proses perlakuan panas dan *quenching* sehingga mengetahui nilai uji tarik dan sifat karakteristik yang dihasilkan.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Eko Nugroho (2019) yang berjudul “Pengaruh Temperatur dan Media Pendingin pada Proses *Heat Treatment* Baja AISI 1045 terhadap Kekerasan dan Laju Korosi” menyatakan bahwa spesimen dipanaskan menggunakan tungku pemanas dengan temperatur  $750^{\circ}\text{C}$ ,  $850^{\circ}\text{C}$ , dan  $950^{\circ}\text{C}$  dengan *holding time* selama 30 menit. Kemudian masing-masing material dilakukan *quenching* pada media air mineral dan Oli SAE 10W-40. selanjutnya material dilakukan uji kekerasan dan uji korosi. Hasilnya material mengalami perubahan kekerasan dan laju korosi. Nilai kekerasan tertinggi terjadi pada media pendingin air mineral yaitu 58,2 HRC pada variasi temperatur  $850^{\circ}\text{C}$  dan nilai kekerasan tertinggi media pendingin Oli adalah 33,4 HRC pada variasi temperatur  $950^{\circ}\text{C}$ . Laju korosi tertinggi media pendingin air mineral adalah 3,998 ipy pada variasi temperatur  $950^{\circ}\text{C}$ , dan 4,086 ipy pada media pendingin oli dengan variasi temperatur  $950^{\circ}\text{C}$ .

Oleh karena itu, dari latar belakang diatas penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mendapatkan hasil terbaik dari proses heat treatment dengan variasi media pendingin. Pengujian yang digunakan yaitu uji tarik dan struktur mikroyang berfungsi untuk mengetahui sifat karakteristik yang terjadi dan daya tahan baja tersebut.

## METODE PENELITIAN

### Jenis penelitian

Jenis penelitian eksperimen (*experimental*). Metode ini digunakan atas dasar pertimbangan bahwa sifat penelitian eksperimental yaitu mencoba sesuatu untuk mengetahui akibat dari suatu perlakuan yang bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai uji tarik dan struktur mikro pada baja AISI 1045 dari hasil *heat treatment* dengan

waktu 45 menit menggunakan variasi temperatur dan variasi media pendingin.

### Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di tiga tempat yang berbeda yang meliputi dua kegiatan pokok, adapun tempat penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Proses pembuatan spesimen dilakukan di bengkel bubut Garuda Teknik Kaliwining.
- 2) Proses *heat treatment* dilakukan di Labortorium Teknik Mesin Universitas Negeri Jember.
- 3) Proses uji tarik dan struktur mikro dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang.

### Peralatan dan Bahan

Peralatan serta bahan yang digunakan untuk mendukung jalannya penelitian ini yaitu :

#### 1. Bahan

Adapun bahan yang disiapkan dalam penelitian ini diantaranya :

- 1) Baja AISI 1045.
- 2) Media pendingin berupa Oli SAE 10 dan SAE 140.

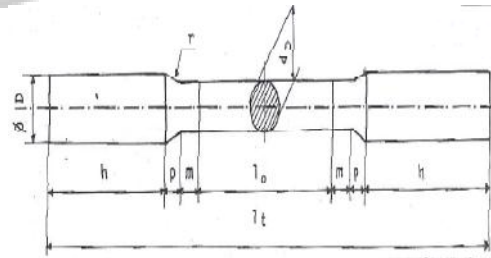
#### 2. Peralatan

Adapun alat yang dibutuhkan untuk penelitian ini diantaranya :

- 1) Gerinda potong
- 2) Ampelas
- 3) Sarung tangan
- 4) Alat penjepit (Tang)
- 5) Tungku pemanas *Furnace Merk Payu Tech* kapasitas 2 L.
- 6) Alat uji tarik *Universal Testing Machine*.
- 7) Jangka sorong

### Spesimen Penelitian

Dimensi spesimen yang digunakan dibentuk sesuai standar pengujian ASTM E8 A48 dengan jumlah total 7 spesimen serta dilakukan 3 kali pengujian.



Gambar 1. Dimensi Spesimen

Keterangan :

r	= 30 mm	D	= 18 mm
p	= 10 mm	l <sub>0</sub>	= 60 mm
d	= 12 mm	h	= 50 mm
m	= 10 mm	l <sub>t</sub>	= 200 mm

Untuk mencari nilai tegangan dari hasil pengujian tarik dimasukkan ke persamaan

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_o}$$

Keterangan :

- $\sigma_u$  = Tegangan nominal (kg/mm<sup>2</sup>) atau (MPa)
- $F_u$  = Beban maksimal (kg)
- $A_o$  = Luas penampang awal spesimen (mm<sup>2</sup>)

Untuk mencari nilai regangan dari hasil pengujian tarik dimasukkan ke persamaan

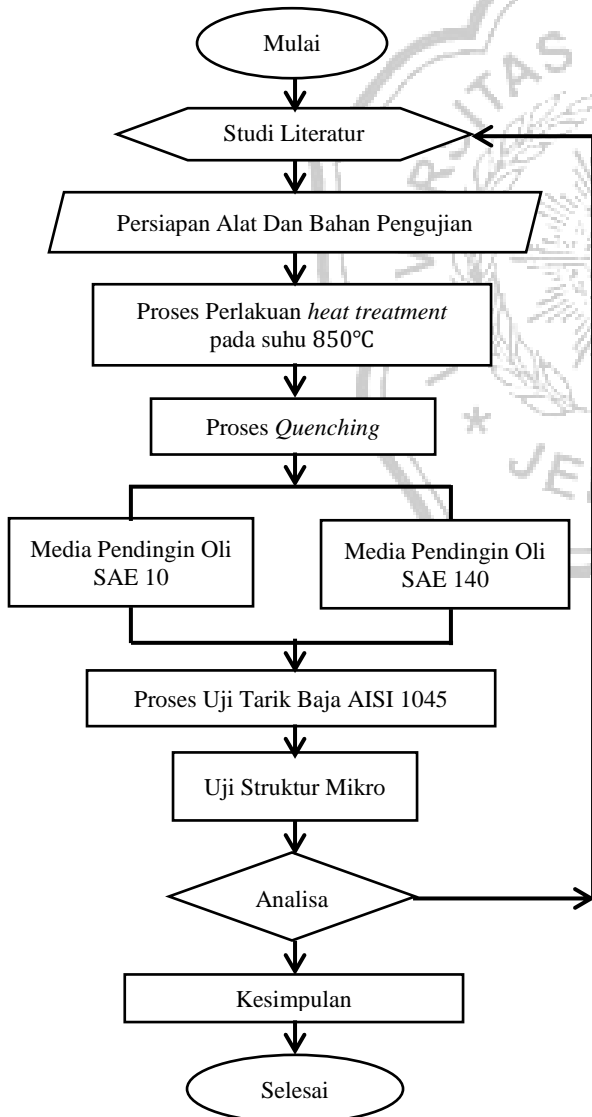
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\% = \frac{L-L_o}{L_o} \times 100\%$$

Keterangan :

- $\varepsilon$  = Regangan (%)
- L = Panjang akhir spesimen (mm)
- L<sub>o</sub> = Panjang awal setelah patah (mm)

### Diagram alir penelitian

Diagram Alir Pengaruh Variasi Temperatur Baja AISI 1045 Dengan Variasi Media Pendingin Oli Terhadap Uji Tarik dan Struktur Mikro.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

### Prosedur Penelitian

- 1) Studi literatur  
 Studi literatur merupakan studi awal yang dilakukan oleh penulis yaitu dengan melakukan pencarian terhadap berbagai sumber tertulis, baik berupa buku-buku, arsip, majalah, artikel, dan jurnal, atau dokumen-dokumen yang relevan dengan permasalahan yang dikaji. Sehingga informasi yang didapat dari studi kepustakaan ini dijadikan rujukan untuk memperkuat argumentasi-argumentasi yang ada. Studi literatur ini dilakukan oleh peneliti setelah menentukan topik penelitian dan ditetapkannya rumusan permasalahan, sebelum terjun ke lapangan untuk mengumpulkan data yang diperlukan. Berikut adalah penjelasan seputar pengertian Studi Literatur.
- 2) Alat dan Bahan  
 Sebelum melakukan pekerjaan tentunya harus menyiapkan beberapa alat dan bahan untuk menunjang keberhasilan dan kelancaran suatu penelitian dan tidak lupa menggunakan alat pelindung diri (APD) sesuai dengan standar operasional pekerjaan (SOP).
- 3) Persiapan Spesimen Uji  
 Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah Baja AISI 1045 yang merupakan baja karbon menengah keatas karena mempunyai kandungan karbon sekitar 0,45% – 0,50%.
- 4) Proses *Heat Treatment*  
 Proses ini pada umumnya bertujuan untuk meningkatkan bentuk sifat kekerasan struktur baja sehingga sifat baja dengan menggunakan tungku pemanas *furnace* atau oven proses ini diterapkan untuk menghasilkan benda kerja yang keras. Untuk penelitian kali ini menggunakan baja yang dipanaskan dengan temperatur 850°C dengan waktu 45menit.
- 5) Pendinginan (*Quenching*)  
*Quenching* adalah salah satu perlakuan panas dengan laju pendinginan cepat yang dilakukan dalam suatu variasi media pendingin Oli. Media pendingin yang digunakan berpengaruh terhadap laju pendinginan dalam terbentuknya struktur martensite hasil transformasi austenite.
- 6) Proses Uji Tarik  
 Sebelum melakukan uji tarik spesimen yang telah melewati proses *quenching* kemudian pada permukaan Baja AISI 1045 dibersihkan dengan menggunakan ampelas sampai permukaan menjadi halus agar lebih mudah untuk melakukan uji tarik dengan menggunakan alat uji tarik.
- 7) Struktur Mikro  
 Pada saat ingin melakukan uji struktur mikro spesimen yang telah melewati proses *quenching* pada bagian permukaannya di gosok hingga terlihat lebih datar dan halus yang kemudian material tersebut diberi cairan kimia adsa setelah itu lakukan proses uji struktur mikro.

8) Analisa

Analisa yaitu proses pengumpulan data yang didapat dalam penelitian dari pengamatan suatu objek yang sudah dilakukan percobaan berulang – ulang yang kemudian dilakukan pendataan dari hasil tersebut.

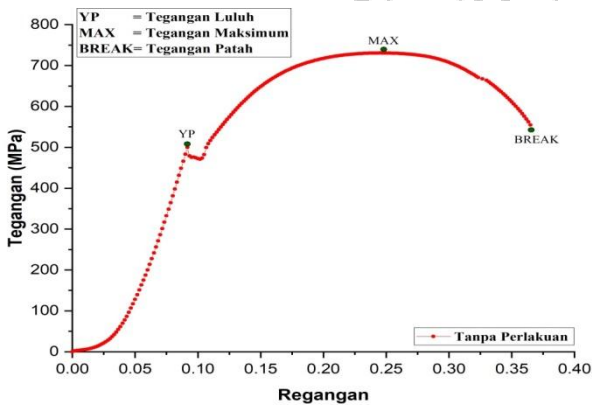
9) Kesimpulan

Kesimpulan adalah pernyataan singkat, jelas, dan sistematis dari keseluruhan hasil analisis, pembahasan, dan pengujian hipotesis dalam sebuah penelitian. Peneliti menyimpulkan keseluruhan bagian dalam penelitian, terutama antara masalah penelitian, hipotesis, dan analisis data yang didasarkan pada hasil penelitian.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

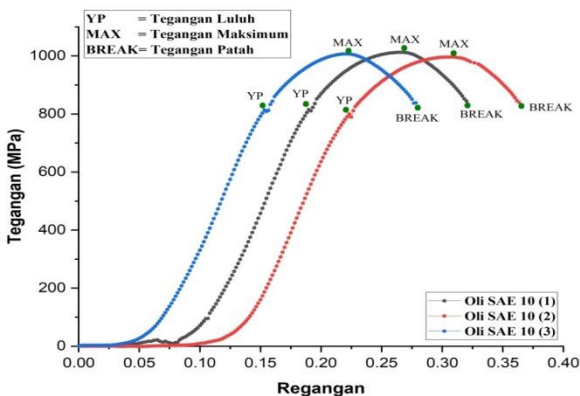
**1) Hasil Uji Tarik**

Pada proses pengujian uji tarik dilakukan bertujuan untuk mengetahui perbedaan nilai hasil uji tarik Tegangan Luluh, Tegangan Maksimum, Tegangan Patah antara material tanpa perlakuan dan material yang sudah melalui proses perlakuan *heat treatment* dan *quenching* Oli SAE 10, Oli SAE 140 dengan menggunakan alat uji tarik tipe *Universal Testing Machine*. Hasil pengujian tarik ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



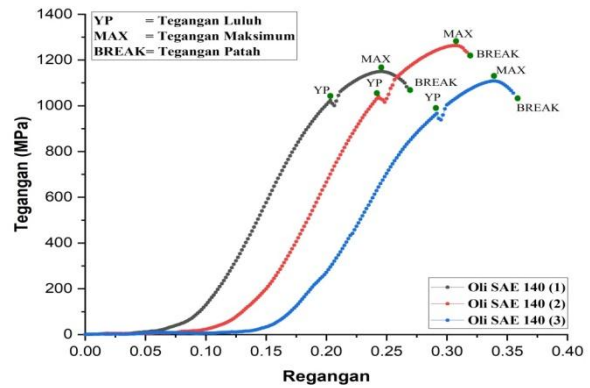
Gambar 3. Kurva Uji Tarik Tanpa Perlakuan

Pada Kurva 3 dijelaskan bahwa hasil pengujian uji tarik yang dilakukan dengan menggunakan bahan material tanpa perlakuan menunjukkan hasil nilai Tegangan Luluh 499,37 MPa, Tegangan Maksimum 730,62 MPa dan Tegangan Patah 554,75 MPa.



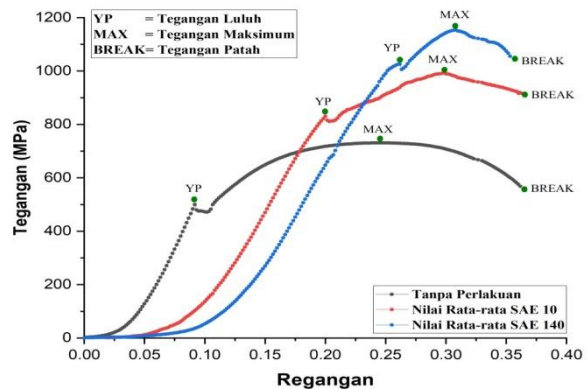
Gambar 4. Kurva Uji Tarik Oli SAE 10

Pada Kurva 4 menunjukkan nilai uji tarik yang di uji sebanyak 3 kali pengujian dengan bahan material yang sudah melalui perlakuan *heat treatment* dan *quenching* menggunakan media pendingin Oli SAE 10 sehingga menghasilkan nilai rata-rata Tegangan Luluh 809,33 MPa, Tegangan Maksimum 1004,86 MPa dan Tegangan Patah 841,18 MPa.



Gambar 5. Kurva Uji Tarik Oli SAE 140

Pada Kurva 5 menunjukkan bahwa nilai uji tarik yang dihasilkan antara 1, 2, dan 3 sebanyak 3 kali pengujian dengan bahan material yang sudah melalui perlakuan *heat treatment* dan *quenching* menggunakan media pendingin Oli SAE 140 menghasilkan nilai rata-rata Tegangan Luluh 1009,94 MPa, Tegangan Maksimum 1173,41 MPa, dan Tegangan Patah 1123,86 MPa.



Gambar 6 Kurva Nilai Rata-rata Uji Tarik

Pada Kurva 6 Menunjukkan perbedaan nilai rata-rata tegangan luluh, tegangan maksimum, dan tegangan patah yang dihasilkan dari pengujian uji tarik antara material tanpa perlakuan, material yang sudah melalui perlakuan *heat treatment* dan *quenching* Oli SAE 10 dan Oli SAE 140. Menghasilkan nilai tertinggi Tegangan Luluh 1009,95 MPa, Tegangan Maksimum 1173,42 MPa, dan Tegangan Patah 1123,86 MPa yang diperoleh dengan menggunakan media pendingin Oli SAE 140.

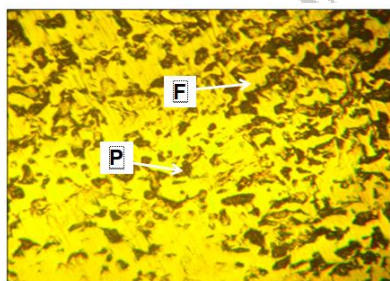
Media	Uji tarik		
	Tegangan luluh	Tegangan maksimum	Tegangan patah
Tanpa perlakuan	499,37 MPa	730,62 MPa	554,75 MPa
Oli SAE 10	814,84 MPa	1012,13 MPa	844,72 MPa
	799,60 MPa	995,88 MPa	840,17 MPa
	813,47 MPa	1006,58 MPa	838,66 MPa
Rata - rata	809,33 MPa	1004,86 MPa	841,18 MPa
Oli SAE 140	1022,64 MPa	1149,29 MPa	1082,71 MPa
	1040,62 MPa	1262,90 MPa	1233,84 MPa
	966,56 MPa	1108,06 MPa	1055,04 MPa
Rata - rata	1009,94 MPa	1173,41 MPa	1123,86 MPa

Tabel 1 Hasil Uji Tarik

Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai hasil kekuatan uji tarik yang tertinggi diunjukkan pada penggunaan media pendingin Oli SAE 140 dengan nilai rata-rata Tegangan Luluh 1009,95 MPa, Tegangan Maksimum 1173,41 MPa, dan Tegangan Patah 1123,86 MPa. Sedangkan untuk nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada material tanpa perlakuan dengan nilai Tegangan Luluh 499,37 MPa, Tegangan Maksimum 730,62 MPa, dan Tegangan Patah 554,75 MPa. Selain itu pengujian uji tarik juga dilakukan pada material dengan menggunakan media pendingin Oli SAE 10 yang menghasilkan nilai rata-rata Tegangan Luluh 809,30 MPa, Tegangan Maksimum 1004,86 MPa dan Tegangan Patah 841,18 MPa.

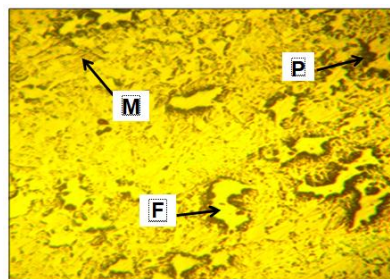
## 2) Hasil Uji Struktur Mikro

Pada pengujian struktur mikro dengan menggunakan jenis alat mesin *Jenco Metallurgy Microscope Model MET- 233* dengan pembesaran 200x. Maka dihasilkan nilai data uji mikro dari material tanpa perlakuan, material yang sudah melalui perlakuan *heat treatment* dan *quenching* dengan media pendingin Oli SAE 10, dan Oli SAE 140.



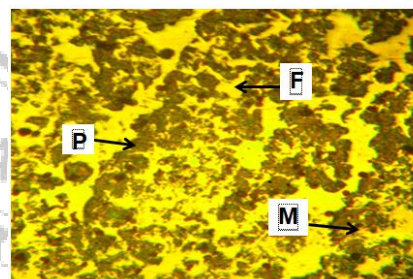
Gambar 7 Struktur Mikro Tanpa Perlakuan

Dari Gambar 7 hasil pengujian struktur mikro dengan material baja tanpa perlakuan maka dihasilkan bentuk struktur mikro *ferrite* dan *perlite* karena menggunakan laju pendinginan lambat sehingga menghasilkan sifat material menjadi lunak dan ulet.



Gambar 8 Struktur Mikro Pendingin Oli SAE 10

Dari Gambar 8 perubahan struktur mikro pada material yang sudah melalui proses *heat treatment* dan *quenching* dengan menggunakan media pendinginan Oli SAE 10 menghasilkan bentuk struktur mikro *martensite*, *pearlite* dan *ferrite* dalam pendinginan cepat mengakibatkan atom karbon yang tadinya terlepas dari ikatan tidak mampu berdifusi kedalam ikatan sehingga memiliki sifat ulet, keras namun sedikit getas.



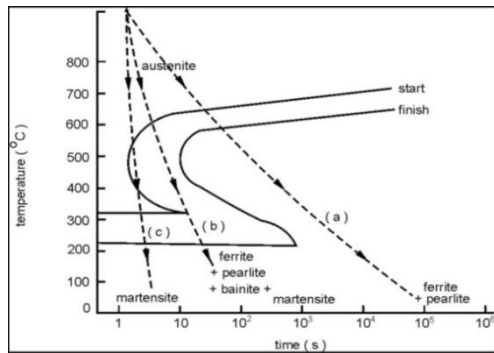
Gambar 9 Struktur Mikro Pendingin Oli SAE 140

Pada Gambar 9 menjelaskan struktur mikro pada material ini yang sudah melalui proses *heat treatment* dan *quenching* dengan menggunakan media pendinginan Oli SAE 140 menghasilkan bentuk struktur mikro *martensite*, *pearlite* dan *ferrite* yang lebih padat dibandingkan dengan penggunaan media pendingin Oli SAE 10. Dalam pendinginan cepat mengakibatkan atom karbon yang tadinya terlepas dari ikatan tidak mampu berdifusi kedalam ikatan sehingga memiliki sifat ulet, keras namun sedikit getas (fitransyah, 2013).

No	Media	Kandungan	Jumlah Persentase
1	Tanpa Perlakuan	<i>Ferrite</i>	29,2 %
		<i>Perlite</i>	70,8 %
2	Perlakuan Oli SAE 10	<i>Ferrite</i>	11,4 %
		<i>Perlite</i>	76,2 %
		<i>Martensite</i>	12,4 %
3	Perlakuan Oli SAE 140	<i>Ferrite</i>	57,1 %
		<i>Perlite</i>	25,1 %
		<i>Martensite</i>	17,8 %

Tabel 2 Hasil Kandungan Struktur Mikro

Pada Tabel 2 menjelaskan persentase nilai rata-rata kandungan struktur mikro yang ada pada material baja AISI 1045 setelah melalui proses pemanasan *heat treatment* dan *quenching* yang kemudian dilakukan proses pengujian struktur mikro.



Gambar 10 Diagram CCT.

Pada Gambar 10 diagram CCT dijelaskan bahwa pada proses pendinginan secara perlahan seperti pada garis (a) menghasilkan struktur mikro *perlite* dan *ferrite*, dan pada proses pendinginan secara sedang seperti pada garis (b) akan menghasilkan struktur mikro *pearlite* dan *bainite*. Sedangkan pada garis (c) proses pendinginan cepat akan menghasilkan struktur mikro *martensite*. (Rabiatul Adawiyah 2014)

#### ➤ Oli

Oli memiliki nilai viskositas atau kekentalan yang tertinggi dibandingkan dengan media pendingin lainnya sehingga laju pendinginannya cepat. Jadi nilai viskositas Oli SAE 10 lebih rendah dari pada Oli SAE 140.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Setelah melakukan uji *heat treatment* dan *quenching* yang sudah dilaksanakan di Ruang Laboratorium Terapan Teknik Mesin Universitas Negeri Jember dan uji tarik serta uji struktur mikro yang telah dilaksanakan pengujian di Ruang Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang menggunakan material baja AISI 1045 dengan variasi media pendingin Oli SAE 10, Oli SAE 140 Maka dapat diambil dengan beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut :

1. Penggunaan media pendingin Oli SAE 10 dan Oli SAE 140 sangat berpengaruh terhadap nilai kekuatan uji tarik dan terbentuknya struktur mikro yang dihasilkan.
2. Dari semua uji tarik yang telah dilakukan maka diperoleh nilai rata-rata paling tinggi pada penggunaan media pendingin Oli SAE 140 dengan hasil nilai Tegangan Luluh 1009,94 MPa, Tegangan Maksimum 1173,41 MPa, Tegangan Patah 1123,86 MPa dan untuk kekuatan uji tarik terendah terjadi pada material tanpa perlakuan dengan nilai Tegangan Luluh 499,37 MPa, Tegangan Maksimum 730,62 MPa, dan Tegangan Patah 554,75 MPa.

### Saran

Pada pembahasan kali ini dari semua penelitian yang telah dilaksanakan. Maka dapat ditambahkan beberapa saran bagi mahasiswa yang akan melaksanakan penelitian di masa yang akan datang yang diantaranya sebagai :

1. Sebelum melaksanakan uji *heat treatment* kondisi alat sebaiknya diperiksa terlebih dahulu agar supaya pada saat proses pemanasan berlangsung tidak

terjadi sistem eror sehingga hasil yang didapat lebih maksimal.

2. Pada proses penelitian uji struktur mikro yang akan datang diharapkan material yang akan diuji dipersiapkan terlebih dahulu dengan melakukan langkah-langkah yang sudah ada agar hasil struktur mikro yang dihasilkan lebih maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prabowo, Bambang. Ary Fernando HR 2018. "Analisa Kekerasan Baja Karbon AISI 1045 Setelah Mengalami Perlakuan *Quenching*". Jurnal Teknik Mesin volume 5 nomor 2 Fakultas Teknik – Universitas Bandar Lampung.
- [2] Pradipta, Habib, Arya Mahendra Sakti. 2018. "Aplikasi *Quenching-Tempering Heat Treatment* Untuk Meningkatkan Kekuatan Tarik Marine Plat BKI Grade A Pada Material Lambung Kapal Niaga Dengan Variasi Media Pendingin". Volume 06 nomor 02.
- [3] Nugroho, Eko. Sulis Dri Handono. Asroni. Wahidin. 2019. "Pengaruh Temperatur dan Media Pendingin Pada Proses *Heat Treatment* Baja AISI 1045 Terhadap Kekerasan dan Laju Korosi". Volume 8 Nomor 1.
- [4] Rixal, Yose. 2014. "Analisa Pengaruh Media *Quench* Terhadap Kekuatan Tarik Baja AISI 1045". Jurnal Teknik Mesin Universitas Pasir Pengairan. Vol 06 Nomor 2.
- [5] Setyawan, Danang. 2019. "Pengaruh Variasi Media Pendingin (Air Garam, Oli Sae 20W-50 Dan Udara) Terhadap Kekerasan Baja AISI 1045. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Jember.
- [6] Subagiyo. Samsul Hadi. Lisa Agustriana. Kasiyanto. 2018. "Analisis Kekuatan Traik Dan Kekerasan Baja Tahan Karat Martensitik Fasa Ganda Hasil Perlakuan Paanas Dengan Variasi Temperatur Dan Media Pendingin". Volume 11 nomor 2.
- [7] Bayu Adie Septianto, dan Yuli Setiyorini. 2013, "Pengaruh Media Pendingin pada *Heat Treatment* Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik *Friction Wedge* AISI 1340
- [8] Rabiatul Adawiyah dan Murdjani. 2014. "Pengaruh Perbedaan Media Pendingin Terhadap Struktur mikro Dan Kekerasan Pegas Daun Dalam Proses *Hardening*".
- [9] Abdul Rasyad dan Budi Arto. 2018. " Analisis Pengaruh Temperatur, Waktu, Dan Kuat Arus Proses Elektroplating Terhadap Kuat Tarik, Kuat Tekuk Dan Kekerasan Pada Baja Karbon Rendah".
- [10] Dwi Setyawan dan Fatkur Rhohman. 2016 "Pengaruh proses perlakuan panas terhadap penggunaan media pendingin terhadap kekuatan tarik material ST-41".