



Pengaruh Variasi Media Pendinginan terhadap Kekuatan Tarik Baja AISI 1045

Effect of Cooling Media Variations on the Tensile Strength of AISI 1045 Steel

Galang Goldy Putra A.S.B.¹, Kosjoko²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

¹galanggoldy.98@gmail.com, ²kosjoko@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Baja merupakan campuran antara besi dan elemen pemuad 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, yang mana 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 850⁰C 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 a mixture of iron and the main alloying element of iron, namely carbon. In this research, the steel used is AISI 1045 steel. AISI 1045 steel is medium-grade carbon steel. AISI itself is a steel standardization of the American Iron and Steel Institute with a code of 1045, of which 1045 indicates that 45 is the carbon content or content of the steel, namely 0.45%, while the number 10 indicates plain carbon. This study aims to determine the tensile and microstructure test values through a heat treatment process with a variety of cooling media SAE 10 Oil and SAE 140 Oil against AISI 1045 steel. The test method used is an experimental method using AISI 1045 steel which is heat treated at 850⁰C with a variety of media. Oil cooler SAE 10 and SAE 140 Oil function to determine the value of the tensile test and the characteristic properties that occur and the durability of the steel. Based on the test method used, the results obtained were the use of SAE 10 Oil and SAE 140 oil coolant media greatly influenced the tensile strength value and the formation of the resulting microstructure and from all the tensile tests that had been carried out, the highest average value was obtained in the use of cooling media. SAE 140 oil with the results of the yield stress value 1009.94 MPa, maximum stress 1173.41 MPa, breaking stress 1123.86 MPa and for the lowest tensile strength occurs in untreated material with a Yield Stress value of 499.37 MPa, maximum stress 730, 62 MPa, and breaking stress is 554.75 MPa.

Keywords: heat treatment, the variation of cooling media, and tensile test.

PENDAHULUAN

Baja merupakan campuran antara besi dan elemen padu utama besi yaitu karbon. Baja merupakan material yang paling banyak digunakan sebagai bahan industri, karena baja mempunyai sifat fisis dan mekanis yang bervariasi [1]. Material ini sering banyak digunakan dalam pembuatan berbagai komponen mesin dan konstruksi bangunan, karena memiliki sifat ulet mudah dibentuk, kuat maupun keras. Baja AISI 1045 merupakan material yang banyak digunakan dalam dunia industri sebagai komponen kendaraan bermotor yang mengalami beban berulang atau vibrasi [2].

Terdapat tiga macam baja karbon jika ditinjau dari jumlah kandungan karbonnya yaitu: baja karbon tinggi, baja karbon sedang dan baja karbon rendah. Kandungan karbon di dalam struktur baja akan berpengaruh terhadap sifat kekerasan baja. Sifat ini sangat dibutuhkan untuk komponen mesin yang mengalami pergesekan salah satunya yaitu poros penghubung gardan yang mana 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. Guna 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. Hasilnya material mengalami perubahan kekerasan dan laju korosi setelah proses perlakuan [3]

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

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental. Dengan memberikan perlakuan yang bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai uji tarik dan struktur mikro. Adapun penunjang dalam penelitian ini berupa material, perlakuan panas, dan proses pendinginan sebagai berikut.

1. Baja AISI 1045 yang merupakan baja karbon menengah ke atas, karena mempunyai kandungan karbon sekitar 0,45% – 0,50%.
2. 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. Penelitian ini menggunakan baja yang dipanaskan dengan temperatur 850°C dengan waktu 45 menit.

3. Pendinginan (*quenching*)

Quenching adalah salah satu perlakuan panas dengan laju pendinginan cepat yang dilakukan dalam suatu variasi media pendingin Oli SAE 10 dan SAE 140. Media pendingin yang digunakan berpengaruh terhadap laju pendinginan dalam terbentuknya struktur *martensite* hasil transformasi *austenite*.

4. Proses uji tarik

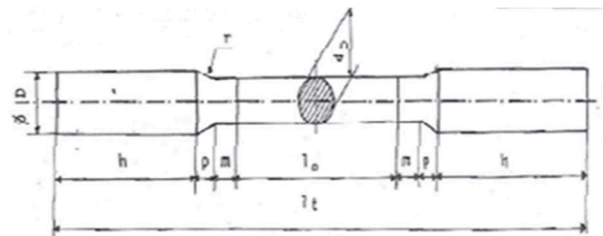
Sebelum melakukan uji tarik spesimen yang telah melewati proses *quenching*, kemudian pada permukaan Baja AISI 1045 dibersihkan dengan menggunakan ampelas hingga permukaan menjadi halus agar lebih mudah untuk melakukan uji tarik dengan menggunakan alat uji tarik.

5. Struktur mikro

Pada saat ingin melakukan uji struktur mikro spesimen yang telah melewati proses *quenching* pada bagian permukaannya di gosok sampai terlihat lebih datar dan halus, kemudian material tersebut diberi cairan kimia, setelah itu lakukan proses uji struktur mikro.

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:

$r = 30 \text{ mm}$	$D = 18 \text{ mm}$
$p = 10 \text{ mm}$	$l_0 = 60 \text{ mm}$
$d = 12 \text{ mm}$	$h = 50 \text{ mm}$
$m = 10 \text{ mm}$	$l_t = 200 \text{ mm}$

Guna mencari nilai tegangan dari hasil pengujian tarik dimasukkan ke persamaan (1) berikut.

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_0} \quad (1)$$

Keterangan:

σ_u	= Tegangan nominal (kg/mm ²) atau (MPa)
F_u	= Beban maksimal (kg)
A_0	= Luas penampang awal spesimen (mm ²)

Guna mencari nilai regangan dari hasil pengujian tarik dimasukkan ke persamaan (2) berikut.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{L-L_0}{A_0} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

- ε = Regangan (%)
- L = Panjang akhir spesimen (mm)
- L_0 = Panjang awal setelah patah (mm)

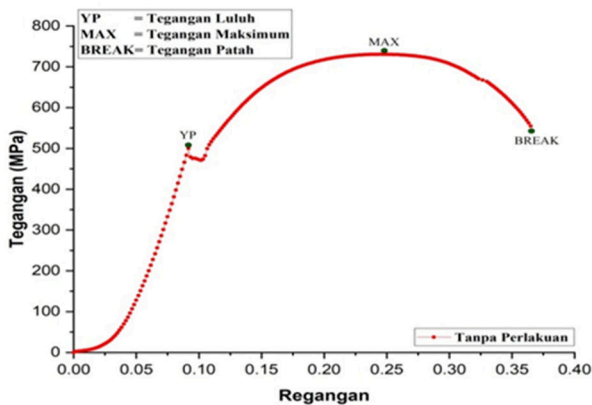
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Tarik

Pada proses 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*.

Tanpa Perlakuan (TP1)

Pada Gambar 2 merupakan grafik hasil uji tarik material baja AISI 1045 tanpa perlakuan.

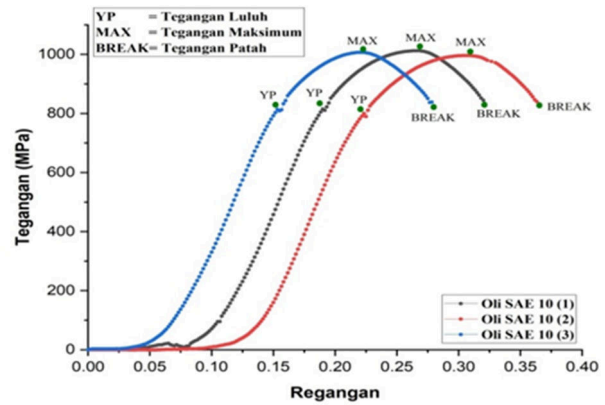


Gambar 2. Grafik uji tarik tanpa perlakuan

Pada Gambar 2 bahwa hasil uji tarik material tanpa perlakuan menunjukkan hasil nilai tegangan luluh 499,37 MPa, tegangan maksimum 730,62 MPa dan tegangan patah 554,75 MPa.

Perlakuan *Heat Treatment* dan *Quenching* (P2)

Pada Gambar 3 merupakan grafik hasil uji tarik dengan perlakuan panas 850°C dan proses pendinginan dengan Oli SAE 10.

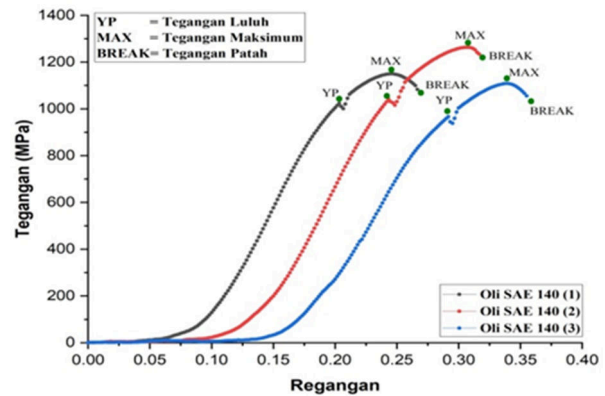


Gambar 3. Grafik uji tarik dengan perlakuan

Pada Gambar 3 merupakan grafik yang menunjukkan nilai uji tarik yang dilakukan sebanyak 3 kali pengujian. Adapun perlakuan *heat treatment* dan *quenching* menggunakan perlakuan panas pada suhu 850°C dan media pendingin Oli SAE 10 menghasilkan nilai rata-rata tegangan luluh 809,33 MPa, tegangan maksimum 1004,86 MPa dan tegangan patah 841,18 MPa.

Perlakuan *Heat Treatment* dan *Quenching* (P3)

Pada Gambar 4 merupakan grafik hasil uji tarik dengan perlakuan *heat treatment* pada suhu 850°C dan *quenching* menggunakan media Oli SAE 140 dengan pengujian sebanyak 3 kali.

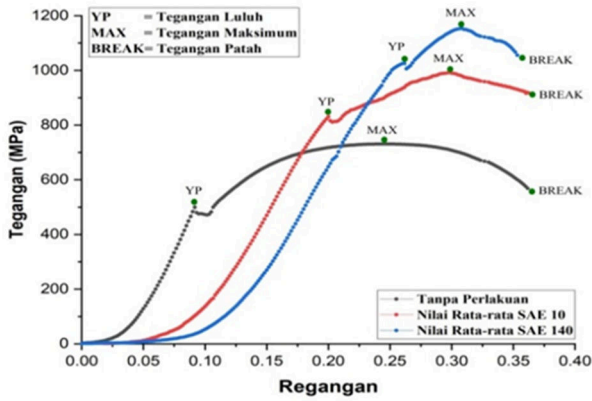


Gambar 4. Grafik uji tarik dengan perlakuan

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai uji tarik menghasilkan nilai rata-rata tegangan luluh 1009,94 MPa, tegangan maksimum 1173,41 MPa, dan tegangan patah 1123,86 MPa.

Nilai Rata-Rata Hasil Uji Tarik

Pada Gambar 5 grafik 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.



Gambar 5. Grafik nilai rata-rata uji tarik

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.

Pada Tabel 1 merupakan hasil uji tarik tanpa perlakuan dan proses perlakuan. Dari hasil uji tarik tersebut, diambil nilai rata-rata untuk mempermudah proses pengamatan hasil spesimen tanpa perlakuan dan proses perlakuan.

Tabel 1. Hasil Uji Tarik dan Nilai Rata-Rata

Media	Tegangan Luluh	Uji Tarik 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

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai hasil kekuatan uji tarik yang tertinggi ditunjukkan 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 menghasilkan nilai rata-rata tegangan luluh 809,30 MPa, tegangan maksimum 1004,86 MPa dan tegangan patah 841,18 MPa. Jika dilihat dari pengaruh media pendingin menunjukkan bahwa pendinginan air dan air garam kekuatan tariknya lebih tinggi, kecuali pada temperatur 880°C kekuatan tariknya meningkat pada pendinginan oli, hal ini dimungkinkan

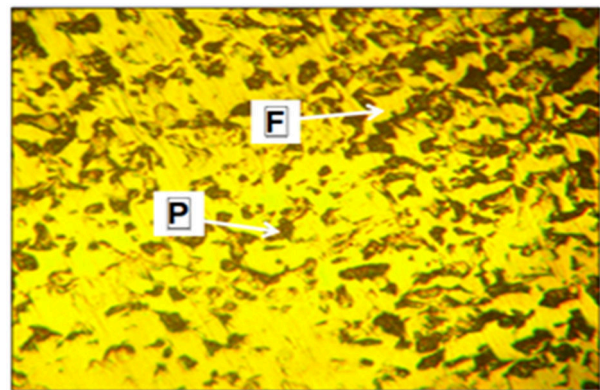
karena adanya atom karbon dari oli yang berdifusi pada temperatur tinggi [4].

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.

Tanpa Perantara (TP1)

Pada Gambar 6 di bawah ini merupakan hasil uji struktur mikro spesimen tanpa perlakuan.

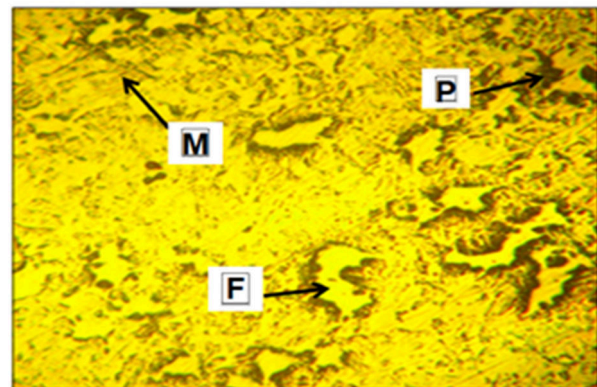


Gambar 6. Struktur Mikro Tanpa Perlakuan

Berdasarkan Gambar 6 hasil pengujian struktur mikro dengan material baja tanpa perlakuan, maka dihasilkan bentuk struktur mikro *ferrite* dan *pearlite* karena menggunakan laju pendinginan lambat, sehingga menghasilkan sifat material menjadi lunak dan ulet. Struktur mikro material awal tanpa perlakuan panas dominan *pearlite* dan *ferrite* [2].

Perlakuan Heat Treatment dan Quenching (2)

Pada Gambar 7 merupakan hasil uji struktur mikro dengan perlakuan *heat treatment* pada suhu 850°C dan *quenching* menggunakan Oli SAE 10.

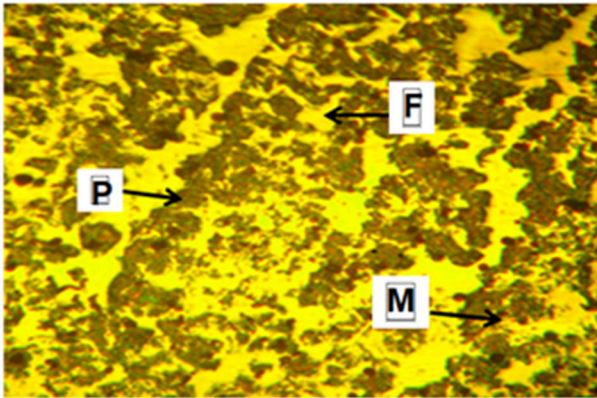


Gambar 7. Struktur mikro dengan perlakuan

Pada Gambar 7 ada 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 ke dalam ikatan, sehingga memiliki sifat ulet, keras namun sedikit getas. Pada material yang mengalami proses *quench-temper* sebagian *martensite* bertransformasi menjadi *martensite* temper yang lebih ulet sehingga dapat menaikkan umur lelahnya [2].

Perlakuan Heat Treatment dan Quenching (3)

Pada Gambar 8 merupakan hasil uji struktur mikro dengan perlakuan *heat treatment* pada suhu 850°C dan *quenching* menggunakan Oli SAE 140.



Gambar 8. Struktur mikro dengan perlakuan

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.

Kandungan Ferrite, Pearlite, dan Martensite

Dari hasil uji struktur mikro terhadap spesimen tanpa perlakuan dan proses perlakuan, terdapat kandungan *Ferrite*, *Pearlite* dan *Martensite* yang tertera pada Tabel 2 di bawah ini.

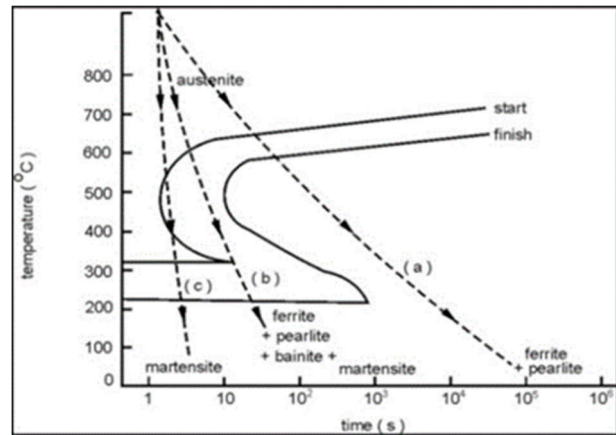
Tabel 2. Kandungan *Ferrite*, *Pearlite* dan *Martensite*

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

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.

Diagram CCT

Pada Gambar 9 merupakan diagram CCT yang menunjukkan hasil proses perlakuan *heat treatment* dan *quenching* terhadap material baja.



Gambar 9. Diagram CCT

Pada Gambar 10 diagram CCT dijelaskan bahwa pada proses pendinginan secara perlahan seperti pada garis (a) menghasilkan struktur mikro *pearlite* 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* [5].

PENUTUP

Simpulan

Perlakuan *heat treatment* 850°C dan *quenching* menggunakan Oli SAE 10, Oli SAE 140 pada material baja AISI 1045, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu penggunaan media pendingin Oli SAE 10 dan Oli SAE 140 sangat berpengaruh terhadap nilai kekuatan uji tarik dan terbentuknya struktur mikro yang dihasilkan. 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

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. 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] E. Gunawan, Junaidi, A. Fadli, Kurniawan, “Analisa Perubahan Sifat Mekanis Baja AISI 1045 Berdiameter 25 mm Akibat Perlakuan Panas Tempering Dan Menggunakan Tensile Test Dengan Media Pendingin Air,” *JITEKH. Universitas Harapan Medan*.vol 08 No. 1, pp. 6-10. 2020.
- [2] Soeharto, N. L. Rakhmatanti, “Umur Lelah Baja AISI 1045 Akibat Perlakuan Panas Hasil Quench dan Quench-Temper Dengan Bebas Lentur Putar Pada Siklus Lelah Tinggi,” *Proceeding Seminar Tahunan Teknik Mesin XI (SNTT XI) dan Thermofluid IV. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta*, pp. 16-17. 2012.
- [3] E. Nugroho, S. D. Sulis, Asroni, Wahidin, “Pengaruh Temperatur dan Media Pendingin Pda Proses *Heat Treatment* Baja AISI 1045 Terhadap Kekerasan dan Laju Korosi,” vol. 8, no1, 2020.
- [4] Subagiyo, S. Hadi, T. Agustriana, Kasiyanto, “Analisis Kekuatan Traik Dan Kekerasan Baja Tahan Karat Martensitik Fasa Ganda Hasil Perlakuan Paanas Dengan Variasi Temperatur Dan Media Pendingin,” *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undan*. Volume 11 nomor 2. Pp. 18-23. 2018.
- [5] A. Robiataul, Murjani, “Pengaruh Perbedaan Media Pendingin Terhadap Struktur mikro Dan Kekerasan Pegas Daun Dalam Proses *Hardening*,”. 2012.