

PENGARUH QUENCHING TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN PADA BAJA KARBON RENDAH

Yonedy Alisjahbana, Margianto, Nur Robbi

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam Malang

Jl. MT. Haryono 193, Malang 65144

Email: yonedyalisjahbana@gmail.com

nurrobbi@unisma.ac.id

margianto@unisma.ac.id

ABSTRAK

Industri saat ini membutuhkan logam mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, seperti sifat-sifat fisis dan mekanis tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *quenching* terhadap perubahan kekuatan tarik dan kekerasan pada baja karbon rendah, dengan variasi media pendingin pada spesimen logam St 41. Proses pengujian *quenching* dilakukan dengan menggunakan suhu 700⁰ dan didinginkan dengan media pendingin oli SAE 40 dan air. Pengujian tarik dilakukan menggunakan *universal testing machine* TARNO, dan pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan metode *Vickers*. Dari hasil pengujian, spesimen baja karbon rendah yang telah mengalami *quenching* dan didinginkan dengan media oli SAE 40 memiliki tingkat kekerasan tertinggi, nilai tegangan maksimum tertinggi, dan memiliki nilai tegangan terendah. Kemudian spesimen baja karbon rendah tanpa perlakuan *quenching* memiliki kekerasan paling rendah atau paling lunak, memiliki nilai tegangan maksimum terendah, namun memiliki nilai regangan atau keuletan tertinggi. Sedangkan spesimen baja karbon rendah yang mengalami *quenching* dan didinginkan dengan media air memiliki nilai kekerasan, kuat tarik, dan keuletan diantara dua spesimen sebelumnya.

Kata Kunci: Perlakuan panas, *quenching*, Baja Karbon Rendah, Media Pendinginan.

Pendahuluan

Industri saat ini membutuhkan logam mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, seperti sifat-sifat fisis dan mekanis tertentu. Setiap logam mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, seperti sifat-sifat fisis, sifat mekanis dan sifat kimia, maka diperlukan suatu penanganan khusus agar setiap elemen-elemen logam tersebut dapat digunakan sesuai yang diinginkan^[1].

Pada umumnya untuk memperoleh kekerasan baja dapat dilakukan dengan proses perlakuan panas (*heat treatment*) dan proses kimia (*chemical heat treatment*). Salah satu metode proses kimia yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kekerasan bahan adalah melalui proses *carburizing*^[2]. Proses *carburizing* merupakan proses penambahan unsur karbon (C) ke dalam logam khususnya pada bagian permukaan bahan dimana unsur karbon ini didapat dari bahan-bahan yang mengandung karbon sehingga kekerasan logam dapat meningkat, akan tetapi proses *carburizing*

kurang menghasilkan kekerasan yang baik pada logam^[3].

Kekurangan pada proses *carburizing* pada logam dapat diperbaiki dengan proses perlakuan panas yaitu dengan cara pengerasan lanjut. Salah satu metode perlakuan panas untuk pengerasan pada logam hasil *carburizing* adalah metode *quenching*^[4]. *Quenching* merupakan salah satu proses *Heat treatment* dimana baja di panaskan pada suhu di atas daerah kritis dan dicelupkan pada media pendingin untuk meningkatkan kekerasan dan ketahanan terhadap aus. Dimana prosesnya dilakukan dengan pendinginan yang relatif cepat dari temperatur austenisasi^[5].

Tujuan utama dari proses pengerasan adalah agar diperoleh struktur martensit yang keras, sekurang-kurangnya di permukaan baja. Hal tersebut dapat dicapai dengan cara menggunakan media *quenching* yang sesuai tergantung pada jenis baja yang diproses, tebal penampang dan besarnya distorsi yang diijinkan^[6].

Adapun media *quenching* yang sering digunakan adalah media cair (liquid) dan gas. Media *quenching* cair adalah oli, air, larutan polimer (aqueous polymer solution), Larutan garam. Sedangkan media *quenching* gas adalah helium, argon, dan nitrogen^[7]. Pada penelitian ini, akan diuji dua variasi media pendingin, yaitu air dan oli SAE 40. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin dalam proses *quenching* pada nilai kekerasan dan kekuatan tarik baja karbon rendah.

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang sesuai dengan tingkat ketelitian yang diinginkan, memperjelas arah, dan mengendalikan model system maka terdapat batasan-batasan, antara lain material uji yang digunakan adalah baja karbon rendah St 41, spesimen benda uji diasumsikan berdimensi sama. suhu pemanasan atau austenisasi yang digunakan adalah 700°C, holding time pada proses *quenching* adalah selama 10 menit



Gambar 1. Dimensi Spesimen Baja Karbon Rendah

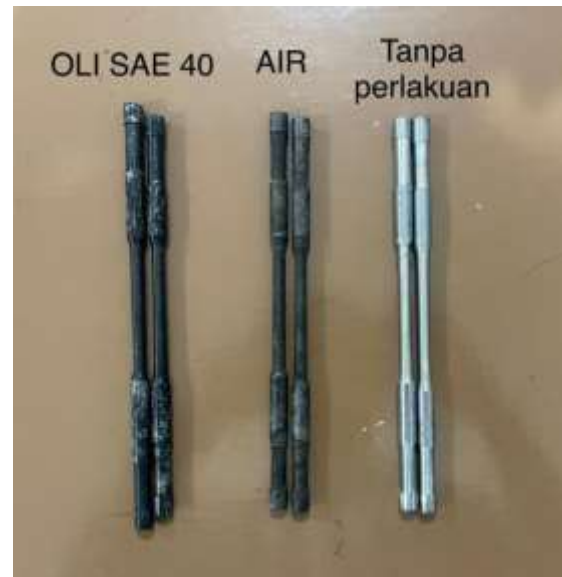


Gambar 2. Model Spesimen Baja Karbon Rendah

Metode Penelitian

Proses perlakuan panas yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *quenching*. Metode *quenching* dilakukan pada 6 spesimen atau benda uji. Setiap benda uji akan dipanaskan pada suhu 700° kemudian didinginkan dengan menggunakan media pendingin yang berbeda. Dua benda uji pertama akan didinginkan dengan menggunakan oli SAE 40, dua benda uji berikutnya didinginkan menggunakan air, dan dua benda uji yang terakhir tanpa melalui proses pendinginan.

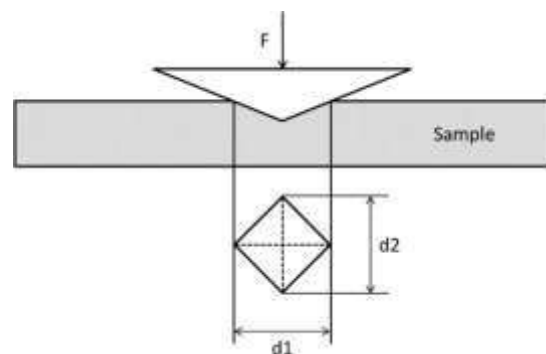
Proses pendinginan menggunakan media oli SAE 40 dan air dilakukan selama 10 menit.



Gambar 3. Spesimen Baja Karbon Rendah Setelah Mengalami Perlakuan

Dari keenam benda uji kemudian akan diuji kekuatan tarik dan kekerasannya. Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode pengujian *Vickers*, pengujian *Vickers* bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu bahan dalam bentuk daya tahan terhadap penetrator berupa *pyramid diamond* terbalik dengan sudut puncak 136° yang ditekan pada permukaan bahan uji. Beban pengujian pada penelitian ini adalah

31,25 kg dengan waktu pembebanan selama 15 detik. Setelah bahan uji mengalami pembebanan maka akan muncul bekas berupa segi empat, dari rerata panjang diagonal (*d*) bekas tekan tersebut akan dihitung dengan rumus VHN (*Vickers Hardness Number*) untuk diperoleh nilai kekerasannya^[8].



Gambar 4. Ilustrasi Uji Kekerasan *Vickers*

$$d = \frac{d1 + d2}{2}$$

$$VHN = \frac{2 \times P \times (\theta/2)}{d^2}$$

d = diagonal rata-rata (mm)

P = beban (kg)

Θ = sudut puncak = 136°

Untuk pengujian tarik, digunakan mesin *universal testing machine* dengan merk TARNO. Pengujian tarik dilakukan untuk menentukan sifat mekanis material antara lain kekuatan tarik dan regangan. Tahapan pada proses uji tarik adalah pertama, benda uji dipasang pada penjepit atas dan bawah pada alat uji tarik. Benda uji diusahakan dalam posisi yang tepat agar kedudukan benda uji benar benar vertikal. Setelah itu penjepit dikencangkan. Kemudian benda uji diberi beban tarik sehingga benda uji akan bertambah panjang dan akhirnya putus. Beban tarik terakhir tepat sebelum benda uji putus merupakan beban maksimum. Dari beban maksimum ini kemudian tegangan maksimum (σ_{maks}) dan regangan (ϵ) dapat dihitung. Tegangan maksimum akan dihitung dengan rumus sebagai berikut ^[9]:

$$\sigma_{maks} = \frac{P_{maks}}{A_0}$$

σ_{maks} = Tegangan Tarik Maksimum

P_{maks} = Beban maksimum (kg)

A_0 = Luas penampang benda uji

Sedangkan untuk menghitung regangan digunakan rumus:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

ϵ = Regangan (%)

L_0 = Panjang ukuran awal (mm)

ΔL = Selisih panjang ukuran (mm)

Hasil dan Pembahasan

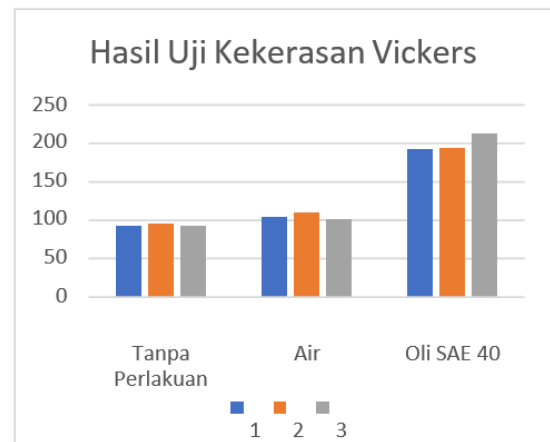
Pengujian kekerasan pada penelitian ini dilakukan pada tiga titik pada masing-masing spesimen yang memiliki perlakuan berbeda, berikut merupakan data hasil uji kekerasan *Vickers* yang telah dilakukan:



Gambar 5. Lokasi Uji Kekerasan *Vickers* Pada Permukaan Spesimen

Spesimen	VHN 1	VHN 2	VHN 3	VHN rata-rata
TP	93	95	93	94
Air	104	110	101	105
Oli	192	194	213	200

Tabel 1. Data Hasil Uji Kekerasan *Vickers*



Gambar 6. Diagram Batang Hasil Uji Kekerasan *Vickers*

Dari hasil uji kekerasan *Vickers* diperoleh hasil bahwa perlakuan *quenching* dengan media pendinginan oli SAE 40 menghasilkan baja dengan tingkat kekerasan yang paling tinggi, diikuti dengan media pendinginan air. Untuk spesimen baja tanpa perlakuan memiliki tingkat kekerasan yang paling rendah.

Dari pengujian tarik diketahui nilai panjang awal (L_0), panjang akhir (L_f), diameter, dan beban maksimal, yang kemudian dihitung dengan rumus tegangan dan regangan sehingga menghasilkan data sebagai berikut:

Hasil uji tarik baja dengan tanpa perlakuan:

No	D	L_0	ΔL	P_{mak}	σ_{mak}	ϵ
1.	6.6	70.1	73.2	2053	59.11	4.39
2.	6.2	71.3	74.8	1828	59.20	4.92
Rata-rata				1940.	59.16	4.65

Tabel 2. Data Hasil Uji Tarik pada baja tanpa perlakuan

Hasil uji tarik baja hasil *quenching* dengan media pendinginan air:

No	D	L_0	ΔL	P_{mak}	σ_{mak}	ϵ
1	6.2	69.3	80.5	1251.	41.06	16.14
2	6.6	68.9	81.0	1377	40.01	17.52
Rata-rata				1314.	40.54	16.83

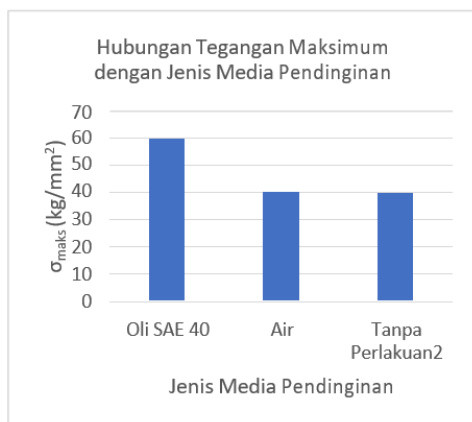
Tabel 3. Data Hasil Uji Tarik pada baja tanpa perlakuan

Hasil uji tarik baja hasil *quenching* dengan media pendinginan oli SAE 40:

No.	D	L0	ΔL	Pmaks	σ_{mak}	ϵ
1	6.6	70.6	82.9	1218.8	35.20	17.38
2	6.2	68.0	77.9	1201.4	39.16	14.53
Rata-rata				1210.1	37.18	15.95

Tabel 4. Data Hasil Uji Tarik pada baja tanpa perlakuan

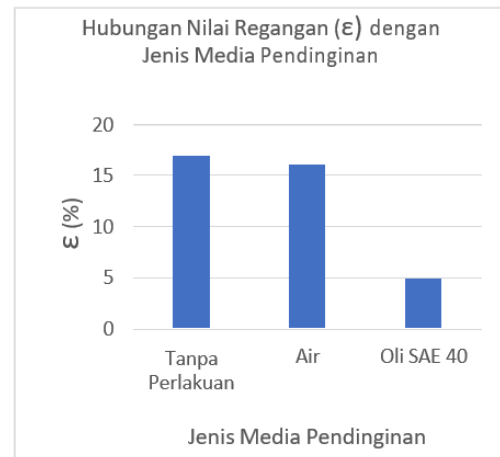
Dari hasil pengujian tarik pada enam benda uji tersebut kemudian masing-masing hasil tegangan pada perilaku pendinginan dirata-rata kemudian diplot pada grafik sebagai berikut:



Gambar 7. Diagram Batang Hasil Uji Tarik Tegangan Maksimum

Dari hasil uji tarik dapat diketahui bahwa tegangan maksimum (σ_{maks}) tertinggi adalah pada baja yang mengalami *quenching* dengan media pendinginan oli SAE 40, diikuti dengan media pendinginan air, dan yang terendah adalah benda uji tanpa perlakuan.

Selanjutnya, berikut merupakan grafik yang menunjukkan hubungan nilai regangan dengan jenis media pendinginan:



Gambar 8. Diagram Batang Hasil Uji Tarik Regangan Maksimum

Dari hasil uji tarik dapat diketahui bahwa nilai regangan (ϵ) yang tertinggi adalah pada baja tanpa perlakuan, diikuti dengan baja yang mengalami *quenching* yang didinginkan media air, kemudian yang terendah adalah benda uji yang mengalami *quenching* yang didinginkan media oli SAE 40.

Dari diagram tersebut terlihat bahwa dengan nilai regangan yang menurun pada spesimen yang mengalami proses *quenching*. Hal ini terlihat pada dari nilai pertambahan panjang (ΔL) dimana ΔL dari spesimen tanpa perlakuan adalah lebih panjang dibandingkan pada spesimen yang diberikan perlakuan *quenching*.

Dari uji tarik yang telah dilakukan pada spesimen baja carburizing, dapat dilihat bahwa secara umum nilai tegangan maksimum dan nilai regang adalah berbanding terbalik. Hal ini menunjukkan bahwa pada penelitian ini ditemukan bahwa proses *quenching* mengubah sifat mekanik spesimen menjadi lebih keras dan getas.

Kesimpulan

Dari hasil studi eksperimen pengaruh *quenching* terhadap kekerasan dan kekuatan tarik pada spesimen baja ST 42, didapatkan beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Spesimen dengan tingkat kekerasan yang paling tinggi adalah spesimen yang mendapatkan perlakuan *quenching* dengan media pendinginan oli SAE 40, diikuti dengan media pendinginan air, dan yang terakhir adalah spesimen tanpa perlakuan
2. Spesimen yang memiliki kekuatan tarik (tegangan maksimal) yang paling tinggi adalah spesimen yang

mendapatkan perlakuan *quenching* dengan media pendinginan oli SAE 40, diikuti dengan media pendinginan air, dan yang terakhir adalah spesimen tanpa perlakuan.

3. Spesimen yang memiliki keuletan (regangan maksimal) yang paling tinggi adalah spesimen tanpa perlakuan diikuti dengan spesimen mendapatkan yang perlakuan *quenching* dengan media pendinginan air, dan yang terakhir adalah spesimen dengan media oli SAE 40.
4. Tingkat kekerasan dan kekuatan tarik yang berbanding terbalik dengan tingkat keuletan spesimen menunjukkan bahwa proses *quenching* mengubah sifat mekanik spesimen menjadi lebih keras dan getas.

Daftar Pustaka

- [1]. Prayogi, A., 2019. Analisa pengaruh variasi media pendingin pada perlakuan panas terhadap kekerasan dan struktur mikro baja karbon rendah. Jurnal Polimesin, 17(2), pp.83-90
- [2]. Gunawan, E., 2017. Analisa Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon Rendah (St41) Dengan Metode Pack Carbirizing. Teknika: Engineering and Sains Journal, 1(2), pp.117-124.
- [3]. Kristiawan, N., 2017. Pemanfaatan Grafit Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Pack Carburizing Untuk Meningkatkan Kekerasan/Hardness Baja K110 (Doctoral dissertation).
- [4]. Sidiq, M.F., 2022. Perlakuan Panas Bertingkat sebagai Upaya Meningkatkan Kekuatan Mekanik Baja Karbon Rendah. JST (Jurnal Sains dan Teknologi), 11(1).
- [5]. Purwanto, H., 2011. Analisa Quenching Pada Baja Karbon Rendah Dengan Media Solar. Momentum, 7(1).
- [6]. Yadi, I., 2016. Analisa Mampu Keras Baja ST-60 Dengan Metode Alat Jominy Test (Doctoral dissertation).
- [7]. Sultoni, S., Finahari, N. and Sahbana, M.A., 2020. Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Air Dan Oli Pada Sambungan Lap Joint Terhadap Sifat Mekanik Menggunakan Las Smaw (Dc). PROTON, 11(1), pp.35-42.
- [8]. Ghorbal, G.B., Tricoteaux, A., Thuault, A., Louis, G. and Chicot, D., 2017. Comparison of conventional Knoop and Vickers hardness of ceramic materials. Journal of the European Ceramic Society, 37(6), pp.2531-2535.
- [9]. Gorodtsov, V.A. and Lisovenko, D.S., 2019. Extreme values of Young's modulus and Poisson's ratio of hexagonal crystals. Mechanics of Materials, 134, pp.1-8.