

## HEAT TREATMENT EFFECT ON MECHANICAL PROPERTIES OF JIS SCM4 STEEL

Hendri Hestiawan (1), Zuliantoni (2), Dwi Febriyanto (3)

(1-3) Mechanical Engineering, University of Bengkulu, Jl WR Supratman, Kota Bengkulu 38123, Indonesia

Email(1): hestiawan@unib.ac.id

### ABSTRACT

*It is about steel JIS SCM4 of 0.39% C, 0.28% Si, 0.77% Mn, 0.95% Cr and 0.17% Mo composition. The steel was heated to improve the mechanical properties. The heat treatment was applied on a cylindrical specimens of 20 mm diameter at 850 C for 30 minutes. The heated samples were then quenched into media of oil, coconut oil, kerosene, water and the other was annealed. The quenched specimens were tempered at 300<sup>o</sup> C for 30 minutes. Testing of mechanical properties was tensile and hardness tests. The lower viscosity of the quenchant gave the tensile stress and hardness higher. The highest one was about 1779 MPa and 52 HRC of specimens quenched to water and the highest strain was achieved as high as to 21.76% of the annealed one. The microstructure of the quench-temper was martensitic phase, and ferritic- pearlitic of the annealed.*

*Key words: Steel JIS SCM 4; Quench-temper; Cooling media; Annealing*

*Received: October 2019 – Accepted: December 2019 – Published: December 2019*

### 1. PENDAHULUAN

Baja merupakan jenis logam yang paling banyak digunakan dalam bidang permesinan dan otomotif, salah satu baja yang paling banyak digunakan adalah baja paduan. Dalam aplikasi di lapangan pada umumnya baja disyaratkan memiliki kekerasan dan kekuatan yang baik sesuai dengan kebutuhan, namun pada kenyataannya kebanyakan baja yang terdapat dipasaran belum siap pakai dengan kualitas tertentu. Oleh karena itu untuk meningkatkan sifat mekanik pada baja dapat dilakukan proses perlakuan panas. Untuk mendapatkan kekerasan yang tinggi dan keuletan yang baik dapat dengan perlakuan panas, berupa quenching, quench-temper dan annealing [1,2,3].

Untuk meningkatkan sifat mekanik baja yang sesuai dengan kebutuhan perlu dilakukannya proses perlakuan panas yang meliputi pemanasan dan pendinginan baja pada temperatur dan waktu tertentu dengan media pendinginan tertentu pula. Proses perlakuan panas ini bertujuan untuk meningkatkan keuletan, menghilangkan tegangan dalam, menghaluskan butir kristal, dan meningkatkan kekerasan serta meningkatkan tegangan tarik logam. Proses quenching dan tempering merupakan bagian dari perlakuan panas yang berfungsi untuk memperbaiki sifat mekanik logam. Pada proses quenching akibat pendinginan yang cepat pada pada baja, akan menimbulkan tegangan dalam dan material menjadi keras dan getas. Hal ini menyebabkan baja tersebut belum cocok untuk segera digunakan sehingga baja tersebut perlu dilakukan proses lanjut yaitu tempering yang berguna untuk meningkatkan keuletan dengan tetap mempertahankan kekerasan

logam.

### 2. DASAR TEORI

Baja paduan adalah baja paduan dengan berbagai elemen dalam jumlah total antara 1,0% dan 50% berat untuk meningkatkan sifat mekanik, unsur yang ditambahkan dengan paduan lain seperti Cr, Mo, dan lain-lain. Baja paduan mempunyai kekuatan tarik yang tinggi, serta sifat keras dan ulet. Baja JIS SCM 4 adalah salah satu jenis baja paduan *chromium-molybdenum* atau baja paduan rendah yang mengandung unsur kadar karbon 0,38% sampai 0,43% dengan paduan utama Crom 0,8%-1,1% dan *Molibdenum* 0,15%-0,25%. Unsur *chromium* memberi kontribusi terhadap sifat mampu keras, kekuatan, dan ketahanan pemakaian, jika dibandingkan dengan baja karbon biasa dengan kadar karbon yang sama [2, 3, 4].

Perlakuan panas (heat treatment) merupakan proses kombinasi antarpemanasan dan pendinginan dari suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat dengan waktu tertentu untuk memperoleh sifat-sifat tertentu [5]. Tujuan proses perlakuan panas untuk menghasilkan sifat-sifat logam yang diinginkan. Berikut adalah beberapa proses perlakuan panas.

*Quenching* adalah suatu proses pemanasan logam sehingga mencapai batas austenit yang homogen. Selanjutnya secara cepat baja tersebut dicelupkan ke dalam media pendingin. *Tempering* adalah pemanasan baja sampai temperatur sedikit di bawah temperatur kritis, kernudian didiamkan dalam tungku dan suhunya dipertahankan sampai merata. Selanjutnya didinginkan dengan media pendingin udara terbuka. *Anneling* atau melunakkan baja adalah proses pemanasan baja



didasarkan temperatur kritis selanjutnya dibiarkan berapa lama sampai temperatur merata disusul dengan pendinginan secara perlahan-lahan sambil dijaga agar temperatur bagian luar dan dalam kira-kira sama [1,2,3,4].

Setelah proses perlakuan panas pada baja maka dibutuhkan media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan baja. Proses pendinginan yang digunakan bermacam-macam sesuai dengan sifat yang diinginkan, yang banyak digunakan adalah air, larutan air, minyak, air laut dan udara.

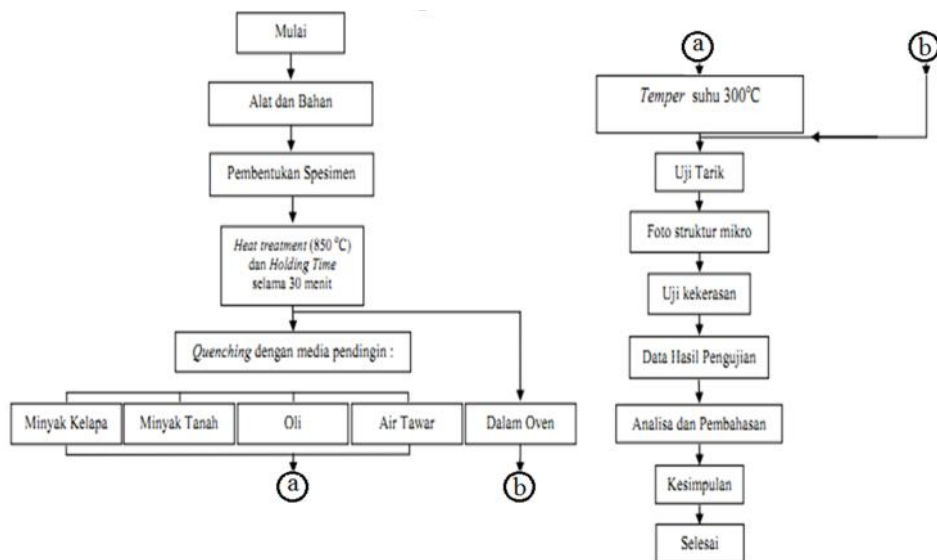
Penelitian [6] tentang pengaruh temperatur tempering terhadap sifat mekanik dan struktur mikro Baja AISI 4140 diperoleh nilai kekerasan dan tegangan tarik yang tinggi jika dibandingkan dengan spesimen tanpa perlakuan. Serta hasil pengamatan struktur foto mikro menunjukkan bahwa spesimen tanpa perlakuan memiliki fasa ferit dan perlit dan pada spesimen yang diberi proses quench-temper mengalami perubahan struktur mikro yaitu terbentuknya fasa martensit. Pada penelitian lain [7] tentang pengaruh suhu quench-temper terhadap sifat mekanik dan struktur mikro baja JIS SCM4. Dengan suhu temper semakin tinggi yaitu sebesar 600oC, harga kekerasan sebesar 31,58 HRC, hasil ini lebih kecil jika dibandingkan dengan suhu temper yang lebih rendah. Struktur mikro pada spesimen tanpa perlakuan memiliki fasa ferit dan perlit, pada spesimen yang diberi proses quench-temper mengalami perubahan struktur mikro

yaitu terbentuknya fasa *martensit* yang bersifat keras dan getas. Kekuatan tarik maksimum sebesar 1706,7 MPa dicapai pada suhu tempering 200°C.

**3. METODE PENELITIAN**

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah baja JIS SCM4 berbentuk silinder dengan diameter 12,5 mm dengan panjang 200 mm. Proses perlakuan panas dilakukan pada suhu austenisasi yaitu pada suhu 850°C dengan *holding time* 30 menit kemudian didinginkan dengan menggunakan variasi media pendingin yaitu air, minyak tanah, minyak kelapa, minyak pelumas dan di dalam oven. Sedangkan untuk proses *tempering* dilakukan pada suhu 300°C dan didinginkan pada suhu kamar. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini antara lain uji kekerasan dan uji tarik. Alur penelitian dapat dilihat secara jelas pada **G 1**.

Sebelum pengujian, spesimen dikenai persiapan permukaan sampai *polishing* sehingga permukaan rata dan halus. Uji tarik dilakukan dengan menggunakan UTM (*Ultimate Testing Machine*) Hungta. Uji kekerasan dilakukan dengan menggunakan metode Rockwell skala C pada mesin Afri. Pengujian struktur mikro dengan mikroskop Metkom. Etsa yang digunakan larutan etsa HNO3 5% selama 10 detik. Semua dilakukan di Universitas Bengkulu.



**G.1** Diagram alir penelitian

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Uji Tarik**

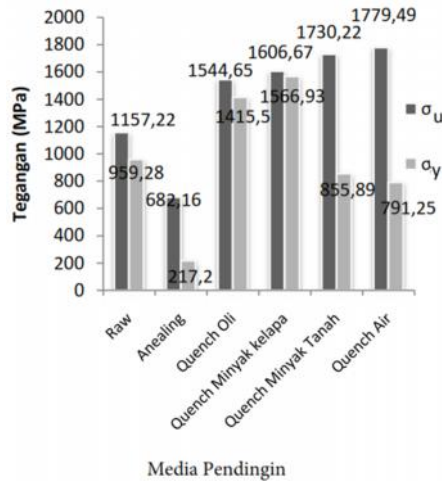
Dari pengujian tarik, harga kekuatan tarik sampel ditentukan oleh media pendinginan yang digunakan. Perbandingan ini ditunjukkan pada **G.2**. Dari **G.2** dapat dilihat bahwa tegangan tarik pada

spesimen dengan perlakuan panas *quench-temper* mengalami peningkatan. Spesimen dengan media pendingin air memiliki tegangan tarik tertinggi sebesar 1779 MPa dan mengalami kenaikan sebesar 53,77% dari raw material. Peningkatan ini dikarenakan adanya perbaikan tegangan dalam yang dapat meningkatkan





tegangan tarik dan mengembalikan keuletannya. Sedangkan untuk media pendingin minyak tanah nilai tegangan tarik dan tegangan luluhnya tidak jauh berbeda dengan media pendingin air yakni sebesar 49,51% hal ini dikarenakan proses pendinginan yang terjadi setelah pemanasan telah masuk ke dalam fase austenite juga relatif cepat namun tidak secepat media pendingin air.



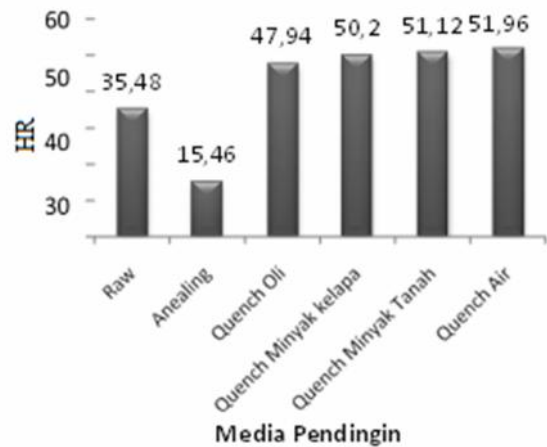
G.2 Kekuatan tarik vs media pendingin

Spesimen dengan media pendingin oli nilai tegangan tarik meningkat sebesar 38,83% jika dibandingkan dengan raw material. Sedangkan untuk spesimen media pendinginan dalam oven (annealing) nilai tegangan tarik menurun apabila dibandingkan dengan spesimen media pendingin air, minyak tanah maupun minyak kelapa. Hal tersebut disebabkan karena spesimen didinginkan di dalam oven sehingga laju pendinginan sangat lambat sehingga mengakibatkan turunnya *hardenability*.

### Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dengan Rockwell C terhadap setiap spesimen yang didinginkan pada media berbeda memberi hasil per masing-masing media pendingin diberikan pada G.3.

Pada uji kekerasan diketahui bahwa nilai kekerasan material yang di quench-temper lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kekerasan spesimen raw material. Nilai kekerasan pada spesimen raw material adalah 35,48 HRC, sedangkan nilai kekerasan pada spesimen dengan media pendingin dalam oven lebih rendah dari spesimen raw material, mengalami penurunan sebesar 56,42%. Jika dibandingkan maka dapat diketahui adanya peningkatan nilai kekerasan pada proses *quench-temper*.



G.3 Kekerasan HRC vs media pendingin

Pada spesimen media pendingin dalam oven mengalami penurunan karena didinginkan secara lambat sehingga mengakibatkan turunnya *hardenability*. Nilai kekerasan pada spesimen media pendingin air mengalami kenaikan sebesar 46,44% dari raw material, nilai ini merupakan nilai kekerasan tertinggi apabila dibandingkan dengan spesimen lainnya diantaranya media pendingin minyak tanah, media pendingin minyak kelapa, dan media pendingin oli. Hal tersebut disebabkan oleh laju pendinginan dengan media pendingin air lebih cepat bila dibandingkan dengan media pendingin lainnya.

### Foto Struktur Mikro

Hasil foto struktur (lihat G.4) pada raw material hanya terdiri dari ferrit dan perlit. struktur mikro hasil dari proses *quench-temper* terlihat adanya penambahan struktur martensit, pada spesimen media pendingin didalam oven (*annealing*) berbeda dengan spesimen media pendingin lainnya yang memiliki fasa *martensit* didalamnya. Pada spesimen ini tidak terdapat fasa *martensit* melainkan struktur yang terbentuk adalah fasa *ferrit* dan *perlit* kasar. Terbentuknya fasa ini disebabkan laju pendinginan yang sangat lambat sehingga mengakibatkan karbon dapat berdifusi lebih lama dan menempuh jarak lebih jauh sehingga membentuk perlit kasar [8]. Struktur yang berwarna abu-abu kehitam-hitaman menunjukkan struktur *perlit* yang bersifat lunak dan ulet sedangkan yang berwarna agak terang merupakan struktur *ferrit* yang bersifat sangat lunak dan ulet jika dibandingkan dengan perlit, serta warna putih yang berbentuk seperti akar atau jarum merupakan struktur *martensit* yang bersifat keras dan getas. G.4 adalah dengan pembesaran 400x.

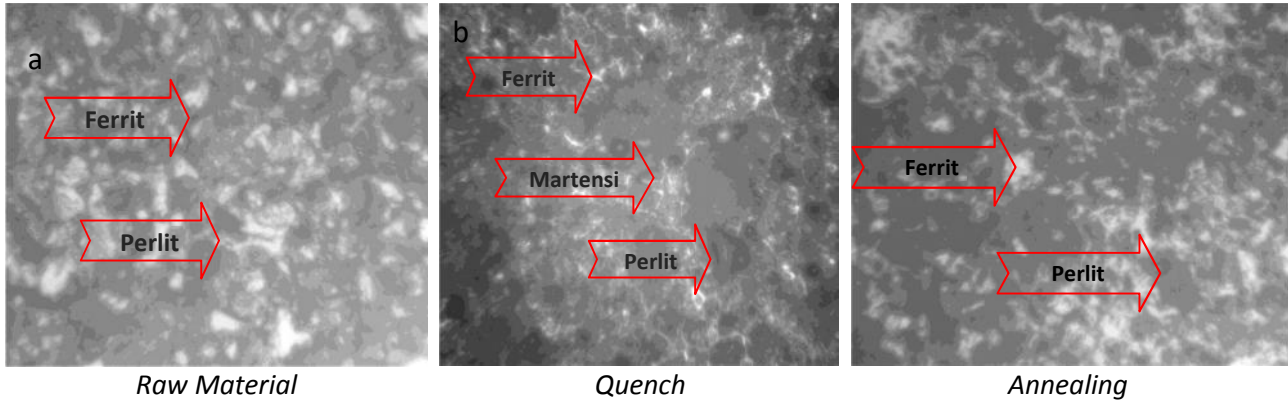
Dari pengujian ini dapat kita ketahui material dengan struktur *martensit* yang banyak akan memiliki tegangan tarik dan kekerasan yang tinggi namun regangannya rendah. Hasil yang sama diperoleh pada pengujian kekerasan yang menunjukkan nilai





kekerasan tertinggi terjadi pada spesimen dengan media pendingin air dimana struktur mikro yang terdapat pada material ini adalah *martensit*. Hal ini mengidentifikasi bahwa material tersebut bersifat keras namun getas. Nilai kekerasan terendah terjadi pada spesimen dengan perlakuan *annealing* yang

memiliki struktur *ferit* dan *perlit* kasar. Begitu pula dengan material dengan struktur mikro *ferit* dan *perlit* akan memiliki sifat yang keras namun ulet, hal ini sesuai dengan sifat dari *ferrit* yang bersifat lunak dan ulet, dan *perlit* yang bersifat keras.



G.4 Struktur mikro Material

## 5. KESIMPULAN

1. Hasil uji tarik menunjukkan bahwa nilai tegangan tarik spesimen yang diberi perlakuan panas *quench-temper* mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan spesimen tanpa perlakuan. Nilai tegangan tarik ( $\sigma$ ) tertinggi terjadi pada spesimen *quench-temper* dengan media pendingin air sebesar 1779,49 MPa atau mengalami peningkatan sebesar 53,77%. Sedangkan untuk tegangan luluh ( $\sigma_y$ ) tertinggi diperoleh pada spesimen *quench-temper* dengan menggunakan media pendingin minyak kelapa yaitu sebesar 1566,93 MPa atau mengalami peningkatan sebesar 63,34%.

2. Hasil uji tarik menunjukkan bahwa nilai regangan pada spesimen dengan media pendingin dalam oven mengalami peningkatan sebesar 21,76 % dibandingkan dengan *quench-temper* dan raw material.

3. Hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa spesimen yang diberi perlakuan *quench-temper* dengan menggunakan media pendingin air mengalami peningkatan kekerasan tertinggi menjadi sebesar 51,96 HRC atau sebesar 46,44%.

4. Hasil pengamatan struktur foto mikro menunjukkan bahwa spesimen yang diberi perlakuan panas *quench-temper* mengalami perubahan struktur mikro yaitu terbentuknya fasa *martensit* yang bersifat keras dan getas, sedangkan untuk spesimen *annealing* struktur mikro yang terbentuk fasa *ferit* dan *perlit* kasar.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa semakin cepat proses pendinginan pada suatu material maka tegangan tarik dan kekerasannya semakin meningkat, sedangkan jika semakin lambat proses pendinginannya maka nilai regangannya semakin meningkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sharma Rajan, C.P & Sharma Ashok., 1997, "Heat Treatment Principles and Techniques", Prentice Hall of India, New Delhi.
- [2] Sularso., & Kiyokatsu.s., 2002, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin", cetakan kesepuluh. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- [3] Surdia, T., & Saito. S., 2000, "Pengetahuan Bahan Teknik", Cetakan Kelima. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- [4] Yuwono. A. H., 2009., "Karakterisasi Material Pengujian Merusak (Destructive Testing)" Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok.
- [5] Daryanto, 2010, "proses pengolahan besi dan baja (ilmu metalurgi)", cetakan ke satu. PT.Sarana Tutorial Nurani Sejahtera. Bandung.
- [6] Wahyudi, Tedi., 2010, "Studi Pengaruh Temperatur Tempering Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Baja AISI 4140" Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- [7] Arifin, T., A., 2011, "Studi Pengaruh Variasi Suhu Quench Temper Terhadap Sifat Mekanik





*Dan Struktur Mikro Baja JIS SCM 4”* Fakultas  
Teknik, Universitas Bengkulu, Bengkulu.

[8] VanVlack L.H., 1991, *“Ilmu dan Teknologi  
Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam)”*, Cetakan  
kedua, PT. Erlangga. Jakarta.

====o0o====

