

PROSES QUENCHING DAN TEMPERING PADA $SCMnCr2$ UNTUK MEMENUHI STANDAR JIS G 5111

Agung Setyo Darmawan

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan Kartasura
agungsetyod@yahoo.com

ABSTRAK

Baja $SCMnCr$ produksi PT. Baja Kurnia Klaten mempunyai harga kekerasan $210.8 H_B$ dan kekuatan tarik $539.21 N/mm^2$. Baja produksi PT. Baja Kurnia Klaten ini belum memenuhi standar JIS G 5111 untuk Baja $SCMnCr$. Oleh karena itu dilakukan proses quenching yang dilanjutkan dengan proses tempering pada baja $SCMnCr2$ untuk memenuhi standar tersebut. Proses quenching dilakukan dengan temperatur austenitisasi $850\text{ }^\circ C$. Proses tempering dilakukan dengan temperatur penahanan $600\text{ }^\circ C$ dan variasi waktu penahanan 20, 30, dan 45 menit. Sesudah dilakukan proses heat treatment, Baja $SCMnCr2$ diuji strukturmikro, kekerasan, dan kekuatan tariknya. Foto struktur mikro baja $SCMnCr2$ setelah diquenching dan kemudian ditempering memperlihatkan fasa ferit dan martensit temper. Setelah dilakukan quenching dan tempering, harga kekerasan untuk waktu penahanan 20, 30, dan 45 menit adalah $298.6 H_B$, $285 H_B$, dan $254.7 H_B$ dan harga kekuatan tarik untuk waktu penahanan 20, 30, dan 45 menit adalah $931.73 N/mm^2$, $846.54 N/mm^2$, dan $878.18 N/mm^2$. Harga kekerasan dan kekuatan ini sudah memenuhi standar JIS G 5111. Kenaikan harga kekerasan dari sebelum ke sesudah proses heat treatment disebabkan oleh terbentuknya fasa martensit temper. Sementara, penurunan kekerasan akibat waktu penahanan tempering yang semakin lama disebabkan oleh membesar dan semakin banyaknya fasa ferit.

Kata Kunci: $SCMnCr2$, quenching, tempering, JIS G 5111

PENDAHULUAN

Baja banyak digunakan dalam bidang teknik. Salah satu keuntungan pemakaian baja adalah karena sifat mekaniknya yang mempunyai rentang cukup lebar yang dapat disesuaikan dengan kegunaannya. Pemakaian baja dalam kehidupan masyarakat dan dunia industri mensyaratkan faktor sifat mekanik tertentu yang sesuai dengan standar. JIS (*Japanese Industrial Standard*) adalah salah satu dari beberapa

macam standarisasi di dunia. JIS sendiri dikeluarkan oleh negara Jepang sebagai salah satu acuan dalam dunia teknik. Standarisasi ini digunakan agar produk baja dapat digunakan secara aman.

Sifat mekanik, sebagai contoh, kekuatan tarik dipengaruhi oleh ukuran butir. Perlakuan Panas (*Heat treatment*) dapat digunakan untuk mengatur ukuran butir dan meningkatkan sifat mekanik material [Anderson, 2003]. Definisi perlakuan panas adalah perubahan struktur-

mikro, dengan memberikan pemanasan dan mengatur laju pendinginan sehingga diperoleh struktur mikro yang diinginkan. Yang tidak berubah pada proses perlakuan panas ini adalah komposisi bahan. Sedang definisi struktur mikro sendiri adalah konfigurasi distribusi fasa untuk suatu komposisi tertentu.

Contoh proses perlakuan panas adalah full annealing, normalizing, quenching dan tempering. Pada full annealing dan normalizing baja karbon, semakin cepat laju pendinginan, semakin kecil butir yang terjadi [Callister Jr., 2007]. Sementara quenching akan mengakibatkan terbentuknya fasa martensit yang kuat, keras, dan getas, yang akan dapat ditingkatkan ketangguhannya dengan proses *tempering*.

Full anneal adalah pemanasan baja ke temperatur 30°C di atas garis A_3 atau A_1 (tergantung pada kandungan karbon), ditahan pada temperatur tersebut untuk mendapatkan fasa austenit yang homogen, kemudian didinginkan secara lambat pada tungku. Hasil unluh baja hypoeutectoid adalah perubahan fasa dari austenit ke perlit lamellar kasar (butir besar) yang lunak, bebas tegangan, dan ferit yang halus. Kata pelunakan (*annealing*) saja jika digunakan pada paduan besi (Fe) menunjukkan proses *full anneal*. Jika digunakan pada paduan non besi kata pelunakan (*annealing*) menyatakan perlakuan panas yang dirancang untuk melunakkan struktur hasil pengerjaan dingin dengan rekristalisasi dan atau kemudian pertumbuhan butir.

Karena memerlukan waktu yang lama dan mahal, dalam beberapa kasus *full anneal* diganti dengan **normalizing**. Pada *normalizing*, pendinginan dilakukan di udara (laju pendinginan lebih cepat dibandingkan ditungku) dan menghasilkan struktur perlit yang halus. Baja di *normalizing* untuk mendapatkan kekerasan dan kekuatan yang lebih besar dibanding jika dengan *full anneal*.

Menurut Widyatmadji (2001), perlakuan panas *normalizing* memberikan perubahan terhadap struktur mikro dan kekuatan baja. Makin tinggi temperatur austenisasi dan makin lama waktu tahan, kekuatan baja makin menurun, namun ketangguhannya akan meningkat.

Tempering pada baja dilakukan dengan memanaskannya pada temperatur sedikit 723°C. Perlakuan panas ini umumnya dilakukan setelah proses celup cepat (**quenching**). Tujuan dari *tempering* adalah untuk mendapatkan baja yang lebih tangguh (tough) dan juga liat (ductile) tanpa banyak mengurangi kekuatan (strength).

Ketahanan aus besi cor liat feritik berdasarkan penelitian Sahin (2008) berkurang setelah mengalami proses tempering pada temperatur 500°C dengan waktu penahanan 1 dan 5 jam.

Mulyanti (1996) meneliti pengaruh perlakuan panas pada paduan baja mangan austenit dimana kekerasan akan turun dan harga impak akan naik jika dilakukan proses temper, disebutkan juga bahwa dengan naiknya temperatur austenitisasi, maka kekerasan akan turun dan harga impak akan naik.

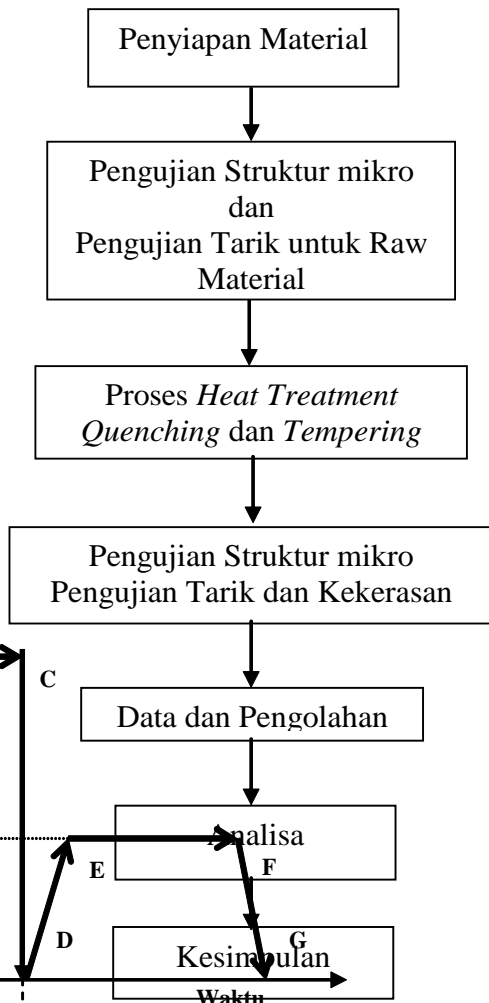
Glownia (2008) melakukan penelitian pengaruh pemaduan mikro terhadap keoptimalan proses tempering. Keoptimalan proses tempering dapat dinaikkan dengan presipitasi karbonytrida.

Usaha untuk memenuhi standar JIS G 5111 pada baja cor SCMnCr2 produksi PT. Baja Kurnia Klaten telah dilakukan oleh Darmawan dkk. (2008). Pengujian kekuatan pada raw material baja ini memperlihatkan hasil di bawah standar yaitu kekuatan tariknya 539.21 N/mm². Oleh karena itu dilakukan proses normalizing dan tempering pada baja SCMnCr2 untuk memenuhi standar tersebut. Sesudah dilakukan proses heat treatment Baja SCMnCr2 diuji struktur mikro dan kekuatan tariknya. Foto struktur mikro baja SCMnCr2 setelah dinormalizing dan kemudian ditempering memperlihatkan butir yang lebih kecil dibanding raw materialnya.. Setelah dilakukan normalizing dan tempering harga kekuatan naik menjadi 685.51 N/mm² dan akan menurun menjadi 664.21 N/mm² ketika waktu penahanan tempering diperlama menjadi 45 menit. Hal ini disebabkan karena meningkatnya ukuran butir ferit dan perlit.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian

Penelitian dilakukan sesuai diagram alir penelitian seperti terlihat pada gambar 1. Material yang akan diuji adalah *Low Alloy Steel Casting, SCMnCr2* produksi PT. BAJA KURNIA Ceper Klaten. Pembuatan *specimen* uji tarik mengikuti standar JIS Z 2201.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pelaksanaan Heat Treatment

Heat Treatment yang terdiri dari dua proses yaitu *quenching* dan *tempering* dilaksanakan sesuai gambar 2, dengan temperatur pemanasan 850°C untuk temperatur Austenitisasi pada proses *quenching* dan 600°C untuk temperatur *tempering*. Adapun proses *heat treatment* yang

dilakukan pada potongan material sebelum dibentuk benda uji (*specimen*) adalah sebagai berikut :

1. Spesimen dimasukkan ke dalam tungku pemanas (*furnace*), kemudian tungku pemanas di set pada temperatur 850°C , setelah temperatur tungku pemanas mencapai 850°C , spesimen ditahan selama 40 menit dalam suhu tersebut.
2. Setelah tertahan selama 40 menit dalam temperatur 850°C , *specimen* dikeluarkan dari tungku pemanas dan didinginkan dengan dicelup ke air hingga mencapai suhu kamar (proses *quenching*).
3. Kemudian dilanjutkan dengan proses *tempering* yakni dengan langkah awal mengeset tungku pemanas pada temperatur 600°C lalu ditahan dengan variasi waktu 20 menit (*specimen A*), 30 menit (*specimen B*), dan 45 menit (*specimen C*).

Gambar 2. Diagram proses *Normalizing* diikuti *Tempering*

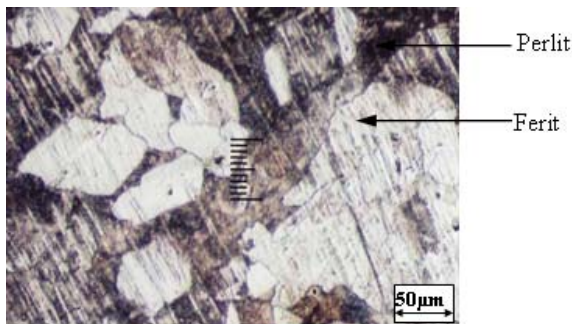
- Keterangan gambar 2 adalah sebagai berikut:
- Garis AB = Proses pemanasan hingga mencapai temperatur 850°C .
 - Garis BC = Proses penahanan pada temperatur 850°C selama 40 menit.
 - Garis CD = Proses *quenching* (pendinginan dengan dicelup ke air sampai temperatur kamar).

- Garis DE = Proses pemanasan hingga temperatur 600°C.
- Garis EF = Proses penahanan pada temperatur (a) selama 20 menit untuk *specimen A* (b) selama 30 menit untuk *specimen B* (c) selama 45 menit untuk *specimen C*.
- Garis FG = Proses pendinginan dengan udara sampai temperatur kamar di udara terbuka.

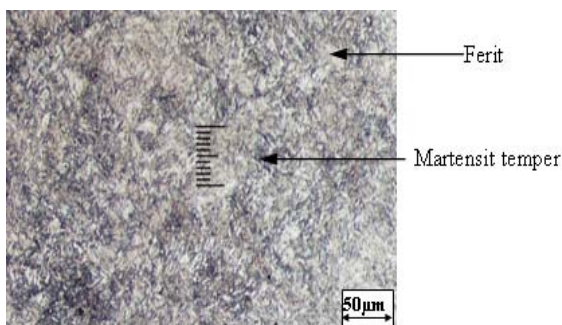
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Analisa Data Hasil Pengujian Struktur Mikro.

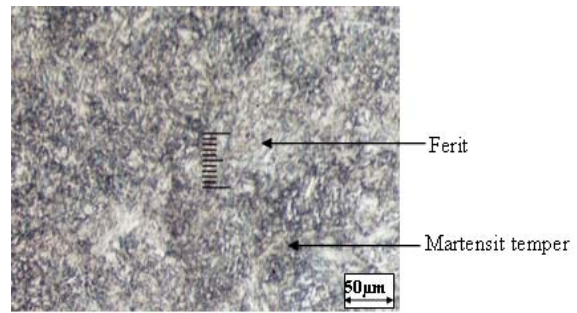
Struktur mikro ini dilihat dengan *Olympus Metallurgical Microscopes* dengan pembesaran 200 kali, dari pemotretan dengan kamera didapatkan gambar 3, 4, 5 dan 6.



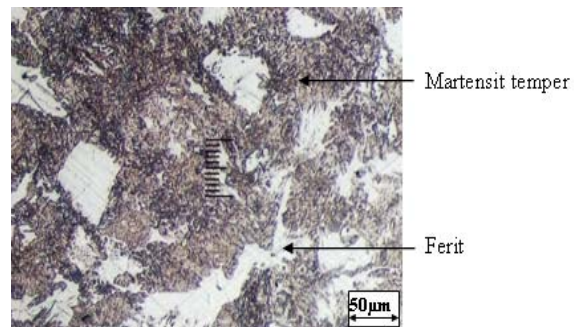
Gambar 3. Struktur Mikro dari Raw Material



Gambar 4. Struktur Mikro dari Specimen A



Gambar 5. Struktur Mikro dari Specimen B



Gambar 6. Struktur Mikro dari Specimen C

Raw material mempunyai struktur mikro yang terdiri dari fasa ferit dan perlit (gambar 3). Fasa ini akan bertransformasi menjadi ferit dan martensit temper setelah mengalami proses quenching dan tempering, dimana jika waktu penahanan tempering lebih panjang, maka butir yang terjadi akan lebih besar (Gambar 4 – 6).

Hasil dan Analisa Data Hasil Pengujian Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik untuk baja *SCMnCr2* berdasarkan standar JIS G 5111 adalah minimum 590 kgf/mm². Diagram alir tegangan-regangan teknik hasil pengujian tarik di perlihatkan pada gambar 7. Tabel 1 memperlihatkan data kekuatan tarik dan kekuatan luluh. Gambar 8 memperlihatkan perbandingan kekuatan tarik maksimum dari *ScMnCr2* sebelum dan sesudah proses treatment.

Tabel 1. Data Hasil Uji Tarik Bahan ScMnCr2 Sebelum dan Sesudah Proses Treatment.

Spesimen	Kekuatan Luluh (N/mm ²)	Kekuatan Tarik (N/mm ²)
RM	434.44	539.21
A	827.07	931.73
B	734.35	846.54
C	745.44	878.18

Keterangan:

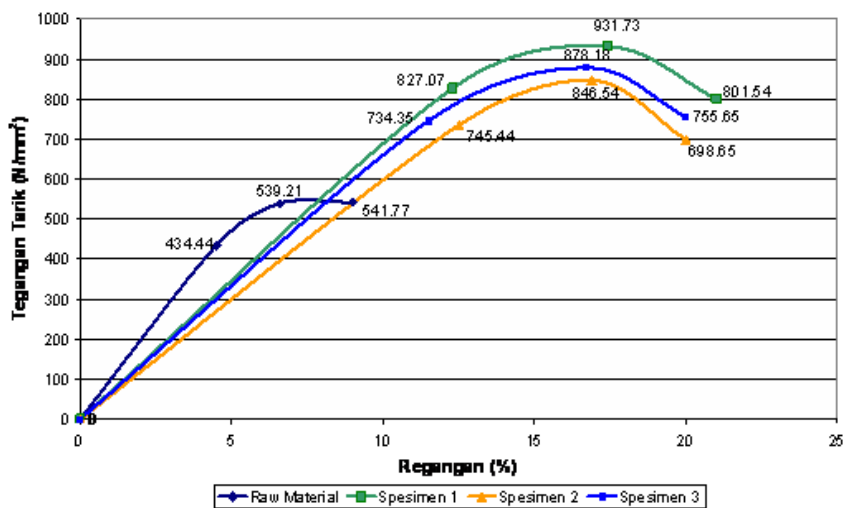
RM : Raw Material

A : Spesimen Treatment Temperatur Austenitisasi 850°C Quenching + Temper 600°C 20 menit

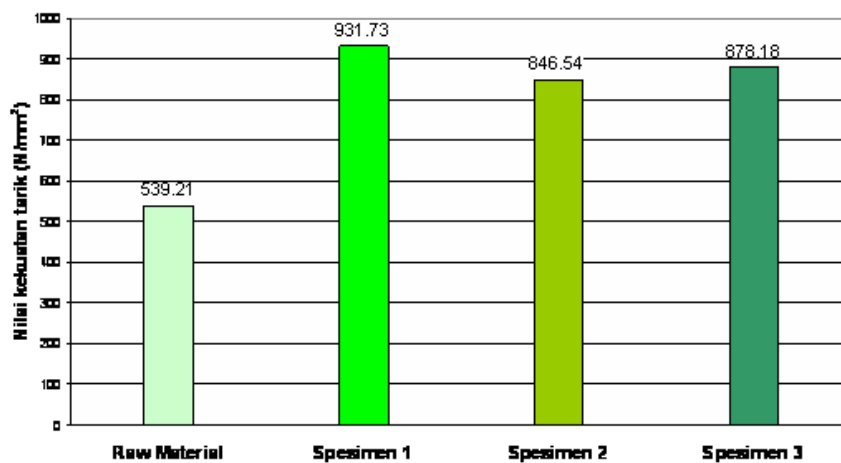
B : Spesimen Treatment Temperatur Austenitisasi 850°C Quenching + Temper 600°C 30 menit

C : Spesimen Treatment Temperatur Austenitisasi 850°C Quenching + Temper 600°C 45 menit

Grafik Tegangan - Regangan



Gambar 7. Diagram Alir Tegangan-Regangan Teknik Hasil Pengujian Tarik

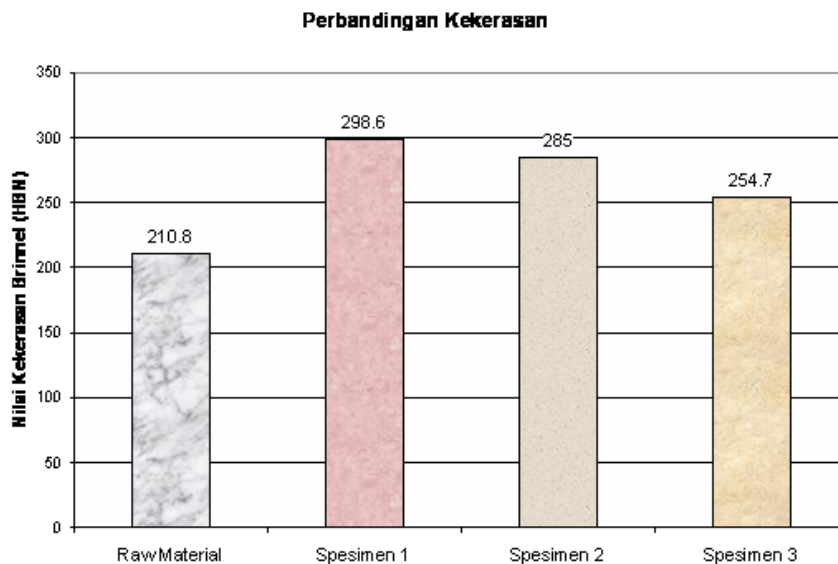


Gambar 8. Perbandingan Kekuatan Tarik Sebelum dan Sesudah Proses Heat Treatment

Kekuatan tarik bahan setelah di heat treatment mengalami peningkatan, semakin lama waktu penahanan, kekuatan akan cenderung menurun karena butir membesar. Proses ini masih memperlihatkan bahwa proses heat treatment yang digunakan berhasil mengubah harga kekuatan sehingga memenuhi standar JIS G 5111.

Hasil dan Analisa Data Hasil Pengujian Kekerasan

Standar JIS G 5111 mensyaratkan kekerasan minimum baja *SCMnCr2* adalah 183 BHN. Hasil pengujian kekerasan diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Kekerasan Rata-Rata (BHN)

Kekerasan setelah proses heat treatment memperlihatkan kenaikan. Meskipun demikian, jika waktu penahanan diperpanjang kekerasan akan turun, karena butir membesar. Kekerasan hasil proses heat treatment ini memenuhi standar JIS G 5111.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian kekuatan tarik dan

kekerasan, proses quenching yang diikuti proses tempering dengan waktu penahanan sampai 45 menit berhasil memenuhi standar JIS G 5111.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan Dwi Setiawan Piyarto terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J.C., 2003, *Material Science for Engineers*, Nelson Thornes, Cheltenham.
- Callister, Jr., William D., 2007, *Materials Science and Engineering; An Introduction*, John Wiley & Sons, New York

- Darmawan, A.S., Masyrukan, Ariyandi, R., 2007, *Proses Quenching Dan Tempering Pada SCMnCr2 Untuk Memenuhi Standar JIS G 5111*, Media Mesin ISSN 1411-4348, Teknik Mesin UMS, Surakarta.
- G³ownia, J., Kalandyk, J. B., 2008, *Effect of Precipitation strengthening in low alloyed Mn-Ni cast steel*, Journal of Materials Processing Technology, Volume 207, Issues 1-3, Pages 147-153.
- Mulyanti, 1996, *Pengaruh Kadar Mangan (Mn) Dan Perlakuan Panas Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Paduan Baja Mangan Austenit*, UI Jakarta.
- Sahin, Y., Erdogan, M., Cerah, M., 2008, *Effect of martensite volume fraction and tempering time on abrasive wear of ferritic ductile iron with dual matrix*, Wear, Volume 265, Issues 1-2, Pages 196-202.
- Widyatmadji, 2001, *Pengaruh Perlakuan Panas Normalisasi Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Baja 1K3816AT Untuk Aplikasi Casing & Tubing Spesifikasi API 5CT K55*, UI, Jakarta.