

ANALISIS SIFAT MEKANIK BAJA TULANGAN P32 TERHADAP PENGARUH PERLAKUAN PANAS DENGAN VARIASI TEMPERATUR QUENCHING

Dicki Nizar Zulfika

Universitas Islam Majapahit, Mojokerto

Email : zulfikadicki@gmail.com

Abstrak

Peningkatan kekerasan pada baja P32 akan berbanding lurus dengan kekuatan tarik baja tersebut. Untuk meningkatkan nilai kekerasan dari baja P32 ini, maka diperlukan *heat treatment* (perlakuan panas) *Quenching*. Baja P32 yang belum mendapat perlakuan panas memiliki kekerasan 13,5 HRC dan kekuatan tarik 657,2 Mpa. Sedangkan baja P32 yang mendapatkan perlakuan panas *quenching* dengan media pendinginan oli dan air masing-masing memiliki nilai kekerasan 21,9 HRC dan 49,5 HRC sedangkan kekuatan tariknya 800,4 MPa dan 1.616,3 MPa. Media pendinginan dengan air memiliki kekerasan dan kekuatan tarik paling tinggi karena memiliki fase *martensit* pada struktur mikronya, sedangkan pada spesimen yang lain belum ditemukan adanya fase *martensit*.

Kata kunci : baja P32, kekerasan, perlakuan panas, *quenching*,

Abstract

The increase in hardness in P32 steel would be directly proportional to the tensile strength of the steel. To increase the hardness value of P32 steel, heat treatment was required. P32 steel which has not received heat treatment has a hardness of 13.5 HRC and tensile strength of 657.2 Mpa. While the P32 steel which obtained quenching heat treatment with oil and water cooling process each had a hardness value of 21.9 HRC and 49.5 HRC while the tensile strength was 800.4 MPa and 1,616.3 MPa. Cooling process with water had the highest hardness and tensile strength because it had a martensite phase in its microstructure, whereas in other specimens there had not been found a martensite phase.

Keywords : P32 Steel, hardness, heat treatment, *quenching*

PENDAHULUAN

Beton adalah batu buatan yang kuat untuk menerima tekanan tetapi lemah apabila ketika menerima gaya tarik. Beton mampu menerima gaya tekan dengan sangat baik seperti pada kolom, tetapi setelah beton tersebut menerima lenturan, seperti lenturan pada balok atau pelat, maka akan timbul sifat-sifat lain yang mirip seperti pada karet busa. Satu sisi pada beton, lubang-lubang porinya tertekan sedangkan pada sisi yang lain lubang-lubang tersebut tertarik. Daerah yang tertekan terletak pada bagian yang tertarik pada sebelah luarnya. Karena beton lemah dalam menerima gaya tarik, maka beton tersebut tidak mampu menerima gaya tarik sehingga menyebabkan

terjadinya retak yang lama-lama bisa mengakibatkan elemen beton akan pecah. Untuk menjaga retak lebih lanjut serta mencegah pecahnya balok tersebut, diperlukan pemasangan tulangan baja pada daerah beton yang tertarik dan daerah dimana beton akan mengalami retakan. Alasan menggunakan tulangan baja ialah karena baja sangat baik dan mampu menerima gaya Tarik. Baja P32 adalah salah satu produk baja yang biasa digunakan pada konstruksi bangunan sebagai baja tulangan

Baja tulangan menurut SNI 07-2052-2002 adalah baja berbentuk batang berpenampang bundar yang digunakan untuk penulangan beton, yang diproduksi dan bahan baku billet dengan cara canai panas (*hot rolling*). Baja tulangan yang dapat digunakan pada elemen beton bertulang di batasi hanya pada Baja Tulangan dan Kawat Baja saja. Belum ada peraturan yang mengatur penggunaan tulangan lain, selain dari baja tulangan atau kawat baja tersebut. Baja Tulangan yang tersedia di pasaran ada 2 jenis, yang pertama adalah Baja Tulangan Polos (BJTP) biasanya digunakan untuk tulangan geser/begel/senggang, dan mempunyai tegangan leleh minimal sebesar 240 MPa (disebut BJTP-24), dengan ukuran $\emptyset 6$, $\emptyset 8$, $\emptyset 10$, $\emptyset 12$, $\emptyset 14$ dan $\emptyset 16$ (dengan \emptyset menyatakan simbol diameter polos). Dan yang kedua adalah Tulangan Ulir/*deform* digunakan untuk untuk tulangan longitudinal atau tulangan memanjang, dan mempunyai tegangan leleh (f_y) minimal 300 MPa (disebut BJTD-30)..

Perlakuan panas (*heat hreatment*) pada baja mempunyai tujuan untuk meningkatkan keuletan, menghilangkan tegangan internal (*internal stress*), menghaluskan ukuran butir kristal dan meningkatkan kekerasan atau tegangan tarik logam. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perlakuan panas, yaitu suhu pemanasan, waktu yang diperlukan pada suhu pemanasan, laju pendinginan dan lingkungan atmosfer. Beberapa tujuan *heat treatment* menurut Rajan (2011) antara lain: a. Meningkatkan keuletan, b. Menghilangkan internal stress, c. Penyempurnaan ukuran butir, d. Meningkatkan kekerasan atau kekuatan tarik dan mencapai perubahan komposisi kimia dari permukaan logam seperti dalam kasus-kasus pengerasan. Faktor atau variabel yang dapat mempengaruhi proses *heat treatment* menurut Rajan (2011) antara lain: a. Temperatur *heat treatment*, b. *Holding time*, c. Laju pemanasan, d. Proses pendinginan (*quenching*).

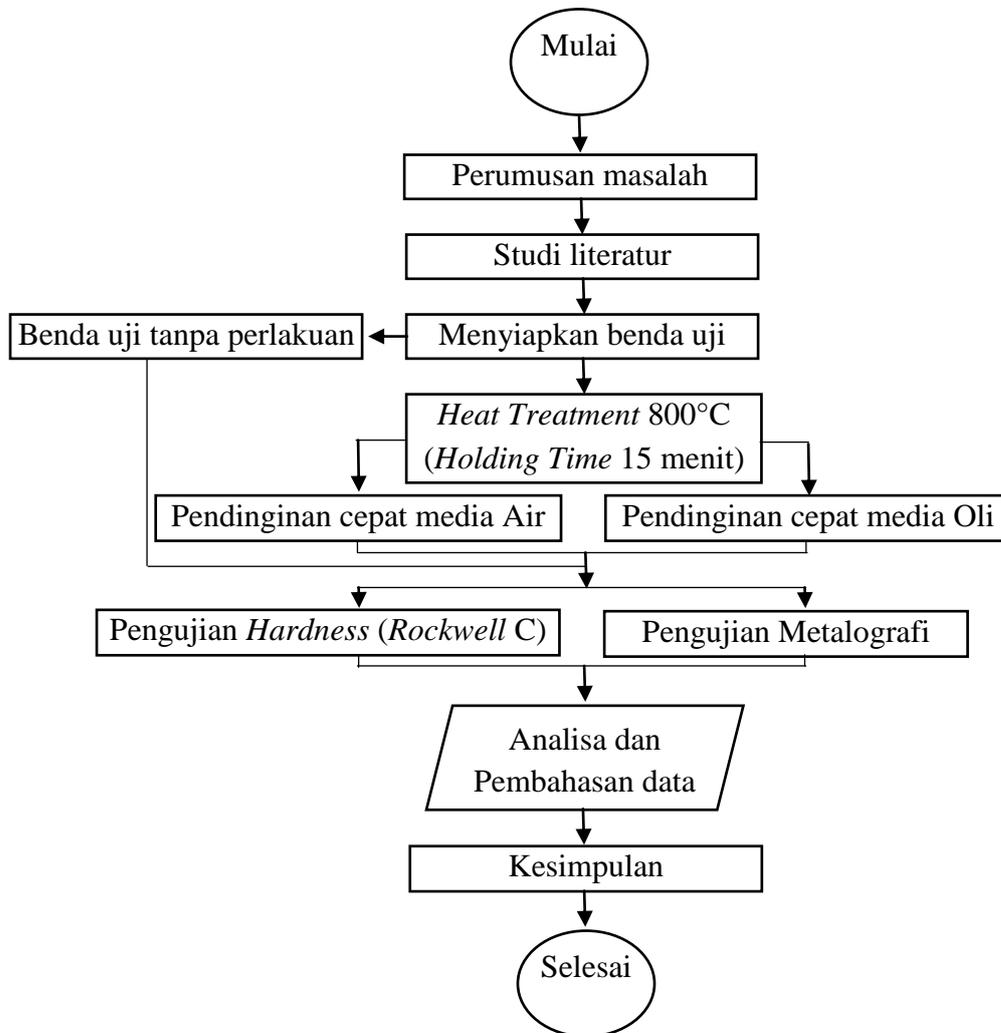
Pada baja P32 diberi perlakuan panas *quenching* yang bertujuan untuk meningkatkan sifat mekaniknya, yaitu nilai kekerasan dan kekuatan tarik. Keberhasilan

suatu proses pengerasan atau pengerjaan panas dari logam sangat dipengaruhi oleh kecepatan pendinginan. Kecepatan pendinginan yang lebih tinggi akan lebih cepat terjadinya kelarutan karbida sehingga perlu direncanakan dan diketahui proses pendinginan yang akan dilakukan serta media pendingin yang akan dipakai (Sumaraw, 2010). Semakin cepat logam didinginkan maka akan semakin keras sifat logam itu (Mu'afax, 2013). Adapun Medium pendingin yang sering digunakan khususnya pada proses pengerasan adalah : 1. Pendinginan dengan menggunakan media air akan memberikan daya pendinginan yang cepat.. Perubahan suhu air berlangsung lambat sehingga air memiliki sifat sebagai penyimpan panas yang sangat baik (Murtiono, 2012), 2. Minyak yang digunakan sebagai fluida pendingin dalam perlakuan panas adalah benda kerja yang diolah. Derajat kekentalan (*viscosity*) berpengaruh pada *severity of quench*. Jenis minyak mineral yang sering dipakai untuk aplikasi *quenching* pada temperatur yaitu oli khusus, *oil quench* (Septianto, 2013), 3. Pendinginan dengan media udara dilakukan untuk perlakuan panas yang membutuhkan pendinginan lambat. Udara sebagai pendingin akan memberikan kesempatan kepada logam untuk membentuk kristal-kristal dan kemungkinan mengikat unsur-unsur lain dari udara. Kecepatan atau laju pendinginan sangat mempengaruhi struktur mikro (*grain size*) dari logam (Siregar, 2007).

Kekerasan logam dapat diartikan sebagai ketahanan suatu bahan logam terhadap penekanan, dan memberikan indikasi cepat mengenai perilaku deformasi (Murtiono, 2012). Penekanan terhadap suatu bahan dapat berupa mekanisme penggoresan (*stratching*), pantulan ataupun indentasi dari material terhadap suatu permukaan benda uji. Salah satu bentuk pengujian kekerasan dengan metode indentasi adalah pengujian dengan metode *cone indentation test (rockwell)*. Uji kekerasan *rockwell* ini didasarkan kepada penekanan sebuah *indenter* dengan suatu gaya tekan tertentu kepermukaan yang rata dan bersih dari suatu logam yang diuji kekerasannya. Angka kekerasan *rockwell* atau *rockwell hardness number* dilambangkan dengan HR yang merupakan suatu singkatan dari kekerasan *rockwell* atau dapat disingkat dengan huruf R saja (Nugroho Untung, 2010). Pengujian kekerasan dengan metode *rockwell* ini diatur berdasarkan standar DIN 50103.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Eksperimen dilakukan untuk mendapatkan data sifat mekanik dari baja P32 setelah mendapatkan perlakuan panas *quenching* dengan variasi media pendinginan yaitu oli dan air. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir

Seperti yang ditampilkan pada gambar 1, langkah awal penelitian ini adalah melakukan perumusan masalah. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah membandingkan sifat mekanik yang didapatkan oleh baja P32 yang mendapatkan perlakuan panas *quenching* dengan media pendinginan cepat yang berbeda. Media pendinginan yang pertama menggunakan media air, sedangkan pembandingnya menggunakan media oli. Setelah itu melakukan studi literatur dengan mempelajari penelitian – penelitian sebelumnya yang menunjang penelitian ini. Persiapan spesimen

benda uji dilakukan dengan membuat 3 spesimen yang memiliki ukuran sama menggunakan gerinda potong dan menggunakan kertas amplas. Setelah itu spesimen diberi perlakuan panas pada temperatur 800°C dengan *holding time* 15 menit dan didinginkan dengan cepat menggunakan dua media yang berbeda, yaitu dengan media air dan oli. Kemudian spesimen diuji dengan uji kekerasan rockwell C dan uji metalografi. Setelah data pengujian diperoleh, selanjutnya data yang diperoleh dianalisis dan dibahas sesuai dengan tujuan penelitian. Yang terakhir, diambil kesimpulan dari penelitian ini untuk memudahkan mengambil hasil dari penelitian ini dan saran untuk penelitian selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka didapatkan data kekerasan dan kekuatan tarik pada baja P32. Kekuatan tarik didapat dengan konversi dari HRC ke nilai kekuatan tarik menggunakan formula dari Callister (2000). Data dari pengujian kekerasan dan kekuatan tarik dapat dilihat pada tabel 1.

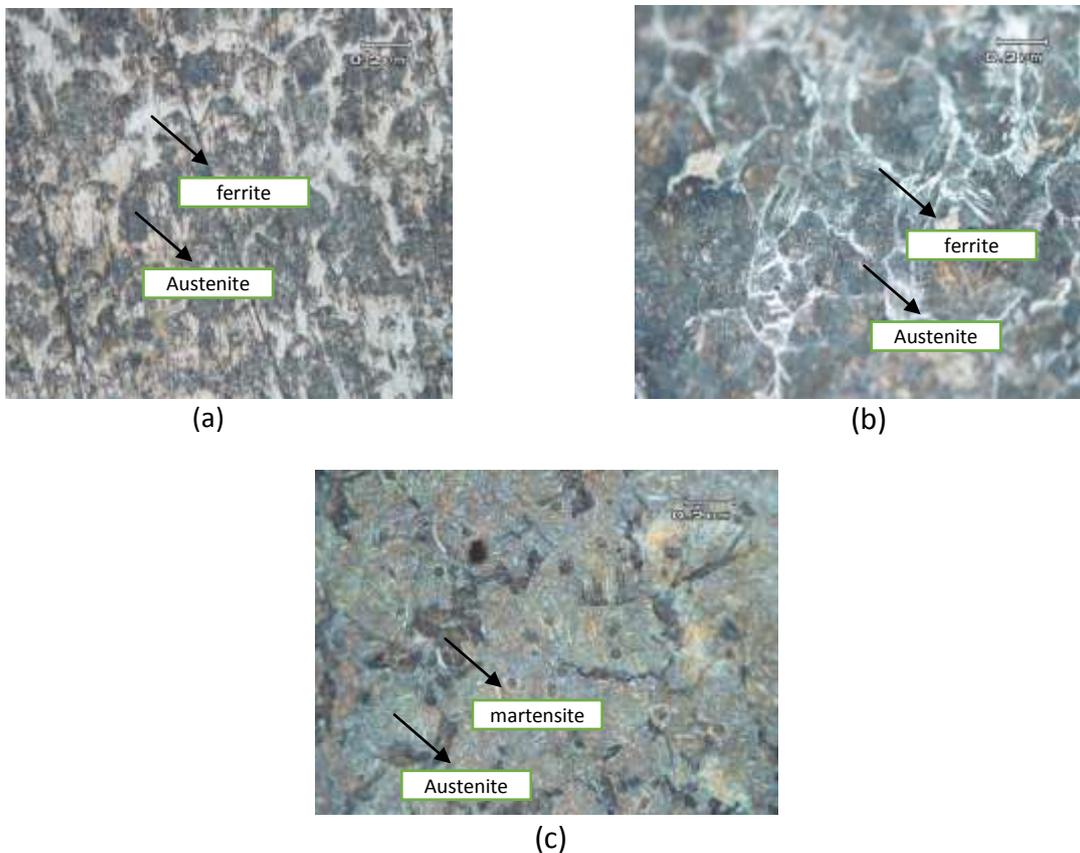
Tabel 1. Nilai kekerasan dan kekuatan tarik baja P32

Spesimen	Kekerasan (HRC)	Kekuatan Tarik (Mpa)
Tanpa Perlakuan panas	13,5	657,2
<i>Quenching</i> Media Pendinginan Oli	21,8	800,4
<i>Quenching</i> Media Pendinginan Air	49,5	1.616,3

Tabel 1 menunjukkan nilai kekerasan yang dimiliki oleh baja P32 tanpa perlakuan panas adalah 13,5 HRC dan kekuatan tariknya 657, 2 Mpa. Untuk nilai kekerasan Baja P32 yang mendapat perlakuan panas dengan media pendinginan oli adalah 21,8 HRC dan kekuatan tariknya 800,4 Mpa. Sedangkan untuk perlakuan panas dengan media pendinginan adalah 21,8 HRC dan kekuatan tariknya 800,4 Mpa.

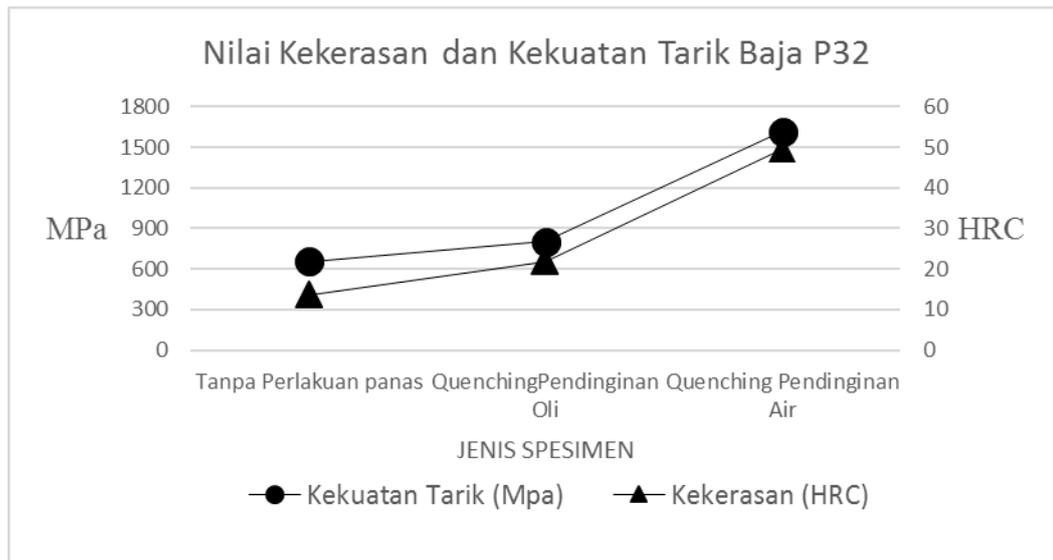
Hasil dari pengujian metalografi dapat dilihat pada gambar 2. Pada gambar 2.a menunjukkan hasil metalografi dari baja P32 tanpa mendapat perlakuan panas. Pada gambar tersebut dapat kita lihat terdapat fase ferrit dan austenit pada baja P32 tanpa perlakuan panas. Gambar 2.b menunjukkan hasil metalografi dari baja P32 dengan proses *quenching* media pendinginan oli. Pada gambar tersebut dapat kita lihat terdapat fase ferrit dan austenit. Sedangkan pada gambar 2.c menunjukkan hasil metalografi dari

baja P32 dengan proses *quenching* media pendinginan air. Pada gambar tersebut dapat kita lihat terdapat fase austenit dan martensit.



Gambar 3. Hasil metalografi baja P32 (a) tanpa perlakuan panas (b) proses *quenching* media pendinginan oli (c) proses *quenching* media pendinginan air

Peningkatan hasil sifat mekanik dari baja P32 tanpa perlakuan panas ke proses *quenching* dengan media pendingin air dan oli dapat dilihat pada gambar 4. Baja P32 tanpa perlakuan panas ini memiliki nilai kekerasan paling rendah sebesar 13,5 HRC dan kekuatan tarik paling rendah sebesar 657,2 Mpa. Sedangkan nilai kekerasan yang paling tinggi terdapat pada proses *quenching* dengan media pendinginan air yang memiliki nilai kekerasan 49,5 HRC dan nilai kekuatan tarik 1.616,3 Mpa. Pada proses *quenching* dengan media air tinggi karena struktur logamnya terdapat fase martensit, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.a. Sedangkan pada baja P32 tanpa perlakuan panas dan dengan proses *quenching* media pendinginan oli tidak terdapat fase martensit. Hanya terdapat fase ferrit dan austenit. Hanya saja pada baja P32 tanpa perlakuan panas, fase ferrit lebih banyak dibandingkan pada baja P32 dengan proses *quenching* media pendinginan oli seperti pada gambar 3.a dan 3.b.



Gambar 4. Grafik nilai kekerasan dan kekuatan tarik baja P32

Nilai kekerasan pada perlakuan panas *quenching* salah satunya dipengaruhi oleh media pendinginannya. Pada proses perlakuan panas, tingkat kekentalan pada media pendingin sangat mempengaruhi laju pendinginan pada baja tersebut. Semakin tinggi tingkat kekentalan media pendinginan, maka semakin lambat pula laju pendinginannya. Apabila laju pendinginan pada baja tersebut lambat akan menyebabkan nilai kekerasan semakin rendah, dan begitu pula sebaliknya jika laju pendinginan pada baja tersebut cepat akan menyebabkan nilai kekerasan baja semakin tinggi. Laju pendinginan yang cepat akan menyebabkan munculnya fase martensit pada struktur mikro logam. Sehingga baja P32 dengan perlakuan panas *quenching* media pendinginan air memiliki kekerasan yang paling tinggi.

SIMPULAN DAN SARAN

Proses perlakuan panas *quenching* pada baja P32 dengan media pendinginan air mendapatkan nilai kekerasan tertinggi sebesar 49,5 HRC dan kekuatannya sebesar 1.616,3 MPa. Sedangkan dengan media pendinginan oli mendapatkan nilai kekerasan sebesar 21,8 HRC dan kekuatannya sebesar 800,4 MPa. Dan kekerasan baja P32 tanpa perlakuan panas sebesar 13,5 HRC dengan kekuatan tarik 657,2 MPa. Perlakuan panas *quenching* dengan media pendinginan air memiliki kekerasan lebih besar daripada media pendinginan oli karena proses pendinginan air lebih cepat. Pada CCT diagram, semakin cepat proses pendinginan, maka akan semakin dominan fase martensit. Fase

martensit adalah fase dengan kekerasan tertinggi. Berdasarkan hasil metalografi, media pendinginan air memiliki fase martensit, sedangkan untuk media pendinginan oli hanya austenit dan ferrit. Sehingga kekerasan dengan media pendinginan oli yang paling besar. Sedangkan untuk aplikasi sebagai baja tulangan, diperlukan penelitian lebih lanjut karena kekerasan yang meningkat berbanding terbalik dengan nilai keuletannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Mu'afax, F. D., Harjanto, B., & Suharno. (2013). Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil *Remelting* Al-Si Berbasis Limbah Piston Bekas Dengan Perlakuan *Degassing*. Skripsi, Universitas Negeri Sebelas Maret. Diakses dari <https://digilib.uns.ac.id/>
- Murtiono, A. (2012). Pengaruh quenching dan tempering terhadap kekerasan dan kekuatan tarik serta struktur mikro baja karbon sedang untuk mata pisau pemanen sawit. *Jurnal e-Dinamis*, 2 (2), 57-70.
- Rajan, T.V., Sharma, V.P., & Ashok, Sharma. (2011). *Heat Treatment: Principles and Techniques. Second edition*. New Delhi, India : PHI Learning Private Limited.
- Septianto, A., Bayu, & Setiyorini, Y. (2013). Pengaruh Media Pendingin pada Heat Treatment Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Friction Wedge AISI 1340. *Jurnal Teknik POMITS*, 2(2), 342- 347.
- Sumaraw. (2010). Pengaruh *Heat Treatment* Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Baja CrMoV Dengan Media *Quench* Yang Berbeda. *Jurnal Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional*, 1 (2).