

PENGARUH VARIASI KONSENTRASI LARUTAN GARAM SEBAGAI MEDIA QUENCHING TERHADAP SIFAT MEKANIS BAJA S45C

Daniel¹⁾, Nani Mulyaningsih²⁾, Sri Hastuti³⁾

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Email: ¹daniel29niel@gmail.com, ²nani_mulyaningsih@untidar.ac.id,

³hastutisrimesin@untidar.ac.id

ABSTRAK

Baja S45C banyak digunakan di bidang otomotif, seperti pembuatan komponen untuk roda gigi, poros dan bantalan berbagai kendaraan bermotor. Masalah yang muncul pada beberapa industri yang menggunakan baja tersebut adalah angka kekerasan dari material yang masih bervariasi dan belum memenuhi standar yang ditentukan oleh konsumen. Oleh karena itu, diperlukan suatu perlakuan yang dapat meningkatkan sifat mekaniknya. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi larutan garam sebagai media *quenching* terhadap nilai kekerasan dan ketangguhan *impact* baja S45C. Metode penelitian pada baja S45C dilakukan dengan pemanasan pada temperatur 900°C selama 30 menit kemudian dilakukan quenching dengan media larutan air garam 14%, 24% dan 34%. Hasil pengujian menunjukkan variasi air garam 24% memiliki nilai kekerasan tertinggi yaitu sebesar 501,54 VHN, kemudian diikuti oleh variasi air garam 14% sebesar 450,55 VHN dan air garam 34% sebesar 406,43 VHN. Hasil pengujian *impact* menunjukkan nilai ketangguhan *impact* terendah terdapat pada variasi air garam 24% yaitu sebesar 0,0772 J/mm², kemudian diikuti oleh variasi air garam 14% sebesar 0,0904 J/mm² dan air garam 34% sebesar 1,396 J/mm².

Kata kunci : *baja S45C, quenching, kekerasan, ketangguhan*

ABSTRACT

S45C steel is widely used in the automotive field, such as the manufacture of components for gears, shafts and bearings of various motor vehicles. The problem that arises in several industries that use steel is the hardness number of the material which still varies and does not meet the standards set by consumers. Therefore, we need a treatment that can improve its mechanical properties. The purpose of this study was to determine the effect of variations in the concentration of salt solution as a quenching medium on the hardness and impact toughness of S45C steel. The research method on S45C steel was carried out by heating at a temperature of 900°C for 30 minutes and then quenching with 14%, 24% and 34% salt water media. The test results show that 24% salt water variation has the highest hardness value of 501.54 VHN, then followed by 14% salt water variation of 450.55 VHN and 34% salt water of 406.43 VHN. The results of the impact test show that the lowest impact toughness value is found in the 24% salt water variation, which is 0.0772 J/mm², then followed by the 14% salt water variation at 0.0904 J/mm² and the 34% salt water at 1.396 J/mm².

Keyword: *S45C steel, quenching, hardness, toughness*

PENDAHULUAN

Pada saat ini aplikasi penggunaan logam sebagai salah satu material pendukung dalam perkembangan teknologi dan industri sangat besar. Hal ini mendorong industri logam terus berupaya meningkatkan kualitas produk logam yang mereka hasilkan. Salah satu bahan logam yang banyak digunakan dalam industri adalah baja.

Baja S45C termasuk kedalam golongan baja karbon medium. Baja S45C sering digunakan dalam industri di bidang otomotif seperti pada pembuatan komponen poros, roda gigi, dan bantalan pada kendaraan bermotor (Purnomo, 2011). Material S45C sering digunakan di industri karena harganya yang terjangkau. Sifat material yang dibutuhkan oleh baja S45C adalah ketahanan aus, kekerasan, ketahanan atau ketangguhan *impact* dan keuletan yang baik. Masalah berulang yang terjadi pada beberapa industri ketika menggunakan baja adalah variasi nilai kekerasan material yang terkadang masih belum memenuhi standar kekerasan yang dipersyaratkan oleh konsumen. (Yopi Handoyo, 2015). Quenching merupakan salah satu cara yang biasa digunakan untuk meningkatkan nilai mekanis seperti kekerasan dan ketahanan aus dari sebuah logam.

Larutan garam efektif sebagai media pendingin *quenching* karena mempunyai viskositas yang lebih rendah dibanding dengan oli dan memiliki densitas yang lebih tinggi dibandingkan air sebagai media pendingin, sehingga akan makin cepat juga laju pendinginannya (F. Yusman, 2018).

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi larutan air garam sebagai media *quenching* terhadap sifat-sifat mekanis baja S45C agar didapat material dengan spesifikasi yang lebih baik.

TINJAUAN PUSTAKA

Baja Karbon

Baja merupakan paduan besi dengan karbon dan unsur-unsur paduan lain dimana kadar karbonnya berkisar di antara 0,1 % - 1,7 %.

Baja S45C mempunyai unsur paduan utama berupa karbon, kadar karbon yang terkandung dalam baja S45C berkisar antara 0,42-0,50%. Selain itu terdapat pula unsur paduan lain berupa mangan (Mn) sebesar 0,80% dan juga sulfur sebesar 0,035%, serta unsur-unsur paduan lainnya. Baja karbon jenis S45C ini memiliki sifat untuk mampu dilakukan proses perlakuan panas dengan maksud untuk mendapatkan sifat mekanis yang lebih baik (Taufik Hidayat, dkk., 2016).

Quenching

Quenching merupakan sebuah proses untuk meningkatkan nilai kekerasan logam dengan cara memanaskan logam hingga mencapai pada suhu austenitisasi, lalu setelah itu ditahan selama beberapa saat agar austenit yang terbentuk bisa lebih merata dan kemudian didinginkan secara cepat sehingga akan terbentuk struktur martensit. Proses *quenching* dilakukan pada baja untuk memperoleh sifat ketahanan aus yang lebih tinggi dan juga kekuatan kekerasan yang lebih baik juga.

Air Garam

Larutan air garam mempunyai tingkat viskositas yang lebih rendah dibandingkan dengan oli dan masa jenisnya lebih besar dibandingkan dengan air ataupun udara, sehingga laju pendinginannya lebih cepat daripada air, oli, ataupun udara. Garam yang digunakan sebagai media *quenching* adalah garam dapur bubuk yang banyak terdapat di pasaran. Penelitian dengan menggunakan air garam sebagai media *quenching* dilakukan oleh Yunaidi (2016), dengan kesimpulan semakin tinggi kandungan garam pada larutan maka tingkat kekerasan yang didapat akan semakin tinggi pula.

Uji Kekerasan

Secara umum, kekerasan merupakan ukuran ketahanan logam terhadap deformasi plastis maupun permanen. Kualitas baja dipengaruhi oleh karbon di dalamnya, untuk mencapai tingkat kekerasan yang diharapkan pada baja karbon bisa dengan memberikan perlakuan panas.

Uji Ketangguhan Impact

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai ketangguhan dari suatu material terhadap energi dari luar berupa tumbukan kejut atau *impact*. Pada pengujian *impact* dengan metode *charpy* energi diberikan pada spesimen melalui sebuah bandul dengan massa tertentu yang akan diayunkan dari sudut tertentu dan dihantamkan pada spesimen yang dimensinya sudah disesuaikan dengan standar pengujian *impact* yaitu ASTM E23.

METODE

Alat dan Bahan yang digunakan:

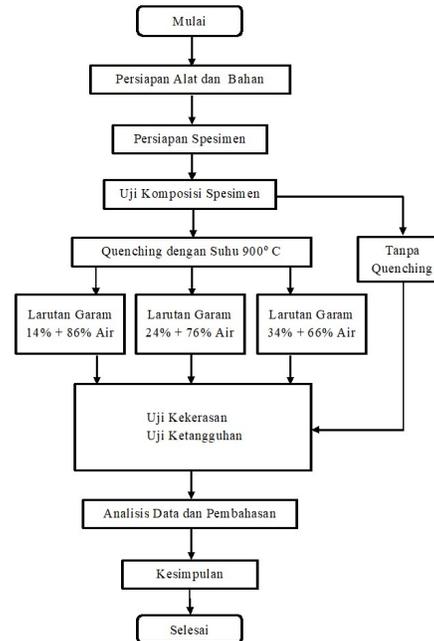
- Amplas
- Gerinda tangan
- Jangka sorong
- Mesin frais
- Timer
- Tempat garam pendingin
- Dapur pemanas
- Alat uji kekerasan *vickers*
- Alat uji *impact charpy*
- Baja S45C
- Garam dapur
- Air aquades

Material yang akan diuji dalam penelitian ini adalah baja S45C. Dimensi spesimen disesuaikan dengan standar ASTM E23 yaitu berukuran 10 x 10 x 55 mm dengan takik berbentuk U lebar 2 mm dan kedalaman takik 5 mm. Spesimen baja S45C dipanaskan pada temperatur 900°C dengan *holding time* selama 30 menit, setelah itu didinginkan secara mendadak ke dalam media pendingin berupa larutan air garam dengan variasi konsentrasi 14%, 24%, dan 34%.

Tahap berikutnya spesimen dipreparasi dengan diampelas sampai tingkat kehalusan 1500. Lalu dilakukan pengujian kekerasan dengan metode *vickers* menggunakan standar pengujian ASTM E92 dan uji ketangguhan *impact* dengan metode *charpy* menggunakan standar pengujian ASTM E23 pada spesimen. Proses pembuatan spesimen sesuai dimensi yang ditentukan dilakukan di bengkel mesin Universitas Tidar Magelang. Proses uji komposisi material dilakukan di PT. ITOKOH Ceperindo. Proses uji ketangguhan *impact* dilakukan di laboratorium teknik Universitas Tidar Magelang. Proses perlakuan panas *quenching* dan uji kekerasan

vickers dilakukan di laboratorium mesin UGM.

Pada gambar 1 dapat dilihat diagram alir dari penelitian ini.



Gambar 1. Diagram alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Komposisi

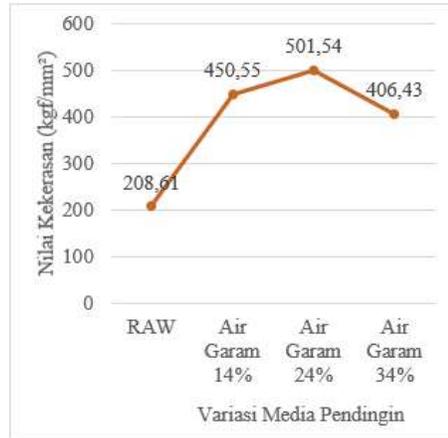
Tabel 1. Hasil uji komposisi

Unsur	Komposisi kimia (%)
C	0,4552
Si	0,2734
Mn	0,7458
P	0,0224
S	0,0090
Cr	0,0600
Mo	0,0175
Ni	0,0219
Cu	0,0111
Fe	98,2478

Dari Tabel 1. diketahui nilai unsur karbon pada spesimen yang akan di uji sebesar 0,4552%. Baja S45C memiliki kandungan

karbon antara 0,42 - 0,50% (Taufik Hidayat, dkk. 2016).

Uji Kekerasan



Gambar 2. Grafik hasil uji kekerasan

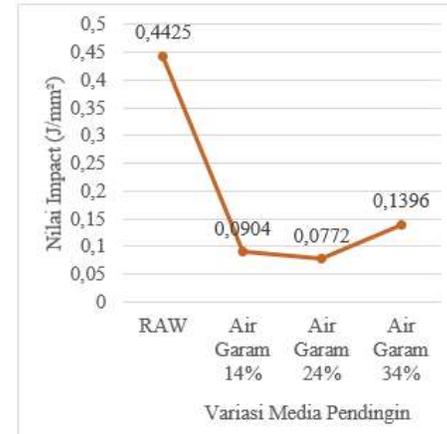
Grafik pada gambar 4.11 menunjukkan nilai kekerasan vickers baja S45C dari yang tertinggi ke paling rendah secara berurutan adalah variasi perlakuan *quenching* media air garam 24% yaitu sebesar 501,54 VHN, air garam 14% sebesar 450,55 VHN, air garam 34% sebesar 406,43 VHN, dan tanpa perlakuan (*RAW*) sebesar 208,61 VHN.

Pada hasil dari pengujian kekerasan *vickers* menunjukkan bahwa spesimen yang diberi perlakuan *quenching* dengan media pendingin air garam mengalami peningkatan pada nilai kekerasannya. Nilai kekerasan spesimen mengalami kenaikan pada konsentrasi larutan garam 14% ke 24%, hasil tersebut sesuai dengan penelitian dari Yunaidi (2016) dimana semakin tinggi kandungan garam dalam larutan media pendingin *quenching* akan meningkatkan laju pendinginan dan nilai kekerasan baja.

Pada larutan dengan konsentrasi garam cukup tinggi akan mengalami sifat jenuh dimana garam dalam larutan tersebut tidak dapat larut secara sempurna. Hal ini terlihat dengan masih adanya butiran-butiran garam dalam larutan, butiran tersebut kan menempel pada permukaan baja sehingga akan menghambat pendinginan dan angka kekerasan yang tercapai kurang maksimal. Dalam penelitian

ini, pada konsentrasi 34% larutan sudah mulai jenuh dan terdapat endapan garam sehingga nilai kekerasan yang dicapai tidak lebih tinggi dari konsentrasi garam 14% dan 24%.

Uji Ketangguhan Impact



Gambar 3. Grafik hasil uji ketangguhan impact

Gambar 3. menunjukkan nilai ketangguhan *impact* baja S45C dari yang terendah ke paling tinggi secara berurutan adalah variasi perlakuan *quenching* media air garam 24% yaitu sebesar 0,0772 J/mm², air garam 14% sebesar 0,0904 J/mm², air garam 34% sebesar 0,1396 J/mm², dan tanpa perlakuan (*RAW*) sebesar 0,4425 J/mm².

Hasil pengujian *impact* pada baja S45C yang diberi perlakuan *quenching* mengalami penurunan pada nilai ketangguhan *impact* bila dibandingkan dengan spesimen tanpa perlakuan. Pada spesimen yang diberi perlakuan *quenching*, nilai ketangguhan *impact* baja S45C paling tinggi terdapat pada variasi media pendingin larutan garam 34% dan nilai ketangguhan *impact* paling rendah terdapat pada variasi media pendingin larutan garam 24%. Pada konsentrasi 14% dan 24% garam larut dengan baik dalam air, sedangkan pada konsentrasi 34% garam sudah tidak bisa larut dengan baik dan terjadi pengendapan. Terdapat butiran-butiran garam dari endapan yang menempel pada permukaan baja yang menyebabkan laju pendinginan pada

konsentrasi larutan garam 34% lebih lambat daripada variasi 14% dan 24%. Hal tersebut menyebabkan nilai ketangguhan *impact* pada variasi larutan garam 34% lebih tinggi dibandingkan dengan variasi larutan garam 14% dan 24%. Semakin cepat laju pendinginan maka semakin rendah nilai ketangguhan *impact*, sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Enggar NK (2021) dimana laju pendinginan *quenching* yang cepat menghasilkan nilai ketangguhan *impact* yang lebih rendah, sedangkan laju pendinginan yang lambat menghasilkan nilai ketangguhan *impact* yang lebih tinggi.

KESIMPULAN

1. Perlakuan *quenching* dengan media pendingin air garam dapat meningkatkan nilai kekerasan serta menurunkan nilai ketangguhan *impact* pada baja S45C.
2. Semakin tinggi kadar garam dalam larutan maka semakin cepat laju pendinginannya. Pada variasi media pendingin larutan garam 34%, garam tidak larut dengan baik dan terjadi endapan sehingga laju pendinginan lebih lambat dibandingkan pada konsentrasi 14% dan 24%. Hal ini menyebabkan pada spesimen dengan perlakuan *quenching* varian larutan garam 34% memiliki nilai kekerasan yang lebih rendah dan nilai ketangguhan *impact* yang lebih tinggi dari variasi larutan garam 14% dan 24%.

SARAN

1. Melakukan uji komposisi material untuk memastikan jenis material yang akan diuji sebelum melaksanakan proses pengujian selanjutnya.
2. Menggunakan metode tertentu lainnya dalam mencampurkan garam dengan air sehingga tidak terjadi endapan ketika membuat larutan media pendingin untuk *quenching* menggunakan konsentrasi garam yang cukup tinggi.
3. Memperhatikan jarak waktu ketika melakukan pencelupan spesimen yang sudah dipanaskan ke dalam media

pendingin, pencelupan harus dilakukan dengan cepat dan secara bersamaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Purnomo, A., 2011, *Karakterisrik Mekanik Proses Hardening Baja AISI 1045 Media Quenching untuk Aplikasi Sprocket Rantai*, Jurnal ilmiah Teknik Mesin, Vol. 5(1), pp 32-38
- Yunaidi, 2016, Pengaruh Jumlah Konsentrasi Larutan Garam Pada Proses *Quenching* Baja Karbon Sedang S45C, Jurnal Mekanika dan Sistem Termal (JMST), Vol. 1(3), pp 70-76
- Kurniawan, Enggar Nur, 2021, Efektivitas Viskositas Oli Sebagai Media *Quenching* Terhadap Sifat Mekanik Baja S45C, Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Tidar Magelang
- Yusman. F. 2018, Pengaruh Media Pendingin Pada Proses *Quenching* Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja AISI 1045, Universitas Lampung
- Hidayat, Taufik, dkk., 2016, Analisa Pengaruh Suhu Pada Media Pendingin Terhadap Sifat Mekanis (Kekerasan) Baja S45C Pada Proses *Hardening*, Jurnal Sains dan Teknologi Teknik Mesin Unisma ISSN : 2337-6546, Vol. 6(2), pp 31-35
- Handoyo, Yopi, 2015, Pengaruh *Quenching* dan *Tempering* pada Baja JIS Grade S45C Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Vol. 3(2), pp 102-115