



ANALISA PEENGARUH VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN DAN HOLDING TIME PADA PERLAKUAN PANAS BAJA ST 42 TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO

Mochammad Nur Hansyah dan Angga ade supriono , Edi Santoso, ST, MT
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: hansyahputra17@gmail.com

ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan industri manufaktur yang semakin berkembang, logam mempunyai peran penting dalam industri manufaktur. Dalam hal ini baja merupakan logam paduan yang paling banyak digunakan dalam dunia industri manufaktur. Salah satu jenis baja yang sering digunakan adalah Baja ST-42. penelitian ini tujuannya untuk mengetahui pengaruh suhu Hardening dan media pendingin terhadap sifat mekanik Baja ST-42 dengan variasi suhu hardening dan media pendingin, suhu yang digunakan 825⁰, 875⁰, 925⁰ menggunakan media pendingin Air pada pengujian pada temperatur 925⁰ C Holding time 20 menit media pendingin air mempunyai nilai kekerasan dengan rata – rata 70,7 HRC, Holding time 25 menit media pendingin air mempunyai nilai rata – rata 65,26 HRC dan Holding time 30 menit media pendingin air mempunyai nilai rata – rata 64,33 HRC. Dari data hasil penelitian nilai kekerasan uji Rockwell di atas, dapat dilihat spesimen tanpa perlakuan panas dengan spesimen yang dihardening 925⁰ C memiliki perbedaan nilai kekerasan yang sangat cukup signifikan, sedangkan perbedaan antara hardening temperatur 825⁰ C dengan 875⁰ C perbedaan nilai kekerasan rata-ratanya tidak begitu signifikan. .

spesimen yang telah dihardening 875⁰ C Holding time 20 Menit media pendingin air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar $E = 26,15 \text{ J}$, $HI = 0,326 \text{ J/mm}^2$, Holding time 25 Menit media pendingin air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar $E = 26,15 \text{ J}$, $H = 0,326 \text{ J/mm}^2$ dan Holding time 30 Menit media pendingin air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar $E = 26,13 \text{ J}$, $HI = 0,326 \text{ J/mm}^2$. dan specimen yang telah dihardening 925⁰ C Holding time 20 Menit media pendingin air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar $E = 26,17 \text{ J}$, $HI = 0,327 \text{ J/mm}^2$, Holding time 25 Menit media pendingin air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar $E = 26,17 \text{ J}$, $H = 0,327 \text{ J/mm}^2$ dan Holding time 30 Menit media pendingin air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar $E = 26,17 \text{ J}$, $HI = 0,327 \text{ J/mm}^2$.

Pada spesimen yang dengan Martensit lebih merata yaitu dengan tanpa perlakuan holding time 30 menit memiliki nilai kekerasan rata-rata yaitu 64,33 HRC dan yang kedua adalah spesimen dengan warna gelap kedua adalah yaitu holding time 22 menit memiliki nilai kekerasan rata-rata 65,26 HRC dan yang yang ketiga adalah spesimen dengan warna paling terang holding time 20 menit yaitu dengan memiliki nilai kekerasan rata-rata 70,7 HRC dan terakhir spesimen dengan tanpa perlakuan panas butiran-butiran masih terlihat kasar memiliki kekerasan 66,76 HRC.

Kata kunci: Hardening, Baja ST-42, uji kekerasan, uji impact (charpy), uji mikro

ABSTRACT

Along with the development of the growing manufacturing industry, metals have an important role in the manufacturing industry. In this case, steel is the most widely used alloy in the manufacturing industry. One type of steel that is often used is Steel ST-42. This study aims to determine the effect of hardening temperature and cooling media on the mechanical properties of ST-42 steel with variations in hardening temperature and cooling media, the temperature used is 8250.875 °, 9250 using water cooling media. On testing at a temperature of 9250 C Holding time 20 minutes water cooling media has a hardness value with an average of 70.7 HRC, Holding time 25 minutes water cooling media has an average value of 65.26 HRC and holding time 30 minutes water cooling media has average value of 64.33 HRC. From the research data on the hardening value of the Rockwell test above, it can be seen that specimens without heat treatment with specimens hardened at 9250 C have a very significant difference in hardness values, while the difference between the hardening temperature of 8250 C and 8750 C is not so significant. .

Hardened specimens 8750 C Holding time 20 minutes water cooling media has an energy impact and an impact price of $E = 26.15 \text{ J}$, $HI = 0.326 \text{ J/mm}^2$, Holding time 25 minutes water cooling media has an energy impact and an impact price of $E = 26.15 \text{ J}$, $H = 0.326 \text{ J/mm}^2$ and Holding time 30 minutes water cooling media has an impact energy and an impact value of $E = 26.13 \text{ J}$, $HI = 0.326 \text{ J/mm}^2$. and specimens that have been hardened 9250 C Holding time 20 minutes, water cooling media has an energy impact and an impact price of $E = 26.17 \text{ J}$, $HI = 0.327 \text{ J/mm}^2$, Holding time 25 minutes water cooling media has an energy impact and an impact price of $E = 26.17 \text{ J}$, $H = 0.327 \text{ J/mm}^2$ and Holding time 30 minutes water cooling media has an impact energy and an impact value of $E = 26.17 \text{ J}$, $HI = 0.327 \text{ J/mm}^2$.

The specimens with Martensite were more evenly distributed, i.e. without treatment, the holding time of 30 minutes had an average hardness value of 64.33 HRC and the second was a specimen with a dark color. The second was a holding time of 22 minutes having an average hardness value of 65.26 HRC and the third is the specimen with the brightest color holding time of 20 minutes, with an average hardness value of 70.7 HRC and finally the specimen without heat treatment, the grains still look coarse and have a hardness of 66.76 HRC.

Keywords: Hardening, Steel ST-42, hardness test, impact test (charpy), micro test

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin maju, logam menjadi peranan yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan industri. Dalam hal ini baja yang merupakan logam paduan yang paling banyak digunakan, mempunyai pengaruh besar dalam sektor tersebut. Logam besi yang merupakan unsur dasar dari pembuatan baja dapat dikembangkan dengan memberikan unsur-unsur yang lain, guna untuk meningkatkan kekuatan kekerasan dan keuletan sesuai kebutuhan yang diperlukan.

Proses perlakuan panas (*Heat Treatment*) merupakan salah satu proses untuk mengubah struktur logam dengan cara memanaskan logam tersebut pada temperature rekristalisasi selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan pada media pendingin seperti Air yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda-beda. Pada proses ini baja dapat memperoleh sifat-sifat tertentu yang dapat digunakan sesuai kebutuhan.

Baja St 42 tergolong baja karbon rendah, dimana baja karbon rendah merupakan jenis baja yang banyak digunakan sebagai bahan konstruksi dalam berbagai bidang industri sebagai rangka konstruksi

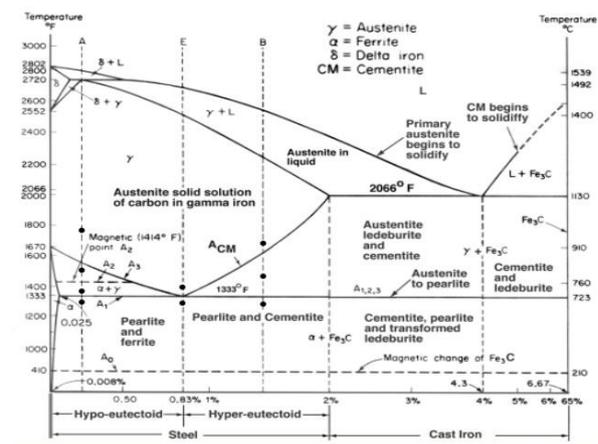
Baja ST 42 ini mempunyai kandungan karbon kurang dari 0,30 %. ST 42 ini menunjukkan bahwa baja ini dengan kekuatan Tarik ≤ 42 kg/mm². (diawali dengan ST dan diikuti bilangan yang menunjukkan kekuatan Tarik minimumnya dalam kg/mm²)

Pada operasionalnya baja ini mengalami beban kejut, sehingga baja ini harus benar-benar memiliki kekerasan dan ketahanan benturan yang baik. Berdasarkan penggunaannya baja jenis ini dapat dikembangkan dengan tujuan untuk memiliki sifat mekanik terutama kekerasan, kekuatan, ketangguhan dan keuletan yang baik. Apabila baja tersebut dipanaskan kemudian didinginkan dengan cepat maka akan menyebabkan peningkatan kekerasan dan kegetasan bahan tersebut sehingga dapat membahayakan pada penerapannya.

Baja merupakan logam yang sangat banyak digunakan, karena baja mempunyai

banyak kegunaannya. Kegunaan baja sangat bergantung pada sifat-sifat baja yang sangat bervariasi yang diperoleh dengan pemaduan dan penerapan perlakuan panas. Sifat mekanik dari baja sangat bergantung pada struktur mikronya, sedangkan struktur mikro sangat mudah dirubah melalui proses perlakuan panas. Jika dipadu dengan karbon, transformasi yang terjadi pada rentang temperatur tertentu erat kaitannya dengan kandungan karbon. Diagram yang menggambarkan hubungan antara temperatur dimana terjadinya perubahan fasa selama proses pendinginan dan pemanasan yang lambat dengan kadar karbon disebut dengan diagram fasa (H. Anrinal, 2013).

Diagram ini merupakan dasar pemahaman untuk semua operasi-operasi perlakuan panas. Diagram ini juga merupakan dasar dari teknik paduan besi (baja dan besi tuang).



Gambar 2.1 Diagram kesetimbangan Fe-Fe₃C (De gamo, 1969).

Diagram kesetimbangan Fe-Fe₃C secara garis besar baja dapat juga dikelompokkan sebagai berikut:

- Baja *hypo eutectoid* dengan kandungan karbon 0,008%-0,80%.
- Baja *eutectoid* dengan kandungan karbon 0,8%.
- Baja *hyper eutectoid* dengan kandungan karbon 0,8%-2%.

PROSEDUR EKSPERIMEN

Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)

Perlakuan panas merupakan suatu metode yang dipergunakan untuk merubah sifat-sifat mekanik dari suatu baja, seperti misalnya kekerasan, kekuatan, atau keuletannya. Selama proses perlakuan panas dengan memvariasikan laju pendinginan (*quenching*) dari baja, ukuran butir dan pola butir dapat dikendalikan. Karakteristik butir dikendalikan untuk menghasilkan tingkat kekerasan dan kekuatan tarik yang berbeda. Secara umum, semakin cepat suatu logam didinginkan, maka ukuran butirnya akan semakin kecil.

Perlakuan panas (*heat treatment*) secara umum adalah sebagai berikut:

- Pemanasan material sampai suhu dan kecepatan tertentu.
- Mempertahankan suhu untuk waktu tertentu sehingga temperaturnya merata antara permukaan dan inti.
- Pendinginan dengan media pendingin (air, minyak, atau udara/ media pendingin yang lain).

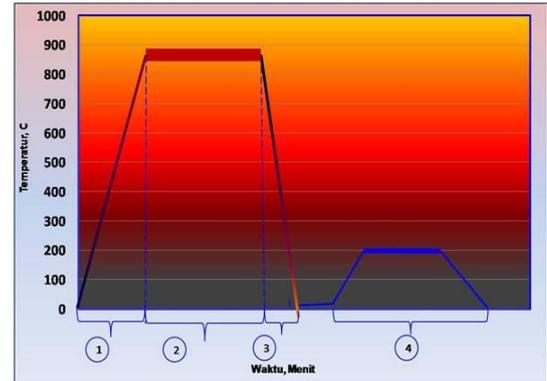
Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi saat perlakuan panas (*heattreatment*):

- Suhu pemanasan harus naik secara teratur dan merata.
- Alat ukur suhu hendaknya seteliti mungkin.

Hardening

Hardening adalah proses perlakuan panas pada baja untuk meningkatkan kekerasan alami pada baja. Dengan melakukan *hardening* pada baja akan memperoleh sifat tahan aus yang tinggi, dan kekerasan yang lebih baik. Kadar karbon dalam baja akan mempengaruhi kekerasan yang dapat dicapai saat *hardening* dan kekerasan juga tergantung pada temperature pemanasan, *holding time*, laju pendinginan, dan ketebalan sampel. Agar mendapatkan kekerasan yang baik maka pada saat proses pemanasan harus mencapai struktur *austenite*, karena *austenite* nantinya akan bertransformasi menjadi *martensit*. Apabila saat proses pemanasan masi terdapat struktur yang lain maka setelah di *quenching* akan memperoleh

struktur yang tidak semuanya terdiri dari martensit (Dalil, dkk, 1999).



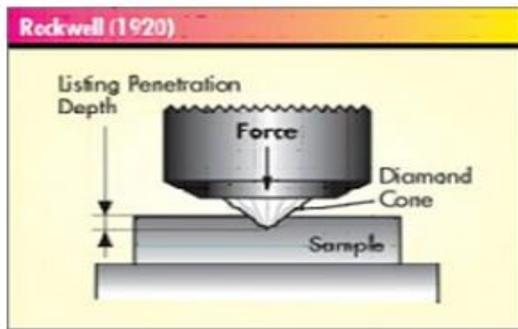
2.2 Gambar tahap- tahap pemanasan

Uji Kekerasan Rockwell

Pengujian kekerasan *Rockwell* merupakan salah satu pengujian kekerasan yang paling banyak dilakukan karena pengujian kekerasan Rockwell yang sederhana, cepat, tidak memerlukan mikroskop untuk mengukur jejak, dan relative tidak merusak. Mesin uji Rockwell sudah terautomasi sehingga tidak diperlukan pengukuran jejak tekan pada benda uji. Nilai kekerasan langsung ditampilkan di mesin uji Rockwell ketika penekanan pada benda uji telah selesai dilakukan.

Pengujian kekerasan *Rockwell* dilakukan dengan cara menekan permukaan specimen (benda uji) dengan suatu indenter. Indenter ditekan kedalam benda uji dilakukan dengan menerapkan beban pendahuluan (beban *minor*), kemudian ditambah dengan beban utama (beban *major*), lalu beban utama dilepaskan sedangkan beban minor masih dipertahankan. Dalam metode uji kekerasan Rockwell ini terdapat dua macam indenter yang ukurannya bervariasi, yaitu:

- Kerucut intan dengan besar sudut 120° dan disebut sebagai Rockwell Cone.
- Bola baja dengan berbagai ukuran dan disebut sebagai Rockwell Ball.



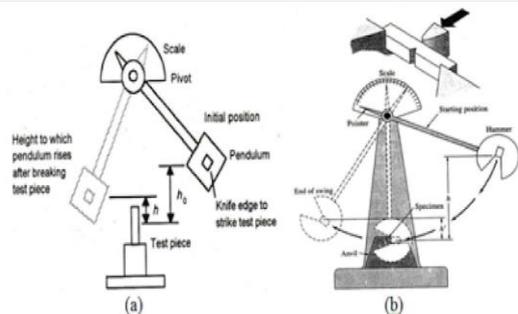
Gambar 2.5 Proses Pengujian Rockwell (Purnomo, 2017: 75).

Pengujian Impact

Beban impak adalah beban yang diberikan ke spesimen secara cepat dan tiba-tiba (Sofyan, Bondan, T. 2010). Uji impak dilakukan untuk mengukur ketangguhan suatu bahan atas pembebanan pukul/kejut. Uji impak ini dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

- a. Pengujian impak Charpy
- b. Pengujian impak Izod

Dalam uji impak sepotong spesimen ditabrak suatu ayunan bandul dan energi yang dibutuhkan untuk merusaknya adalah yang diukur. Kedua uji impak ini melibatkan pengukuran yang sama, tetapi berbeda bentuk spesimennya. Keduanya menggunakan bandul yang mengayun ke bawah dari suatu ketinggian untuk memukul spesimen dan merusaknya seperti gambar 2.6 dibawah ini. Bandul mempunyai sisi pisau untuk menabrak spesimen yang lengannya bersumbu pada poros yang dilengkapi dengan jarum penunjuk sudut (*scale*) (Hadi, Syamsul. 2016).

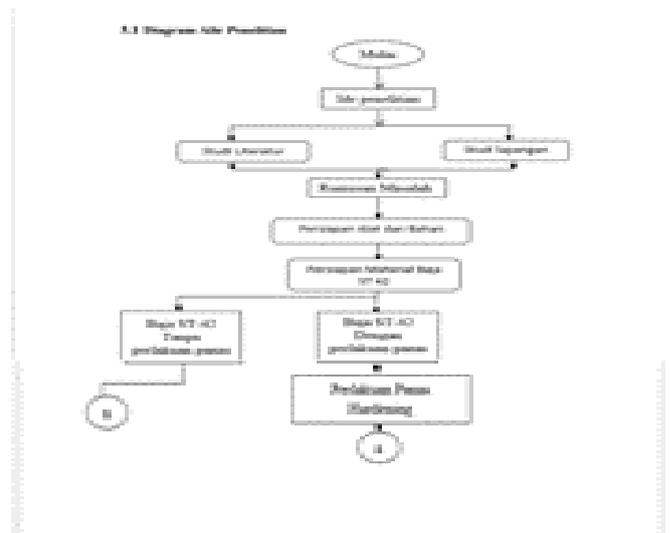


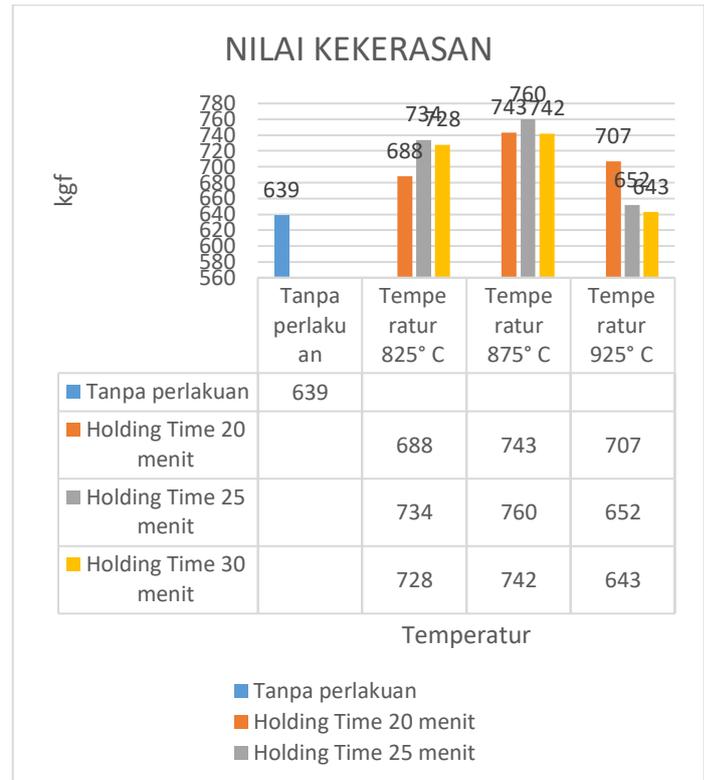
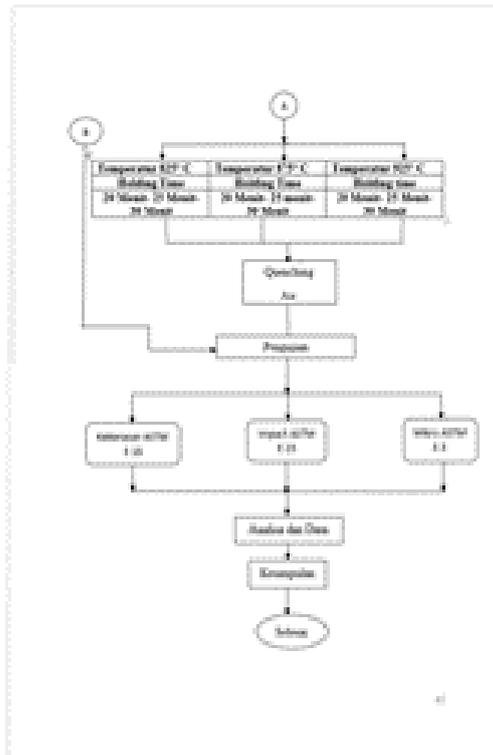
Gambar 2.6 Mesin Uji Pukul: (a) Izod (Bolton, 1998: 50). Dan (b) Charpy (Smith, 2006: 277)

Pengujian Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro adalah suatu pengujian untuk mengetahui susunan fasa pada suatu benda uji atau spesimen. Struktur mikro dan sifat paduannya dapat diamati dengan berbagai cara bergantung pada sifat informasi yang dibutuhkan. Salah satu cara dalam mengamati struktur suatu bahan yaitu dengan teknik *metalografi* (pengujian mikroskopik).

Metalografi adalah ilmu yang berkaitan dengan penyusunan dari mikrostruktur logam dan paduan yang dapat dilihat langsung oleh mata maupun dengan bantuan peralatan seperti mikroskop optik, mikroskop elektron SEM (*Scanning Electron Microscope*), dan difraksi sinar-X. Metalografi tidak hanya berkaitan dengan struktur logam tetapi juga mencakup pengetahuan yang diperlukan untuk preparasi awal permukaan bahan. Sampel metalografi harus memenuhi kriteria yaitu mewakili sampel, cacat dipermukaan minimum bebas goresan, lubang cairan lengket, inklusi, presipitat, fasa terlihat jelas, permukaan sampel datar sehingga perbesaran maksimum mampu dicapai, dan permukaan sampel bagian pinggir tidak rusak





HASIL DAN PEMBAHASAN

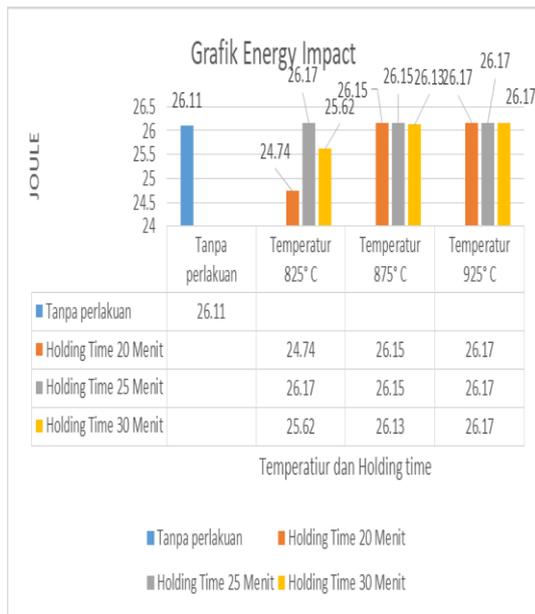
Hasil Uji kekerasan pada temperatur 925⁰ C Holding time 20 menit media pendingin air mempunyai nilai kekerasan dengan rata – rata 70,7 HRC, Holding time 25 menit media pendingin air mempunyai nilai rata – rata 65,26 HRC dan Holding time 30 menit media pendingin air mempunyai nilai rata – rata 64,33 HRC. Dari data hasil penelitian nilai kekerasan uji Rockwell di atas, dapat dilihat spesimen tanpa perlakuan panas dengan spesimen yang dihardening 925⁰ C memiliki perbedaan nilai kekerasan yang sangat cukup signifikan, sedangkan perbedaan antara hardening temperatur 825⁰ C dengan 875⁰ C perbedaan nilai kekerasan rata-ratanya tidak begitu signifikan.

Gambar 4.1 diagram hasil analisa uji kekerasan Tanpa perlakuan dan Temperatur 825°C = 20 menit, 25 menit, 30 menit. 875°C = 20 menit, 25 menit, 30. 925°C = 20 menit, 25 menit, 30 menit.

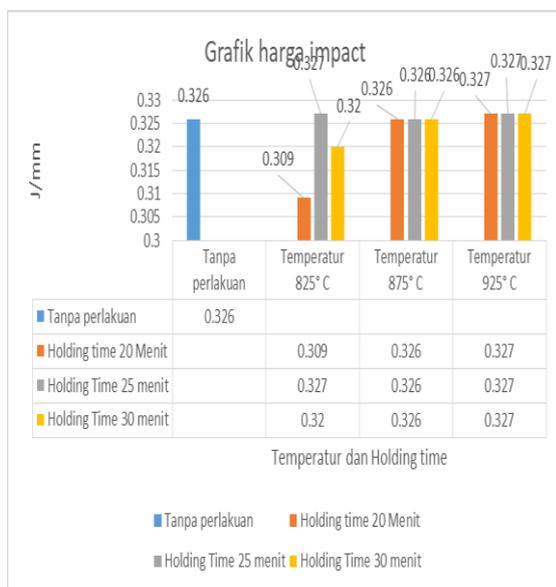
Hasil Uji Impact

Berdasarkan hasil data pengujian dapat diketahui pengaruh suhu hardening dan media pendingin terhadap energi impact dan harga impact.

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa baja ST 42 yang sudah diberi perlakuan panas cenderung lebih ulet dibandingkan dengan baja ST 42 yang tidak diberi perlakuan panas. Dapat dilihat dari hasil perhitungan baja ST 42 tanpa perlakuan panas mempunyai energi impact dan harga impact sebesar $E = 26,11 \text{ J}$, $HI = 0.326 \text{ J/mm}^2$.



Gambar. Grafik Energy Impact

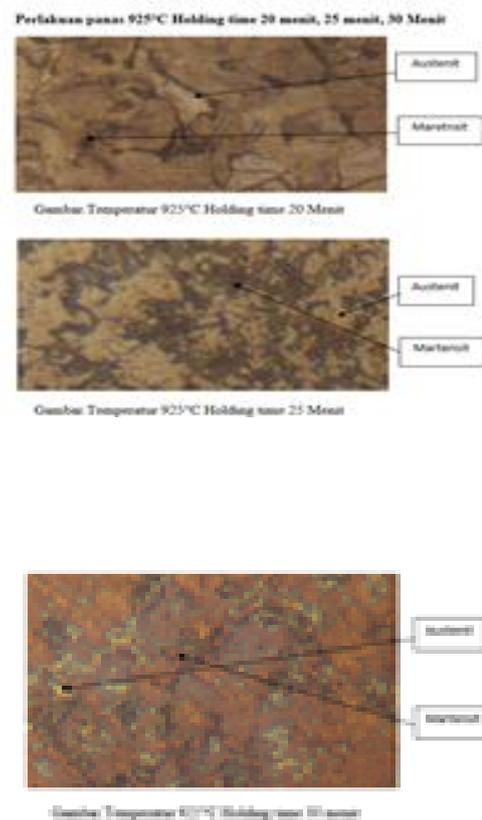


Gambar. Grafik Harga impact

spesimen yang telah dihardening 875⁰ C Holding time 20 Menit media pendingin air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar E = 26,15 J, HI = 0,326 J/mm², Holding time 25 Menit media pendingin air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar E = 26,15 J, H = 0,326 J/mm² dan Holding time 30 Menit media pendingin air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar E = 26,13J, HI = 0.326 J/mm². dan

specimen yang telah dihardening 925⁰ C Holding time 20 Menit media pendingin air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar E = 26,17 J, HI = 0,327 J/mm², Holding time 25 Menit media pendingin air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar E = 26,17 J, H = 0,327 J/mm² dan Holding time 30 Menit media pendingin air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar E = 26,17 J, HI = 0.327 J/mm².

Uji Struktur Mikro



Dari gambar di atas dapat di simpulkan struktur mikro baja ST-42 Temperatur 925° C Holding Time 20 Mneit,25 Menit,30 Menit dengan menggunakan etsa HNO₃ dan alkohol, foto pembesaran spesimen tersebut dengan pembesaran 500X terdiri dari struktur *Martensit* dan *Austenit*. Di mana untuk daerah yang terang yaitu daerah *Austenit* sedangkan untuk daerah

yang gelap yaitu *Martensit*. Pada spesimen ini mempunyai kekerasan 925°C 66,76 HRC.

Pada spesimen yang dengan *Martensit* lebih merata yaitu dengan tanpa perlakuan *holding time* 30 menit memiliki nilai kekerasan rata-rata yaitu 64,33 HRC dan yang kedua adalah spesimen dengan warna gelap kedua adalah yaitu *holding time* 22 menit memiliki nilai kekerasan rata-rata 65,26 HRC dan yang yang ketiga adalah spesimen dengan warna paling terang *holding time* 20 menit yaitu dengan memiliki nilai kekerasan rata-rata 70,7 HRC dan terakhir spesimen dengan tanpa perlakuan panas butiran-butiran masih terlihat kasar memiliki kekerasan 66,76 HRC.

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melihat data dari tabel dan grafik uji kekerasan dapat dikatakan bahwa material Tanpa perlakuan panas (*Heattreatment*) memiliki kekerasan rata-rata mencapai 6,39 HRC dibandingkan dengan material dengan perlakuan panas (*Heattreatment*) temperatur 875°C *Quenching* Air Holding time yang memiliki nilai kekerasan yang jauh lebih tinggi yaitu 76,0 HRC.

Dari data hasil uji impact di atas dapat dilihat pengaruh suhu hardening dan media pendingin terhadap nilai impact baja ST 42. Ini ditunjukkan dari data hasil uji impact yang tertinggi terletak pada spesimen tanpa perlakuan panas dengan nilai nilai $E = 35,59 \text{ J}$ dan $HI = 0,444 \text{ J/mm}^2$. Dan nilai impact terkecil terletak pada spesimen hardening 825° 20 Menit dengan media pendingin Air dengan nilai $E = 30,14 \text{ J}$ dan $HI = 0,376 \text{ J/mm}^2$. salah satu hal yang mempengaruhi impact adalah temperatur. Semakin rendah temperature suatu material maka akan semakin getas matrial tersebut, dan semakin tinggi temperature maka matrial akan semakin ulet.

Dari pengujian mikrostruktur yang dilakukan didapatkan struktur mikro yang paling merata adalah spesimen ST 42 dengan proses heattreatment suhu 825°C dengan holding time 20 Menit, 25 Menit, 30 Menit spesimen heattreatment suhu 875°C dengan holding time 20 Menit, 25 Menit, 30 Menit dan spesimen heattreatment suhu 925°C dan holding time 20 Menit, 25 Menit, 30 Menit.

PENGHARGAAN

Penghargaan setinggi-tingginya kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas pendanaan penelitian ini dalam skema Penelitian Mahasiswa Pemula

REFERENSI

- Trihutomo, Prihanto. "Pengaruh Proses Annealing Pada Hasil Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah." *JURNAL TEKNIK MESIN* 22.1 (2015).
- Astrini, Indah Retno. "pengaruh heattreatment dengan variasi media quenching air dan oli terhadap struktur mikro dan nilai kekerasan baja pegas daun aisi6135." (2016).
- Mersilia, Anggun. "Pengaruh Heat Treatment Dengan Variasi Media Quenching Air Garam dan Oli Terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Baja Pegas Daun AISI 6135." (2016).
- Khalid, Anhar, Dkk. "Analisa Pengaruh Beda Temperatur Pada Mikrostruktur Baja Carbon ST 42." *Jurnal INTEKNA, Tahun XIV 2* (2014): 102-209.
- George E.Dieter , Sriati Djaprie., *Metallurgi Mekanik* jilid 1 edisi ketiga 1996
- Lesmono, Indra, and Yunus Yunus. "Pengaruh Jenis Pahat, Kecepatan Spindel, Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Dan Kekerasan Permukaan Baja ST. 42 Pada Proses Bubut Konvensional." *Jurnal Teknik Mesin* 1.3 (2013): 48-55.
- Rimpung, I. Ketut. "Pengaruh perlakuan panas terhadap kekerasan Baja (St. 42) dengan temperatur pemanasan 800°C , metode brinell, di laboratorium uji bahan politeknik negeri bali." *Logic: Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi* 16.2 (2017): 87.

Suarsana, K. and Astika, I.M., **Pengaruh Perlakuan Temperatur dan Waktu Penahanan Pack Carburizing Terhadap Umur Lelah Baja St 42.** *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 11(1), pp.21-24

Nadeak, S. M. R., Susanti, D. 2012. **Variasi Temperatur dan Waktu Tahan Kalsinasi terhadap Unjuk Kerja Semikonduktor TiO₂ sebagai Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) dengan Dye dari Ekstrak Buah Naga Merah.** Surabaya : Tugas Akhir S1. Jurusan Teknik Material dan Metalurgi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember