



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

**Edi Santoso<sup>1</sup>, Djoko Sulistyono<sup>2</sup>, Mochammad Nur Hansyah<sup>3</sup>, dan Angga ade supriono<sup>4</sup>**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya,  
Indonesia

email: [edisantoso@untag-sby.ac.id](mailto:edisantoso@untag-sby.ac.id)

## **ABSTRAK**

Seiring dengan perkembangan industri manufaktur yang semakin berkembang, logam mempunyai peran penting dalam industri manufaktur. Dalam hal ini baja ialah logam paduan yang sering kali banyasekdi gunakan dalam dunia industri manufaktur. Salah satu jenis bahan baja yang sering digunakan adalah Baaja ST-42.peneliitian ini tujuannya untuuk mengetahui pengaruh suhu temperature dan Hardening mediia pendingin air terhadap sifat mekanik Baja ST-42 dengan variasi suhu hardening dan quenching. Media pendingin air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar  $E = 26,17 \text{ J}$ ,  $H = 0,327 \text{ J/mm}^2$  dann 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 yaiitu 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 hasil data kekerasan rata-rata 70,7 HRC dan terakhir spesimen dengann tanpa perlakuann panass butiran-butiran masih terlihat kasar memiliki kekerasan 66,76 HRC.

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

## **PENDAHULUAN**

Seiring berjalannya perubahan perkembangan teknologi yang semakin maju dan berkembang, 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 traetmeant*) adalah salah satu proses untuk mengubah struktur mikro logam dengan cara memanaskan logam tersebut pada temperatur 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 rendahh, dimana baja karbon rendah adalah jenis baja yang banyak digunakan sebagai bahan konstruksi dan pengusahaan baja dalam berbagai bidang industri sebagai rangka-rangka konstruksi bangunan.

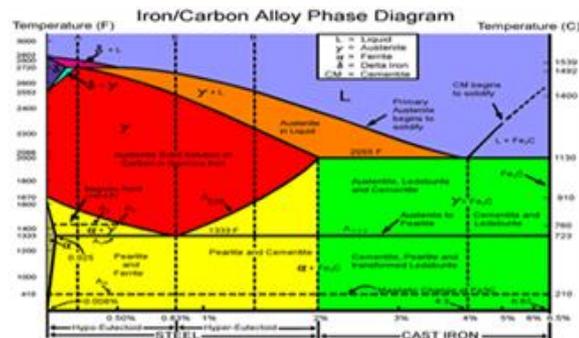
Baja ST 42 ini mempunyai kandungan karbon kurang dari 0,30 %. ST-42 ini menunukan bahwa baja ini tergolong dengan kekuatan Tarik  $\leq 42 \text{ kg/mm}^2$ . (diawali dengan ST dan diikuti bilangan yang menunjukkan kekuatan Tarik minimumnya dalam  $\text{kg/mm}^2$ ).

Pada operasionalnyaa baja ST-42 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 ST 42 tersebut di panaskan kemudian dicelupkan kedalam air dengan cepat maka akan menyebabkan peningkatan kekerasan dan kegetasan bahan tersebut sehingga dapat membahayakannya pada penerapannya.

Baja ST 42 merupakan logam yang sangat banyak digunakan, karena baja ST-42 mempunyai banyak kegunaannya. Kegunaan baja ST-42 sangat bergantung pada sifat baja yang sangat bervariasi yang diperoleh dengan penerapan perlakuan panas. Sifat mekanik dari baja ST 42 sangat bergantung pada struktur mikronya, sedangkan struktur mikro sangat mudah dirubah melalui proses perlakuan panas. bila sama paduan dengan karbonn, transformasi yang terjadi pada rentang temperatur tertentu erat kaitannya dengan kandungan dalam karbon. Diagram yang menggambarkan suatu hubungan antara temperatur dimana terjadinya perubahan fasa selama proses pendinginan dan pemanasan yang lambat dengan kadar karbon disebut dengan diagram fasaa. (H. Anrinal, 2013).

Diagram ini merupakan dasar-dasar pemahaman untuk semua operasi-operasi pada perlakuan panas. Diagram grafik ini juga merupakan dasar dari teknik paduann (bajaa dan besi tuang).



Gambar 1. Grafik Diagram kesetimbangan Fe-Fe<sub>3</sub>C

Grafik Diagram kesetimbangan Fe-Fe<sub>3</sub>C secara garis besar bajaa ST 42 dapat juga di kelompokkan sebagai berikut :

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

## PROSEDUR EKSPERIMEN

### Perlakuan Panas ( Heat Treatmentt )

Perlakuan panas adalah suatu metode-metode yang dipergunakan untuk merubah sifat-sifat mekanik dari suatu baja, seperti misalnya kekerasann, 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.

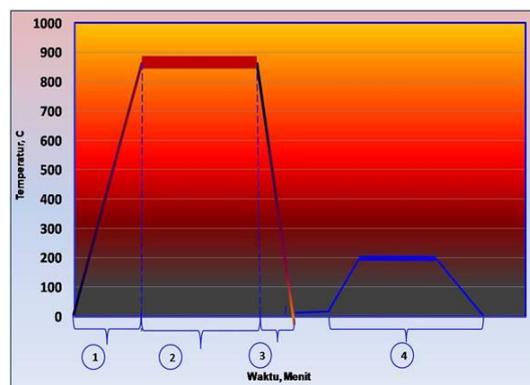
Perlakuan panas (heat treatmentt) secara umum ialah sebagai berikut:

- Pemanasan material ini sampai temperatur dan kecepatan tertentu.

- b. Mempertahankan temperature untuk waktu tertentu sehingga temperaturnya merata antara permukaan dan inti.
  - c. Pendinginan dengan media pendingin (air media pendingin yang lain).
- Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi saat perlakuan panas (heattreatment):
- a. Temperatur pemanasan harus naik secara teratur dan merata.
  - b. Alat ukur mesin oven Temperatur merata.

### Hardening

Hardening merupakan proses perlakuan panas pada baja untuk meningkatkan kekerasan yang dialami pada baja. melakukan *hardening* pada baja akan memperoleh sifat kekerasan tahan aus yang tinggi, dan kekerasan sehingga yang lebih baik. Kadar baja karbon dalam akan mempengaruhi kekerasan yang dapat dicapai saat *hardening* dan kekerasan juga tergantung pada temperatur pemanasan heat treatment, *holding time*, laju pendinginan, dan ketebalan sampel. Agar mendapatkan kekerasan yang baik maka pada saat proses dari pemanasan harus mencapai Struktur austenite, karena austenite nantinya akan bertransformasi menjadi martensit. Apabila saat proses pemanasan masih terdapat struktur yang lain maka setelah di *quenching* akan memperoleh struktur Mikro yang tidak semuanya terdiri dari martensit (Dalil, dkk, 1999).



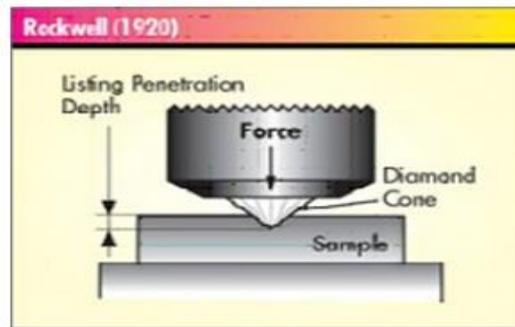
Gambar 2. Gambar tahap- tahap pemanasan

### Uji Kekerasan Rockwell

Pengujian kekerasan Rockwell ini adalah salah satu dari pengujian kekerasan yang paling banyak dilakukan karena pengujian kekerasan Rockwell yang sederhana, cepat, tidak memerlukan mikroskop untuk mengukur jejak, dan relatif tidak merusak bahan. Mesin uji Rockwell sudah terotomasi 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 spesimen Sampai (benda uji) dengan suatu indentor. Indentor ini ditekan kedalam benda uji dilakukan dengan menerapkan suatu beban pendahuluan (beban minor), kemudian ditambah dengan beban utama (beban mayor), lalu beban utama dilepaskan sedangkan beban minor masih dipertahankan. Dalam metode uji kekerasan Rockwell ini terdapat dua macam indentor yang ukurannya bervariasi, ialah :

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



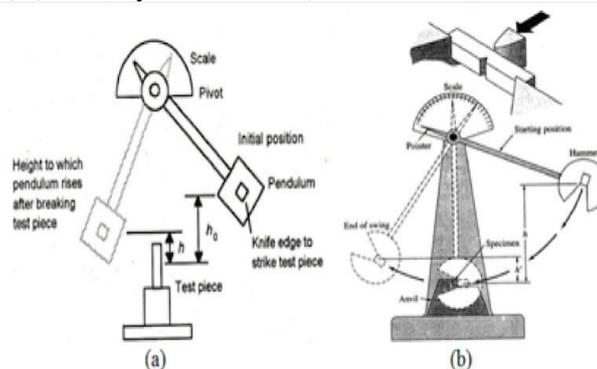
Gambar 3. Proses Pengujian Rockwell (Purnomo, 2017: 75).

### Pengujian Impact

Beban impact adalah beban yang diberikan ke spesimen secara cepat dan tiba-tiba (Sofyan, Bondan, T. 2010). Uji impact dilakukan untuk mengukur ketangguhan suatu bahan atas pembebanan pukulan. Uji impact ini dibagikan menjadi dua jenis pengujian, yaitu:

- a. Pengujian impact Charpy
- b. Pengujian impact izod

Dalam uji impact sepotong bahan spesimen ditabrak suatu ayunan bandul dan energi yang dibutuhkan untuk merusaknya adalah yang diukur. Kedua uji impact ini melibatkan pengukuran dan temperatur yang berbeda, tetapi sama 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 suatu spesimen yang lengannya bersumbu pada poros yang dilengkapi dengan jarum penunjuk sudut (scale) (Hadi, Syamsul. 2016).



Gambar 4. mesin Uji Pukul: ( a ) izod (Hadi samsul 2016 ). dan ( b ) charpy (Smith, 2006: 277)

### Pengujian Struktur Mikro

Struktur mikro adalah suatu pengujian untuk mengetahui susunan diagram fasa pada suatu benda uji atau spesimen. Struktur mikro dan sifat paduannya dapat diamati dengan berbagai cara tergantung pada sifat informasi yang dibutuhkan. Salah satu cara dalam mengamati struktur dalam 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 sangat diperlukan untuk preparasi awal permukaan bahan.

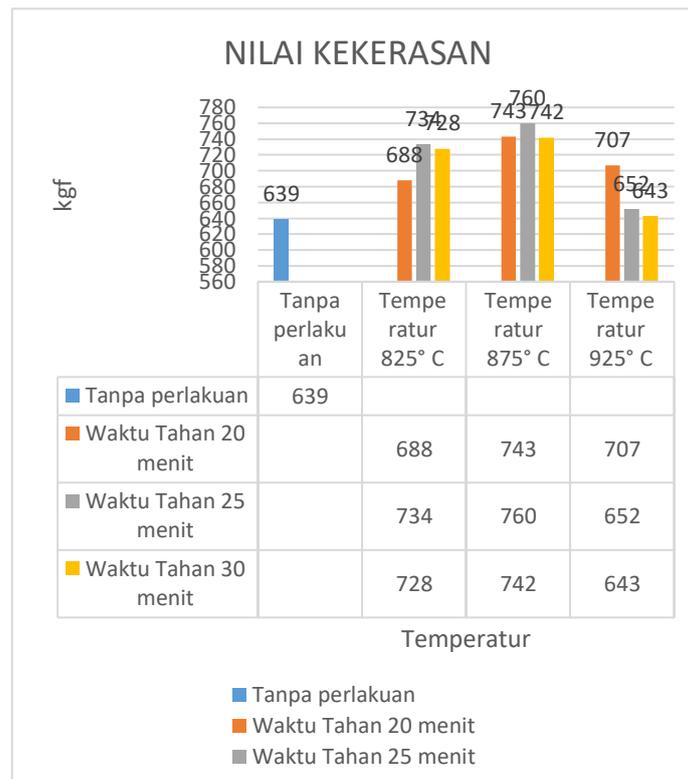
Sampel metalografi harus memenuhi syarat dan kriteria yaitu mewakili sampel, cacat dipermukaan minimum bebas goresan, lubang cairan lengket, inklusi, presipitat, fasa terlihat

jelas, permukaan sampel datar sehingga perbesaran maksimum mampu dicapai, dan permukaan sampel bagian pinggir tidak rusak dan bagus.

## HASIL DAN PEMBAHASAN DATA

Hasil dari Uji kekerasan

pada temperatur  $925^{\circ}\text{C}$  Holding time 20 menit media quenching 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 dan quenching air yang 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  $925^{\circ}\text{C}$  memiliki perbedaan nilai kekerasan yang sangat cukup signifikan, sedangkan perbedaan antara hardening temperatur  $825^{\circ}\text{C}$  dengan  $875^{\circ}\text{C}$  perbedaan nilai kekerasan rata-ratanya tidak begitu signifikan.

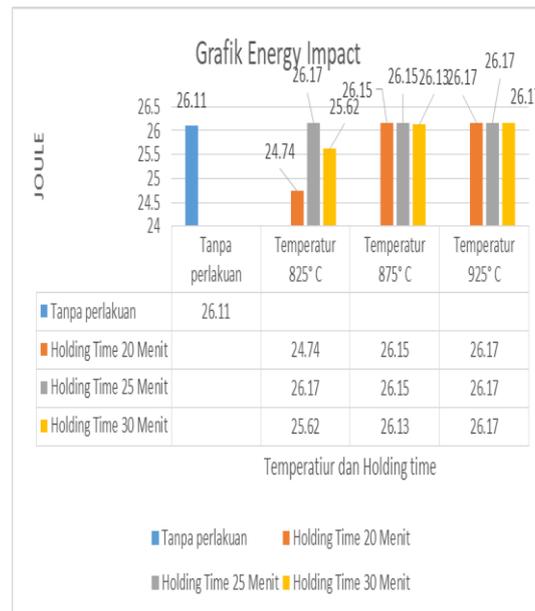


Gambar 5. Diagram dari analisa uji kekerasan Tanpa perlakuan dan Temperatur  $825^{\circ}\text{C}$ ,  $875^{\circ}\text{C}$ ,  $925^{\circ}\text{C}$  Waktu tahan 20,25,30 Menit

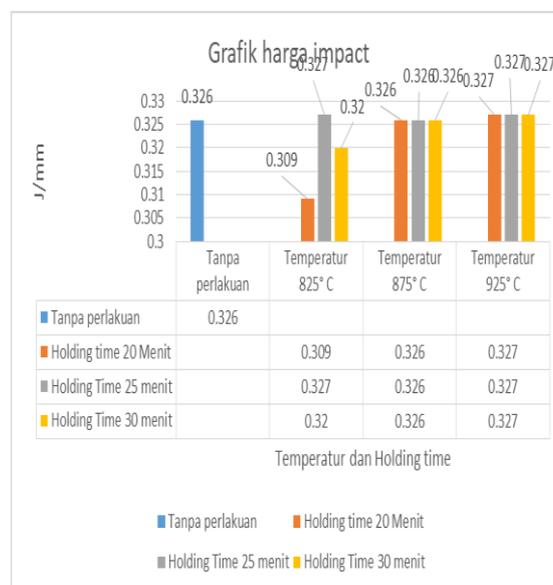
### Hasil Uji Impact

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  $E = 26,11\text{ J}$ ,  $HI = 0.326\text{ J/mm}^2$ .



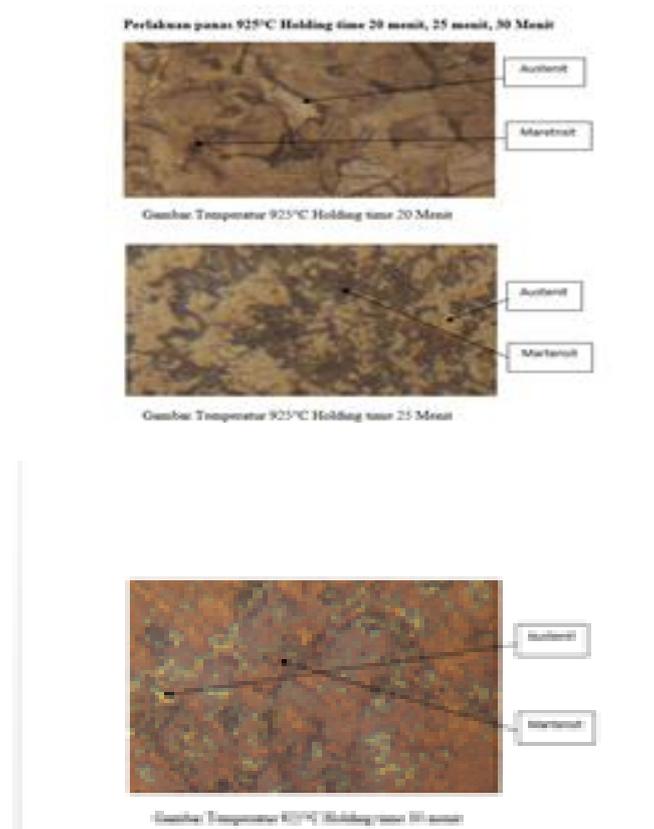
Gambar 6. Grafik Energy Impact



Gambar 7. Grafik Harga impact

Spesimen yang telah dihardening 875<sup>0</sup> C Holding time 20 Menit quenching air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar E = 26,15 J, HI = 0,326 J/mm<sup>2</sup>, Holding time 25 Menit quenching air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar E = 26,15 J, H = 0,326 J/mm<sup>2</sup> dan Holding time 30 Menit quenching air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar E = 26,13J, HI = 0.326 J/mm<sup>2</sup>. dan specimen yang telah dihardening 925<sup>0</sup> C Holding time 20 Menit quenching air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar E = 26,17 J, HI = 0,327 J/mm<sup>2</sup>, Holding time 25 Menit media quenching mempunyai energy impact dan harga impact sebesar E = 26,17 J, H = 0,327 J/mm<sup>2</sup> dan Holding time 30 Menit quenching air mempunyai energy impact dan harga impact sebesar E = 26,17 J, HI = 0.327 J/mm<sup>2</sup>.

Uji Struktur Mikro



Gambar 8. Gambar Struktur Mikro

Dari gambar di atas dapat disimpulkan struktur mikro baja ST-42 Temperatur 925° C Holding Time 20 Menit, 25 Menit, 30 Menit dengan menggunakan etsa HNO<sub>3</sub> 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 Panas Temperatur dengan *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 J dan HI = 0,444 J/mm<sup>2</sup>. Dan nilai impact terkecil terletak pada spesimen hardening 825<sup>0</sup> 20 Menit dengan media pendingin Air dengan nilai E = 30,14 J dan HI = 0.376 J/mm<sup>2</sup>. 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

- [1] Clark.D.S.VarneyW.R 1962. Physical Metallurgy for Engineering. D. Van Nostrand Company, INC.
- [2] Purnomo, M. E. R., & Machromah, I. U. (2017). Solid geometry learning: Student errors in solving solid geometry problems at university level. *Jurnal Daya Matematis*, 5(3), 408-418.
- [3] Suarsana, K. and Astika, I.M., *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 11(1), pp.21-24.  
Nadeak, S. M. R., Susanti, D. 2012. Surabaya.
- [4] Annual Book of ASTM Standards, ASTM D3702-94, 1999.
- [5] George E.Dieter , Sriati Djaprie., *Metallurgi Mekanik* jilid 1 edisi ketiga 1996
- [6] Lesmono, Indra, and Yunus Yunus. *Jurnal Teknik Mesin* 1.3 (2013): 48-55.
- [7] Adriansyah. 2007. “Pengaruh Temperatur Pada Proses Heat Treatment Untuk Meningkatkan Ketahanan Aus terhadap Baja Karbon Rendah Pada Pena Pegas Daun”. *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*. Vol. III. No. 1. Hal 7-9.
- [8] Chaudhry;Sahoo,D.N.;Pathak,N.N.,2001. Effectt of replacing
- [9] Alois Schonmetz,KarlGruber 1985. “Pengetahuan Bahan Dalam Pengerjaan Logam”, Bandung: Angkasa.
- [10] Anrinal Andi. 2013. *Metalurgi Fisik*. Yogyakarta  
Lawrence H. Van Vlack, *Ilmu Dan Teknologi Bahan*, Erlangga, 1992.