



## **Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan dan Holding Time pada Perlakuan Panas Baja Skd 11 Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Micro.**

**Anang Basuki dan Hisnu Yunji , 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: [anang.basuki09@gmail.com](mailto:anang.basuki09@gmail.com)

### **ABSTRAK**

*Logam berperan penting dalam sektor manufaktur, yang berkembang dengan kecepatan yang sama. Mengingat keadaan ini, baja merupakan logam paduan yang sering digunakan dalam industri. Di antara jenis baja yang digunakan yaitu baja skd 11. Intisari dari eksplorasi ini adalah untuk menentukan pengaruh suhu pemanasan dan media pendingin terhadap sifat mekanik baja skd 11 dengan variasi suhu media pemanasan dan pendinginan, suhu yang digunakan adalah 950 °C, 975 °C, 1000 °C menggunakan media pendingin air dalam ujian. Pada temperatur 950°C, media pendingin air memiliki energi impak dan nilai  $E = 10,26$  Joule,  $HI = 0,128$  J/mm<sup>2</sup>, dan energi impak dan nilai  $E = 7,31$  J,  $H = 0,091$  J/mm<sup>2</sup>. Pada temperatur 950°C media pendingin air memiliki energi impak dengan nilai  $E = 11,73$  joule,  $HI = 0,146$  J/mm<sup>2</sup>, dan energi impak. Pada suhu 950°C, media pendingin air*

*Contoh yang telah dipadatkan pada suhu 975°C selama 15 menit media pendingin air memiliki energi efek dan nilai efek  $E = 13,2$  J,  $H = 0,165$  J/mm<sup>2</sup>, waktu penahanan 20 menit media pendingin air memiliki energi efek dan biaya  $E = 17,48$  J,  $Hei = 0,218$  Joule/mm, dan media pendingin air 25 menit memiliki nilai pengaruh  $E = 14,06$  J,  $H = 0,175$  joule/mm., dan mempengaruhi energi. contoh yang telah dipanaskan sampai 1000°C waktu tahan 15 menit Media pendingin air memiliki energi efek dan efek senilai  $E = 7,86$  J,  $Hei = 0,067$  J/mm<sup>2</sup>, waktu tahan 20 menit Media pendingin air memiliki energi efek dan efek  $E = 12,68$  J,  $H = 0,282$  J/mm<sup>2</sup> dan Holding season media pendingin air 25 menit memiliki dampak energi dan biaya efek  $E = 19,78$  J,  $Salam = 0,246$  J/mm<sup>2</sup>*

**Kata kunci:** Perlakuan panas, Baja SKD 11, Uji Hrc, uji Impact (Charpy), Uji mikro

## ABSTRACT

Metals play an important role in the manufacturing sector, which is growing at a similar pace. In light of this circumstance, steel is the alloy metal that is utilized the most frequently in industry. One sort of steel that is frequently utilized is SKD 11 steel. The purpose of this examination is to decide the impact of warming temperature and cooling media on the mechanical properties of SKD 11 steel with varieties in warming and cooling media temperatures, the temperatures utilized are 950 °C, 975 °C, 1000 °C utilizing water cooling medium in the test. At a temperature of 950°C, the water cooling medium has an impact energy and value of  $E = 10.26 \text{ J}$ ,  $H_i = 0.128 \text{ Joule/mm.}$ , and an impact energy and value of  $E_i = 7.31 \text{ joule}$ ,  $H = 0.091 \text{ Joule /mm}$ . At a temperature of 975°C, the water cooling medium has an impact energy and value of  $E_i = 11.73 \text{ Joule}$ ,  $H_i = 0.146 \text{ Joule/mm}^2$ , and an impact energy. At a temperature of 1000°C, the water cooling medium

Examples that have been solidified at 975°C for 15 minutes the water cooling medium has an effect energy and an effect worth of  $E = 13.2 \text{ Joule}$ ,  $H_e = 0.165 \text{ joule / mm}$ , a holding time of 20 minutes the water cooling medium has an effect energy and a cost of  $E = 17.48 \text{ J}$ ,  $H_e = 0.218 \text{ joule /mm}$ , and 25 minutes of water cooling media has a value effect of  $E = 14.06 \text{ J}$ ,  $H_e = 0.175 \text{ Joule /mm}$ , and affects energy. Examples that have been warmed to 1000°C Holding time 15 minutes Water cooling media has an effect energy the effect worth of  $E = 786 \text{ Joule}$ ,  $H_e = 0.067 \text{ Joule/mm}^2$ , holding time 20 minutes Water cooling media has an effect energy and effect of  $E = 12.68 \text{ J}$ ,  $H = 0.282 \text{ J/mm}^2$  and Holding time of 25 minutes water cooling media has an effect energy and an effect cost of  $E_i = 19.78 \text{ joule}$ ,  $H_e = 0.246 \text{ Joule/mm}^2$

**Keywords:** hardening, Steel SKD 11, hardness test, impact test (Charpy), micro test

## PENDAHULUAN

Bersamaan peningkatan inovasi yang semakin canggih, baja memainkan peran penting untuk mengatasi masalah modern. Pada hal ini, baja, paduan logam yang begitu banyak dipakai, memiliki dampak yang signifikan terhadap industri. Logam besi, komponen dasar pembuatan baja, dapat ditingkatkan dengan penambahan elemen lain untuk memenuhi .

Satu diantara cara guna mengubah struktur logam adalah melalui perlakuan panas (*heat treatment*), yaitu memanaskan logam sampai suhu rekristalisasinya selama beberapa waktu dan mendinginkannya dalam media pendingin seperti air, yang masing-masing mempunyai densitas pendinginan yang tidak sama. Baja bisa mendapat karakteristik tertentu yang bisa dipakai atas keperluan melalui proses ini .

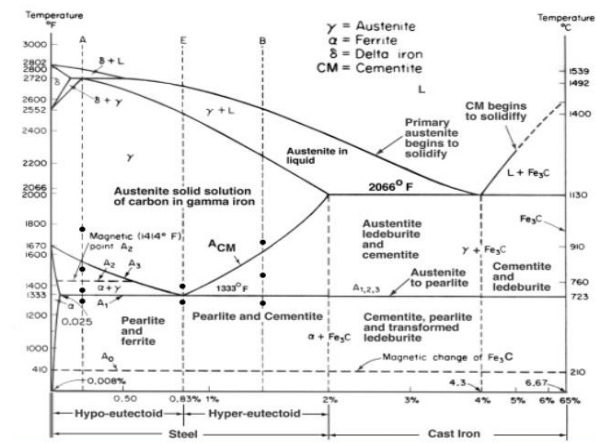
Baja SKD 11 termasuk baja karbon tinggi macam baja ini yang sering dipakai guna rangka konstruksi di banyak lingkungan industri. Baja SKD 11 ini memiliki kandungan karbon sebesar 1,55%. Baja itu memiliki kekuatan tarik 128 kg/mm<sup>2</sup> seperti yang ditunjukkan oleh SKD 11.

Karena baja itu mendapat beban kejut selama operasi, maka wajib mempunyai ketahanan benturan dan kekerasan yang sangat baik. Mengingat pemanfaatan baja seperti ini bisa diciptakan sepenuhnya secara maksud guna mempunyai karakteristik mekanik yang baik, terlebih kekuatan, kekerasan, keawetan serta kelenturan. Jika baja dipanaskan dan, cepat basah nantinya menjadi kenaikan kekerasan juga kerapuhan material jadi cenderung berisiko dalam penerapannya.

Baja adalah logam yang digunakan secara luas karena banyak aplikasinya. Berbagai sifat baja yang dapat diperoleh melalui paduan dan perlakuan panas berperan penting dalam menentukan kegunaan baja. Struktur mikro baja sangat penting untuk sifat mekaniknya, dan proses perlakuan panas membuatnya mudah untuk mengubah struktur mikro. Saat bergabung

bersama karbon, perubahan yang menjadi di kisaran suhu tertentu sangat terkait dengan kandungan karbon. Bagian yang menguraikan kaitan diantara suhu pada berubahnya tahapan saat interaksi pendinginan juga pemanasan yang lamban dan kandungan karbon dikenal sebagai grafik tahap (H. Anrinal,/1013).

Untuk memahami semua prosedur perlakuan panas, diagram ini berfungsi sebagai dasar. Rekayasa paduan besi (baja juga besi tuang) juga didasarkan pada diagram ini .



Gambar; 1.1 Diagram Fe-Fe<sub>3</sub>C

Diagram Fe-Fe<sub>3</sub>C dengan umum baja bisa pula dibagi atas yaitu:

- Baja hypo eutectoid atas Kandungan. 0,008 % - 0.80 %
- Baja eutectoid atas Kandungan 0.8%
- Baja hiper eutectoid atas Kandungan 0.8% - 2%..

## Prosedur Ekperimen

### Heat treatment

Heat treatment adalah teknik yang digunakan guna mengubahh karakteristik mekanik baja, contohnya kekerasan, kekuatan, ataupun kelenturannya. Ukuran dan pola butiran baja dapat dikontrol ketika saat perlakuan panas bersama mengubah laju pendinginan. Tingkatan kekerasan juga kekuatan tarik yang tidak sama dihasilkan dengan mengendalikan karakteristik

butir. Ukuran butir logam biasanya akan berkurang semakin cepat mendingin.

Perlakuan panas (heat treatment) dengan keseluruhan ialah berikut ini:

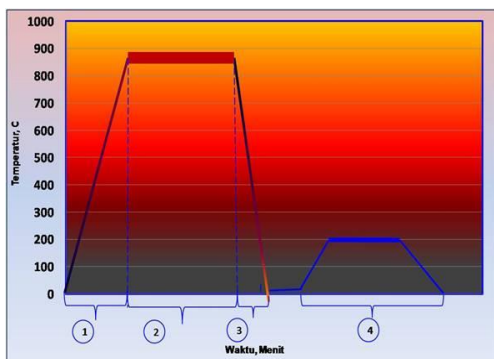
- Bahan dipanas dengan kecepatan dan suhu tertentu.
- Mempertahankan suhu guna jangka masa yang telah ditentukan untuk memastikan bahwa inti dan permukaan sama-sama dihangatkan.
- Menggunakan media pendingin (seperti udara, oli, atau air) untuk mendinginkan

Terdapat 2 keadaan yang wajib dilalui ketika perlakuan panas (heat treatment):

- Suhu pemanasan wajib naik dengan konsisten juga seragam.
- Pengukur suhu untuk kompresi dimungkinkan.

### Hardening

Ialah cara perlakuan panas baja guna menaikkan kekerasan baja secara alami. Dengan pemanasan baja akan mendapatkan sifat ketahanan aus yang kuat, juga kekerasan yang cukup bagus. Kekerasan yang bisa didapat selama pengerasan dipengaruhi oleh kandungan karbon baja, suhu pemanasan, waktu penahanan, laju pendinginan, dan ketebalan sampel. Karena austenit pada akhirnya akan berubah menjadi martensit, ia harus membentuk struktur austenit selama proses pemanasan untuk mencapai kekerasan yang baik. Jika pada sistem pemanasan masih terdapat desain yang berbeda, setelah pemadaman akan didapatkan konstruksi yang tidak seluruhnya tersusun atas martensit (Saran, dkk, 1999).



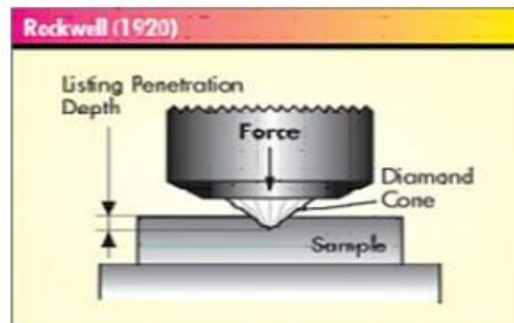
2.2 Gambar tahap pemanasan

### Uji Kekerasan Rockwell

Salah satu uji kekerasan yang banyak digunakan adalah uji kekerasan Rockwell karena mudah, cepat, aman, dan tidak memerlukan lensa pembesar untuk mengukur tindak lanjutnya. Tidak perlu mengukur jejak tekanan pada benda uji karena mesin uji Rockwell otomatis. Nilai kekerasan segera ditampilkan di mesin uji Rockwell ketika tekanan pada benda uji telah selesai.

Indentor digunakan untuk menekan lapisan luar contoh (benda uji) untuk menentukan kekerasan Rockwell-nya. Indentor diperas ke dalam contoh dengan menerapkan beban kecil (preload), menambahkan beban yang signifikan (beban esensial), dan setelah itu memberikan beban yang signifikan sambil mempertahankan beban kecil. Ada dua ukuran berbeda dari indentor yang digunakan dalam uji kekerasan Rockwell:

- Kerucut permata dengan titik 120o dikenal sebagai Kerucut Rockwell.
- Rockwell Balls adalah bola baja yang tersedia dalam berbagai ukuran.



Gambar/1.5 Proses Pengujian Rockwell (Purnomo,/1017: 75).

### Pengujian Impact

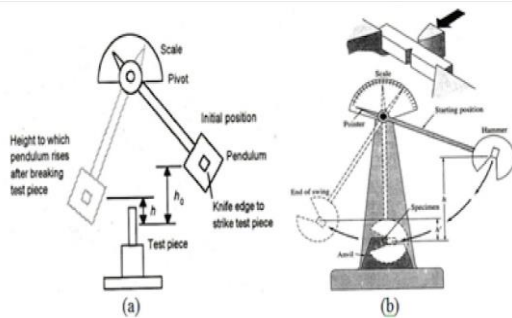
Menurut Sofyan, Bondan, dan T./1010, beban impak adalah beban yang diberikan pada benda uji dalam waktu singkat. Uji efek dilakukan untuk mengukur kekuatan suatu material di bawah pengaruh/shock stacking. Uji impak ini dapat dibagi atas 2 kategori:

- Uji impak Charpy
- Uji impak Izod

Pada uji efek, sepotong contoh dipukul oleh ayunan pendulum juga energi yang diharapkan guna mematahkannya diperkirakan.

Bentuk benda uji pada kedua uji impak ini berbeda, tetapi pengukurannya sama. Gambar/1.6 menunjukkan bagaimana kedua metode tersebut merusak spesimen dengan memukulnya dengan pendulum yang berayun ke bawah dari ketinggian. Menurut Hadi, Syamsul./1016, pendulum memiliki sisi bilah yang akan membentur benda uji. Lengan spesimen berputar pada poros, yang memiliki sudut penunjuk jarum (skala).

c.



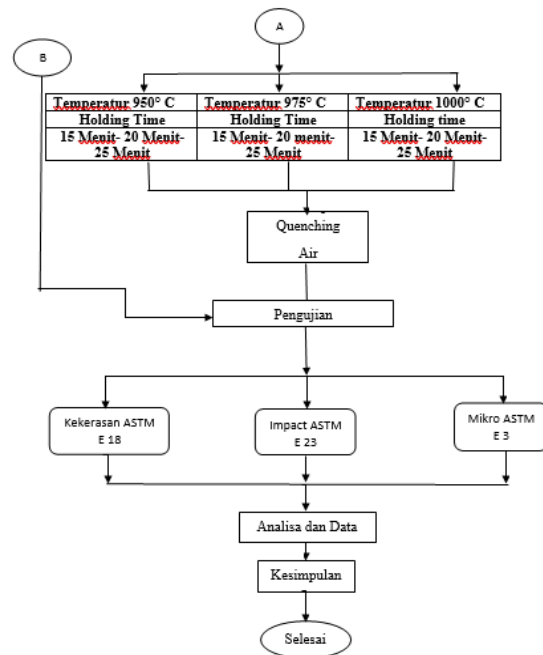
Gambar; 1/6 mesin uji pakuil; A. Izod (Bolton. 1998; 50 dan B. Charpy (Smith. 1006:177)

### PENGUJIAN STRUKTUR MICRO

**Penelitian** strukturu micro ialah satu metode ini menguji kumpulan fasa satu benda ataupun spesimen. Tergantung pada jenis informasi yang diperlukan, berbagai metode dapat digunakan untuk mengamati sifat paduan dan struktur mikro. Satu diantara cara guna memahami atruktur suatu material ialah secara strategi metalografi (infinitesimal testing).

Metalografi ialah ilmu yang berhubungan atas susunan struktur mikro logam juga kombinasinya yang harus terlihat langsung atas mata atau melalui bantuan perangkat keras contohnya lensa pembesar optik, lensa pembesar elektron SEM (Examining Electron Magnifying lens), juga lensa pembesar elektron X- difraksi balok. Metalografi tidak cukup berurusan atas struktur logam, namun meliputi pula keterampilan yang dibutuhkan guna menyiapkan bahan permukaan pertama. Tes metalografi wajib melengkapi model yang menggambarkan contoh, cacat permukaan terkecil yang dibebaskan dari coretan, bukaan, cairan lengket, pertimbangan, dorongan, tahapan yang jelas terlihat, tingkat permukaan contoh sehingga amplifikasi paling

ekstrim dapat dicapai, dan contoh permukaan tidak dirugikan di tepinya.



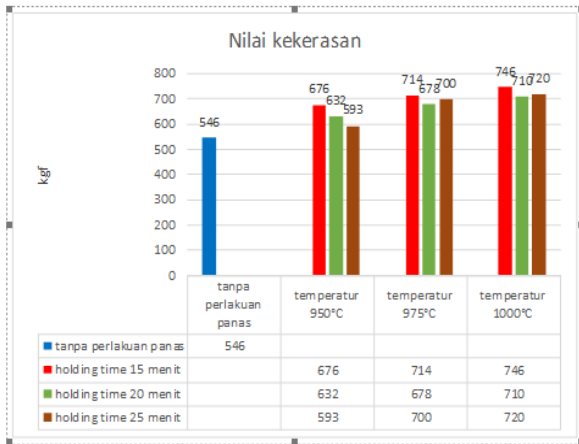
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji kekerasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwasanya spesimen yang tidak diberi perlakuan mempunyai nilai kekerasan rata-rata 54,8 HRC. Akibatnya, kekerasan rata-rata yang lebih tinggi juga ditunjukkan dengan meningkatnya suhu dan waktu penahanan, dan media pendingin mempunyai kekerasan rata-rata yang tidak sama pada setiap suhu. Memakai media pendingin air memiliki tipikal kekerasan senilai 70 hrc. Pada suhu 950°C, kekerasan khas holding season 15 menit dengan media pendingin air adalah 67.6 HRC; kekerasan khas holding season 20 meniit dengn media air adalah 6.2 hrc; dan kekerasan khas holding season 15 menit dengan media pendingin air adalah 59,3. Pada suhu 975 °C, media pendingin air dengan waktu penahanan 15 menit biasanya memiliki kekerasan 71,4 HRC, sedangkan media pendingin air dengan waktu penahanan 10 menit biasanya memiliki kekerasan 67,8 HRC. Waktu penahanan 15 menit dengan media pendingin air memiliki kekerasan khas 74,6 HRC pada 1000°C, waktu penahanan 10 menit dengan media pendingin air memiliki kekerasan khas 71



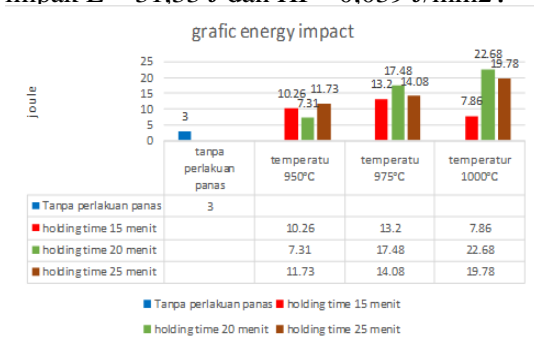
HRC, dan waktu penahanan 15 menit dengan media pendingin memiliki kekerasan khas 71 HRC. Kekerasan 72 HRC Nilai kekerasan uji Rockwell menunjukkan bahwa perbedaan suhu antara 975°C dan 1000°C tidak terlalu signifikan, sedangkan perbedaan nilai kekerasan antara spesimen yang dikeraskan pada suhu 950°C dan yang tidak diberi perlakuan panas sangat signifikan. Data penelitian yang mengarah pada hasil tersebut.



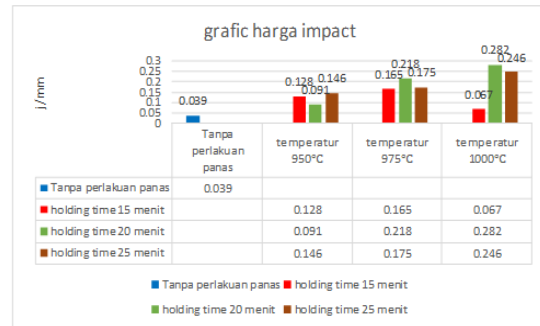
Gambar ; 4.1 diagram pengujian kekerasan

## HASIL UJI IMPACT

Mengingat konsekuensi informasi uji, sangat mungkin terlihat dampak suhu pemanasan dan media pendingin pada energi pengaruh dan biaya efek. Berdasarkan temuan pengujian ini, baja skd 11 yang telah mengalami Perlakuan panss begitu Lebih Getas dibanding atas baja skd 11 yang tidak mengalami perlakuan panas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baja skd 11 tidak perlakuan mempunyai energi impact dan nilai impact  $E = 31,33 \text{ J}$  dan  $HI = 0,039 \text{ J/mm}^2$ .

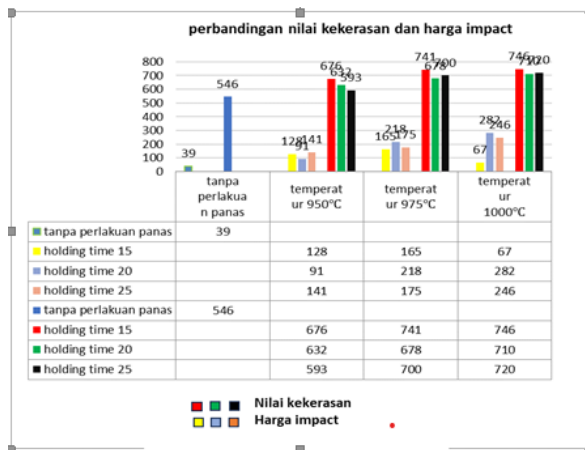


Gambar ; energi impact



Gambar ; Harga Impact

Media pendingin air memiliki energi impact dan nilai impact  $E = 10,26 \text{ joule}$ ,  $hi = 0,128 \text{ joule /mm}^2$ , Waktu tahan 20 menit mediia pendingin air memiliki energi impact dan nilai impact  $E = 7,31 \text{ Joule}$ ,  $Hi = 0,091 \text{ Joule / mm}^2$ , dan Holding Time 25 Menit Mediia Pendingingg Air memiliki efek energi dengan harga impact  $E = 11,73 \text{ joule}$ ,  $HI = 0,146 \text{ joule /mm}^2$ . Hasil Spesiment yang telah dipanaskan sampai 950°C Waktu penahanan 15 menit Uji air yang telah dipadatkan 975°C Waktu penahanan 15 menit Media pendingin air memiliki energi efek dan efek senilai  $E = 13,2 \text{ J}$   $Hei = 0,165 \text{ J/mm}^2$  Waktu pengurangan 20 menit Media pendingin air memiliki energi efek dan efek senilai  $E = 17,48 \text{ J}$ ,  $H = 0,218 \text{ J/mm}^2$  dan Waktu penahanan media pendingin air 25 menit memiliki energi dampak dan dampak biaya efek  $Ei = 14,06 \text{ Joleu}$ ,  $Salam = 0,175 \text{ Joule /mm}^2$ . Selain itu contoh yang telah dipanaskan hingga 1000°C Waktu penahanan 15 menit Media pendingin air memiliki energi efek dan efek senilai  $Ei = 7,86 \text{ Joule}$ ,  $Howdy = 0,067 \text{ Joule/mm}^2$ . Waktu penahanan 20 menit Media pendingin aeir memiliki energi dan efek efek senilai  $E = 12,68 \text{ J}$ ,  $Hei = 0,282 \text{ joule}$  & holding time 25 Menit Median pendengin air memiliki energi impact & nilai efek  $Ei = 19,78 \text{ jouel}$ .  $Hei = 0,246 \text{ joule / mm}^2$ .

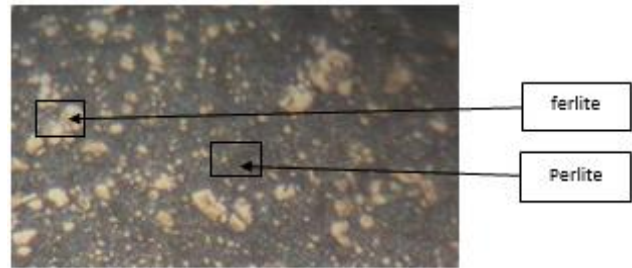


Gambar; Grafik perbandingan nilai kekerasan dan harga impact

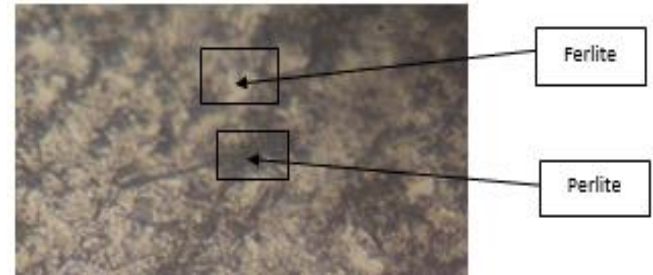
Dari diagram diatas nilai kekerasan yang begitu tinggi atas temperature 1000°C dengan holding time 15 menit. Pada temperature 950 °C terjadi penurunan nilai kekerasan dengan holding time 15 menit, 20 menit, 25 menit. Berbeda dengan temperature 975°C dan 1000°C holding time 15 menit, 20 menit ,25 menit yang naik turun berbanding balik dengan harga impact.

Nilai kekerasan pada suhu 950°C holding time menurun bisa terjadi karena oksidasi oleh oksigen dan waktu pengambilan material pada dapur (furnice) terlalu lama atau kurang cepat sehingga suhu pada furnace mengalami penurunan yang mengakibatkan belum sepenuhnya bentuk kristal yang terbentuk pada suhu transformasi dan struktur mikro yang belum dicapai.

### Uji Struktu Mikro



Gambar Tanpa perlakuan panas



Gambar micro temperatur 950°C 15 menit

Dengan perbesaran 500X, terlihat atas gambar itu bahwa struktur atas mikro baja SKD 11 tanpa perlakuan panas memakai HCL juga etsa alkohol terdiri dari struktur ferit dan perlit. Dimana untuk daerah gemilang khususnya daerah ferit, sedangkan untuk daerah redup khususnya perlit. Baja tanpa perlakuan panas ini memiliki kekerasan 54,8 HRC.

Spesimen dengan warna paling gelap memiliki waktu penahanan 10 menit dan kekerasan rata-rata 63,2 HRC, sedangkan spesimen dengan warna paling terang memiliki waktu penahanan 15 menit dan kekerasan rata-rata 71 HRC. Ferrite lebih seragam, dengan kekerasan rata-rata 67,6 HRC setelah 15 menit

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berikut hasil yang dapat ditarik dari penelitian mengenai efek macam temperatur juga media pendingin (Quenching) atas karakteristik mekanik:

### 1. Pengujian kekerasan (HRC)

- Pada pengujian HRC material baja skd 11 berbagai media pendingin (extinguishing) Media air pada suhu 950°C, penahanan 15 Menit mendapatkan hasil kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan penanhan 20 Menit dan 25 Menit
- ada uji HRC bja skd 11 dengn suhu 1000°C mendapatkan nilai kekerasan tertinggi dengan nilai kekerasan rata-rata 72 HRC.
- Grafik dan tabel pengujian HRC(kekerasaan) adalah menunjukkan materiial dengan Perlakuan panass memiliki nilai kekerasan 72 HRC dan suhu Quenching Water 1000°C, sedangkan material tanpa perlakuan panas memiliki kekerasan rata-rata 54 HRC.

2. Hasil uji impak di atas cenderung menunjukkan bahwa nilai impak baja SKD-11 dipengaruhi oleh temperatur pemanasan dan media pendingin. Hal ini terlihat dari hasil uji impak yang menunjukkan nilai  $E = 12,68$  J dan  $HI = 0,282$  J/mm<sup>2</sup> pada perlakuan panas suhu 1000 °C selama 20 menit. Demikian juga dengan contoh tanpa perlakuan panas memiliki nilai efek yang paling minimal, dengan  $E = 3,133$  Joule dan  $Howdy = 00.039$  Joule/mm<sup>2</sup>, Suhu merupakan salah satu faktor yang berpengaruh. Kerapuhan material akan meningkat pada suhu yang lebih tinggi, sedangkan keuletannya akan menurun pada suhu yang lebih rendah.

## PENGHARGAAN

Kami berhutang budi kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah menyediakan dana untuk penelitian ini sebagai bagian dari program Riset 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./1012. "Variasi Temperatur dan Waktu Tahan Kalsinasi terhadap Unjuk Kerja Semikonduktor TiO<sub>2</sub> sebagai Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)