

PENGARUH PROSES QUENCHING DENGAN MEDIA PENDINGIN AIR DAN OLI TERHADAP KEKERASAN BAJA DAN STRUKTUR MIKRO BAJA S45C

Anton Tri Wibowo¹⁾, Achmad Kusairi Samlawi²⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat
JL. Akhmad Yani Km.35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714
Email: anton.wibowo@amanahgroup.co.id

Abstract

Heat treatment is an alternative to improve the quality of a steel product, when operating an excavator in mining does not rule out the possibility of damaged or worn components which must be replaced immediately because it will hamper the performance of the heavy equipment, not infrequently due to the availability of spare the original part is a little or must be ordered in advance, to overcome the lengthy replacement time of course the company will look for non-original components that are circulating in the market of course in terms of quality or usage time to be shorter than the original components. To improve the quality of these components, a heat treatment (quenching) process is carried out to improve the quality of the components. Heat treatment carried out starting from heating the specimens to the appropriate temperature varied (800 °C, 850 °C and 900 °C) then held in the oven for 2 hours and then cooled quickly using water and oil, this type of cooling will affect the hardness and microstructure. The purpose of this study was to determine the effect of quenching temperature and type of cooling on hardness and microstructure.

Keywords: Quenching, Oil SAE20W-50, S45C

Abstrak

Perlakuan panas merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan kualitas suatu produk baja, pada saat mengoperasikan excavator di pertambangan tidak menutup kemungkinan komponen yang rusak atau aus harus segera diganti karena akan menghambat kinerja alat berat tersebut, tidak jarang akibatnya. Untuk ketersediaan spare part original sedikit atau harus dipesan terlebih dahulu, untuk mengatasi lamanya waktu penggantian tentunya pihak perusahaan akan mencari komponen non original yang banyak beredar dipasaran tentunya dari segi kualitas atau waktu pemakaian. menjadi lebih pendek dari komponen aslinya. Untuk meningkatkan kualitas komponen tersebut maka dilakukan proses heat treatment (*quenching*) untuk meningkatkan kualitas komponen tersebut. Perlakuan panas dilakukan mulai dari memanaskan spesimen hingga suhu yang sesuai divariasikan (800 °C, 850 °C dan 900 °C) kemudian ditahan di dalam oven selama 2 jam dan kemudian didinginkan secara cepat menggunakan air dan minyak, jenis pendinginan ini akan berpengaruh kekerasan dan mikro. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur quenching dan jenis pendinginan terhadap kekerasan dan mikrostruktur.

Kata kunci: Quenching, Oli SAE20W-50, S45C

PENDAHULUAN

Perlakuan panas adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan logam dalam keadaan padat untuk mengubah sifat-sifat fisis logam tersebut. Didalam dunia pertambangan pemakaian alat berat merupakan suatu kebutuhan yang wajib bagi perusahaan sebab dengan adanya bantuan alat berat meningkatkan efisiensi produksi dan lain-lain. Khususnya *excavator* atau juga sering di *bukan backhoes* digunakan untuk mengeruk bahan tambang misalnya batu bara dan batu-batu pembungusnya, tidak hanya itu *excavator* juga digunakan untuk pekerjaan hitan, pembuatan jalan, konstruksi dan sebagainya. *Excavator* juga memiliki *additional front attachment* seperti *breaker* untuk memecah batu, *harvest* untuk pekerjaan hutan serta *attachment* yang lain.

Dalam hal spare part, tidak terbatas terhadap suku cadang yang dikeluarkan oleh pabrikan sudah mewajibkan para pemakainya menggunakan suku cadang asli, tetapi banyak konsumen yang menggunakan suku cadang yang bukan aslinya, ini dikarenakan harga suku cadang yang diluar dari pabrikan resmi lebih murah dari pada suku cadang asli keluaran pabrikan.

Salah satu suku cadang pada *excavator* yang paling sering rusak dan diganti adalah sun gear. secara umum fungsi gear adalah sebagai penyalur tenaga atau penggerak akhir untuk mereduksikan putaran dan meningkatkan torsi. Penyalur tenaga yang lain selain gear juga dapat dipergunakan, namun jika dibutuhkan sebuah penggerak yang ringkas dan mengutamakan ketepatan titik "timing", gear biasanya lebih unggul dari penyalur tenaga yang lain disamping kesederhanaan, ketahanan dan efisiensinya (Zaozhikai, 2009).

Pengoprasian komponen sun gear selalu bergesekan antar ring gear maupun pinion gear yang beraksi sebagai input dan output terjadinya percepatan perlambatan gerakan, gesekan gesekan dari kedua komponen tersebut mengakibatkan terjadinya getaran, dan tumbukan yang terus menerus sehingga komponen sun gear tersebut akan mengalami keausan. Dengan terjadinya keausan pada komponen sun gear maka akan berpengaruh dan mengurangi umur pakai dari komponen sun gear tersebut. Untuk mengatasi hal ini maka perlu dilakukan suatu proses yang berguna untuk mengeraskan komponen sehingga tahan terhadap gesekan. Proses pengerasan pengerjaan tahap penyelesaian (*finishing*) untuk meningkatkan kualitas produk. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kekerasan. Salah satu proses perlakuan panas untuk mengeraskan logam adalah dengan Quenching. Quenching adalah salah satu proses untuk mengubah struktur logam dengan jalan memanaskan specimen pada elektrik terance (tungku) pada rekristalisasi selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan pada media pendingin seperti udara, air, dan oli. Untuk mendapatkan kekerasan dan sifat yang diinginkan pada logam tersebut dapat diperoleh melalui proses pemanasan pada temperatur tertentu.

Dengan memperhatikan uraian diatas, maka untuk memecahkan permasalahan tersebut, penulis bermaksud melakukan penelitian terhadap kekerasan Baja S45C setelah diperlakukan Quenching.

Steel

Baja nirkarat atau baja tahan karat atau lebih dikenal dengan *stainless steel* adalah material yang mengandung senyawa besi dan setidaknya 10,5% kromium untuk mencegah proses korosi (pengaratan logam). Kemampuan tahan karat

diperoleh dari terbentuknya lapisan film oksida kromium yang menghalangi proses oksidasi besi (Ferum). Besi dan baja merupakan logam yang paling banyak digunakan manusia untuk berbagai keperluan.

Hal ini disebabkan karena antara lain:

1. Jumlahnya cukup banyak dan mudah didapat.
2. Mempunyai sifat mekanik (mis. kekuatan, keuletan, dan lain-lain) yang memadai.
3. Mudah dikerjakan.
4. Harganya relatif murah, dll.

Komposisi Baja S45C

Sampel yang digunakan pada penelitian ini merupakan jenis baja paduan Chromium-Molybdenum dengan permukaan kekerasan BHN 160 - 220 (BHN: Brinell Hardness) dan memiliki kandungan unsur 0,3% - 0,5%. Berikut ini adalah kandungan unsur yang terdapat dalam baja karbon medium S45C. Pada umumnya tipe baja karbon ini mempunyai komposisi kimia dengan kandungan – kandungan utamanya antara lain: karbon 0.44% C, manganese antara 0.57 – 0.69% Mn, 10.013 – 0.037% P, 0.033 – 0.038% S, 0.16 – 0,20% Si. Sedangkan kandungan – kandungan lain dalam jumlah yang relatif sangat kecil dapat untuk memperbaiki sifat mekanis seperti : Cr, Ni, Cu, dan Al. Komposisi kimia material S45C dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia (*chemical composition*) material S45C

| Bahan | C% | Mn % | Si% | S% | P% | V% | Cr% |
|----------------|---------------|---------------|---------------|-------|-------|---------------|---------------|
| S45C | 0,42- 0,50 | 0,50- 0,80 | 0.04 | 0,035 | 0,035 | | |
| ST52 | 0.22 | 1.6 | 0,55 | 0,035 | 0.04 | | |
| 20MnV6 | 0,16- 0,22 | 1,30- 1,70 | 0,10- 0,50 | 0,035 | 0,035 | 0,10- 0,20 | |
| 42CrMo4 | 0,38- 0,45 | 0,60- 0,90 | 0,15- 0,40 | 0.03 | 0.03 | | 0,90- 1,20 |
| 40Cr | 0,37- 0,45 | 0,50- 0,80 | 0,17- 0,37 | | | | 0,80- 1,10 |

Telah disebutkan di atas bahwa dengan kandungan karbon medium (0.3 - 0,5% ⁰C) ini, baja S45C memungkinkan untuk dikeraskan dengan perlakuan panas (*heat treatment*) untuk membentuk fasa dengan struktur mikro martensit yang keras. Baja jenis ini merupakan baja yang sering digunakan diantara jenis baja. Kemampuan-tempaan (*forgeability*) dari baja ini sangatlah baik, tetapi sifat permesinan (*machinability*) yang cukup dan sifat kemampulan (*weldability*) yang buruk karena rentan terhadap retak las (*weld cracking*).

Perlakuan Panas Logam

Dalam memahami fenomena perlakuan panas di material, khususnya material logam, diperlukan keahlian untuk memahami diagram fasa material tersebut. Diagram fasa atau diagram kesetimbangan fasa adalah suatu grafik yang menampilkan kandungan paduan unsur dengan temperatur dimana paduan itu berada. Diagram fasa memberikan informasi tentang berbagai macam fasa paduan

pada berbagai temperatur, titik leleh, titik kristalisasi, dan fenomena lainnya. Diagram fasa menjadi pedoman utama dalam merencanakan material karena terdapatnya hubungan antara struktur mikro tersebut.

Proses perlakuan panas merupakan suatu tahapan proses yang penting dalam pengerjaan logam yang bertujuan untuk mendapatkan atau memperbaiki sifat-sifat mekanis seperti kekerasan, ketangguhan, keuletan, dan sebagainya sesuai sifat-sifat yang diinginkan dalam penggunaannya. Perlakuan panas diawali dengan proses austenisasi atau pemanasan hingga temperatur austenit di atas temperatur kritis (A1). Kemudian logam mengalami penahanan temperatur selama waktu tertentu, lalu disusul dengan pendinginan dengan beragam laju pendinginan. Laju pendinginan ini akan berpengaruh pada fasa akhir yang dihasilkan. Apabila laju pendinginan lambat, akan terbentuk struktur mikro berupa perlit dan ferit. Namun, dengan ditingkatkannya laju pendinginan, maka akan terbentuk struktur mikro bainit. Kemudian, apabila laju pendinginan yang sangat cepat akan menghasilkan struktur mikro martensit. Semua fenomena pembentukan fasa-fasa tersebut berdasarkan laju pendinginannya dapat dilihat di diagram isothermal atau *Temperatur-Time Transformation (TTT) Diagram*. Berikut ini adalah diagram TTT untuk baja S45C.

Quenching

Proses ini bertujuan untuk memperbaiki kekerasan dari baja tanpa dengan mengubah komposisi kimia secara keseluruhan. Proses ini mencakup proses pemanasan sampai pada austenisasi dan diikuti oleh pendinginan dengan kecepatan tertentu untuk mendapatkan sifat-sifat yang diinginkan. Temperatur yang dipilih tergantung pada jenis baja yang diproses, dimana temperatur pemanasan 50-100 °C di atas garis A₃ untuk baja *hypoeutektoid*. Sedangkan proses pendinginannya bermacam-macam tergantung pada kecepatan pendinginan dan media *quenching* yang dikehendaki. Untuk pendinginan yang cepat akan didapatkan sifat logam yang keras dan getas sedangkan untuk pendinginan yang lambat akan didapatkan sifat yang lunak dan ulet.

Waktu pemanasan ini merupakan fungsi dari dimensi dan daya hantar panas benda kerja. Lamanya waktu penahanan akan menimbulkan pertumbuhan butir yang dapat menurunkan kekuatan material. Martensit adalah mikro konstituen yang terbentuk tanpa melalui proses difusi. Konstituen ini terbentuk saat *austenite* didinginkan secara sangat cepat, misalnya melalui proses *quenching* pada medium air. Transformasi berlangsung pada kecepatan sangat cepat, mendekati orde kecepatan suara, sehingga tidak memungkinkan terjadi proses difusi karbon.

Transformasi *martensite* diklasifikasikan sebagai proses transformasi tanpa difusi yang tidak tergantung waktu (*diffusionless time-independent transformation*). Martensit yang terbentuk berbentuk seperti jarum yang bersifat sangat keras (*hard*) dan getas (*brittle*). Fasa martensit adalah fasa metastabil yang akan membentuk fasa yang lebih stabil apabila diberikan perlakuan panas. Martensit yang keras dan getas diduga terjadi karena proses transformasi secara mekanik (geser) akibat adanya atom karbon yang terperangkap pada struktur kristal pada saat terjadi transformasi *polymorfi* dari FCC ke BCC. Hal ini dapat dipahami dengan membandingkan batas kelarutan atom karbon di dalam FCC dan BCC serta ruang intertisi maksimum pada kedua struktur Kristal tersebut. Akibatnya terjadi distorsi kisi kristal BCC menjadi BCT atau (*body centered*

tetragonal). Distorsi kisi akibat transformasi pada proses pendinginan secara cepat tersebut berbanding lurus dengan jumlah atom karbon terlarut.

Holding Time

Holding time dilakukan untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari suatu bahan pada proses hardening dengan menahan pada temperature pengerasan untuk memperoleh pemanasan yang homogen sehingga struktur austenitnya homogen atau terjadi kelarutan karbida ke dalam austenit dan difusi karbon dan unsur paduannya. Waktu penahanan sangat berpengaruh pada saat transformasi karena apabila waktu penahanan yang diberikan kurang tepat atau terlalu cepat, maka transformasi yang terjadi tidak sempurna dan tidak homogen selain itu waktu tahan terlalu pendek akan menghasilkan kekerasan yang rendah hal ini dikarenakan tidak cukupnya jumlah karbida yang larut dalam larutan. Sedangkan apabila waktu penahanan yang diberikan terlalulama, transformasi terjadi namun diikuti dengan pertumbuhan butir yang dapat menurunkan ketangguhan. Pedoman untuk menentukan waktu penahanan dari berbagai jenis baja dapat di lihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis baja dan waktu tahan yang dibutuhkan pada proses perlakuan panas

| Jenis baja | Waktu tahan (menit) |
|------------------------------------|---------------------|
| Baja karbon dan baja paduan rendah | 5-15 |
| Baja paduan menengah | 15-25 |
| <i>Low alloy tool steel</i> | 10-30 |
| <i>High alloy chrome steel</i> | 10-60 |
| <i>Hot-work tool steel</i> | 15-30 |

Media Pendinginan

Media pendingin yang lazim digunakan untuk mendinginkan specimen pada proses pengerasan logam antara lain air, oli, udara dan larutan air garam. Media pendingin tersebut digunakan sesuai kemampuan untuk mendapatkan hasil yang diharapkan. Penelitian ini menggunakan media pendingin yang berbeda yaitu air, oli, dan udara dengan tujuan untuk membandingkan media pendingin apa yang menghasilkan kekerasan yang lebih baik.

Jenis jenis media pendingin yang digunakan:

1. Air

Air merupakan senyawa yang mengandung unsur (H) dan unsur oksigen (O), dengan perbandingan unsur 2 atom hidrogen dan 1 atom oksigen (H₂O). Kedua unsur ini memiliki sifat yang bertentangan, hidrogen adalah unsur yang dibutuhkan dalam pembakaran. Dalam persenyawaannya kedua unsur ini memiliki sifat-sifat baru yaitu tidak bisa terbakar. Pendinginan dengan menggunakan air akan memberikan daya pendinginan yang cepat.

2. Minyak/Oli

Minyak adalah mineral dari sisa-sisa tumbuhan dan hewan laut (plankton) yang telah terpendam selama jutaan tahun yang memiliki sifat untuk selalu melekat dan menyebar pada permukaan-permukaan yang bergesekan. Viskositas oli dan bahan dasar oli sangat berpengaruh dalam proses pendinginan spesimen.

Pada penelitian ini menggunakan Oli Mesran Super SAE20W-50 yang mempunyai titik didih

Pengujian

1. Struktur Mikro

Menurut Mu'afax dkk (2013) struktur mikro ialah Gambar dari sekumpulan fasa-fasa yang diamati dengan teknik metalografi. Metalografi ialah pengujian spesimen menggunakan mikroskop dengan pembesaran beberapa ratus kali, ini bertujuan untuk memperoleh Gambaran dan untuk mengetahui sifat logam.

2. Kekerasan Rockwell

Pengujian kekerasan dengan metode Rockwell bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap indentor berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekan pada permukaan material uji tersebut. Untuk mencari besarnya nilai kekerasan dengan menggunakan metode rockwell dijelaskan pada Gambar, yaitu pada langkah 1 benda uji ditekan oleh indentor dengan beban minor (Minor Load F₀) setelah itu ditekan dengan beban mayor (major Load F₁) pada langkah 2, dan pada langkah 3 beban mayor diambil sehingga yang tersisa adalah minor load dimana pada kondisi 3 ini indentor ditahan seperti kondisi pada saat total load F yang terlihat pada Gambar.

3. Skala yang umum dipakai dalam pengujian Rockwell adalah :

- a. HRA (Untuk material yang lunak).
- b. HRB (Untuk material yang kekerasan sedang).
- c. HRC (Untuk material yang sangat keras).

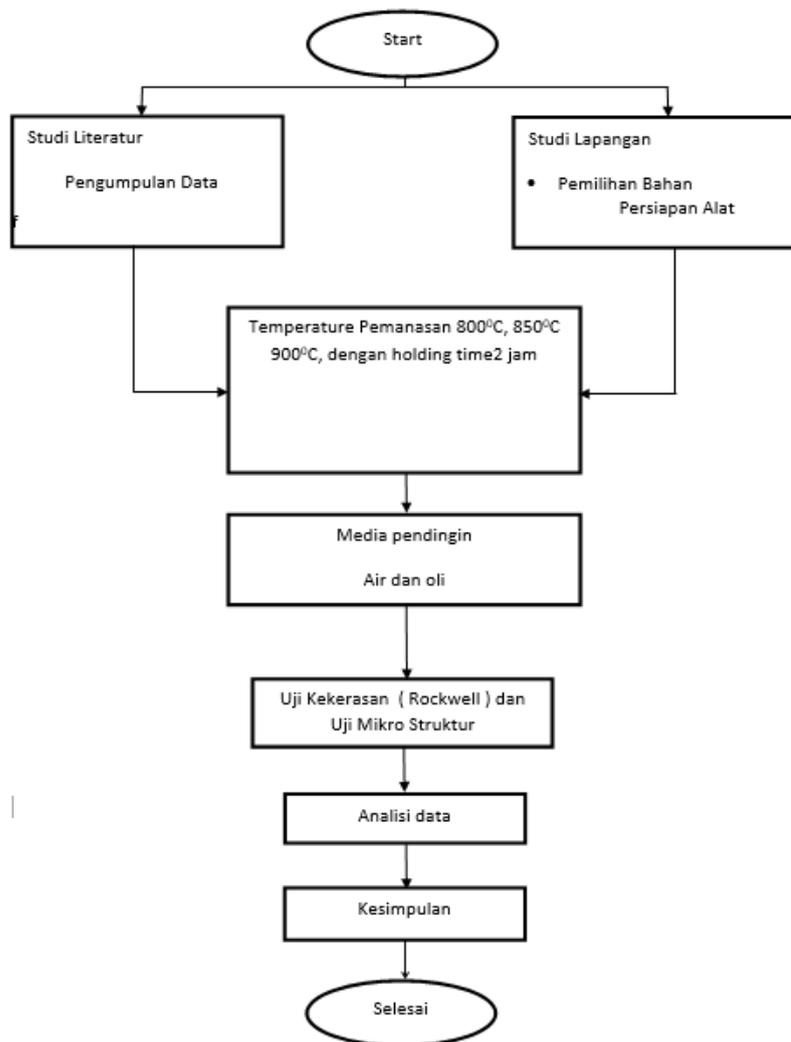
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen (pengujian laboratorium) masing masing spesimen dipanaskan sampai temperature yang sudah divariasikan (800°C, 850°C dan 900°C) dan ditahan selama 2 jam kemudian spesimen didinginkan secara cepat menggunakan air dan oli untuk selanjutnya dilakukan pengujian kekerasan dan struktur mikro untuk mengetahui pengaruh dari eksperimen.

Variabel penelitian terbagi menjadi tiga yaitu variable bebas: temperatur quenching dan jenis pendingin, variabel terikat: uji kekerasan dan struktur mikro, variabel kontrol: holding time selama 2 jam, jenis material, ukuran spesimen dan jenis oli pendingin.

Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro Adalah dengan melihat struktur secara dekat pada spesimen dengan pembesaran 1000x. Hasil pengujian struktur mikro dapat dilihat Gambar 2 sampai dengan Gambar 5.

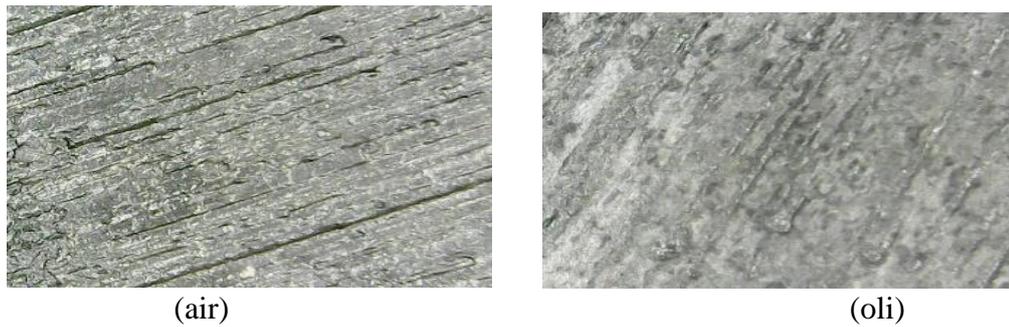


(air)

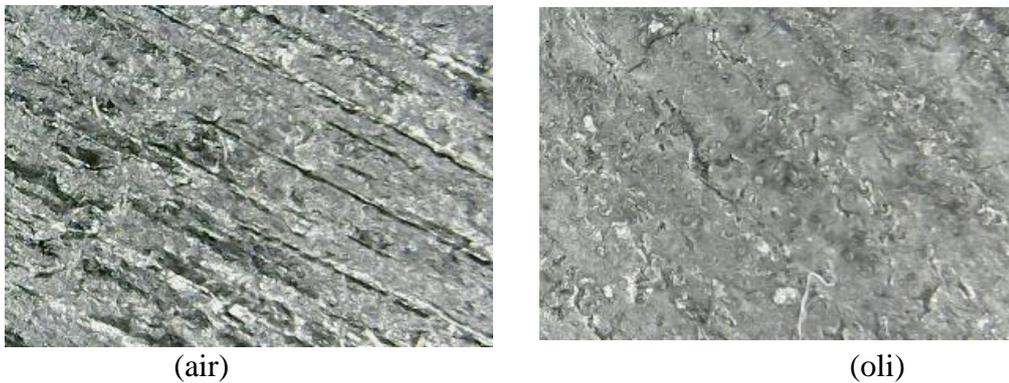


(oli)

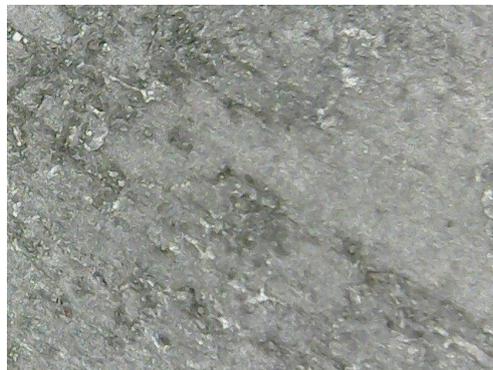
Gambar 2. Foto Struktur Mikro Benda Uji Dengan Perlakuan *Heat Treatment* Pada Temperatur 800°C



Gambar 3. Foto Struktur Mikro Benda Uji Dengan Perlakuan *Heat Treatment* Pada Temperatur 850⁰C



Gambar 4. Foto Struktur Mikro Benda Uji Dengan Perlakuan *Heat Treatment* Pada Temperatur 900⁰C



Gambar 5. Foto Struktur Mikro Benda Uji Tanpa Perlakuan *Heat Treatment*

Dari Gambar 2 sampai dengan Gambar 5 dapat dilihat bentuk dan perbedaan susunan dari struktur mikro 1000x pembesaran masing-masing pengujian dari hasil Quenching variasi temperatur tuang (800°C 850°C dan 900°C) dari dua jenis pendingin berbeda (air dan oli) dengan waktu tahan 2 jam. Susunan struktur yang berbeda-beda. Media pendingin air dan oli memberikan pendinginan yang cepat akibat struktur mikro yang tumbuh lebih kasar, itu juga yang mengakibatkan karakteristik dan sifat material yang berbeda-beda.

Kekerasan

Perlakuan *Quenching* dilakukan pada temperatur 800°C 850°C dan 900°C dengan menggunakan media pendingin air dan Oli mesran super SAE20W-50. Dari perlakuan *Quenching* di dapatkan nilai kekerasan yang berbeda antara baja S45C tanpa perlakuan *Quenching* dengan baja yang telah di *Quenching*. Dari semua baja S45C tersebut diuji nilai kekerasannya, masing masing enam titik pada satu spesimen.

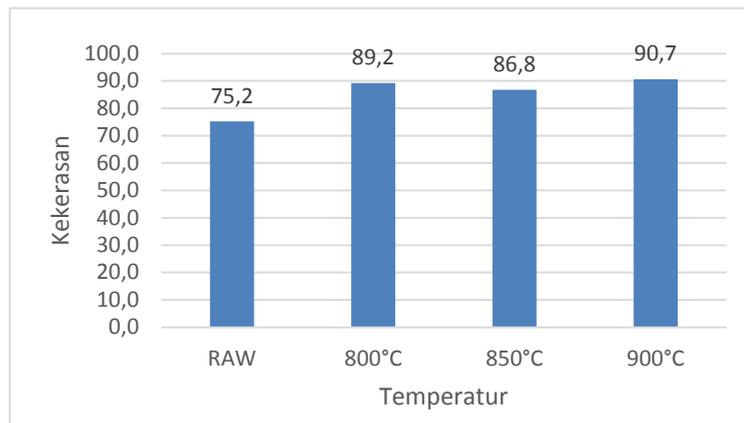


Gambar 6. Spesimen Uji

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan yang dimiliki oleh material hasil quenching dengan variasi temperatur dan media pendingin didapat data sebagai berikut:

a. Media Pendingin Air

Hasil pengujian kekerasan dengan media pendingin air dapat dilihat pada Gambar 7.

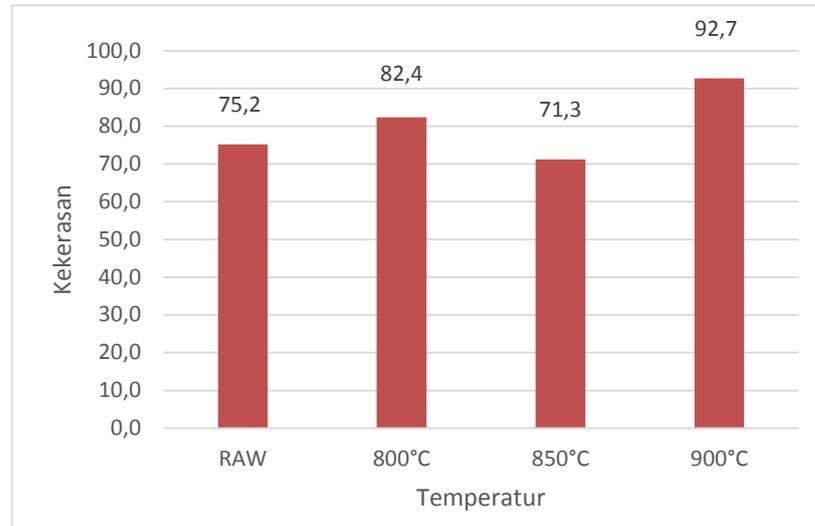


Gambar 7. Hasil Pengujian Kekerasan Dengan Media Pendingin Air

Pada Gambar 7 dapat dilihat setelah dilakukan perlakuan kekerasan meningkat dari raw material yang memiliki kekerasan 75,2 kgf dilakukan perlakuan dengan dipanaskan sampai 800°C kekerasan naik menjadi 89,2 namun pada temperatur pemanasan 850°C terjadi penurunan kekerasan menjadi 86,8 kgf. Pada temperatur 900°C kekerasan naik menjadi 90,7 kgf.

b. Media Pendingin Oli

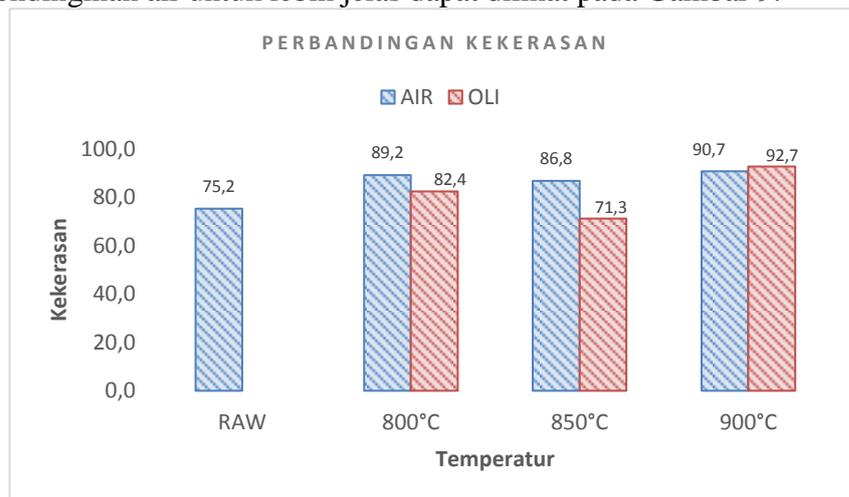
Hasil pengujian kekerasan dengan media pendingin oli dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Pengujian Kekerasan Dengan Media Pendingin Oli

Pada Gambar 8 dapat dilihat setelah dilakukan perlakuan kekerasan meningkat dari raw material yang memiliki kekerasan 75,2 kgf dilakukan perlakuan dengan dipanaskan sampai 800°C kekerasan naik menjadi 82,4 kgf namun pada temperatur pemanasan 850°C terjadi penurunan kekerasan menjadi 71,3 kgf. Pada temperatur 900°C kekerasan naik menjadi 92,7 kgf.

Dari kedua jenis pendingin yang digunakan dapat diketahui pada temperatur tertentu media pendingin oli menghasilkan kekerasan yang lebih tinggi dibanding media pendinginan air untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Perbandingan Kekerasan Antara Media Pendingin Air Dan Oli

Dari Gambar 9 dapat dilihat rata-rata nilai persentasi kenaikan kekerasan antara baja S45C sebelum dan yang sesudah proses quenching dengan temperatur

800°C, 850°C, dan 900°C. Pada pengujian kekerasan pertama dilakukan pada baja S45C tanpa perlakuan didapat nilai rata-rata 75,2 kgf.

Dari Gambar 9 juga dapat dilihat kenaikan kekerasan yang telah diperlakukan quenching pada temperatur 800°C, dengan menggunakan media pendingin air nilai rata-rata kekerasan 89,2 kgf, sedangkan dengan media pendingin oli nilai rata-rata kekerasan 82,4 kgf. Pada temperatur 800°C ini nilai kekerasan paling tinggi terdapat pada media pendingin air dengan kekerasan rata-rata 89,2 kgf. Pada temperatur 850°C dengan menggunakan media pendingin air didapat nilai kekerasan 86,8 kgf, pada media pendingin oli nilai rata-rata kekerasan 71,3 kgf, terjadi penurunan dibandingkan quenching pada temperatur 800°C. Nilai kekerasan paling tinggi didapat pada media pendingin air dengan nilai kekerasan rata-rata 86,8 kgf. Pada temperatur 900°C dengan menggunakan media pendingin air didapat nilai kekerasan 90,2 kgf, pada media pendingin oli nilai rata-rata kekerasan 92,7 kgf. Nilai kekerasan paling tinggi didapat pada media pendingin oli dengan nilai kekerasan rata-rata 92,7 kgf ini terbukti dengan hasil struktur mikro pada Gambar 4 terlihat pada media pendingin oli menghasilkan surface yang lebih halus dibandingkan media pendingin air.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian variasi jenis pendingin didapatkan nilai kekerasan pada material baja S45C untuk tanpa perlakuan nilai kekerasan 75,2 kg setelah dilakukan *quenching* pada temperatur 800°C didapatkan kenaikan kekerasan sebesar 89,2 kgf pada pendingin air dan 82,4 kgf pada pendingin oli, sedangkan pada quenching 850°C pada kekerasan terjadi penurunan untuk pendingin air didapatkan kekerasan 86,8 kgf dan pada pendingin oli 71,3 kgf dan pada temperature quenching 900°C terjadi kenaikan kekerasan di kedua jenis pendingin yaitu pada air 90,2 kgf dan pada oli 92,7 kgf. Pada foto struktur mikro pada masing-masing temperatur tuang dan jenis material menghasilkan struktur yang berbeda-beda ini membuktikan jenis pendingin dan temperatur quenching berpengaruh terhadap hasil struktur mikro baja S45C.

REFERENSI

- Anjar, Asmara (2012). Analisa Pengaruh Perlakuan Panas Sebelum dan Sesudah Penempaan Terhadap Nilai Kekerasan Pada Baja Perkakas HSS. Palembang: Fakultas Teknik Mesin Politeknik Sriwijaya.
- ASM Handbook Commitee. 1991. ASM Metals Handbook, Vol 04 Heat Treating. ASM International.
- Effendi, Sairul. 2009. Pengaruh Perbedaan Waktu Penahanan Suhu Stabil Terhadap Kekerasan Logam, Jurnal Austenit. Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijawa: Indonesia.
- Zaozhakai. 2009. Planetary Gear. [online].
<https://penonapillow.wordpress.com/2009/10/25/>. Diakses tanggal 22 Maret 2017.