

PENGARUH SINTERING DENGAN QUENCHING MEDIA PENDINGIN AIR, AIR GARAM DAN OLI SAE 30 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA PADUAN BESI-KARBON BjTP24

Mastuki¹, Zainuri Mochamad².

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

²Jurusan Fisika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

Email: mastuki@untag-sby.ac.id

Abstract

This research studied the effect of sintering by quenching variation of the cooling medium that water, salt water, and oil where the oil is used oil SAE 30. In this study, the material that used is the Iron-Carbon BjTP24. are used 4 samples of iron of a kind, one sample is observed the microstructure and properties of hardness, and the remaining of which three samples get heat treatment that sintering up to 725°C and then, in-quenching by different cooling medium, that is water, salt water (10 grams of salt and 10 ml water), and oil SAE 30. Then the four samples are tested Vickers hardness properties and microstructure. The decrease of the hardness properties of the sample occurred on the cooling medium oil SAE 30 are 16.15 HV or 9.2%. The increase of the hardness properties of the sample occurred on the cooling media water and salt water are 29.65 HV, or 16.6% for the media water cooler and HV 76.15, or 43.4% for the cooling medium salt water. The cooling rate of the salt water is faster than the water and oil due to the salt water, when the water has evaporated, going veil of water vapor, but there are specks of Na⁺ion and Cl⁻ion on the entire surface of the workpiece, the veil of water vapor be divorced by spots Na⁺ion and Cl⁻ion. Such cases was ongoing and the resulting cooling was not blocked, so that the workpiece would cool quickly and the result would be high hardness properties. The decrease hardness properties of the samples occurred on SAE 30 oil is caused by a slow cooling process. There was also a grain coarsening which the constituent atoms that have not had time to fix its position that directly inflicts the grains become more rude.

Keywords: *sintering, quenching, micro-structure, micro-hardness.*

Abstrak

Penelitian ini mempelajari pengaruh *sintering* dengan *quenching* variasi media pendingin yaitu air, air garam, dan oli dimana oli yang digunakan oli SAE 30. Dalam penelitian ini material yang digunakan adalah Besi-Karbon BjTP24. Digunakan 4 sampel besi sejenis, dimana struktur mikro dan sifat kekerasan salah satu satu sampel diamati, dan 3 sampel mendapat perlakuan panas yaitu *disintering* hingga 725°C dan kemudian *diquenching* dengan media pendingin yang berbeda-beda; air, air garam (10 gram garam dan 10 ml air), dan oli SAE 30. Kemudian semua sampel diuji kekerasan Vickers dan mikro strukturnya. Penurunan sifat kekerasan dari sampel terjadi pada media pendingin oli SAE 30 yaitu sebesar 16,15 HV atau 9,2%. Peningkatan sifat kekerasan dari sampel terjadi pada media pendingin air dan air garam yaitu sebesar 29,65 HV atau 16,6% untuk media pendingin air dan 76,15 HV atau 43,4% untuk media pendingin air garam. Laju pendinginan air garam lebih cepat dari pada air dan oli karena pada air garam, apabila airnya telah menguap akan terjadi selubung uap air tetapi ada bintik-bintik ion Na⁺ dan ion Cl⁻ pada seluruh permukaan benda kerja, maka selubung uap air tersebut diceraikan oleh bintik-bintik ion Na⁺ dan ion Cl⁻. Keadaan yang demikian itu berlangsung terus menerus dan mengakibatkan pendinginan tidak terhambat, sehingga benda kerja akan cepat dingin dan hasil sifat kekerasan akan tinggi. Penurunan sifat kekerasan yang terjadi pada oli SAE 30 disebabkan oleh proses pendinginan yang lamban. Selain itu juga terjadi pengasaran butir dimana atom-atom penyusunnya yang belum sempat memperbaiki posisinya, sehingga secara langsung mengakibatkan butir-butirnya menjadi lebih kasar.

Kata kunci: *sintering, quenching, mikrostruktur, kekerasan.*

PENDAHULUAN

Besi cor merupakan salah satu jenis logam tertua dan murah yang pernah ditemukan umat manusia di antara sekian banyak logam yang ada. Logam ini memiliki banyak aplikasi, sekitar 80 persen mesin kendaraan terbuat dari besi cor. Besi cor pada dasarnya merupakan paduan eutektik dari besi dan karbon.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh *sintering* dan *quenching* variasi media pendingin air (H₂O), air garam (NaCl), dan oli SAE 30. Data yang diperoleh nanti akan dapat digunakan sebagai acuan analisa dalam pemilihan media pendingin dan dalam mendesain dan rekayasa sifat mekanik dari besi cor.

TINJAUAN PUSTAKA

Besi-karbon atau Baja

Baja merupakan paduan yang terdiri dari besi, karbon dan unsur lainnya dalam prosentase tertentu. Baja dapat didefinisikan sebagai suatu campuran besi dan karbon, dimana unsur karbon menjadi dasar campurannya, kandungan karbon dalam baja sekitar 0,1%-1,7% sedangkan unsur lainnya dibatasi persentasenya. Secara garis besar baja dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu baja karbon dan baja paduan. Baja karbon adalah pasuan besi karbon dimana unsur karbon sangat menentukan sifat-sifatnya, sedang unsur-unsur paduan lainnya yang biasa terkandung didalamnya terjadi karena proses pembuatannya. Sifat baja karbon bisa ditentukan oleh presentase karbon dan mikrostruktur. Baja karbon dibagi menjadi tiga yaitu baja karbon rendah (< 0,3% C), baja karbon sedang (0,3%-0,7% C) dan baja karbon tinggi (0,7%-1,4 % C). Sedangkan baja paduan dibagi menjadi baja paduan rendah (jumlah paduan kurang dari 8%) dan baja paduan tinggi (jumlah paduan lebih dari 8%). Besi cor merupakan paduan Besi-Karbon dengan kandungan C di atas 2% (pada umumnya sampai dengan 4%). Paduan ini memiliki elongasi yang relatif rendah. Oleh karenanya proses pengerjaan bahan ini tidak dapat dilakukan melalui proses pembentukan, melainkan melalui proses pemotongan maupun pengecoran.

Sintering

Sintering merupakan proses pemanasan (penaikan suhu) secara bertahap sampai temperatur *sintering*nya. Temperatur *sintering* secara tipikal antara 0,5 sampai 0,8 dari temperatur leleh untuk *sintering* pada zat padat, atau berapapun dibawah

temperatur eutektik untuk fasa cair. Dalam proses *sintering*, selama fasa penaikan suhu, proses densifikasi dan perubahan mikrostruktur terjadi secara signifikan. Temperatur *sintering* yang tinggi dapat mempercepat proses densifikasi. Jika temperatur *sintering* terlalu tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan butir yang abnormal sehingga dapat membatasi densitas akhir. Secara umum proses *sintering* mengubah partikel yang tidak stabil menjadi stabil dengan transformasi fasa. Parameternya, temperatur, waktu, kecepatan pemanasan, dan kecepatan pendinginan.

Quenching

Quenching merupakan suatu proses pendinginan secara langsung. Pada proses ini benda uji dipanaskan sampai suhu austenite dan dipertahankan beberapa lama sehingga strukturnya seragam, setelah itu didinginkan. Pemilihan temperatur media pendingin dan laju pendingin pada proses *quenching* sangat penting, sebab apabila temperatur terlalu tinggi atau pendinginan terlalu besar, maka akan menyebabkan permukaan logam menjadi retak. Proses *quenching* membuat suatu bahan menjadi keras tetapi getas juga menghasilkan tenaga sisa, keuletan dan ketangguhan turun. Fluida yang ideal untuk media *quenching* agar diperoleh struktur martensit, harus bersifat mengambil panas dengan cepat di daerah temperatur yang tinggi dan mendinginkan benda kerja relatif lambat di daerah temperatur yang rendah. Tujuan dari proses *quenching* adalah untuk mendapatkan kekerasan yang optimal. Kekerasan (*hardness*) adalah sifat mekanik yang berhubungan dengan kekuatan dan merupakan fungsi dari kadar karbon dalam baja.^[4]

Media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan baja bermacam-macam. Berbagai bahan pendingin yang digunakan dalam proses perlakuan panas antara lain:

Air

Pendinginan dengan menggunakan air akan memberikan daya pendinginan yang cepat. Biasanya ke dalam air tersebut dilarutkan garam dapur sebagai usaha mempercepat turunnya temperatur benda kerja dan mengakibatkan bahan menjadi keras.

Minyak

Minyak yang digunakan sebagai fluida pendingin dalam perlakuan panas adalah yang dapat memberikan lapisan karbon pada kulit (permukaan) benda kerja yang diolah. Selain minyak yang khusus digunakan sebagai bahan pendingin pada proses perlakuan panas, dapat juga digunakan minyak bakar atau solar.

Udara

Pendinginan udara dilakukan untuk perlakuan panas yang membutuhkan pendinginan lambat. Untuk keperluan tersebut udara yang disirkulasikan ke dalam ruangan pendingin dibuat dengan kecepatan yang rendah. Udara sebagai pendingin akan memberikan kesempatan kepada logam untuk membentuk kristal-kristal dan kemungkinan mengikat unsur-unsur lain dari udara

Garam

Garam dipakai sebagai bahan pendingin disebabkan memiliki sifat mendinginkan yang teratur dan cepat. Bahan yang didinginkan di dalam cairan garam yang akan mengakibatkan ikatannya menjadi lebih keras karena pada permukaan benda kerja tersebut akan meningkat zat arang.^[3]

Kemampuan suatu jenis media dalam mendinginkan spesimen bisa berbedabeda, perbedaan kemampuan media pendingin di sebabkan oleh temperatur, kekentalan, kadar larutan dan bahan dasar media pendingin.^[5]

Kekerasan (*Micro-hardness*)

Kekerasan didefinisikan sebagai ketahanan sebuah benda (benda kerja) terhadap penetrasi/daya tembus dari bahan lain yang lebih keras (penetrator). Kekerasan merupakan suatu sifat dari bahan yang sebagian besar dipengaruhi oleh unsur-unsur paduannya dan kekerasan suatu bahan tersebut dapat berubah bila dikerjakan dengan cold worked seperti pengerolan, penarikan, pemakanan dan lain-lain serta kekerasan dapat dicapai sesuai kebutuhan dengan perlakuan panas. Kekerasan suatu bahan (baja) dapat diketahui dengan pengujian kekerasan memakai mesin uji kekerasan (*hardness tester*) menggunakan tiga cara/metoda yang telah banyak/ umum dilakukan yaitu metode Brinell, Rockwell dan Vickers.^[2]

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam percobaan ini material yang digunakan adalah besi-karbon BjTP24. Besi-karbon BjTP24 yang digunakan sebanyak empat sampel besi-karbon sejenis yaitu satu diamati strukturmikro dan diuji kekerasan Vickers, dan sisanya yang tiga mendapat perlakuan panas berupa *sintering* hingga temperatur 725°C. Kemudian di-*quenching* dengan media pendingin yang berbeda-beda yaitu 10 ml air 23°C, air garam (10 gram dan 10 ml air) 23°C, dan oli SAE 30.

Besi-karbon BjTP24 dari masing-masing media pendingin dipoles dan dihaluskan kemudian diamati struktur mikro dan diuji kekerasan Vickers.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Uji Kekerasan

Pengu- jian	Tanpa perla- kuan (HV)	Media Pendingin		
		Air (HV)	Air Garam (HV)	Oli SAE 30 (HV)
1	174,7	204,7	248,6	163,5
2	175,2	205,5	254,6	155,1
Rata- rata	175,45	205,1	251,6	159,3

sumber: pengolahan data

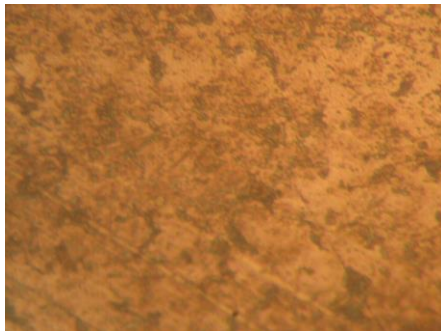
Pada tabel 1 dapat dilihat kekerasan besi-karbon BjTP24 ada yang mengalami peningkatan dan penurunan setelah mengalami proses *sintering* dan *quenching* untuk beberapa media pendingin. Penurunan kekerasan terjadi pada media pendingin oli SAE 30 yaitu sebesar 16,15 HV atau 9,2%. Peningkatan kekerasan terjadi pada media pendingin air dan air garam yaitu sebesar 29,65 HV atau 16,6% untuk media pendingin air dan 76,15 HV atau 43,4% untuk media pendingin air garam.

Penurunan kekerasan pada oli SAE 30 disebabkan oleh proses pendinginan yang lambat. Selain itu juga terjadi pengasaran butir dimana atom-atom penyusunnya belum sempat memperbaiki posisinya sehingga secara langsung mengakibatkan butir-butirnya menjadi lebih kasar. Peningkatan kekerasan yang terjadi pada medium air dan air garam. Dari data yang diperoleh, media pendingin air garam lebih keras dari pada media pendingin air. Hal tersebut terjadi karena air garam memiliki kadar garam lebih tinggi. Semakin besar kadar garam, semakin cepat laju pendinginan.

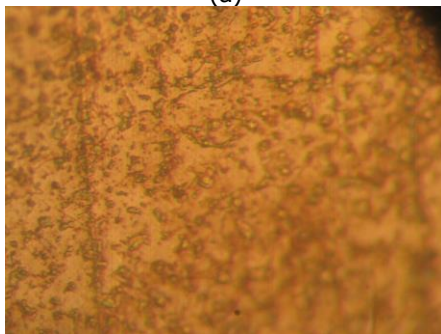
Apabila NaCl dilarutkan dalam air, maka ikatan ion positif dan ion negatif terputus dan ion-ion tersebut berinteraksi dengan molekul air. Ionion ini dikelilingi oleh molekul air dan peristiwa ini disebut hidrasi. Ionion Na⁺ dan Cl⁻

yang dikelilingi oleh molekul air. Penguraian senyawa elektrolit ini dalam air dinyatakan dengan persamaan reaksi yang disebut reaksi ionisasi. Sehingga apabila baja dicelupkan dalam medium pendingin larutan air garam akan terjadi pendinginan yang cepat karena apabila airnya telah menguap akan terjadi selubung uap air tetapi ada bintik-bintik ion Na^+ dan Cl^- pada seluruh permukaan benda kerja, maka selubung uap air tersebut diceraikan oleh bintik-bintik ion Na^+ dan ion Cl^- . Keadaan yang demikian itu berlangsung terus menerus dan mengakibatkan pendinginan tidak terhambat, sehingga benda kerja akan cepat dingin dan hasil kekerasan akan tinggi.

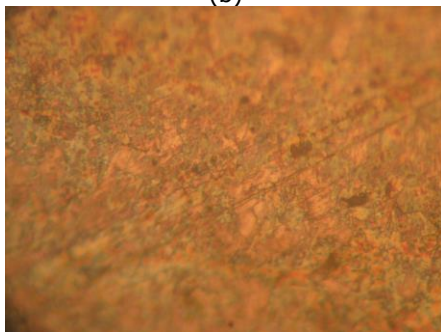
Pengamatan struktur mikro dari logam merupakan sarana yang penting untuk melihat perubahan morfologi butir yang juga nantinya akan berpengaruh terhadap sifat mekanik dari material itu sendiri. Di bawah ini akan ditampilkan gambar struktur mikro dari masing-masing sampel besi sebelum dan setelah melalui *heat treatment* (perlakuan panas).



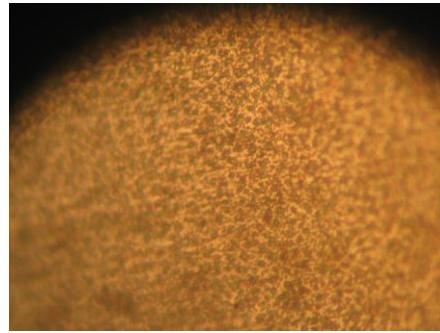
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 1. (a) hasil mikroskop optik untuk besi tanpa perlakuan dengan perbesaran 100 kali, (b) hasil mikroskop optik untuk media pendingin air, (c) hasil mikroskop optik untuk media pendingin air garam, (d) hasil mikroskop optik untuk media pendingin oli.

sumber: hasil pengamatan

Pada Gambar 1, dapat dilihat struktur mikro besi sebelum mendapat perlakuan panas dan sesudah mendapat perlakuan panas. Struktur mikro untuk media pendinginan oli lebih kasar dari yang lain. Dalam hal itu terjadi pelunakan karena presipitat yang berdispersi halus mengalami pengasaran sehingga pada media pendingin ini besi menjadi lebih lunak.

Dari sifat mekanik yang didapat pada pengujian ini memiliki hubungan yang erat antara satu dengan yang lainnya. Pengujian kekerasan berhubungan erat dengan perubahan yang terjadi pada struktur mikro besi yang diteliti. Banyak faktor yang mempengaruhi perubahan sifat mekanik selama proses perlakuan panas diantaranya variabel proses, langkah proses, dan sifat dasar dari material itu sendiri.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisa data di atas, dapat diambil beberapa kesimpulan, diantaranya adalah penurunan kekerasan terjadi pada media pendingin oli SAE 30 yaitu sebesar 16,15 HV atau 9,2%. Peningkatan kekerasan terjadi pada media pendingin air dan air garam yaitu sebesar 29,65 HV atau 16,6% untuk media pendingin air dan 76,15 HV atau 43,4% untuk media pendingin air garam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bambang Tri Wibowo. Pengaruh Temper Dengan *Quenching* Media Pendingin Oli Mesran SAE 40 Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Baja ST 60.

- Skripsi. Teknik Mesin, Universitas Negei Semarang. 2006. Hlm 12-15.
- [2] Darmanto. Pengaruh *Holding Time* Terhadap Sifat Kekerasan Dengan *Refining The Core* Pada Proses *Carburizing* Material Baja Karbon Rendah. Jurnal. Traksi. Vol. 4. No. 2, Desember 2006. Hlm 91.
- [3] M. Taufan Rizal. Pengaruh Kadar Garam Dapur (NaCl) Dalam Media Pendingin Terhadap Tingkat Kekerasan Pada Proses Pengerasan Baja V-155. Skripsi. Teknik Mesin, Universitas Negei Semarang. 2005.
- [4] R. E. Smallman and R. J. Bishop. *Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering* . Jakarta: Erlangga. 2000. Hlm 187-190 dan 283-285.
- [5] Sri Nugroho, Gunawan Dwi Haryadi. Pengaruh Media *Quenching* Air Tersirkulasi (*Circulated Water*) Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Pada Baja Aisi 1045., Jurnal. ROTASI - Volume 7 Nomor 1 Januari 2005. Hlm 19-23.