



Analisa Pengaruh Perlakuan Panas Tempering Dengan Variasi Temperatur Dan Holding Time Terhadap Struktur Mikro Baja EMS 45

Edi Santoso, Ninik Martini, Moch. Mufti

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

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: edisantoso@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Baja EMS 45 merupakan baja karbon sedang yang mempunyai komposisi seperti berikut: 0,52% C, 0,27% Si, 0,65% Mn, 0,15% P, 0,002% S, 0,02% Cu. Berdasarkan penggunaannya baja jenis ini dapat dikembangkan untuk memiliki sifat mekanik keras, kuat, tangguh, dan keuletan yang baik dengan cara proses perlakuan panas.

Pada penelitian ini digunakan proses perlakuan panas hardening 9000C, holding time 60 menit, quenching media air dan dilanjutkan dengan proses tempering. Variasi temperatur tempering 5000C, 5500C, 6000C dan variasi waktu penahanan tempering 30, 60, dan 90 menit. Pengujian yang digunakan adalah uji struktur mikro.

Dari hasil pengujian struktur mikro pada baja EMS 45, pada temperature kamar struktur mikronya ferit-perlit, setelah dilakukan heat treatment hardening 9000C, holding time 60 menit dan didinginkan cepat dengan media air mengalami perubahan menjadi struktur martensit. Setelah dilakukan tempering pada temperatur 5000C, 5500C, dan 6000C dan holding time 30, 60 dan 90 menit terjadi lagi perubahan struktur dari martensit berubah menjadi martensit temper.

Kata kunci : Baja EMS 45, Tempering, Holding Time, Struktur mikro.

PENDAHULUAN

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

Baja EMS 45 merupakan baja karbon sedang yang mempunyai komposisi seperti berikut: 0,52% C, 0,27% Si, 0,65% Mn, 0,15% P, 0,002% S, 0,02% Cu. Baja jenis ini banyak

digunakan untuk perkakas atau alat bantu dalam kehidupan manusia contohnya roda gigi, poros, baut, alat-alat pertanian dan alat-alat rumah tangga.

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 dicelupkan dengan cepat maka akan menyebabkan peningkatan kekerasan dan kegetasan bahan tersebut sehingga dapat membahayakan pada penerapannya.

Proses *tempering* dilakukan dengan memanaskan kembali baja atau material yang telah dipanaskan tadi pada temperature dibawah temperatur kritis dengan media pendingin udara. Dalam pemanasan ini maka tegangan sisa akan berkurang, turunnya kekerasan ini akan tergantung pada temperatur pemanasan dan waktu penahanan (*holding time*).

I.1 Perlakuan Panas

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:

1. Pemanasan material sampai suhu dan kecepatan tertentu.
2. Mempertahankan suhu untuk waktu tertentu sehingga temperaturnya merata antara permukaan dan inti.
3. Pendinginan dengan media pendingin (air, minyak, atau udara/ media pendingin yang lain).
4. Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi saat perlakuan panas (*heat treatment*):
5. Suhu pemanasan harus naik secara teratur dan merata.
6. Alat ukur suhu hendaknya seteliti mungkin.
7. Laju pendinginan sesuai dengan jenis perlakuan panas yang dilakukan (R. Edy Purwanto, dkk. 2016).

I.2 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).

Factor lain yang dapat mempengaruhi saat proses *hardening* terhadap kekerasan baja yaitu oksidasi oleh oksigen. Selain berpengaruh pada besi, oksigen juga berpengaruh pada karbon yang terikat sebagai sementit atau yang larut dalam *austenite*. Saat proses *hardening* berlangsung, pencegahan kontak dengan udara dapat dilakukan dengan menambah temperature pemanasan yang lebih tinggi karena baja akan bertambah kuat terhadap oksigen. Jadi, semakin tinggi temperature pemanasan maka akan semakin mudah melindungi baja terkena oksigen yang menyebabkan oksidasi (Schonmetz, 1985).

I.3 Tempering

Tempering adalah proses memanaskan kembali baja yang telah dikeraskan. Dengan proses temper ini, duktilitasnya dapat ditingkatkan namun menurunkan kekerasan dan kekuatannya. Pada sebagian baja struktur, proses ini dilakukan untuk memperoleh kombinasi antara kekuatan, duktilitas dan ketangguhan yang tinggi. Proses temper yang dilakukan setelah proses pengerasan akan menjadikan baja lebih bermanfaat karena adanya struktur yang lebih stabil (Anrinal, 2013).

Suhu pemanasan pada proses *tempering* dapat dibedakan sebagai berikut:

Tempering suhu rendah (150-300°C)

Bertujuan untuk mengurangi tegangan-tegangan kerut dan kerapuhan dari baja.

Proses ini digunakan untuk alat-alat kerja yang tidak mengalami beban yang berat, misalnya alat-alat potong, mata bor yang dipakai untuk kaca dan lain-lain.

Tempering suhu menengah (300-500°C)

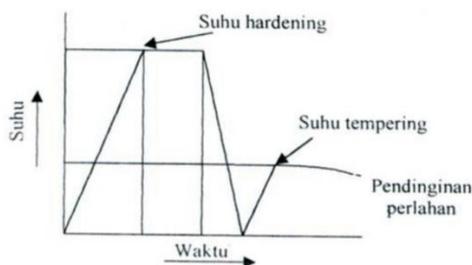
Bertujuan untuk menambah keuletan, dan kekerasannya menjadi sedikit berkurang. Digunakan pada alat-alat kerja yang mengalami beban berat, seperti palu, pahat, pegas.

Tempering suhu tinggi (500-650°C)

Bertujuan untuk memberikan daya keuletan yang besar dan sekaligus mengurangi kekerasan.

Digunakan pada roda gigi, poros, batang penggerak dan lain-lain (R. Edy Purwanto, dkk. 2016).

Proses tempering terdiri dari memanaskan baja sampai dengan temperatur dibawah A1, dan menahannya pada temperatur tersebut untuk jangka waktu tertentu dan kemudian didinginkan diudara.



Gambar 2. 1 Diagram suhu-waktu untuk proses hardening dan tempering.

I.4 Holding Time

Holding time merupakan waktu penahanan yang dilakukan untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari suatu bahan pada proses *hardening* dengan menahan pada suhu pengerasan untuk memperoleh pemanasan yang homogen sehingga struktur austenitnya *homogen* atau terjadi kelarutan karbida ke dalam austenit dan difusi karbon dan unsur paduannya. Pada baja umumnya perlu dilakukan waktu penahanan, karena pada saat austenit masih merupakan butiran halus dan kadar karbon serta unsur paduannya belum homogen dan terdapat karbida yang belum larut. Baja perlu ditahan pada suhu austenit untuk memberikan

kesempatan larutnya karbida dan lebih homogen austenit. Waktu penahanan dapat dilakukan pada saat suhu dapur (*furnace*) telah mencapai suhu panas yang dikehendaki guna memberi kesempatan penyempurnaan bentuk kristal yang terbentuk pada suhu transformasi. Tujuan waktu penahanan pada proses *tempering* adalah agar struktur mikro yang dicapai setelah proses temper akan lebih homogen (Nur dkk, 2005).

I.5 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 (Noviano, 2010).

Dalam preparasi sampel untuk pengujian mikroskopik dilakukan melalui lima tahapan yaitu:

Pemotongan

Sampel untuk pengujian metalografi biasanya diambil dari material induk dengan melibatkan operasi pemotongan. Proses pemotongan induk dikerjakan dengan material *abrasive-wheel cutting* atau gergaji sehingga diperoleh sampel dengan dimensi sesuai dengan yang dikehendaki. Sampel

yang dipotong tersebut harus memenuhi criteria persyaratan untuk metalografi.

Pembingkaian

Tujuan dari pembingkaian adalah untuk kenyamanan dalam menangani sampel dengan bentuk dan ukuran yang sulit selama proses penggerindaan, pemolesan, dan pengamatan metalografi. Tujuan kedua adalah melindungi ujung-ujung ekstrim dan cacat permukaan selama proses metalografi. Selain itu pembingkaian juga digunakan sebagai sarana untuk menangani sampel radioaktif.

Penggerindaan

Penggerindaan dilakukan untuk mengeliminasi sisi-sisi tajam dan goresan dari sampel akibat proses pemotongan. Proses penggerindaan dilakukan dengan menggunakan kertas gerinda dari *grade* kasar ke *grade* halus dengan penggantian bertahap. Ketika dilakukan penggantian kertas gerindra posisi sampel harus diputar 90° dari posisi sampel ketika menggunakan kertas gerindra *grade* sebelumnya. Perlakuan ini ditujukan untuk menghilangkan goresan yang mungkin terbentuk ketika dilakukan penggerindaan.

Pemolesan

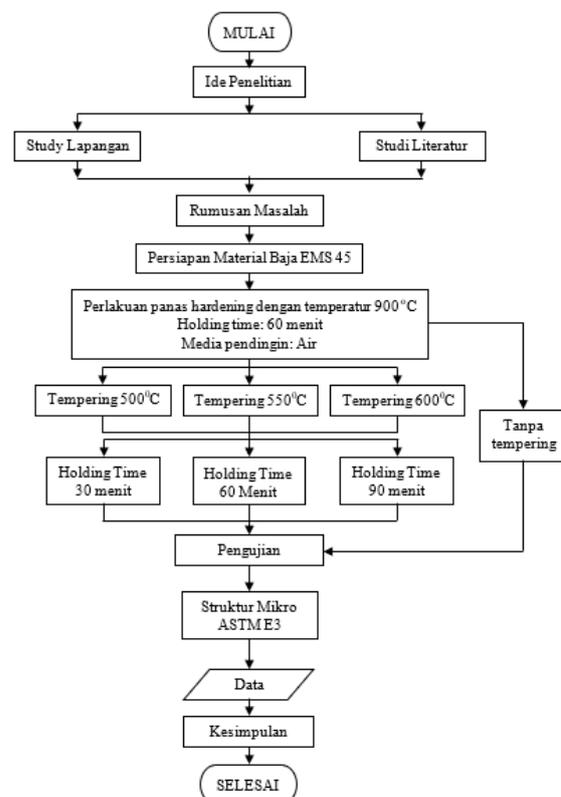
Pemolesan merupakan tahapan yang dilakukan untuk menyempurnakan hasil dari proses penggerindaan. Pada proses ini akan terjadi penghapusan goresangoresan halus yang mungkin tersisa dari proses penggerindaan. Sehingga melalui proses pemolesan ini akan didapatkan sampel yang bebas dari goresan yang dapat menyebabkan hasil tidak maksimal saat metalografi. Pada umumnya pemolesan dilakukan dengan pasta *abrasive* seperti dengan menggunakan pasta alumina dan pasta intan.

Pengetsaan

Pengetsaan adalah suatu proses yang dilakukan untuk menampakkan batas-batas butir yang terbentuk pada logam. Prinsip dasar pengetsaan adalah melalui proses korosi terkendali. Pengendalian ini dapat berupa pengendalian waktu dan pengendalian bahan korosif yang digunakan. (Geels, 2006).

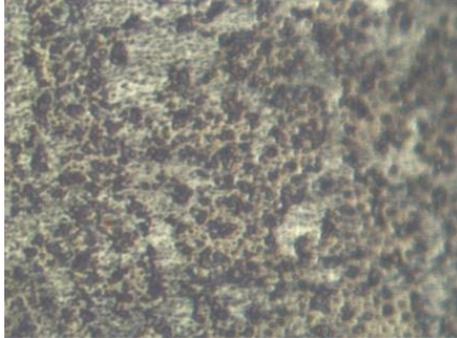
Proses terjadinya perbedaan warna, besar butir, bentuk dan ukuran butir yang mendasari penentuan dari jenis dan sifat fasa pada hasil pengamatan foto mikro adalah diakibatkan adanya proses pengetsaan. Salah satu jenis bahan yang digunakan dalam pengetsaan adalah *Aqua Regia*. Prinsip dari pengetsaan sebenarnya merupakan proses pengikisan mikro terkendali yang menghasilkan alur pada permukaan akibat *crystal faceting* yaitu orientasi kristal yang berbeda (batas butir), akan terjadi reaksi kimia yang berbeda intensitasnya. Maka atom-atomnya akan lebih mudah terlepas sehingga terkikis lebih aman. Akibatnya adanya perbedaan ini dan bergantung pada arah cahaya pantulan yang tertangkap oleh lensa maka akan tampak bahwa fasa yang lebih lunak akan terlihat lebih terang dan fasa yang lebih keras akan terlihat gelap. Begitu juga akan terlihat bentuk dan ukuran butirannya sehingga dapat dibedakan fasa-fasa yang terlihat dalam bahan yang akan diuji (Van Vlack, 1992).

PROSEDUR EKSPERIMEN

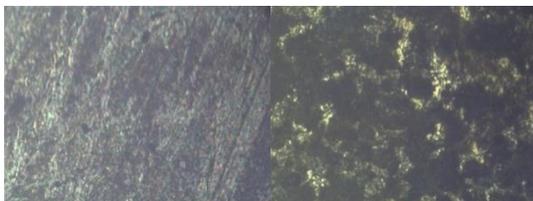


HASIL DAN PEMBAHASAN

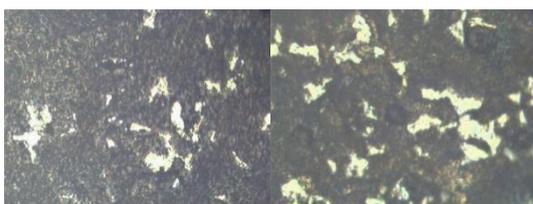
1. Struktur mikro baja EMS 45 yang telah melalui proses perlakuan panas *hardening* 900°C



Gambar struktur mikro baja EMS 45 dengan proses perlakuan panas *hardening* 900°C, *holding time* 60 menit, *quenching* air



struktur mikro baja EMS 45 yang telah di tempering 500°C dan *holding time* 30, 60 dan 90 menit



struktur mikro baja EMS 45 yang telah di *tempering* 600°C dan *holding time* 30, 60 dan 90 menit

Pada proses tempering dengan temperatur 600°C dan *holding time* 30, 60, dan 90 menit terbentuk struktur martensit temper.

Struktur mikro pada baja EMS 45 dari bahan awal ferit-perlit setelah dilakukan *heat treatment hardening* 900°C, *holding time* 60 menit dan didinginkan cepat dengan media air mengalami perubahan menjadi struktur martensit.

KESIMPULAN DAN SARAN

Struktur mikro pada baja EMS 45 dari bahan awal ferit-perlit setelah dilakukan *heattreatmenthardening* 900°C, *holding time* 60 menit dan didinginkan cepat dengan media air mengalami perubahan menjadi struktur martensit. Setelah dilakukan *tempering* pada temperatur 500°C, 550°C, dan 600°C dan *holding time* 30, 60 dan 90 menit terjadi lagi perubahan struktur dari martensit berubah menjadi martensit temper.

REFERENSI

- Andrianto. 2007. Pengaruh Variasi Temperatur *Tempering* dan Waktu Tahan *Tempering* Pada Proses Perlakuan Panas Terhadap Nilai Impak Baja EMS-45, Skripsi Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Amanto, Hari. 1999. Ilmu Bahan, Jakarta: PT Bumi Askara.
- Anrinal. 2013. Metalurgi Fisik, Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Hadi, Syamsul. 2016. Teknologi Bahan. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Mersilia, Anggun, 2016. Pengaruh *Heat Treatment* Dengan Variasi Media *Quenching* Air Garam dan Oli Terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Baja Pegas Daun AISI 6135, Skripsi UNILA, Lampung.
- Nevada J. M. Nanulaita, dkk. 2012 Analisa Sifat Kekerasan Baja St-42 dengan Pengaruh Besarnya Butiran Media Katalisator (Tulang Sapi (CaCO₃)) Melalui Proses Pengarbonan

Padat (*Pack Carburizing*). Jurnal
TEKNOLOGI. Vol.9, No.1.

Purnomo. 2017. Material Teknik. Malang: CV
Seribu Bintang.

R. Edy Purwanto, dkk. 2016. Perlakuan Bahan.
Malang: Polinema Press.

Ridlwani, Moch. 2006 Analisa Pengaruh
Temperatur dan Holding Time Proses
Tempering dan Harga Impak Terhadap Sifat
Kekerasan Material Baja Cold Work Steel
2379 Hasil Proses Hardening dengan Media
Quenching Oli, Skripsi UNTAG, Surabaya.

Sofyan, Bondan, T. 2010. Pengantar Material
Teknik. Jakarta: Salemba Teknika.