

PENGUNAAN *POLYVINIL ALCOHOL* (PVA) SEBAGAI MEDIA QUENCH TERHADAP BAJA AISI 1045

A.Ali Alhamidi dan Dewananta S*

Abstraksi

Penggunaan polimer sebagai media quench dalam perlakuan panas baja adalah alternatif untuk meningkatkan kekerasan tanpa menyebabkan terjadinya distorsi dimensi / tegangan sisa yang berlebih pada baja AISI 1045. Penelitian bertujuan untuk mengetahui konsentrasi polimer dan agitasi terhadap karakteristik pendinginan baja AISI 1045 dalam larutan *polivinil alcohol* (PVA) dengan konsentrasi 10% dan 40% dengan menggunakan sistem pendinginan tabung agitasi vertical selama 10 menit dan 20 menit. Hasil percobaan menunjukkan bahwa tingkat konsentrasi polimer akan menurunkan laju pendinginan sedangkan agitasi hanya meningkatkan laju pendinginan rata-rata pada konsentrasi yang rendah. Dari pengujian kekerasan dan strukturmikro menunjukkan terjadinya penurunan kekerasan dengan semakin meningkatnya konsentrasi polimer. Hal ini disebabkan proses pelepasan panas dari polimer dengan tingkat konsentrasi (viskositas) yang tinggi semakin menurun sehingga laju pendinginan kritis untuk mendapatkan struktur martensit terhambat akibat cepatnya terbentuknya lapisan pelindung. Sedang lamanya agitasi tidak memberi pengaruh yang nyata terhadap pemecahan lapisan pelindung (*insulating film*) dari polimer terhadap spesimen.

Kata Kunci : Konsentrasi Polimer, *Quenching*, AISI 1045, Agitasi

PENDAHULUAN

Untuk mendapatkan sifat tahan aus suatu baja salah satu metode yang paling sering digunakan adalah perlakuan panas pengerasan (*hardening*), yaitu dengan memanaskan baja pada temperatur austenisasi dan menahannya dalam waktu tertentu untuk homogenisasi austenit selanjutnya didinginkan dengan cepat melalui media quench (Thelning, 1984). Media *quenching* yang paling sering digunakan untuk pengerasan baja adalah air, *brine* dan oli. Air dingin adalah paling dominan sebagai media quench dalam perlakuan panas pengerasan, akan tetapi dalam banyak kasus pendinginan dengan air menghasilkan tingkat distorsi dan tegangan sisa yang tinggi akibat perbedaan temperatur yang tajam selama pendinginan (Thelning, 1984 dan Agrawal, 1989). Dalam studi ini akan dilakukan proses perlakuan panas *hardening* pada spesimen baja AISI 1045 dengan media quench polimer jenis *polivinilalcohol* (PVA) dengan berbagai konsentrasi dan agitasi serta uji distorsi untuk mengetahui pengaruh parameter-parameter tersebut.

KAJIAN PUSTAKA

Baja AISI 1045 adalah baja carbón médium dengan komposisi paduan 0,45 % C; 0,70 % Mn; 0,30 % Si. Baja ini mempunyai kekerasan yang cukup tinggi, sekitar 210 HB sehingga banyak digunakan untuk komponen automotif seperti *gear*, *noken as*. Umumnya proses pengerasan baja ini dilakukan dengan cara memanaskan baja sampai temperatur austenit lalu dilakukan *quenching* dengan media air (Agrawal, 1989).

* Dosen Jurusan Metalurgi Fakultas Teknik Untirta
aldi_untirta@yahoo.com

Media *quench* polimer adalah alternative yang menguntungkan sebab dapat memberikan pendinginan yang lebih seragam dengan membentuk selimut uap pada temperatur yang lebih rendah. Polimer juga fleksible dalam memberikan pendinginan karena tergantung dengan air yang diberikan untuk mendapatkan laju pendinginan tertentu. Polimer *quench* juga menghindari resiko terjadinya kebakaran dan lebih mudah mengontrol retak dan distorsi yang sering terjadi pada media air dan dari sisi biaya polimer juga lebih terjangkau dibandingkan dengan oli (Ma Shuhui, et. all, 2006)

Sifat dari media *quench* sangat mempengaruhi laju pendinginan dari spesimen yang di *quench*. Sifat ini diantaranya jenis polimer, temperatur polimer, konsentrasi, tingkat agitasi, dan temperatur cairan *quench*. Akibat adanya perpindahan panas dari spesimen baja ke media pendingin, maka terjadi pembentukan gelembung – gelembung udara yang kemudian berlanjut dengan terbentuknya selubung udara pada permukaan spesimen tersebut, selubung udara tersebut perlu disingkirkan agar perpindahan panasnya tetap baik.

Permasalahan selubung diatas dapat diatasi dengan cara menggunakan pendingin dalam wadah teragitasi merupakan cara yang paling baik. Tanpa agitasi, konveksi dari media pendingin akan menghambat perpindahan panas terhadap lapisan batas fluida pada permukaan. Membuat konveksi paksa pada fluida akan mengurangi hambatan aliran panas pada lapisan fluida. Semakin tinggi putaran agitasi, maka kenaikan temperatur *quenchant* akan sulit terjadi (Zhao, et. all, 1985). Sehingga parameter ini harus dikontrol agar diperoleh proses *quenching* yang optimal sehingga dapat diperoleh mikrostruktur dan sifat mekanis yang sesuai. Konsentrasi polimer dapat meningkatkan tingkat waktu "*reweting*" dan laju perpindahan panas juga dipengaruhi oleh kekentalan larutan polimer yang membentuk sekat dan menyelubungi permukaan baja panas selama *quenching*. Meningkatkan konsentrasi larutan polimer akan menimbulkan lapisan selimut kental yang mengakibatkan laju pendinginan menjadi lambat dan menurunkan konsentrasi akan mengurangi selubung kental tersebut sehingga laju pendinginan menjadi lebih cepat (Zhao, et. all, 1985) (Totten, 1998).

METODOLOGI

Bahan

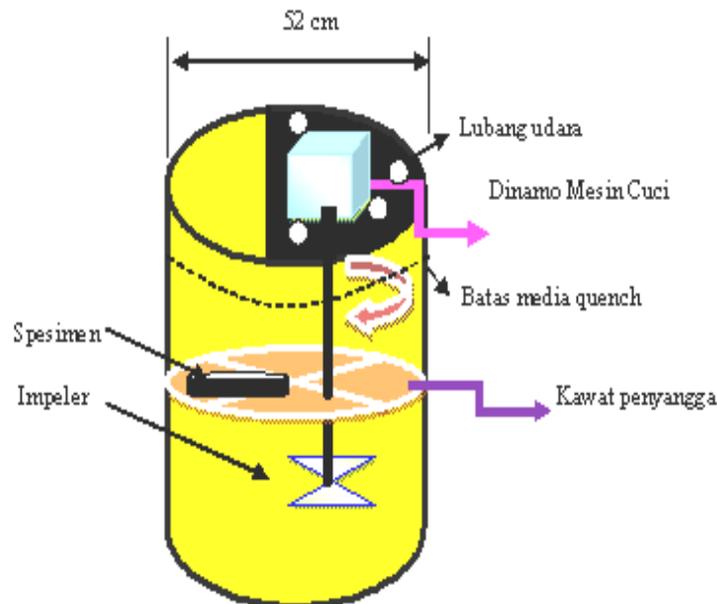
Sifat mekanik dari baja karbon AISI 1045 sangat atraktif untuk berbagai aplikasi industriomotif maupun bidang lain yang membutuhkan komponen dengan tingkat ketahanan aus yang tinggi seperti roda gigi, *screw drivers*, *auger bits*, *crank shaft* dan lain-lain (Agrawal, 1989). Komposisi kimia baja karbon AISI 1045 untuk penelian ini dalam table 1. diperoleh dari PT. Tira Austenit Tbk berbentuk silindris.

Tabel 1. Komposisi Kimia Dalam (%) Baja AISI 1045

C	Si	Mn	P	Cu	Ni	Cr
0,45	0,25	0,66	0,01	0,02	0,01	0,03

Peralatan Percobaan

Polimer *quench batch* berbentuk tabung digunakan dalam penelitian ini gambar 1, dilengkapi dengan alat agitasi bentuk impeller dengan kecepatan putar 1300 rpm. Proses *quenching* dilakukan dengan memasukkan spesimen kedalam lubang dengan kondisi media quench teragitasi, selanjutnya spesimen akan jatuh pada kawat penahan yang terendam oleh media *quench*, hanya proses agitasi tidak dilakukan. Hasilnya kemudian diamati melalui uji kekerasan, struktur mikro dan uji distorsi dengan pengukuran celah cincin berbentuk C. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan quench dengan media oli.



Gambar 1. Skematis Quench Batch

PEMBAHASAN

Pengujian Kekerasan.

Gambar 2 menunjukkan perbedaan nilai kekerasan baja sebelum dan sesudah didinginkan dengan media polimer berbasis *polyvinil alkohol* pada konsentrasi 10 %, 40 % setelah pendinginan dengan agitasi selama 10 menit serta oli SAE 20W sebagai pembanding.

Gambar 2. Nilai Kekerasan Baja Setelah Pendinginan Dengan Agitasi Selama 10 Menit Pada Konsentrasi PVA 10 % , PVA 40 % , dan Oli SAE 20 W

Hasil pengukuran temperatur akhir media *quench* setelah pendinginan selama menunjukkan perbedaan dimana pada media *quench* oli temperatur akhir relative lebih tinggi yaitu 87 °C sedang pada polimer dari kedua konsentrasi sebesar 41 °C. Hal ini menunjukkan bahwa proses pelepasan panas pada media *quench* polimer cenderung lebih cepat dibanding dengan media *quench* oli. Perbedaan nilai kekerasan juga dapat diakibatkan oleh perbedaan nilai viskositas media *quench*. Tabel 2. menunjukkan nilai viskositas dari media *quench*.

Tabel 2. Perbandingan Viskositas Media *quench*

<i>Media quench</i>	<i>Viscosities (dyne/cm.s⁻¹)</i>
PVA 10%	0,119
PVA 40%	0,122
Oli SAE 20W	0,163

Nilai viskositas atau kekentalan polimer berbanding lurus dengan konsentrasi, semakin tinggi konsentrasi maka viscosities semakin tinggi. Konsentrasi *polimer quenchant* mempengaruhi nilai viscosities dan laju alir fluida, semakin tinggi *viscosities* maka laju alir semakin rendah, laju pendinginan pun semakin lambat, untuk konsentrasi polimer mempengaruhi laju pendinginan hingga 97 %, sedangkan agitasi hanya 3 %. Dikarenakan tingkat konsentrasi mempengaruhi koefisien film dari media *quench* polimer tersebut selama pendinginan sehingga mempengaruhi kecepatan pendinginan.

Nilai viskositas PVA 10 % lebih rendah dibandingkan PVA 40 %, sehingga jumlah perpindahan panas secara konveksi dari spesimen menuju PVA pun akan lebih cepat dan menghasilkan nilai kekerasan yang lebih tinggi sebelum terbentuk lapisan pelindung

(*insulating film*). Adanya lapisan ini dapat menurunkan laju pendinginan namun demikian adanya lapisan ini sangat penting dalam mengurangi terjadi distorsi maupun retak. Kemampuan *quenchant* untuk mendinginkan, menurut Grossman, yaitu :

$$H = \frac{h}{2k}$$

Dimana H = Kemampuan *quench* dari *quenchant* (Btu/h ft⁰F),

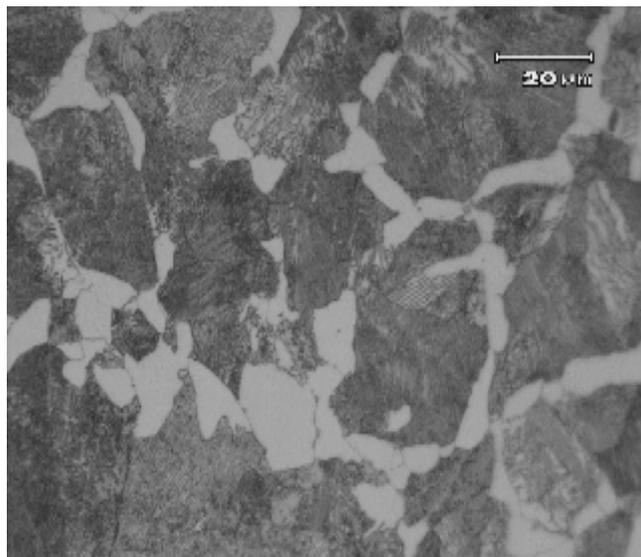
h = koefisien film dari *quenchant* (Btu/h ft² °F)

k = konduktivitas panas (Btu/h ft⁰F).

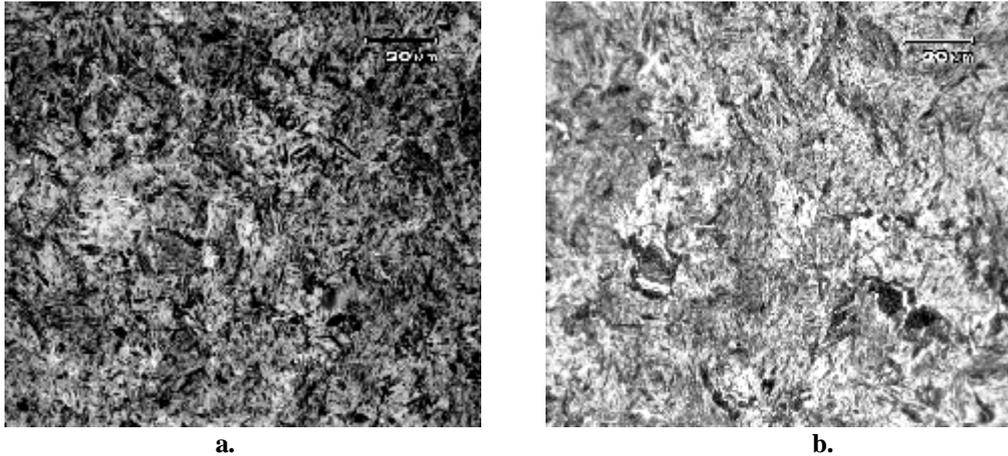
Untuk konsentrasi 10 %, nilai koefisien film (h) sebesar 1210 Btu/h.ft.⁰F, dan konduktivitas panasnya (k) sekitar 35,5 Btu/h.ft.⁰F, diperoleh H sebesar 17,04 Btu/h ft⁰F. Hal yang sama untuk konsentrasi 40 %, koefisien film (h) sebesar 615 Btu/h.ft.⁰F, dan konduktivitas panasnya (k) sekitar 29,1 Btu/hr.ft.⁰F diperoleh H sebesar 10,56 Btu/h ft⁰F.

Pengamatan Struktur Mikro

Gambar 3 menunjukkan struktur mikro baja AISI 1045 sebelum proses perlakuan (kondisi awal) dimana struktur yang ada terdiri dari *perlit* dan *ferrit* dengan nilai kekerasan 12 HRc. Proses austenisasi yang dilanjutkan dengan pendinginan cepat (*quenching*) mengakibatkan perubahan struktur mikro seperti gambar 4. Untuk konsentrasi polimer 10 % dengan agitasi struktur mikro yang terbentuk setelah perlakuan panas sebanyak 83 % martensit. Struktur lain yang terbentuk adalah austenit yang tidak sempat bertransformasi menjadi martensit atau dikenal sebagai *retained austenit*. Hal ini terjadi akibat viskositas yang rendah sehingga proses pelepasan panas yang terjadi lebih cepat sehingga terbentuk struktur martensit yang lebih banyak.

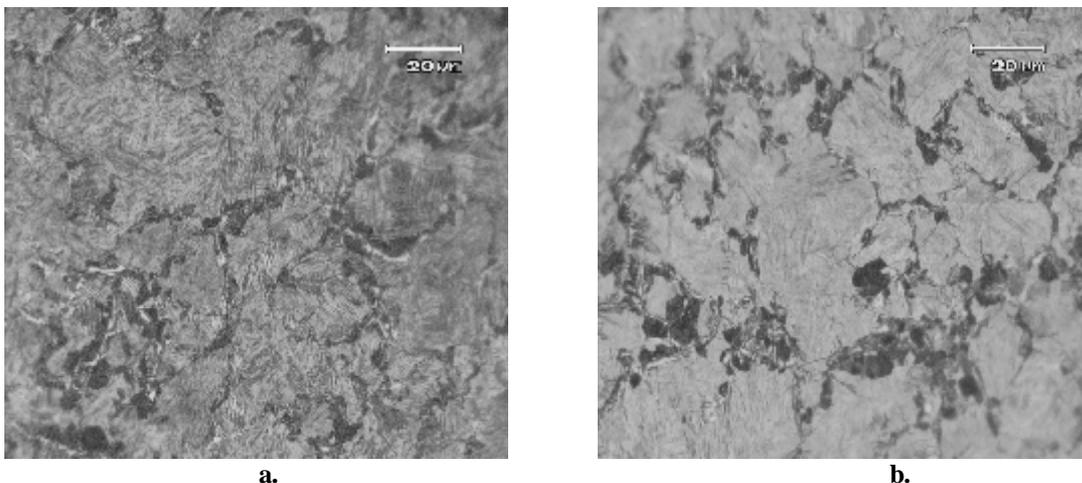


**Gambar 3. Struktur Mikro Awal Baja
Pembesaran 1000x Etsa Nital 3 % (75 % Perlit).**

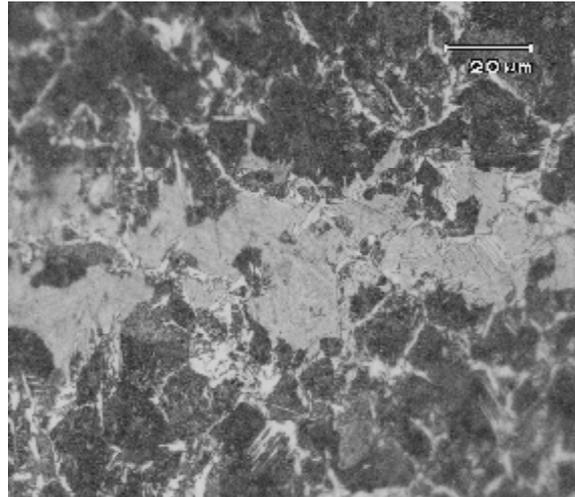


Gambar 4. Struktur Mikro *as-quench* PVA 10% dengan Agitasi selama a). 10 menit dan b). 20 menit. Pembesaran : 1000x, Etsa Nital 3 %

Gambar 5 memperlihatkan struktur mikro yang terbentuk setelah pendinginan pada PVA dengan konsentrasi 40 % selama 10 menit, terlihat perpaduan martensit dengan perlit, hal ini karena pada konsentrasi 40 % dengan viskositas paling tinggi kecepatan pembentukan lapisan selimut (*insulating film*) dari polimer semakin cepat sehingga hanya sebagian yang sempat bertransformasi membentuk struktur mikro martensit dan sisanya masih dalam bentuk struktur perlit akibat pendinginan yang lambat akibat pelepasan panas yang kurang cepat dari media *quenching* sehingga sebagian karbon pada austenit sempat berdifusi membentuk perlit. Dari gambar terlihat jumlah martensit sebanyak 65 %. Pendinginan dengan oli SAE 20 W memperlihatkan struktur mikro yang terdiri dari bainit yang cukup banyak, tetapi masih terdapat struktur perlit. Hal ini menunjukkan ketika baja dicelupkan kedalam oli pendinginan berjalan cepat namun pada temperatur diatas garis Ms pada TTT diagram laju pendinginan tertahan sehingga sebagian besar austenit bertransformasi menjadi bainit gambar 6.



Gambar 5. Struktur Mikro *as-quench* PVA 40% dengan Agitasi selama a). 10 menit dan b). 20 menit. Pembesaran : 1000x, Etsa Nital 3 %



**Gambar 6. Struktur Mikro *as-quench* dengan Oli SAE 20W
Pembesaran : 1000x, Etsa Nital 3 %**

Uji Distorsi *Navy C Ring Test*.

Untuk uji distorsi, setelah dilakukan pengukuran dimensi sebelum dan sesudah perlakuan panas tabel 3. Hasil menunjukkan tidak terdapat perubahan ukuran atau distorsi pada celah ring “C”, dikarenakan *quenching* dengan polimer PVA dapat menurunkan gradien temperature dari spesimen dengan media *quenching*.

Tabel 3. Pengukuran Celah *Navy “C” Ring Test*

Posisi pengukuran	Dimensi celah awal	Dimensi celah setelah <i>quench</i> dengan PVA 10 %		Dimensi celah setelah <i>quench</i> dengan PVA 40 %		Dimensi Celah Setelah <i>quench</i> Oli SAE 20 20 menit
		10 menit	20 menit	10 menit	20 menit	
Atas	6	6	6	6	6	6
Tengah	6	6	6	6	6	6
Bawah	6	6	6	6	6	6

SIMPULAN

Hasil percobaan diatas dapat disimpulkan bahwa polimer sebagai media *quenching* dapat digunakan untuk perlakuan panas pengerasan dengan terbentuknya struktur martensit. Banyaknya martensit yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh tingkat konsentrasi dari polimer hal ini terlihat perolehan martensit pada polimer dengan konsentrasi 10 % diperoleh martensit sebanyak 83 % sedang pada konsentrasi 40 % tingkat perolehan martensit hanya 65 %. Perlakuan agitasi hanya sedikit berpengaruh dalam menghambat terbentuknya *insulating film*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, BK, 1989, *Introduction to Engineering Materials*, Tata McGraw-Hill Publissing Company Limited New Delhi.
- Ma Shuhui, Maniruzzaman dan D.Sisson R. Jr, 2006, *The effect of Polymer Concentration and Agitation on the quench performance of Polimenr quenchant Aqua-Quench 260*, Desertasi pada Worcester Polytechnic Institute.
- Thelning, K.E., 1984, *Steel and Its Heattreatment – Second Edition*, Butterworths & Co.
- Totten, G.E., 1998, *Advances in Polymer Quenching Technology. In the 1st International Automotive heattreating Conference*, P.37-44. Puerto Vallarta, Mexico.
- Zhao, H., and T.Yi, 1985, *A Study of Polymer Quenching on Gears. In the second International Conference on Quenching and the Control of Distortion*, Cleveland, Ohio.