

# PENGARUH *DRUMUS OIL* SEBAGAI MEDIA PENDINGIN TERHADAP PENINGKATAN KEKERASAN DAN TRANSFORMASI FASA PADA PROSES Pengerasan BAJA AMUTIT

Karmin<sup>1)</sup>, Moch.Yunus<sup>2)</sup>, Muchtar Ginting<sup>3)</sup>

<sup>1)2)3)</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya  
Jl. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139 Telp; 0711-353414 Fax: 0711-453211

## ABSTRACT

*Engineering process technology is basically an effort to optimize the use of natural resources effectively and efficiently in order to provide maximum benefit for the benefit of human life. Amutit steel is one of the low alloy steel which is identical to AISI O1 standard. This steel hardness can be increased through a heat treatment process that allows used for industrial purposes as cold work tool steels as well as other purposes. In this research the process of hardening, the steel is heated to a temperature of 820 °C and then cooled rapidly using a coolant emulsion (dromus oil with water). To reduce brittle properties and improve the ductility, the steel is then heated again at a temperature of 400 °C and held for one hour and cooled slowly in the furnace. The results amutit hardening of steel using a coolant with a mixture ratio variations dromus oil with water, after tempering highest hardness is 590 HV, obtained using dromus oil emulsion with water 1:30 ratio while using oil as quenching media produced 544 HV hardness.*

**Keywords:** *Hardness, tempering, mechanical properties.*

## 1. PENDAHULUAN

Untuk memenuhi beragam geometri, ukuran dengan sifat mekanik tertentu, diperlukan upaya untuk membuatnya dengan mudah dan murah biayanya. Proses pengerjaan dengan mesin merupakan alternatif lain yang dapat kita lakukan untuk memperoleh produk dengan geometri yang sesuai, tetapi akan menemui kesulitan andaikan kita langsung memilih bahan yang keras dan pengerjaannya dengan mesin. Suatu langkah yang dapat dilakukan adalah memilih material lebih lunak sehingga memudahkan pembentukannya kemudian dilakukan proses pengerasan.

Baja amutit K-460 salah satu material yang mempunyai sifat mampu dibentuk dengan mesin dan mempunyai *hardenability* yang baik. Dengan demikian baja amutit, melalui proses perlakuan panas dapat dijadikan sebagai material dasar yang mampu memenuhi sebagian dari kebutuhan manufaktur yang membutuhkan material dengan bentuk dan kekerasan tertentu.

Pada proses pengerasan baja dengan sistem *quenching*, berbagai faktor yang mempengaruhi untuk memperoleh kekerasan yang optimal seperti: media pendingin, material yang akan diproses, temperatur

austenisasi, *holding time*, termasuk pula prosedur yang dilakukan selama melakukan proses. Khusus media pendingin pada proses *quenching* ini yang biasanya digunakan berupa air, larutan air dan garam, dan oli, dimana masing masing mempunyai kapasitas pendinginan yang berbeda. Jika digunakan media air, kecepatan penyerapan panas didalam material uji sangat cepat dan dapat berakibat material mengalami distorsi bahkan retak, terutama bila diterapkan pada baja yang mempunyai kandungan karbon yang tinggi atau pada baja paduan yang mengandung unsur pembentuk karbida. Dalam penelitian ini yang akan diteliti pengaruh media pendingin alternatif yaitu air + *dromus oil* terhadap perubahan kekerasan material amutit pada suhu austenisasi tertentu serta kemungkinan lain sebagai efek dari proses tersebut.

Penambahan *Drumus oil* kedalam air ini memungkinkan mengubah perilaku penyerapan panas pada benda kerja sehingga akan menurunkan kecepatan pendinginan dibanding menggunakan air murni, tetapi disisi lain kecepatan pendinginan lebih tinggi dibandingkan menggunakan oli, artinya kekerasan yang dihasil juga akan menghasilkan perbedaan. Dengan menggunakan emulsi ini

memungkinkan untuk menghindari terjadinya distorsi maupun retak tetapi kekerasan dapat dicapai maksimal.

## 2. METODE PENELITIAN

Baja amutit ukuran penampang 17 mm x 17 mm dengan panjang  $\pm$  120 mm dibentuk menggunakan mesin potong, mesin milling dan mesin surface grinding menjadi menjadi balok bertingkat sebanyak 9 potong ,kemudian satu diantara material ekspiremen dilakukan pengujian kekerasan dan uji struktur mikro sebelum dilakukan proses perlakuan panas yang tujuannya untuk memperoleh data kekerasan dan fasa struktur mikro awal.

Material ekspirenen yang lain diproses perlakuan panas (*Hardening* dan *Tempering*) dimana variabel yang ditetapkan dalam eksperimen sebagai berikut :

- Temperatur Austenisasi 820° C dengan holding time 40 menit
- Media pendingin utama adalah, air + *drumus oil* (perbandingan : 5 liter air per 1 liter *drumus oil* , 10 liter air per 1 liter *drumus oil*, 20 liter air per 1 liter *drumus oil* , 30 liter air per 1 liter *drumus oil* dan air tanpa *drumus oil* ),
- Tempering dilakukan pada temperatur 400° C dengan holding time 60 menit.

oil , 30 liter air per 1 liter *drumus oil* dan air tanpa *drumus oil* ),

Hasil proses perlakuan panas diatas diuji kekerasan dan uji struktur mikro untuk memperoleh perkembangan akhir kekerasan dan fasa struktur mikro setelah di proses. Pada pengujian kekerasan menggunakan metode *Vickers*, masing masin material ekspirimen dilakukan sebanyak lima kali/ titik pengujian. Data hasil uji kekerasan diolah menggunakan teori ANAVA sedangkan data transformasi fasa struktur mikro dilakukan analisa komparatif serta mengambil kesimpulan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian kekasaran rata-rata material baja amutit sebelum diproses perlakuan panas (*raw materials*) dan baja setelah mengalami proses *Quencing* dan *Tempering* ditabelkan pada tabel 1.

Tabel.1 Data Kekerasan Baja AmutitSetelah di *Quencing* dan *Tempering*.

No. Titik Pengujian	Media Pendingin dan Kekerasan, HV				HV Raw material
	Dromus (1/5)	Dromus (1/10)	Dromus (1/20)	Dromus (1/30)	
	a	b	c	d	
1	569	585	586	593	278
2	585	586	586	593	238
3	567	587	572	589	232
4	577	589	570	586	234
5	560	586	570	590	232
Jumlah	2858	2933	2884	2951	1214
Rata-rata	572	587	577	590	243

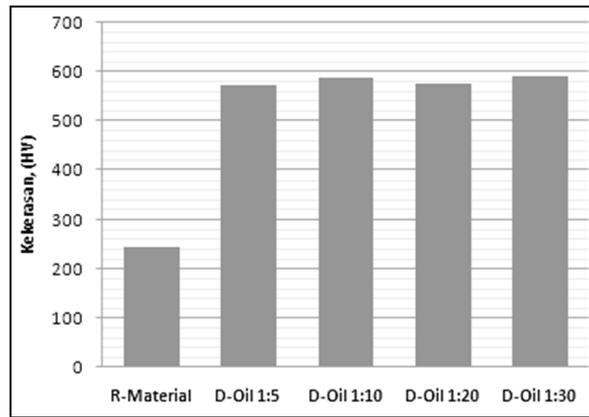
Sumber: data diolah

Dari data hasil pengujian kekerasan pada tabel 1 menunjukkan bahwa bila baja amutit setelah dilakukan *hardening and tempering*, kekerasannya meningkat cukup signifikan dari rata-rata 243 HV menjadi  $\pm$  590 HV.

Perbandingan kekerasan baja amutit hasil pengujian kekerasan tabel 1 dapat dibandingkan antara material sebelum dikeraskan maupun setelah dikeraskan dengan berbagai media pendingin melalui grafik pada gambar 1.

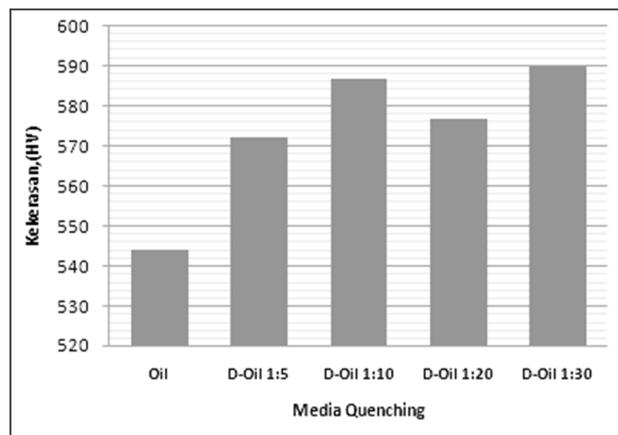
Grafik pada gambar 1 menampilkan bahwa bila baja amutit dilakukan proses

*hardening* dan *tempering* dengan emulsi air dan minyak dromus, kekerasannya dapat meningkat cukup signifikan yaitu dari rata-rata 243 HV hingga kekerasan tertinggi 590 HV yang diperoleh menggunakan media pendingin dromus rasio 1:30. Dengan demikian emulsi dromus dengan air mempunyai pengaruh yang baik untuk meningkatkan kekerasan baja amutit, dimana kekerasan yang dihasilkan melampaui kekerasan yang hasilkan dengan pendingin oli.



Gambar 1. Peningkatan Kekerasan Baja Amutit

Data dari literatur katalog P.T Bohlindo Baja, material amutit yang di *quenching* dengan oli pada temperatur 820°C dan ditempering pada temperatur 400°C kekerasannya hanya 52HRC (544HV), bila dibandingkan keempat perlakuan menggunakan media pendingin emulsidromus, kekerasan yang dicapai tidak begitu jauh perbedaannya. Gambar 2 menampilkan grafik peningkatan kekerasan yang diperoleh dengan media *quenching* beerbeda.



Gambar 2. Perbandingan Kekerasan Baja Amutit hasil quenching dan tempering

### 3.1 Analisa Varians Setelah Baja di Tempering

Untuk memudahkan menganalisa data hasil pengujian kekerasan pada tabel 1 menggunakan teori Analisa Varians, data disederhanakan dan ditabelkan pada tabel 2.

Tabel 2 Data Kekerasan Baja Amutit Dikeraskan dan Tempering disederhanakan

Nomor. Pengujian	Perlakuan							
	a	a <sup>2</sup>	b	b <sup>2</sup>	c	c <sup>2</sup>	d	d <sup>2</sup>
1	69	4761	85	7225	86	7396	93	8649
2	85	7225	86	7396	86	7396	93	8649
3	67	4489	87	7569	72	5184	89	7921
4	77	5929	89	7921	70	4900	86	7396
5	60	3600	86	7396	70	4900	90	8100
Jumlah	358	26004	433	37507	384	29776	451	40715
Banyak Pengamatan	5		5		5		5	
Rata-rata	71,6	5201	86,6	7501	76,8	5955	90,2	8143

Sumber: data diolah

Dari data tabel 2 diperoleh:

$$R_y = (358 + 433 + 384 + 451)^2/20 = 132193,8$$

$$P_y = (358^2 + 433^2 + 384^2 + 451^2)/5 - 132193,8 = 1108,2$$

$$\sum y^2 = 26004 + 37507 + 29776 + 40715 = 134002$$

$$E_y = \sum y^2 - R_y - P_y = 134002 - 132193,8 - 1108,2 = 700$$

Dengan  $k = 5$ ,  $\sum n_j = 20$  dan  $(n_j - 1) = 16$  maka daftar analisis varian atau ANAVA ditabelkan pada tabel 3.

Tabel 3 Daftar ANAVA untuk perlakuan Pengerasan dan Tempering

Sumber variasi	dk	JK	RJK	F
Rata-rata	1	$R_y = 132193,8$	$R = R_y = 132193,8$	8,44
Antar perlakuan	3	$P_y = 1108,2$	$P = P_y/(k-1) = 369,4$	
Dalam perlakuan	16	$E_y = 700$	$E = E_y/\sum(n_i-1) = 43,75$	

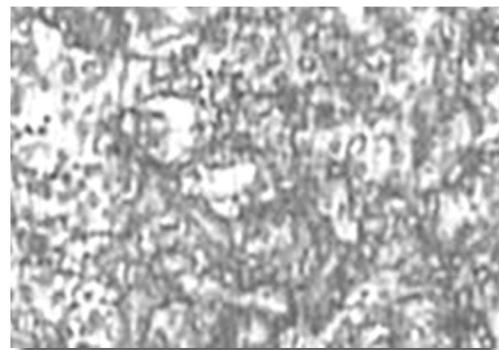
Dari tabel 3 didapat harga  $F = \frac{369,4}{43,75} = 8,44$

Dengan  $dk = (3,16)$  dan mengambil taraf nyata/ peluang 95% maka  $\alpha = 0,05$ , maka dari daftar D lampiran 6 dengan  $v_1 = 3$  dan  $v_2 = 16$  didapat  $F_{0,95} = 3,24$ . Jadi karena  $F$  dari hasil perhitungan (8,44) lebih besar dari  $F_{0,95} = 3,24$ , maka hipotesis  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$  ditolak. Dengan demikian disimpulkan, bahwa dengan menggunakan media pendingin yang berbeda tersebut tidak mempunyai pengaruh yang nyata terhadap peningkatan kekerasan walaupun telah dilakukan proses tempering. Artinya dari keempat media pendingin tersebut mempunyai tingkat efektif yang sama sekalipun dapat meningkatkan kekerasannya.

### 3.2 Transformasi fasa Struktur Mikro Baja Amutit.

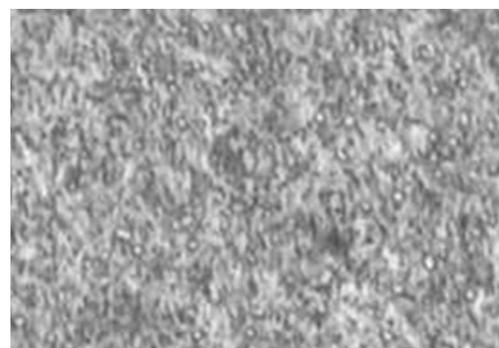
Tampilan gambar fasa struktur mikro baja amutit diambil dengan bantuan alat mikroskop optik Olympus GX41, yang terlebih dahulu di proses sesuai dengan prosedur penyiapan sampel uji struktur mikro logam.

Data hasil pengamatan dari material sebelum dan sesudah melalui proses quenching dan tempering adalah sebagai berikut;



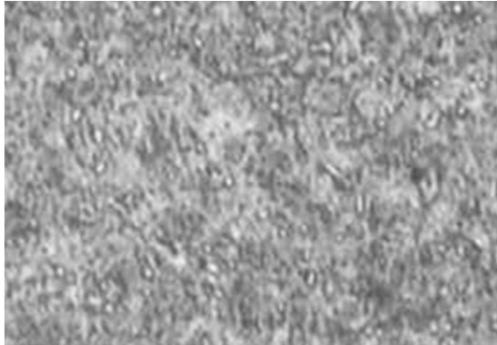
Gambar 1 Struktur Mikro Baja Amutit Sebelum Dikeraskan: Pearlite lamelar (hitam) dan sebagian Sementite (putih). Etsa 3% nital, 500X

Struktur mikro yang ditampilkan pada gambar 1 merupakan struktur mikro awal dari baja amutit yang mempunyai struktur pearlit lamelar yang terdistribusi merata dan sebagian sementit, struktur ini menyebabkan material lebih ulet tetapi kekerasan dan kekuatannya tidak begitu besar. Hasil pengujian baja amutit sebelum dikeraskan mempunyai kekerasan  $\pm 243$  HV .



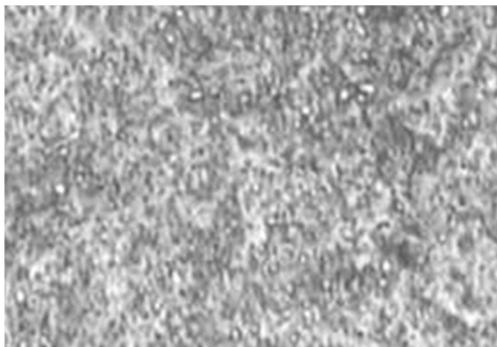
Gambar 2 Struktur Mikro Baja Amutit Diquenching Dengan Dromus 1:5 Tempering Suhu 400° C Etsa 3% nital, 500X.

Struktur mikro pearlite lamelar dan sementite bertransformasi menjadi martensit dengan sedikit partikel karbida. Struktur martensit dan karbida ini menyebabkan bahan menjadi lebih keras dan kuat, tetapi disisi lain menjadikan bahan rapuh. Kekerasan  $\pm 572$  HV.



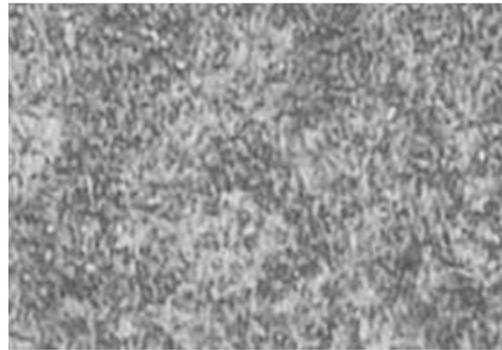
Gambar 3 Struktur Mikro Baja Amutit Diquenching Dengan Dromus 1:10 Tempering Suhu  $400^{\circ}$  C. Etsa 3% nital, 500X.

Pada gambar 3 Struktur mikro yang terbentuk berupa martensit sedikit halus dan partikel karbida spheroidal sedikit meningkat. Kekerasan  $\pm 457$  HV.



Gambar 4 Struktur Mikro Baja Amutit Diquenching Dengan Dromus 1:20 Tempering Suhu  $400^{\circ}$  C. Etsa 3% nital, 500X.

Pada gambar 4 Struktur mikro baja amutit dikeraskan dengan drumus 1:20 karbida semakin meningkat diantara martensit, karbida ini cenderung akan meningkatkan sifat material menjadi lebih rapuh. Kekerasan  $\pm 577$  HV.



Gambar 5 Struktur Mikro Baja Amutit Diquenching Dengan Dromus 1:30 Tempering Suhu  $400^{\circ}$  C. Etsa 3% nital, 500X.

Gambar 5, Struktur mikro baja amutit yang dikeraskan dengan drumus 1:30 kekerasannya  $\pm 590$  HV. Struktur martensit semakin halus dan karbida semakin meningkat yang artinya material akan bertambah rapuh.

#### 4. KESIMPULAN

Penggunaan media *quenching* emulsi minyak dromus dengan air mempunyai pengaruh terhadap peningkatan kekerasan baja amutit, namun penambahan volume air kedalam minyak dromus cenderung tidak memberikan pengaruh yang signifikan yaitu pada rentan 572 hingga 590 HV.

Hasil *quenching* dengan emulsi minyak *dromus* dengan air, bila dibandingkan dengan medium *quenching* berupa oli kekerasannya melebihi hasil *quenching* dengan medium oli tetapi sedikit lebih rendah dari hasil *quenching* dengan air.

Hasil yang diperoleh melalui *quenching* dengan emulsi dromus dan air, setelah mengalami proses pengerasan dilanjutkan tempering nilai kekerasan tertinggi 590 HV, diperoleh pada penggunaan campuran *dromus oil* dengan air rasio 1:30.

Efek yang tidak menguntungkan dari ketiga medium pendingin dengan perbedaan rasio tersebut masing-masing memberikan efek retak dan distorsi terutama bila diterapkan pada material dengan geometri yang memberi peluang untuk terkonsentrasinya tegangan selama pendinginan. Dengan demikian bila ingin menggunakan media *quenching* ini, geometri material perlu dipertimbangkan supaya bentuknya simetris.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Daniel A.Brandt, Metallurgy Fundamentals. The Goodheart-Willcox Company,Inc. Publisher, 1992.
2. ....Bohler K460, Kaltlar beits stahl cold working tool steel, internet.
3. Alok Nayar, 2004, The Metals Data Book, Second reprint, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
4. John R.Newby, ASM Handbook, Volume 8 Mechanical Testing, ASM international, Printed in the United States of America,1992.
5. Team, TIRA AUSTENIT, Materi Pelatihan Perlakuan Panas PEDC Bandung,1997.
6. Cherly R Brooks, Principles of the Heat Treatment of Plain Carbon and Low Alloy Steels, First printing ASM International,1996.
7. Totten,GE, BatesCE,Clinton,NA, Hand Book of Quenchant and Quenching Technology, ASM International ,USA, 1993,
8. Suherman,W, Prinsip-prinsip Perlakuan Panas, ITS, Surabaya,1997.
9. Sudjana,Prof., Desain dan Analisis Eksperimen, edisi III, Tarsito Bandung,1994
- 10.....  
*yberships.wordpress.com/.../proses-perlakuan-panas-internet*

Pemrograman Mesin CNC di UGM 1992 dan CAD-CAM di Austria 1992. Bekerja sebagai Manager D&D (Design and Development) merangkap Manager Quality Control di CV Primatama yang memproduksi Alat-alat Kesehatan mulai April 2004 sampai Maret 2009.

**Moch. Yunus** lahir di Semarang Jawa Tengah tanggal 16 Juni 1957. Menamatkan pendidikan S1 di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang tahun 1994 dan S2 di Jurusan Teknik Mesin Manufaktur Universitas Pancasila Juli 2010. Bertugas sebagai Dosen Jurusan Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya mulai tahun 1985 sampai sekarang.

**RIWAYAT PENULIS**

**Karmin**, lahir di Muara Telang Muara Enim tanggal 12 Juli 1959. Menyelesaikan pendidikan S1 di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang tahun 1994, S2 di Universitas Pancasila Jakarta pada tahun 2010 Jurusan Teknik Mesin Manufaktur. Bekerja sebagai Staf Pengajar di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya dari tahun 1985 sampai dengan sekarang.

**Muchtar Ginting** lahir di Batukarang-Karo-Sumut tanggal 20 Mei 1955. Menamatkan pendidikan S1 di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan Teknik IKIP Malang Januari 1980. dan S2 di Jurusan Teknik Mesin Manufaktur Universitas Pancasila Juli 2010. Bertugas sebagai Dosen Jurusan Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya mulai tahun 1982 sampai sekarang. Pelatihan yang pernah diikuti antara lain: Teknik Pengecoran di MIDC Bandung 1981, Teknik Produksi di PMS Bandung 1981, Micro Teaching di PEDC Bandung 1981-1982, Teknik Pengoperasian &