

# KEKERASAN HOT ROLLED PLATE STEEL LOKALTEBAL 10 MM DENGAN PROSES *QUENCH* DAN *TEMPER*

Achmad Taufik<sup>\*ab</sup>, Pratikto<sup>a</sup>, Agus Suprpto<sup>a</sup>, Ahmad As'ad Sonief<sup>a</sup>

a)Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang  
Jl. MT.Haryono 168, Malang 65145

b)Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang

\*Koresponden

E-mail : [ach\\_taufik@lecturer.itn.ac.id](mailto:ach_taufik@lecturer.itn.ac.id)

Hp.085732201426

## Abstrak

Kekerasan merupakan fenomena yang diamati pada baja HRPS. Penelitian ini, dilakukan dengan cara perlakuan panas quench dan temper, dengan menganalisis kekerasan dari suatu material, menggunakan uji kekerasan Hardness tester. Kekerasan diidentifikasi dari sifat perubahan yang ditunjukkan oleh data hasil uji kekerasan. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa, terjadi kekerasan yang semakin meningkat pengaruh dari tingkat pemanasan. Proses perlakuan panas quench-temper pada baja HRPS memiliki pengaruh yang jelas terhadap perubahan struktur dan sifat mekanik baja HRPS.

**Kata kunci** : Kekerasan, perlakuan panas

## 1. PENDAHULUAN

Baja diterima secara global sebagai bahan yang digunakan terutama untuk pembangunan kendaraan militer dan non-militer. Hal ini disebabkan oleh fitur yang terkait dengan baja, seperti sifat penyerapan energi tinggi, kekuatan tinggi, ketangguhan takik yang lebih besar dan kekerasan yang tinggi.[Widi et al, 2016]. Pemilihan bahan armour yang sesuai untuk aplikasi pertahanan sangat penting sehubungan dengan peningkatan mobilitas sistem serta menjaga keselamatan.

*Armour steel* adalah baja pelindung yang digunakan untuk mencegah kerusakan yang ditimbulkan suatu benda, individu, atau kendaraan dengan kontak langsung senjata atau proyektil, biasanya selama pertempuran, atau dari kerusakan yang disebabkan oleh lingkungan yang berpotensi bahaya atau tindakan diluar kontrol [https://en.wikipedia.org/wiki/Armour]. Dengan kata lain bahwa baja *armour* adalah baja yang bisa

melindungi obyek (orang atau yang lain) terhadap serangan proyektil (peluru), karena itu baja ini banyak digunakan dalam keperluan militer (seperti kendaraan tempur dan lain-lain). Agar bisa menahan *impact* proyektil, maka baja armor harus mempunyai ketangguhan (yang merupakan kombinasi antara kekuatan, keliatan dan kekerasan) yang baik. Salah satu baja yang mempunyai ketangguhan yang baik adalah *Quenched and Tempered Steel* atau *Q&T Steel*, baja ini diperoleh dengan memperlakukan panas *quenching* dan *tempering* pada *heat treatable steel*. Adapun kebaruan dari penelitian ini adalah kekerasan yang disebabkan oleh perubahan butiran melalui temperatur austenite terdekat dengan garis transformasi  $Ar_3$ . Permasalahan yang muncul dalam penelitian ini adalah bagaimana cara meningkatkan kekerasan dan ketangguhan impact *hot roll plate steel* mencapai  $\geq 500$  BHN ?

**2. METODE PENELITIAN**

Kinerja balistik *armor steel* didasarkan pada kekerasan, kekerasan semakin tinggi maka kinerja balistik semakin baik. Pertimbangan utama penggunaan baja dalam militer ini adalah ketahanan terhadap penetrasi, dan ringan [Reddy, G.M. and Mohandas, T., 1996]. Sementara sifat optimum *armor steel* ditentukan oleh ketangguhan dan kekuatan luluh. *Armor steel* jenis *quenched and tempered Steels* banyak digunakan pada *highly stressed structures* seperti lambung kapal dan *turret* kendaraan tempur [Reddy, G.M., et al., 1999]. *Quenched steel* memiliki batas kekuatan dan kekerasan tertinggi namun keuletannya rendah. Distorsi terjadi selama pembentukan *platelets martensite* yang mengarah ke peningkatan kekuatan dan kekerasan [Lee, W-S. and Su, T-T., 1999]. Untuk mempertahankan kekuatan *quenched martensite* (yang keras), secara industri dilakukan *tempering* pada temperatur antara 150 °C - 200 °C [Krauss, G., 1999]. Metode Penelitian ini dengan menggunakan variasi suhu quench-temper. Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat mekanik baja karbon sedang antara lain : material, temperatur pemanasan, waktu penahanan, media pendingin [Widi et al, 2016]. Variabel respon : kekerasan baja karbon sedang. Variabel bebas/faktor terkendali : material baja HRPS, Suhu quench 700, 750, 800, 850, 900 °C, holding time 30 menit

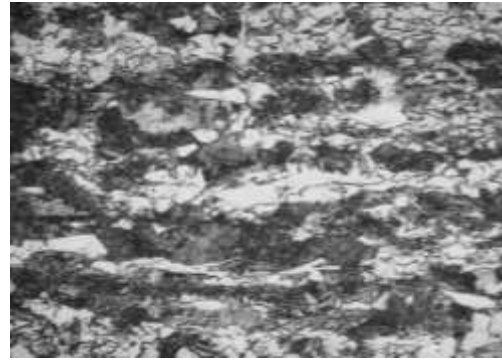
**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

3.1 Bahan Penelitian : Hot Rolled Plate Steel

**Komposisi Kimia Hot Rolled Plate Steel**

Tabel 1. Komposisi Kimia (mass percent)

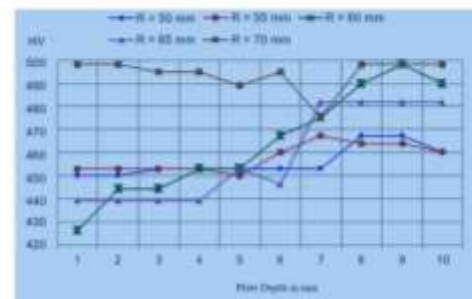
Al	C	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	P	S
0.0078	0.2994	0.1503	0.0073	96.7623	1.4121	0.1936	0.2787	0.0142	0.0082
S	Si	Sn	Ti	V	W				
0.0061	0.3298	0.0034	0.0044	0.0147	0.0095				



Gambar 1. Foto mikro 100 µm

Tabel 2. Hasil uji kekerasan vs bending

Distance (mm)	Tempered Hot Rolled Plate Steel (QT-HRP Steel)				
	50 mm	55 mm	60 mm	65 mm	70 mm
1	450	451	426	439	498
2	438	453	444	439	498
3	453	473	444	439	497
4	455	453	453	439	495
5	453	430	453	453	489
6	453	460	467	446	485
7	453	467	475	482	475
8	467	464	490	482	496
9	467	464	498	482	496
10	488	460	490	482	488



Gambar 2. Grafik kekerasan vs bending

Menunjukkan perbedaan nilai kekerasan pada masing-masing daerah tekukan. Pengujian kekerasan sebelum mendapat perlakuan quench-temper sebesar 315 HV kedalaman 3 mm pada sampel bending radius 55 mm, dan yang terendah pada sampel bending radius 70 mm dengan kekerasan 251 HV di kedalaman yang sama yaitu 3 mm dari permukaan lengkung.

**4 KESIMPULAN DAN SARAN.**

Proses penekukan baja armor akan menghasilkan deformasi plastis pada saat bending dihilangkan, akan terjadi perubahan bentuk dan penyimpangan terhadap permukaan *die* yang

digunakan untuk penekan. Hal ini disebabkan karena plat memiliki sifat elastis sehingga sebagian deformasi akan sedikit kembali pada posisi tertentu. Proses perlakuan panas selalu diawali dengan transformasi dekomposisi austenit menjadi mikro yang lain. Pemilihan media quench untuk mengeraskan baja armour tergantung pada laju pendinginan yang diinginkan agar tercapai kekerasan tertentu, yaitu perilaku material setelah proses quench dan temper mengalami perubahan kekerasan yang signifikan pada radius bending 70 mm mencapai 498 HV pada kedalaman 8 mm, 9 mm dan 10 mm.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis dengan penuh syukur menghargai dukungan finansial dari penguatan Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Universitas nomor: SP DIPA 042.06.1.401516/2017, tertanggal 07 Desember 2016, dan rasa terima kasih saya kepada Institut Teknologi Nasional Malang yang telah memberikan kesempatan untuk program studi doktoral, ITN Number. 05.071.15 / ILPPM / 2017. serta panduan dari promotor dan ko-promotor dan diskusi saya dengan Prof. Ir. Rochim Suratman, MEng., PhD (PT Pindad & ITB) dan Ir. Amung Sumantri, MM, Maneger dan Pengembangan Produk PT Krakatau Steel Persero.

### DAFTAR PUSTAKA

Aloke Kumar Mozumder, Peter Lloyd Woodfield, Md. Ashraful Islam, Masanori Monde, 2007, Maximum heat flux propagation velocity during quenching by water jet impingement, *International Journal of Heat and Mass Transfer* (50): 1559–1568.

Bhadesia, H.K.D.H. & Honeycombe, Robert, 2006, *Steels (Microstructure and Properties)*, 3<sup>rd</sup> edition, Elsevier, Ltd. Oxford.

C. Akca, A. Karaaslan, 2008, Weldability of class 2 armor steel using gas tungsten arc welding, *International Scientific Journal*, Vol 34 (2): 110-112

Datta, R; Mukerjee, D; Mishra, S, 1998, Weldability and toughness evaluation of pressure vessel quality steel using the shielded metals arc welding (SMAW), *Journal of Materials Engineering and Performance*, Vol. 7 (6): 817 - 823

Datta, R. Mukerjee, D. Jha, S. Narasimhan, K; Veeraraghavan, R., 2002, Weld-ability Characteristics of Shielded Metal Arc Welded High Strength Quenched and Tempered Plates, *Journal of Materials Engineering and Performance*, Vol. 11 (1): 5 – 10.

G. Madhusudhan Reddy, T. Mohandas, G.R.N. Tagore, 1995, Weldability studies of high-strength low-alloy steel using austenitic fillers, *Journal of Materials Processing Technology* 49, 213 – 228

GAO You-jin, 2008, Development of 30 Cr 06A, a high strength cast steel and its welding ability, *J China Univ Mining & Technol* 18, 0296 – 0299

Janez, Grum, Slavko Bozic, Martin Zupancic, 2001, Influence of quenching pro-cess parameter on residual stresses in steel, *Jurnal of Materials Processing Technology*, (114): 57-70.

Kalpakjian, Serope, 2000, *Manufacturing Engineering and Technology*, 4<sup>th</sup> Edition, Addison Wesley Longman (Singapore) Pte. Ltd. Indian Branch

Kannan, K; Valencia, J J., 2001, Evaluation of High-Strength Steel Casting Pro-cessing Improved Weldability, *Journal of Materials Engineering and Performance*, Vol. 10 (6): 635 – 648.

S.K. Dhua, S.K. Sen, 2011, Effect of direct quenching on the microstructure and mechanical properties of the lean-chemistry HSLA-100 steel plates, *Materials Science and Engineering A* (528): 6356– 6365

Somantri, Amung, 2009, Perancangan Baja KSTA, PT. Krakatau Steel – Cilegon – Banten – Indonesia

Lyche, T., and Morken, K., 2004. *Spline Methods*, Draft, Retrieved from <http://www.ub.uio.n/umn/english/index.html>, on 23th Feb 2005.

Gagne, R. M. 1974. *Essentials of Learning and Instruction*. New York : Holt Rinehalt and Winston.

Popkewitz, T.S. 1994. “Profesionalization in teaching and teacher education : some notes on its history, ideology, and potential”. *Journal of Teaching and Teacher Education*, 10 (10) 1-14

K. A. Widi, ING Wardana, W. Suprpto, Y. S. Irawan, The Role of Diffusion Media in Nitriding Process on Surface Layers Characteristics of AISI 4140 with and without Hard Chrome Coatings, Tribology

in Industry, Vol. 38, No. 3 (2016) 308-317, 2016

- K. A. Widi, ING Wardana, W. Suprpto, Y. S. Irawan, Effect of N and C on Surface Formation of Jagged - Nodular and Nitride-Carbide Structure on Hard Chrome Steel during Thermochemical Treatment, Int. J. Materials Engineering Innovation (IJMATEI), Vol. 7, Nos. 3/4, 2016.