

MENINGKATKAN KETANGGUHAN C-Mn STEEL BUATAN DALAM NEGERI**Padang Yanuar^{1*}, Iman Mujiarto¹, Yoeli Janto²**¹Jurusan Teknik, Sekolah Tinggi Maritim dan Transpor "AMNI"²Jurusan Nautika, Sekolah Tinggi Maritim dan Transpor "AMNI"

Jl. Soekarno-Hatta No. 180, Semarang 50199.

*Email: padang_yanuar@yahoo.co.id

Abstrak

Perlakuan panas adalah proses memanaskan dan mendinginkan logam untuk mendapatkan sifat khas yang diinginkan, salah satunya adalah sifat ketangguhan. Ketangguhan adalah kombinasi antara kekuatan dan kekerasan, salah satu hasil baja perlakuan panas adalah baja tangguh yang digunakan pada alat berat, komponen kendaraan tempur dan lain-lain. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan ketangguhan dan mengevaluasi perubahan karakterisasi C-Mn Steel buatan dalam negeri. Metode penelitian adalah melakukan austenitisasi C-Mn buatan dalam negeri pada temperatur tertentu dengan holding time dilanjutkan proses quenching di media air, tempering pada temperatur tertentu dan holding, kemudian diakhiri dengan pendinginan udara atmosfer. Setelah kedua perlakuan panas ini dihasilkan ketangguhan yang meningkat. Observasi yang dilakukan adalah metalografi, kekerasan dan uji takik (impact testes) untuk melihat berturut-turut struktur mikro, angka kekerasan dan energi yang diserap. Observasi dilakukan terhadap benda kerja kondisi normal dan setelah proses perlakuan panas. Hasil penelitian memperlihatkan peningkatan nilai kekerasan 220 BHN dan nilai ketangguhan sebesar 1 Joule setelah dilakukan proses quenched and tempered steel.

Kata kunci: C-Mn Steel, hardness, quenching, tempering, toughness

1. PENDAHULUAN

Industri baja merupakan salah satu prioritas yang tengah dikembangkan oleh Kementerian Perindustrian mengingat kebutuhan baja yang semakin meningkat seiring tumbuhnya perekonomian, industri baja Nasional telah mampu menghasilkan baja lembaran untuk peralatan rumah tangga, perkapalan, automotive, dan baja lembaran kekuatan tinggi (PT. Krakatau Steel). Baja karbon dengan kandungan Mangan antara 1,2% - 1,8% disebut sebagai baja C-Mn yang telah mampu diproduksi oleh industri Nasional. Komposisi kimia baja dan proses perlakuan panas dapat digunakan untuk memodifikasi baja karena akan mempengaruhi sifat mekanik dan kemampuan balistik dari baja (Maweja dan Stump, 2008). Baja C-Mn dalam Negeri diharapkan mampu mencapai nilai ketangguhan yang tinggi dengan proses perlakuan panas lanjut sebagai pengembangan baja tahan peluru. Perlakuan panas adalah proses pemanasan dan pendinginan logam padat untuk mendapatkan sifat yang diinginkan. Biasanya, perlakuan panas baja dapat diklasifikasikan menjadi normalizing, quenching, tempering dan Annealing. Quenching digunakan untuk meningkatkan kekerasan permukaan dengan transformasi tahap martensit. Proses quenching dapat dikelompokkan menjadi pendinginan cair dan pendinginan gas, kapasitas pendinginan akan bergantung dengan penggunaan media quench (Hou dkk., 2012).

Dalam pengembangan baja C-Mn terdapat beberapa kajian penelitian yang diperlukan, Salah satunya adalah kajian perubahan karakterisasi baja C-Mn dengan metode perlakuan panas dalam hal ini quench dan temper. Quenching dan tempering adalah proses Untuk menghasilkan penguatan pada baja, sementara pada saat bersamaan mempertahankan atau bahkan meningkatkan ketangguhannya. Dari semua Struktur yang dihasilkan perlakuan panas adalah struktur martensite dengan tingkat kekuatan tertinggi dalam baja namun karena besar Tekanan internal yang terkait dengan transformasi martensite, Fasa martensite jarang digunakan dalam kondisi untempered. Tempering meningkatkan keuletan dan ketangguhan yang Sangat penting untuk meningkatkan penyerapan energi. Struktur martensite dengan bentuk lath juga memberikan kekuatan dinamis terbaik baja (Jena dkk., 2010). (Karagoz dkk., 2008) melakukan penelitian untuk menguji sifat mekanik dari baja tahan peluru dengan melakukan quenching dan tempering dengan pemanasan terlebih dahulu pada temperatur 1000°C, peningkatan temperatur tempering meningkatkan nilai ketangguhan impak namun menurunkan nilai kekerasannya. Penelitian yang dilakukan oleh (Demir

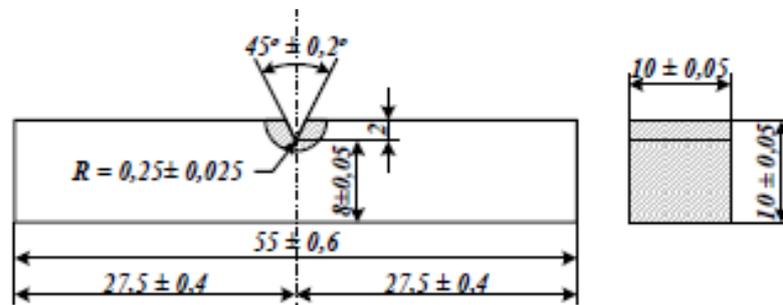
dkk., 2008) pada baja tahan peluru dengan melakukan heat treatment untuk mengetahui pengaruh nilai kekerasan dengan hubungannya terhadap ketahanan ballistik, nilai kekerasan mengalami penurunan dengan kenaikan temperatur tempering dan kenaikan kekerasan meningkatkan kinerja ketahanan terhadap ballistik. Hal – hal penting yang mempengaruhi kenaikan nilai kekerasan pada proses quenching diungkapkan oleh (Grum dkk., 2001) yaitu pengaruh dari baja itu sendiri dimana didalamnya bergantung: komposisi kimia baja, kapasitas panas baja, konduktifitas panas baja, koefisien perpindahan panas baja, temperatur austenisasi, waktu pemanasan, waktu pencelupan, bentuk bahan, dan massa bahan.

Dari kajian beberapa penelitian didapatkan bahwa perlakuan panas akan meningkatkan sifat mekanik dari baja, oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan kajian perlakuan panas pada baja C-Mn dengan variasi temperatur pemanasan (austenisasi) untuk mengamati perubahan karakterisasi baja C-Mn berkaitan dengan ketangguhannya. Tujuan dari penelitian ini untuk meningkatkan ketangguhan baja C-Mn buatan dalam negeri.

2. METODE PENELITIAN

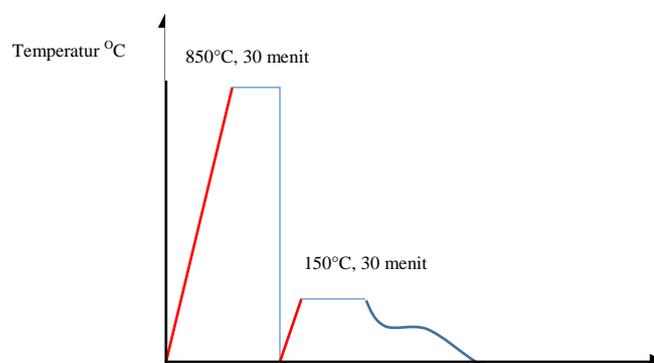
Baja yang digunakan adalah baja C-Mn produk dalam Negeri memiliki ketebalan 10 mm Tahapan pelaksanaan berikutnya:

1. Pengambilan data nilai kekerasan, impak, dan struktur mikro bahan sebelum dilakukan perlakuan panas dimana data ini nanti akan digunakan sebagai pembandingan baja yang sudah mengalami proses perlakuan panas.
2. Bahan dilakukan proses permesinan untuk mendapatkan spesimen uji impak metode charpy dengan ukuran panjang 55 mm lebar 10 mm tebal 10 mm tepat di bagian tengah dari panjang dibentuk V notch dengan sudut 45° dengan kedalaman 2 mm dan jari – jari dasar 0,25 mm, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bahan uji impak (ASTM E 23)

3. Perlakuan panas dilanjutkan dengan quench dan temper, diagram skematik perlakuan panas ditunjukkan pada Gambar 2.
4. Pembuatan benda uji struktur mikro dengan ukuran 5 mm x 5 mm, dilanjutkan mounting, pengamplasan kasar, polishing, etsa, pemotretan.



Gambar 2. Diagram skematik perlakuan panas

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil uji komposisi kimia

Komposisi kimia pada baja C-Mn yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia

Unsur	C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	Ni
%Berat	0,293	1,41	0,329	0,01	0,003	0,55	0,193	0,278

Dilihat dari unsur-unsur kimia yang terdapat pada baja dapat digolongkan kedalam baja paduan rendah dimana unsur-unsur penambah yang lain digunakan untuk mendapatkan sifat mekanik yang diperlukan. Kandungan karbon dapat mempengaruhi mampu keras sebuah baja namun presentase yang terlalu tinggi akan menyebabkan penurunan ketangguhan baja sehingga baja akan sukar dilakukan permesinan.

3.2 Hasil uji kekerasan

Pada tabel 2 disajikan nilai kekerasan hasil pengujian.

Tabel 2. Nilai kekerasan

Nilai kekerasan Jarak dari tepi	BM (BHN)	C-Mn _Q (BHN)	C-Mn _{Q-t} (BHN)
BHN _{1mm}	286	497	485
BHN _{3mm}	275	502	493
BHN _{5mm}	267	489	469
BHN _{7mm}	275	485	472
BHN _{9mm}	273	502	487
BHN_r	275	495	481

BM = Base metal

C-Mn_Q = baja hasil quenching

C-Mn_{Q-t} = baja hasil quenching dan tempering

Dari data yang ditampilkan pada tabel 2 didapatkan bahwa pada proses perlakuan panas dilanjutkan *quenching* kedalam media air nilai kekerasan mengalami kenaikan sekitar 80% dari keadaan awal 275 BHN menjadi 495 BHN namun nilai kekerasan turun dari 495 BHN menjadi 481 BHN akibat proses *tempering* pada baja.

3.3 Hasil uji dampak

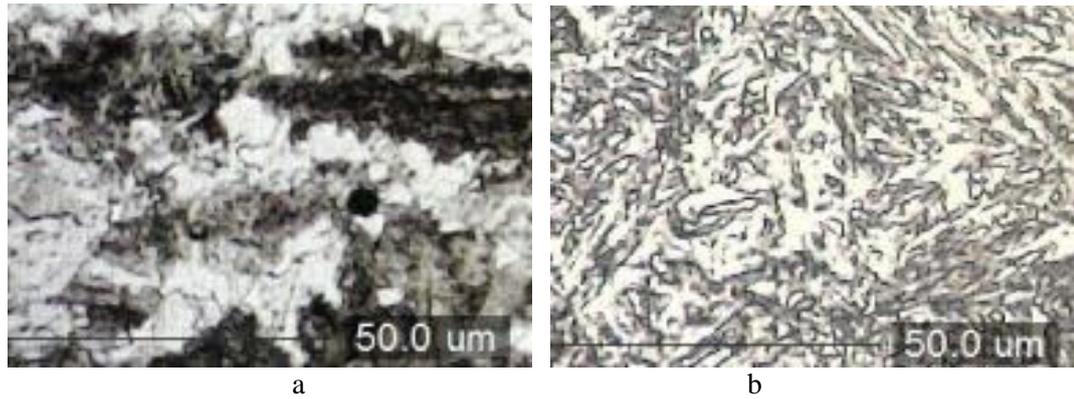
Hasil pengujian dampak disajikan pada tabel 3, nilai dampak baja C-Mn mengalami penurunan setelah proses *quenching* sebesar 38%, namun akibat *tempering* baja mengalami kenaikan nilai dampak.

Tabel 3. Nilai dampak

Spesimen uji	Energi yang diserap (joule)	Luas patahan (mm ²)	Nilai dampak (J/mm ²)
BM	68	8 x 9,55 = 78,8	0,86
C-Mn _Q	42	8 x 9,8 = 78,4	0,53
C-Mn _{Q-t}	43	7,9 x 9,64 = 76,15	0,56

3.4 Struktur mikro

Struktur mikro baja C-Mn sebelum dan sesudah perlakuan panas dapat dilihat pada gambar 3 dan 4.



Gambar 3. (a) Struktur mikro baja C-Mn tanpa perlakuan panas, (b) Struktur mikro baja C-Mn perlakuan panas dilanjutkan *quenching*

Pada gambar 3 a adalah struktur mikro baja C-Mn sebelum dilakukan proses perlakuan panas, terlihat struktur *ferrite* yang berwarna terang dimana struktur ini mendominasi dari struktur baja C-Mn sehingga baja ini memiliki sifat lunak dan ulet, untuk gambar 3 b struktur mikro baja C-Mn mengalami perubahan akibat proses *quenching* dimana didapatkan struktur mikro *martensite* yang mendominasi terlihat warna gelap dan berbentuk seperti serpihan tajam struktur inilah yang menyebabkan bahan menjadi keras. Sedangkan pada gambar 4 ditampilkan struktur mikro baja C-Mn hasil proses *quenching* dilanjutkan ke proses *tempering* didapatkan hasil struktur mikro *martensite* temper dan *ferrite* yang menyebabkan terjadinya penurunan nilai kekerasannya tetapi meningkatkan nilai keuletannya.



Gambar 4. Struktur mikro baja C-Mn hasil *quenching* dan *tempering*

4. KESIMPULAN

Dari proses perlakuan panas pada temperatur 850°C selama 30 menit dilanjutkan *quenching* pada media air dan kemudian dilanjutkan *tempering* pada temperatur 150°C selama 30 menit baja C-Mn dapat disimpulkan:

1. Baja C-Mn mengalami kenaikan nilai kekerasan dari proses perlakuan panas *quenching* dan *tempering*.
2. Nilai impak dari proses *quenching* mengalami penurunan dibanding logam dasar namun setelah dilakukan *tempering* nilai impak kembali mengalami kenaikan.
3. Struktur mikro yang terbentuk adalah *martensite* berbentuk bilah (*lath*) yang mendominasi yang mengakibatkan bahan menjadi keras dan struktur *ferrite* yang menyebabkan penurunan nilai kekerasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Demir, T., Ubeyli, M., Yıldırım, RO., (2008), Investigation on the Ballistic Impact Behavior of Various Alloys Against 7.62 mm Armor Piercing Projectile, *Materials and Design*, 29, pp. 2009–2016.
- Grum, J., Bozic, S., Zupancic, M., (2001), Influence of Quenching Process Parameters on Residual Stresses in Steel, *Journal of Materials Processing Technology*, 114, pp. 57-70.
- Hou, L., Cheng, H., Li, J., Li, Z., Shao, B., Hou, J., (2012), Study on the Cooling Capacity of Different Quenchant, *Procedia Engineering*, 31, pp. 515-519.
- Jena, PK., Mishra, B., Rameshbabu, M., Babu, A., Singh, AK., Kumar, KS., Bhat, TB., (2010), Effect of Heat Treatment on Mechanical and Ballistic Properties of a High Strength Armour Steel. *International Journal of Impact Engineering*, 37, pp. 242-249.
- Karagoz, S., Atapek, H., Yilwaz, A., (2008), Microstructural Characterization and Effect on Mechanical Properties of Boron Added Armor Steels, *Internasional Conference on Applied Mechanis and Mechanical Engineering*, MS-6, pp. 27.
- Krakatau Steel. Indonesia Bebas Impor Baja 2025. www.krakatausteel.com . diakses: 26 Mei 2017, jam 09.30.
- Maweja, K., Stumpf, W., (2008), The Design of Advanced Performance High Strength Low-Carbon Martensitic Armour Steels, Part 1. Mechanical property considerations, *Materials Science and Engineering* , 485, pp. 140–153.
- _____. 1982, ASTM E 23, Standard Test Method for Notch Bar Impact Testing of Metallic Materials, ASTM International.