

PENGARUH PERUBAHAN TEMPERATUR PADA PROSES *QUENCHING* PARTITIONING TERHADAP MIKROSTRUKTUR DAN KEKERASAN BAJA JIS SKD 11

Andreas Reky Kurnia Widhi

Teknik Mesin Industri, Akademi Teknik Mesin Industri (ATMI) Cikarang
Jl. Kampus Hijau No. 3, Jababeka Education Park, Cikarang Baru Bekasi 17520

Email : rekykw@gmail.com

Abstrak

Aplikasi dari baja perkakas JIS SKD 11 sebagai material cetakan memegang peranan strategis dalam dunia industri. Untuk memperoleh baja perkakas kualitas tinggi, salah satu caranya adalah dengan mengatur perlakuan panas. Pada penelitian ini, material baja perkakas diatur perlakuan panasnya dengan *Quenching Partitioning* (QP). Variabel yang digunakan adalah perubahan temperatur perlakuan panas, dengan menahan temperatur kuens pada suhu 100°C dan 150°C yaitu antara suhu Ms dan Mf. Dalam penelitian ini disimpulkan perlakuan QP memberikan pengaruh sifat mekanis dan mikrostruktur baja JIS SKD 11. Nilai kekerasan baja pada perlakuan QP pada penelitian ini sanggup meningkatkan kekerasan 5-7 HRC. Perubahan dimensi setelah perlakuan panas pada QP perubahan dimensi mengalami penambahan/mengembang 0.02 mm. Pada proses QP terbentuk fasa martensit dan austenit sisa.

Kata kunci : Baja perkakas, kekerasan, *quenching partitioning*

Abstract

Application of steel device of JIS SKD 11 as printed material has a strategic function in industry sector. To obtain a high-quality of steel devices was by adjusting the heat treatment. In this study, steel devices material was set by heat using Quenching Partitioning (QP). The variable that used by the shifting of temperature by holding the quench temperature at 100°C and 150°C between Ms and Mf temperature. In this study was concluded that the QP treatment influence the structure of JIS SKD 11 steel's mechanical and microstructure. The steel hardness value of treatment could increase the hardness till 5-7 HRC. The dimension changes after got the heat treatment on QP shifting experienced in 0.02mm addition or expand. The process of QP was formed martensit phase and retained austenit phase.

Key words: Tool steel, hardness, *quenching partitioning*

PENDAHULUAN

Penggunaan baja perkakas berkembang sangat pesat seiring dengan perkembangan di dunia industri ini terutama di bidang manufaktur dalam aplikasi *mold* dan *dies*. Baja JIS SKD 11 merupakan salah satu jenis baja perkakas *cold work steel* dengan *high carbon high chromium*. Baja perkakas ini banyak digunakan pada alat perkakas seperti cetakan dan alat potong. Agar mendapatkan sifat-sifat yang diinginkan baja JIS SKD 11, maka dapat dilakukan

dengan cara proses *hardening*. Pada penelitian terdahulu [1-8], unsur karbon masih berkisar antara 0,3-1% wt dan merupakan baja paduan rendah dan menengah. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti seberapa besar pengaruh perubahan temperatur pada proses *hardening* pada baja JIS SKD 11. Adapun beberapa tujuan khusus penelitian perubahan temperatur pada proses *hardening* ini adalah untuk mengetahui pengaruh perubahan parameter temperatur *quenching partitioning* terhadap perubahan mikrostruktur dan sifat mekanis dari baja JIS SKD 11.

METODE PENELITIAN

A. Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja JIS SKD 11 (1.46 C, 0.177 Si, 11 Cr, 0.829 Mo, 0.209 Ni, 0.01 P, 0.112 Cu) dengan dimensi spesimen 10 x 10 x 55 mm.

B. Parameter Penelitian

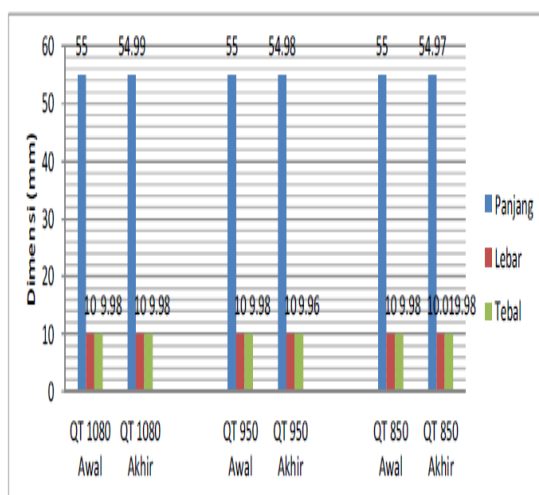
Proses perlakuan panas merupakan tahapan proses yang terpenting pada pengerjaan logam dengan tujuan untuk mendapatkan dan memperbaiki sifat-sifat mekanis seperti kekerasan, ketangguhan, dan sebagainya. Parameter proses perlakuan panas pada penelitian ini meliputi: perlakuan panas pada austenisasi 1080°C, waktu tahan 30 menit; perubahan temperatur austenisasi (950°C dan 850°C), waktu tahan 15 menit; temperatur *partitioning* (100°C, dan 150°C), waktu tahan 5 menit; temperatur *tempering* 500°C, waktu tahan 60 menit. Setelah perlakuan panas dilakukan pengujian sifat mekanik dan metalografi (pengujian struktur mikro dan SEM, pengujian kekerasan permukaan, dan pengujian keausan).

Pada penelitian ini dilakukan dua proses perlakuan panas yaitu *Quenching Tempering* (QT) dan *Quenching Partitioning* (QP).

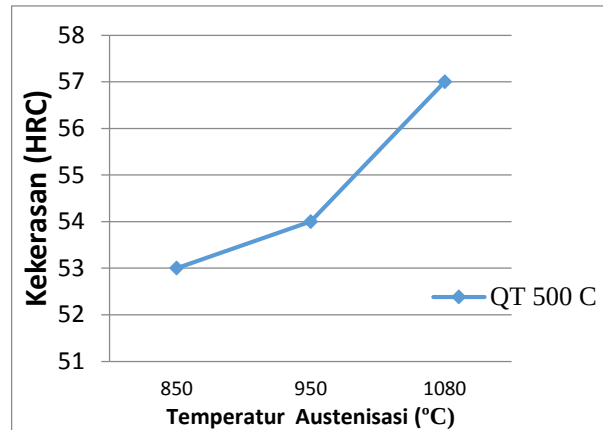
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang dilakukan didapatkan hasil penelitian seperti yang terangkum dalam grafik dan gambar dibawah ini.

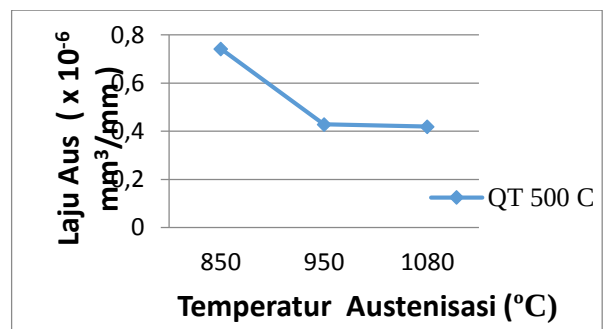
A. Quenching Tempering.



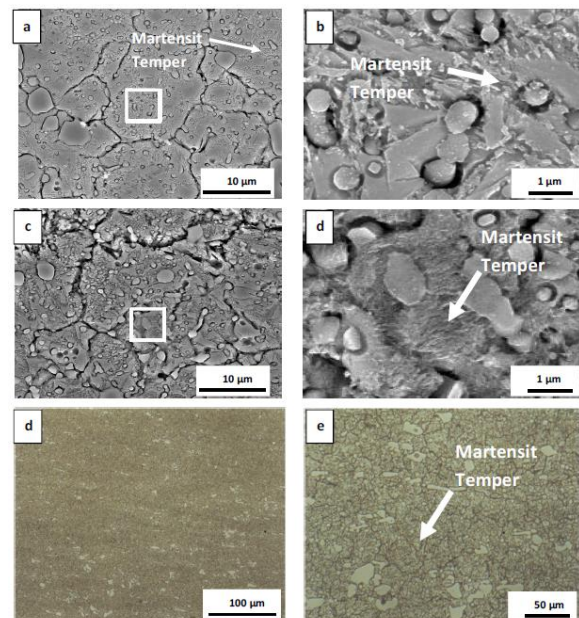
Gambar 1. Grafik perbandingan dimensi awal dan akhir proses QT



Gambar 2. Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan Proses QT

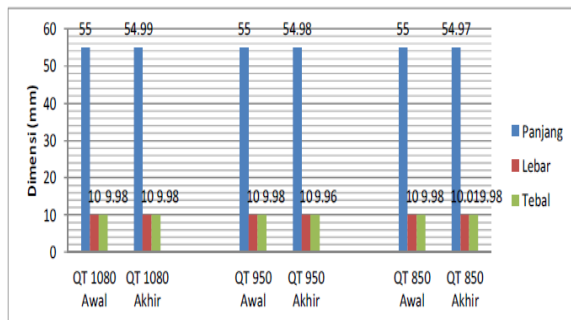


Gambar 3. Grafik Perbandingan Nilai Laju Aus proses QT

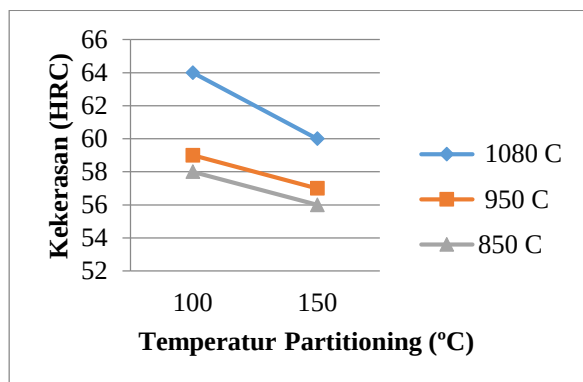


Gambar 4. Foto SEM (a) dan (b) QT 950 °C, (c) dan (d) QT 1080 °C, Foto Miskroskop Optik (d) dan (e) QT 950 °C

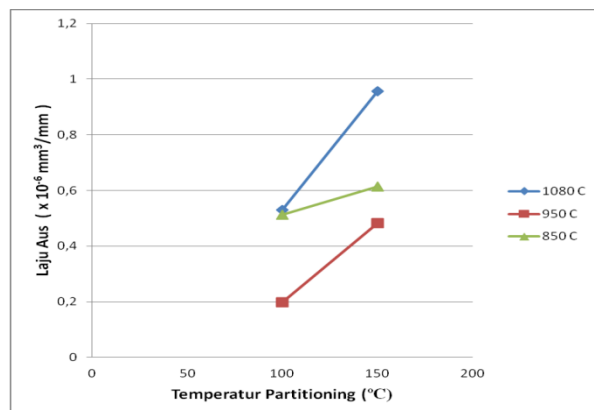
B. Quenching Partitioning



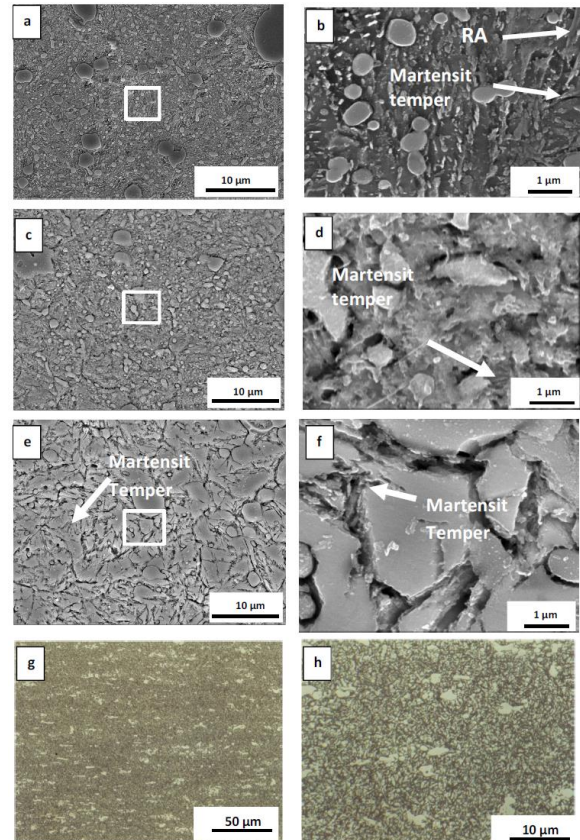
Gambar 5. Grafik perbandingan dimensi awal dan akhir proses QP



Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan Proses QP



Gambar 7. Grafik Perbandingan Nilai Laju Aus proses QP



Gambar 8. Foto SEM (a) & (b) QP 950/100 °C, (c) & (d) QP 950/150 °C, (e) & (f) QP 850/100 °C, Foto Mikroskop Optik (g) & (h) QP 850/100 °C

Tingkat transformasi martensit tergantung pada suhu, dan itu hanya terjadi dalam kisaran suhu yang didefinisikan oleh suhu martensit *start* (M_s) dan martensit *finish* (M_f). Di atas suhu M_s , martensit tidak terbentuk, bahkan pada tingkat pendinginan yang tinggi. Transformasi terjadi ketika baja didinginkan pada tingkat yang cukup cepat pada suhu antara M_s dan M_f . Transformasi martensit kemudian berhenti pada saat tempertur di bawah suhu M_f . Beberapa sisa austenit masih hadir ketika transformasi berhenti. Hal ini juga penting untuk dicatat bahwa suhu M_s dan M_f tidak memiliki *hysteresis* seperti suhu kritis difusi jenis transformasi. Artinya, transformasi martensit dimulai dan selesai pada suhu M_s dan M_f , jika laju pendinginan cukup tinggi untuk memungkinkan martensit terbentuk. Suhu M_s dan M_f tergantung juga pada kandungan karbon baja. Ketika karbon meningkat, pembentukan karbida menjadi lebih dominan, dan dengan demikian, suhu M_s dan M_f menjadi turun. Morfologi martensit juga tergantung pada kandungan karbon. Jika kandungan karbon di bawah 0,6 % berat, struktur yang dihasilkan disebut *lath* martensit, yang terdiri dari martensit jarum. Ketika kadar karbon di atas 1,0 % berat, *plat*

martensit tumbuh di seluruh butir austenit. Dalam baja, metastabil martensit akan tetap tanpa batas waktu pada suhu kamar tetapi akan terurai menjadi ferit dan sementit pada suhu tinggi. Dalam martensit temper, terdapat partikel karbida dan sementit memberikan penguatan dan keuletan^[11].

Hasil pengujian kekerasan baja pada perlakuan *Quenching Tempering* (QT), hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekerasan pada benda cenderung menurun pada perlakuan austenisasi 1080 °C (57 HRC), 950 °C (54 HRC) dan 850 °C (53 HRC) hal ini di akibatkan pada temperatur autenisasi yang lebih tinggi martensite akan lebih mudah terbentuk^[16] Dengan pemanasan yang tinggi maka akan diperoleh kekerasan yang tinggi pula, oleh karena makin banyaknya karbida yang larut dalam austenit. Jika masih terdapat karbida, maka berarti belum seluruh karbon larut dalam austenit, padahal kekerasan martensit tergantung pada kadar karbon dalam austenit. Memperhatikan dari struktur mikro yang terbentuk pada austenisasi 1080 °C, struktur martensit temper yang berbentuk plat yang menyebar sehingga dimungkinkan menghasilkan kekerasan yang tinggi, dan pada saat austenisasi diturunkan menjadi 950 °C dan 850 °C, dan dikuens austenit yang berubah menjadi martensit temper juga berkurang dikarenakan austenit sudah lebih dahulu berubah menjadi bainit sehingga kekerasan dari baja yang dihasilkan akan menjadi berkurang. Austenit berubah menjadi martensit bila mana terjadi pendinginan yang cepat pada saat mencapai suhu Ms dan terus berubah sampai suhu Mf tercapai. Ketika transformasi berhenti, beberapa austenit sisa mungkin masih ada. Ketika austenit sisa hadir, biasanya terlihat sebagai pulau kecil yang dikelilingi oleh martensit. Secara morfologi, fase yang berbeda diidentifikasi sebagai plat martensit, austenit sisa, ferit dan bainit serta karbida^[15]. Dari pengamatan Gambar 4 pada perlakuan panas QT 950 °C, martensit temper yang terbentuk berupa plat martensit dan terbentuk austenit sisa, disamping itu terdapat karbida bulat yang tersebar sangat halus didalam matriks martensit pada paduan baja perkakas, karbida tersebut berfungsi menghalangi pergerakan dislokasi, yang nantinya akan memperkuat dari material baja perkakas. Butir yang nampak terang merupakan karbida yang terbentuk^[11]. Bila kekerasan berkurang, maka laju aus rata-rata akan naik ($0,41 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$ menjadi $0,74 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$), dikarenakan semakin lunak suatu material maka semakin banyak material yang terabrasi. Perubahan dimensi terjadi pada dimensi panjang benda yang mengalami penyusutan 0.02 mm dari dimensi benda mula-mula, hal ini dikarenakan adanya pembentukan martensit selama pendinginan. Perubahan dimensi khas selama pengerasan dan temper beberapa baja dapat

mengalami peningkatan ukuran 0,02 %-0,12% dari dimensi awal^[13].

Dari data hasil pengujian kekerasan baja pada perlakuan *Quenching Partitioning*, hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekerasan pada benda cenderung menurun pada perubahan temperatur *partitioning*. Semakin tinggi temperatur *partitioning* kekeraan menjadi menurun, QP 950/100 °C (59 HRC), QP 950/150 °C (57 HRC) , QP 850/100 °C (58 HRC), dan QP 850/150 °C (56 HRC). Pada temperatur kuens yang lebih rendah juga akan menghasilkan kekerasan yang lebih besar dikarenakan fraksi martensit awal yang terbentuk akan lebih tinggi^[12]. Laju aus rata-rata akan cenderung meningkat ($0,19 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$ menjadi $0,61 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$). Laju keausan meningkat seiring dengan menurunnya nilai kekerasan dari material. Semakin menurunnya nilai kekerasan dari material pada proses ini dikarenakan pada saat *partitioning* pada temperatur yang lebih tinggi, fasa martensit sulit untuk terbentuk, dan ukuran butir serta jumlah austenit sisa akan meningkat, sehingga mengakibatkan kekerasannya akan menjadi berkurang. Apabila semakin lunak suatu material maka semakin banyak material yang terabrasi. Pada tempertur *partitioning* yang lebih tinggi, perubahan dimensi benda mengalami penambahan 0.02 mm dari dimensi mula-mula dikarenakan adanya pembesaran ukuran butir. Setiap pembentukan karbida akan selalu mengkonsumsi karbon, maka proses QP bertujuan juga untuk membatasi pembentukan karbida dan meningkatkan pembentukan austenit sisa^[8]. Dari pengamatan pada Gambar 8, pada perlakuan panas QT 950/100° C terbentuk martensit temper yang tersebar, juga terdapat karbida yang tersebar sangat halus didalam matriks diantara martensit dan austenit sisa, karbida tersebut berfungsi menghalangi pergerakan dislokasi, yang nantinya akan memperkuat dari material baja perkakas. Pada *partitioning* 150° C terlihat adanya pertumbuhan butir martensit yang dan austenit sisa bila dibandingkan dengan *partitioning* 100 °C. Butir yang nampak terang merupakan karbida yang terbentuk.

KESIMPULAN

Perlakuan *Quenching Partitioning* memberikan pengaruh sifat mekanis dan mikrostruktur baja JIS SKD 11. Perubahan dimensi setelah perlakuan panas pada QT mengalami penyusutan 0.02 mm sedangkan pada perlakuan panas QP perubahan dimensi mengalami penambahan/mengembang 0.02 mm. Hasil pengamatan struktur mikro dengan SEM, terbentuk fasa martensit temper dan austenit sisa pada proses QP. Agar diperoleh hasil yang lebih baik lagi,

diperlukan penelitian dengan rentang suhu *partitioning* yang beragam lagi diantara suhu Ms dan Mf.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Speer, J., & Matlock, D.K. 2003. Carbon Partitioning into Austenite after Martensite Transformation. *Acta Material*, 51, 2611-2622
- [2] Speer, J. 2005. The "Quenching & Partitioning" Process: background & Precent Progress. *Material Reseach Vol.8. 4* . 417-423.
- [3] Santofimia, M.J., & Zhao, L. 2008. Characterization of the Mikrostruktur Obtained by the Quenching & Partitioning Process in Low-Carbon Steels. *Material Characterization* 59. 1758-1764.
- [4] Santofimia, M.J., & Zhao, L. 2008. Microstructural Evolution of Low carbon Steel During Aplication oq Quenching Partitioning Heat Treatment after Austenization. *The minerals, Metal, & Material Society & ASM Internatuonal*.
- [5] Li Wang. & Speer, J. 2013. Quenching and Partitioning Steel Heat Treatment. *Metal and Mikrostruktur* 2. 268-281.
- [6] Yang Zheng Zeng, Kaiming Wu, & Feng Hu . 2012. Effect of Partitioning of Quenching Partitioning Tempering Process on Mikrostructure and Hardness in High Carbon Steel. *Advanced Materials Research*. vols. 538-541. 1053-1056.
- [7] Speer, J., Matlock, D. K., Cooman, B. D., & Schroth, J. 2003. Carbon partitioning into austenite after martensite transformation. *Acta Materialia* 51(9), 2611-2622.
- [8] Pastore, E., & De Negri, S. (2012). Experimental investigation on low-carbon quenched and partitioned steel. *La Metallurgia Italiana* - n. 9.
- [9] Thelning, Karl . E. 1984. *Steel and Its Heat Treatment*. Bofors Handbook. Butterworths, Boston.
- [10] Leslie & William. 1981. *The Physical Metallurgy of Steels*. Mc graw Hill, Tokyo.
- [11] ASM Handbook. 2004. *Metallography and Mikrostructure*. Volume 9, ASM International.
- [12] ASM Handbook. 2004. *Alloy Phase Diagram*. Volume 3. ASM International.
- [13] ASM Handbook. 2004. *Heat Treating*. Volume 4, ASM International.
- [14] Qamar, S.Z. August 2007. Heat treatment of a hot-work die steel. *International Scientific Journal*, Volume 28.
- [15] Attaullah, Arain. 1999. *Heat Treatment and Toughness Behavior of Tool Steel (D2 and H13) for Cutting Blade*. University of Toronto.
- [16] S.M.A. Al-Qawabah. 2012. The Effect of Austenite Temperature on Mikrostructure, Mechanucsl Behavior, Hardness, and Impact Toughness of AISI D2 Tool Steel. *IJERA*, Aman Jordan.