

Mikrostruktur dan Kekerasan Baja Karbon Rendah Setelah Uji Tarik terhadap Metoda Perlakuan Panas

Nofriady Handra^{1, a *}, Ismet Eka Putra^{2, b}

¹⁻² Teknik Mesin FTI - Institut Teknologi Padang
Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo Siteba – Padang 25143, Indonesia
^aemail : nof.hand11@yahoo.com

Abstrak

Baja karbon rendah kekuatan tinggi memperlihatkan kombinasi yang baik dalam kekuatan dan keuletan yang menarik perhatian dari berbagai penelitian. Tujuan dari kajian ini adalah untuk menyelidiki serta menganalisa mikrostruktur dan uji SEM pada perilaku permukaan patah pada baja karbon rendah setelah di uji tarik dengan variasi temperatur. Sebelumnya, sampel telah di austenised pada temperatur 1000°C selama 30 menit dan di ikuti dengan *water quench* untuk menghasilkan *full martensit* pada sampel. Selanjutnya sampel di anneal dalam kawasan interkritikal untuk mendapatkan area 20% dan 80%. Mikrostruktur baja setelah di *annealing* pada daerah *dual phase* dan *water quench* dan kekerasan baja meningkat dengan seiring meningkatnya vol.% martensit. Pada 80%, analisa SEM memperlihatkan terjadi patahan yang berserabut pada specimen dan adanya *dimple fracture surfaces* dan baja Cu *rougher surface* atau patah liat (*ductile fracture*) dibandingkan dengan baja tanpa unsur Cu. Disisi lain, volume % martensit yang dihasilkan pada temperatur tertentu adalah lebih banyak dari pada fasa ferit dan baja yang mengandung unsur Cu nilai kekerasannya lebih tinggi sebesar Hv 392 dari pada base Hv 341,8 pada kondisi 80% martensit.

Kata Kunci : Mikrostruktur, Baja karbon rendah, Martensit, Perlakuan panas

Latar Belakang

Baja *dual phase* saat ini menjadi lebih penting di dalam industri otomotif, dimana mempunyai kelebihan kekuatan tinggi dan elastisitasnya yang tinggi tanpa mengurangi reduksi pengurangan terhadap berat, *formability* dan pada karbon rendah. Salah satu cara untuk meningkatkan mikrostruktur baja adalah dipanaskan pada daerah interkritikal ($\alpha+\gamma$), dimana antara temperatur kritikal Ac_1 dan Ac_3 [1]. Dalam aplikasi otomotif, kekuatan dan ketangguhan bahan baja perlu dipertimbangkan terutama dalam hal kekerasan dan kekuatannya. Kekerasan dan kekuatan pada baja perlu ditingkatkan karena sebagian besar digunakan dalam aplikasi otomotif pada bagian-bagian kendaraan, khususnya pada bagian rangka [2]. Tujuan dari peningkatan kekerasan adalah untuk memberikan kekuatan dan ketahanan baja terhadap kestabilan bentuk rangka kendaraan.

Mikrostruktur yang diperoleh dalam baja ini, dimana utamanya berisikan fasa ferit dan martensit, ini merupakan suatu syarat pilihan yang terbaik untuk aplikasi dimana *low yield strength*, *high tensile strength*, *continuous yielding* dan *good uniform elongation*. Baja DP mengandung penguatan struktur-struktur ferit dan martensit ulet yang ditunjukkan seperti adanya pulau-pulau, ciri-

ciri mekanik untuk kekuatannya yang tinggi secara komersial yang bisa didapati pada baja campuran rendah. Ini diketahui bahwa kekuatan baja dapat dengan mudah ditingkatkan dengan meningkatkan jumlah karbon, tetapi *ductility* dan *toughness* akan menjadi lebih rendah sehingga meningkatkan jumlah karbon dalam baja tidak dapat digunakan. Disisi lain, penambahan elemen pengganti seperti unsur Cu dapat meningkatkan kekuatan dan kekerasan pada baja [4]. Kekuatan baja dual phase dapat ditingkatkan dengan meningkatkan jumlah karbon, karena karbon sangat berpengaruh dalam meningkatkan kekuatan martensit. Akan tetapi dapat menurunkan sifat keuletan dan rasio kekuatan dengan keuletan baja tersebut. Maka dari itu, salah satu cara untuk meningkatkan sifat mekanik baja adalah dengan penambahan unsur pengganti seperti tembaga (Cu). Penambahan Cu dapat digunakan dalam meningkatkan sifat mekanik baja karena unsur Cu ke dalam baja akan meningkatkan kekuatan dan keuletan serta kekerasan baja.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat mekanik baja karbon rendah dalam perilaku uji tarik setelah perlakuan panas.

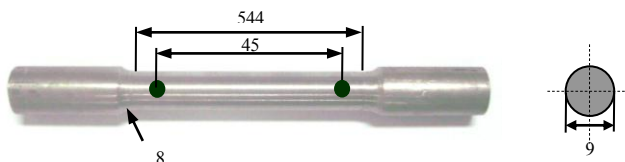
Metode Eksperimen

Penelitian ini menggunakan baja karbon sebagai bahan eksperimen yaitu 0.1% C (baja base), dan 1% didukung Cu 0.1% C (baja Cu). Komposisi kimia bahan seperti terlihat pada Tabel 1.

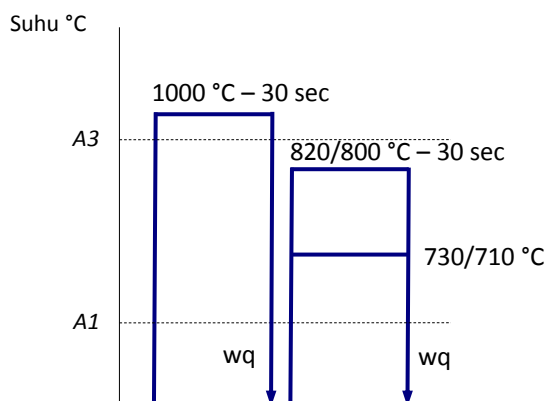
Tabel 1. Komposisi kimia bahan (wt%)

	C	Mn	Si	Mo	Cr	Cu	Fe
Base	0.1	1.5	0.4		0.5	0.0	Bal
	0	7	8	0.12	0	1	
Baja	0.1	1.6	0.5	0.1	0.5	1.0	Bal
Cu	1	5	1	0	4		

Bahan kajian telah di austenised pada temperatur 1000°C selama 30 menit dan diikuti dengan *water quenching*. Kemudian bahan di anneal didalam kawasan intercritical untuk mendapatkan 20 vol % dan 80 vol % martensite. Temperatur untuk annealing telah ditentukan dengan menggunakan program JMatPro bertujuan untuk mendapatkan suhu perlakuan panas pada masing-masing bahan uji. Proses uji tarik (*tensile test*) menggunakan mesin *Universal Testing Machine* dengan type UH-300 kN. Specimen untuk *tensile test* telah dipotong bentuk dumbel menurut standar *ASTM E8M* untuk eksperimen pengujian tarik seperti yang terlihat pada Gambar 1. Proses perlakuan panas baja untuk perlakuan masing-masing temperatur dan diikuti dengan *water quench* seperti skema pada Gambar 2.



Gambar 1, Sampel uji tarik (mm)



Gambar 2, Grafik proses *austenised* dan *anneal* yang diikuti dengan *water quench*, pada baja base dan Cu.

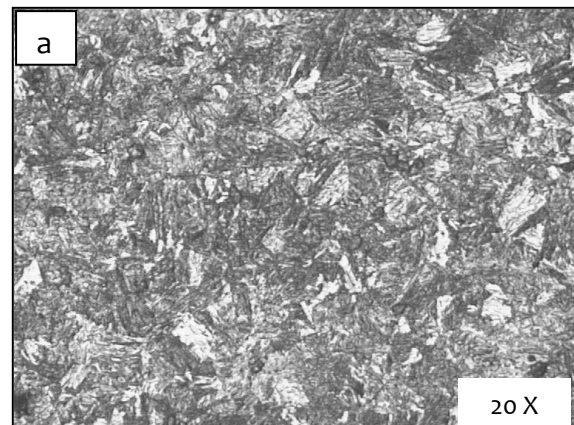
Hasil dan Pembahasan

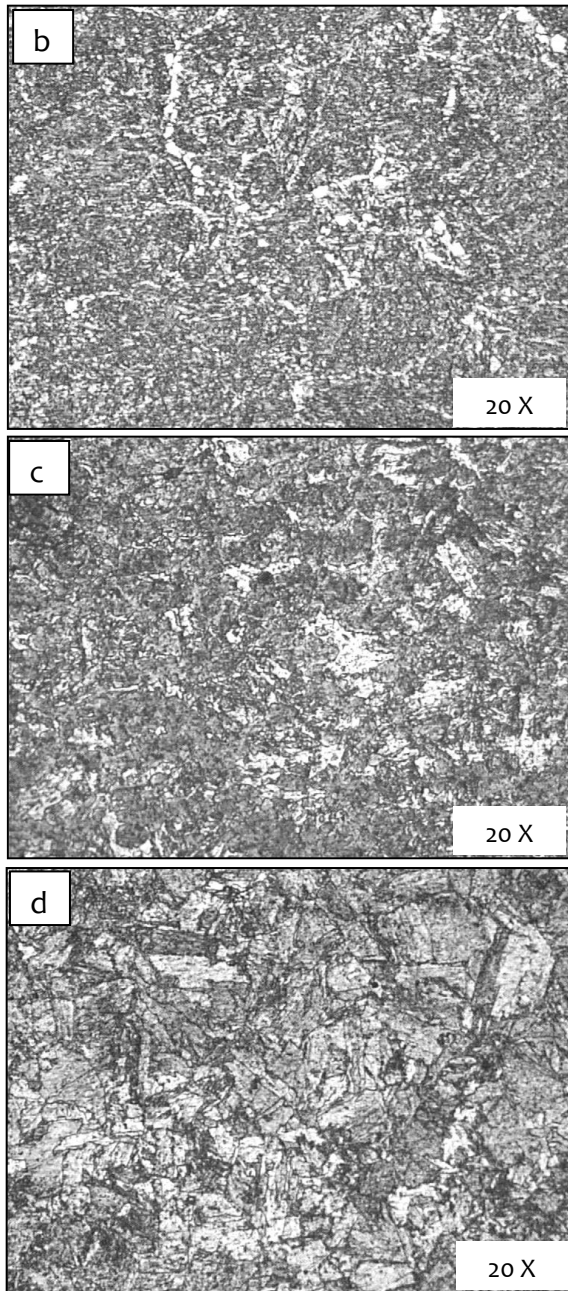
Analisa Mikrostruktur dan Kekerasan

Mikrostruktur

Analisa dalam observasi mikrostruktur dan melihat jumlah butir/fasa ferit dan martensit dalam bahan, salah satunya dapat mempengaruhi sifat mekanik dari bahan/baja tersebut. Pada baja dual phase pada hakekatnya adalah mengandung taburan martensit dalam ferit matrik. Ini dihasilkan dari proses *annealing* yang di ikuti *water quench* untuk membentuk austenit (diperoleh selama proses *quench*) dalam martensit [5].

Pada gambar 3 menunjukkan beberapa mikrostruktur sampel baja base dan baja Cu yang telah di *annealing*. Baja diberi perlakuan panas dalam dua kondisi area yaitu pada area suhu kondisi 20% dan 80% martensit. Peningkatan suhu terhadap *annealing* baja dimana akan meningkatkan jumlah volume martensit dalam mikrostruktur. Baja pada area 80% untuk kedua perlakuan baja menunjukkan terjadinya peningkatan jumlah volume martensit dibandingkan pada area 20% martensit. Baja dual phase adalah terbentuk dari butiran fasa martensit dan ferit. Kedua fasa ini dihasilkan setelah adanya proses perlakuan panas terakhir (*quench*). Mikrostruktur pada area 20% dan 80% martensit dengan *annealing* telah dilakukan pada kedua bahan. Menunjukkan bahwa struktur ferit (struktur terang) yang dikelilingi struktur martensit (struktur gelap). Terlihat tidak menunjukkan perbedaan bentuk mikrostruktur yang signifikan dalam kedua baja. Serakan ferit dan martensit terlihat jelas dalam bentuk garisan yang kasar dan sama untuk kedua baja.



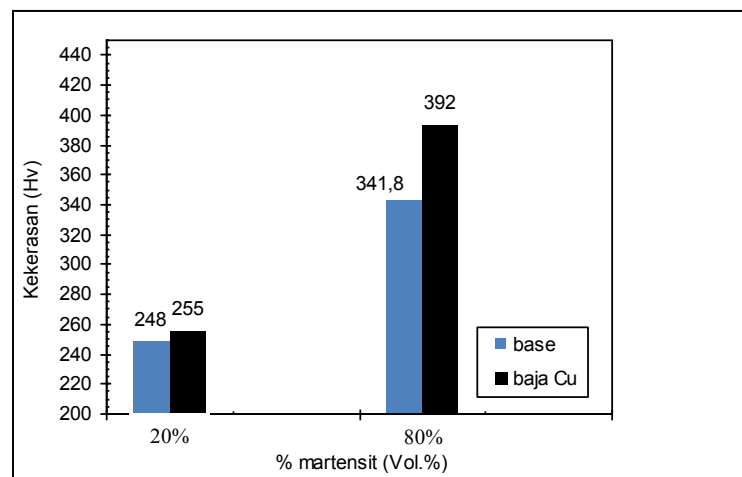


Gambar 3, Mikrostruktur sampel base dan baja Cu kondisi 20% dan 80%. Baja Cu 80% 800°C (a), Baja Cu 20% 730°C (b), baja base 80% 820°C (c) dan base 20% 730°C.

Perbedaan struktur pada masing-masing vol.% martensit tidak begitu signifikan dalam morfologi struktur martensit. Peningkatan temperatur terhadap *annealing* baja akan meningkatkan jumlah volume % martensit dalam mikrostruktur. Baja pada area 80% menunjukkan peningkatan jumlah volume martensit dibandingkan pada area 20% martensit.

Analisa Kekerasan

Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian kekerasan bahan yang dilakukan terhadap bahan yang telah diannealing pada % vol. martensit 20% dan 80%. Grafik menunjukkan perubahan dalam nilai kekerasan baja sebagai fungsi dari % vol. martensit dengan meningkatkan temperatur annealing. Kekerasan bahan meningkat dengan meningkatnya % vol. martensit, ini terlihat bahwa kekerasan baja Cu adalah lebih tinggi dari baja base. Walaupun kekerasan baja dengan penambahan unsur Cu lebih tinggi, peningkatan nilai kekerasan pada kondisi 20% tidak menunjukkan perbedaan nilai yang signifikan keduanya. Sementara itu, pada 80% baja Cu nilai kekerasannya lebih tinggi dari baja base. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penambahan jumlah martensit dan penambahan unsur Cu mampu meningkatkan kekerasan baja serta mempengaruhi dan meningkatkan nilai kekerasan dan *tensile properties* baja.

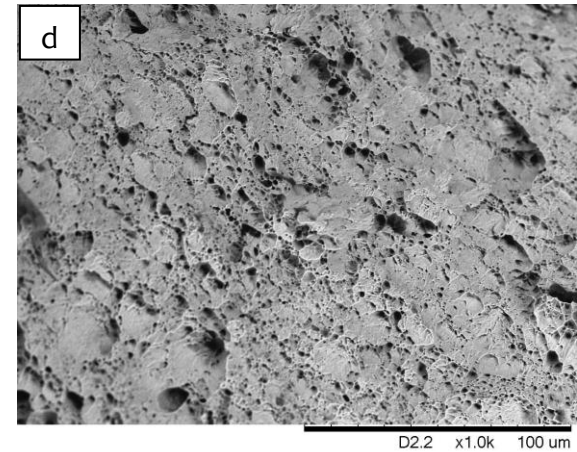
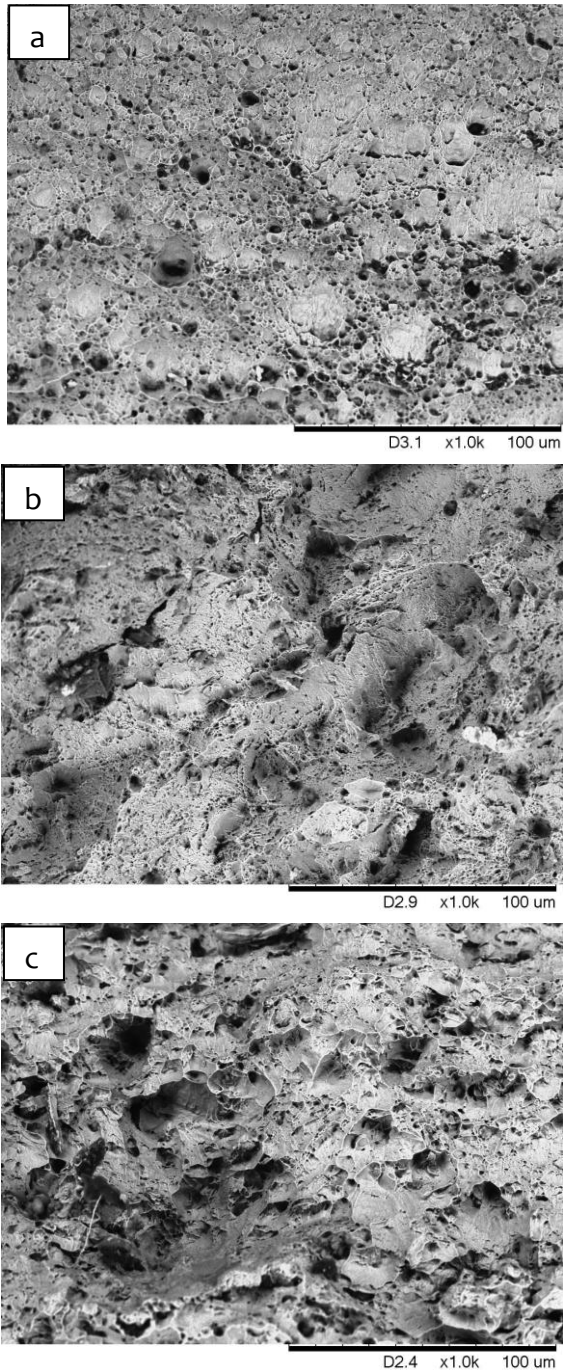


Gambar 4, Grafik nilai kekerasan bahan pada 20% dan 80% martensit.

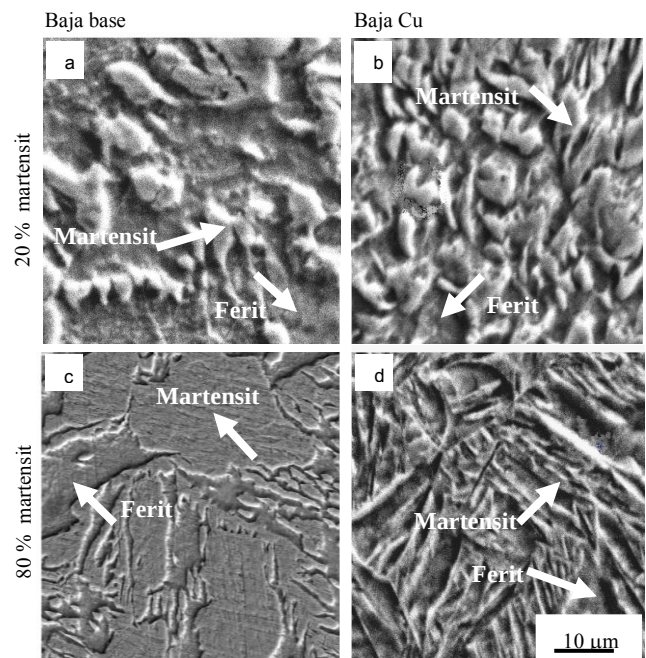
Analisa pengujian SEM

Gambar 5 menunjukkan bentuk permukaan sampel hasil observasi mikrostruktur dengan SEM pada area 20% dan 80% martensit. Pada gambar 5 kedua sampel terlihat bahwa specimen memperlihatkan *dimple fracture surfaces* dan baja Cu dual phase *rougher surface* atau patah liat (*ductile fracture*) dibandingkan dengan baja tanpa unsur Cu. Pada sampel baja base dan Cu, analisa mikrostruktur dengan SEM telah memperlihatkan bahwa struktur yang terbentuk adalah fasa ferit dan martensit, seperti yang ditunjukkan pada gambar 6. Pada kedua bahan dalam % martensit yang sama 20% dan 80%, fasa yang terbentuk

sebagian hampir sama dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan diantara bahan.



Gambar 5, Observasi SEM sampel base dan baja Cu kondisi 20% dan 80%. Baja Cu 80% 800°C (a), Baja Cu 20% 730°C (b), baja base 80% 820°C (c) dan base 20% 730°C pada pembesaran 100 μm .



Gambar 6, Observasi EDX sampel baja base dan Cu kondisi 20% dan 80% dalam melihat fasa yang terbentuk. Bahan telah di *annealing* pada masing-masing % martensit.

Kesimpulan

Mikrostruktur baja setelah *annealing* pada daerah *dual phase* dan *water quenching*, kekuatan baja meningkat dengan seiring meningkatnya vol.% α' .

Nilai kekerasan baja meningkat pada temperatur area 80% adalah lebih tinggi jika dibandingkan dengan pada 20%. Nilai kekerasan dan volume % martensit meningkat dengan meningkatnya vol.%

martensit dalam baja. Disamping itu, bahwa adanya unsur Cu yang terkandung dalam baja dapat mempengaruhi dan meningkatkan nilai kekerasan dan *tensile properties* baja.

Referensi

- [1] Maleque, M. A., Poon, Y. M., Masjuki, H. H. The effect of intercritical heat treatment on the mechanical properties of AISI 3115 steel. *Journal of Materials Processing Technology* (2004). 153-154:482-487.
- [2] H. Nofriady, J. Syarif, M. Z. Omar, Z. Sajuri, 2009. Influence of Cu on strength and elongation of dual phase steel. *IJMME International* vol.4 pp.1-3.
- [3] Tayanc, M., Aytac, A., Bayram, A.. The effect of carbon content on fatigue strength of dual-phase steels. *Materials and Design*. (2006).
- [4] Sawar, M. Priestner, R. Influence of Ferrite-mertensite Microstructural Morphology on Tensile Properties of Dual Phase steels. *Journal Material Science*, Vol. 31, 1996, pp. 2091-2095.
- [5] El-Sesy, I. A. & El-Baradie, Z. M. Influence carbon and/or iron carbide on the structure and properties of dual-phase steels. *Materials Letters* 2002. 57:580-585.
- [6] Ekrami, A. High Temperature Mechanical Properties of Dual phase steels. *Material Letter*, 59: 2005, pp. 2027-2074.
- [7] Honeycombe. R.W.K. and Bhadeshia. H.K.D.H., *Steel*. Second Edition, Edward Arnold. 1995, pp.158-160.
- [8] Dowling, N.E.. *Engineering Methods for Deformation, Fracture, and Fatigue*. Mechanical Behavior of Materials. Third Edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall (2007).