

Pengaruh Tarikan 2%, 4%, 8% Bahan Cu Terhadap Mikrostruktur Baja Dual Phase

Nofriady Handra

Institut Teknologi Padang (ITP)

Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo Siteba Padang - 25143

E-mail : nofriadi_handra@yahoo.com**Abstract**

One of the objective this research is observation of the microstructures on Cu steel at strain 2%, 4% and 8%. This study also will discuss change in tensile behavior as a function of vol.% of α' in copper free and copper bearing dual phase steel. Microstructures of the steels after solution treatment and annealing at intercritical region are lath martensite and $(\alpha + \alpha')$ dual structures, respectively. The temperatures for annealing were determined using JMatPro 4.1. Specimens were austenised at 1000°C for 30 sec and followed by water quenching. Then, each type of specimens were heat treated at specific temperatures in order to obtain 20% and 80% of martensite. Beside that, for get hardness values each samples, the samples strain at 2%, 4% and 8% tensile test for base steel and Cu steel. Changes of hardness of annealed samples almost the same in both steels. On the other hand, it is found that addition of copper can improve tensile strength and strength-ductility balance of the dual phase steel although no significant effect on yield stress and uniform elongation. Therefore, it can be concluded that the copper bearing dual phase steel has more excellent tensile properties than the copper free dual phase steel.

Keywords : Strain, Microstructure, Cu steel, Dual Phase Steel

Pendahuluan

Baja karbon rendah kekuatan tinggi memperlihatkan kombinasi yang baik dalam kekuatan dan keuletan yang menarik perhatian dari berbagai penelitian yang telah dilakukan. Baja *dual phase* saat ini menjadi lebih penting di dalam industriomotif, dimana bahan tersebut mempunyai kekuatan dan elastisitasnya yang tinggi tanpa mengurangi reduksi pengurangan berat, *formability* dan karbon rendah. Salah satu cara untuk meningkatkan mikrostruktur baja ini adalah bahan dipanaskan pada daerah interkritikal ($\alpha+\gamma$), dimana antara temperatur *critical* A_{c1} dan A_{c3} (Maleque et al. 2004).

Mikrostruktur yang diperoleh, dimana utamanya yang terbentuk adalah struktur ferit dan martensit, adalah suatu syarat pilihan yang terbaik untuk aplikasi industriomotif dimana bahan memiliki syarat *low yield strength*, *high tensile strength*, *continuous yielding* dan *good uniform elongation*. Baja *dual phase* mengandung penguatan struktur-struktur ferit dan martensit ulet yang ditunjukkan seperti pulau-pulau, ciri-ciri mekanik untuk kekuatan tinggi secara komersial yang bisa didapati pada baja campuran rendah. Ini diketahui bahwa kekuatan baja dapat dengan mudah ditingkatkan dengan meningkatkan jumlah unsur karbon (C) pada bahan, akan tetapi dari segi *ductility* dan *toughness* nya akan

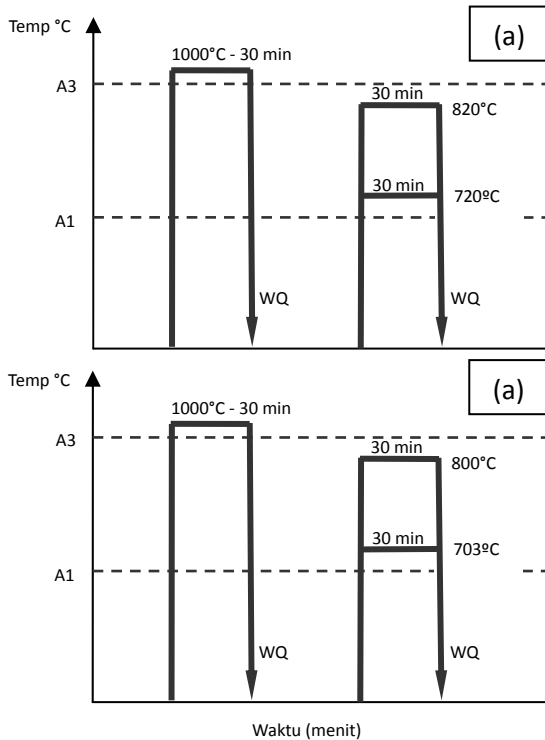
menjadi lebih rendah. Meningkatkan jumlah C secara khusus tidak dapat digunakan sebagai syarat. Disisi lain, dengan penambahan unsur elemen pengganti seperti Cu ini adalah mampu meningkatkan kekuatan dan kekerasan baja (Syarif et al. 2007).

Tujuan dari penelitian ini dilakukan adalah untuk mengetahui dan menganalisa pengaruh penambahan unsur Cu terhadap tarikan bahan pada variasi persentase tarikan ditinjau dari analisa mikrostruktur bahan dan *tensile properties* dengan variasi temperatur pada baja *dual phase*.

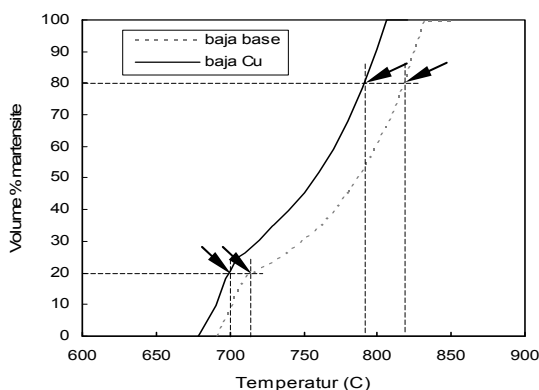
Metoda Eksperimen & Fasilitas yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0.1% C (baja *base*), dan 1% didukung Cu 0.1% C (baja Cu). Komposisi kimia bahan seperti terlihat pada Tabel 1. Proses awal yang dilakukan adalah, bahan telah dilakukan proses *austenised* pada temperatur 1000°C selama 30 menit dan diikuti dengan *water quench* (WQ) untuk menghasilkan *full* martensit untuk masing-masing bahan yang ditunjukkan pada gambar 1. Selanjutnya bahan di *anneal* dalam area interkritikal untuk mendapatkan 20% α' dan 80% α' . Temperatur untuk *anneal* telah ditentukan dengan menggunakan program JMatPro 4.1 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Temperatur yang didapatkan untuk proses selanjutnya

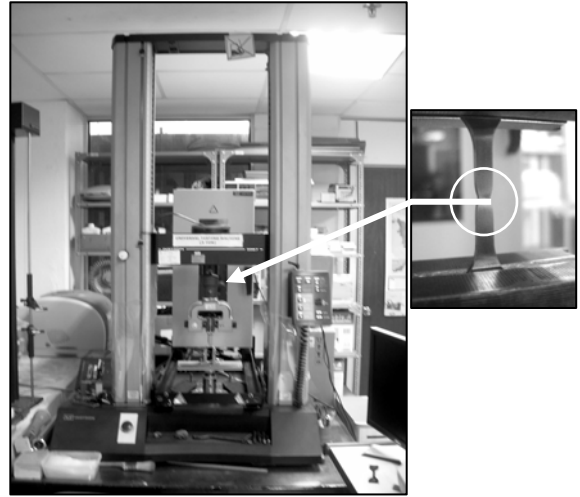
setelah menggunakan program JMatPro ini adalah sebagai berikut ; baja base 20% (720°C), 80% (820°C) dan baja Cu 20% (703°C), 80% (800°C). Mikrostruktur bahan telah diobservasi dengan menggunakan *optical microscopy* (OM) dan di *etche* dengan larutan Nital 2%. Pengujian tarik sampel menggunakan Mesin Instron *Universal Testing Machine* (UTM) model 5567 dengan kapasitas beban 30 kN seperti terlihat pada Gambar 3. Sampel untuk uji tarik ini telah dipotong berbentuk dumbel untuk proses pengujian tarik.



Gambar 1. Grafik proses *austenised* dan *anneal* yang diikuti dengan *water quench*, baja base (a), dan baja Cu (b).



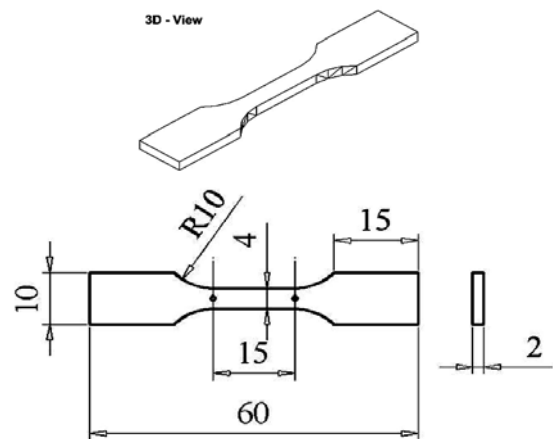
Gambar 2. Grafik hubungan antara temperatur dengan vol.% martensit untuk mendapatkan temperatur pemanasan pada proses sebelum perlakuan panas pada 20% dan 80% α' .



Gambar 3. Mesin *Universal Testing Machine* model 5567 kapasitas beban 30 kN untuk pengujian tarik.

Bentuk dan Dimensi Bahan Uji

Contoh ukuran bahan untuk pengujian tarik dapat dilihat seperti pada gambar 4. Untuk proses pengujian tarik (*tensile test*), persiapan bahan dilakukan dengan berpedoman pada standar *ASTM E466-98*. Pengujian tersebut menggunakan bentuk dumbel berukuran diameter 4 mm. Dalam pengujian ini, bahan *tensile* disiapkan dengan menggunakan bahan awal yang berbentuk persegi dan kemudian dibentuk (potong) dengan menggunakan mesin *CNC wire cutting* sehingga menjadi berbentuk dumbel.



Gambar 4. Dimensi dumbel bahan untuk pengujian tarik (*tensile test*), (mm).

Tabel 1. Komposisi Kimia Baja (wt%)

	C	Mn	Si	Mo	Cr	Cu	Ni	Fe
Baja base	0.10	1.57	0.48	0.12	0.50	0.01	0.014	Bal
Baja Cu	0.11	1.65	0.51	0.10	0.54	1.00	0.010	Bal

Hasil dan Pembahasan

Analisa Mikrostruktur

Baja *dual phase* terbentuk dari butir fasa martensit dan ferit. Kedua fasa ini dihasilkan setelah *heat treatment* terakhir (*annealing*) yang dilakukan pada kedua jenis *heat treatment*. Mikrostrukturnya adalah ditinjau dari perlakuan yang pada area 20% dan 80% martensit dengan *anneal* dalam area kritikal. Ini terlihat bahwa pada struktur ferit (struktur terang) yang disekitarnya dikelilingi oleh struktur martensit (struktur gelap). Jumlah struktur ferit dan martensit pada tarikan 2% bahan baja base dan baja Cu adalah tampak jelas terlihat dalam bentuk garisan yang kasar dan sama untuk semua baja pada masing-masing vol.% martensit dan tarikan.

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

Pada gambar 5(a) sampai (f), adalah hasil dari proses pengujian tarik bahan pada variasi persentase tarikan yaitu pada 2%, 4% dan 8%. Dari hasil mikrostruktur ini dapat dianalisa bahwa secara umum pada 2%, 4% dan 8% tarikan, struktur ferit terlihat tetapi persentasenya berbeda pada setiap % tarikan. Penentuan jumlah butir ferit dan martensit dalam bahan dalam mikrostruktur, salah satunya dapat mempengaruhi sifat mekanik bahan.

Pada gambar 5(a), merupakan tarikan pada 2% bahan base, dimana struktur ferit yang dihasilkan belum sepenuhnya mengalami deformasi tarikan, sehingga struktur ferit morfologinya masih berbentuk bulat/kasar. Sementara itu, pada baja Cu 2%, perubahan bentuk struktur ferit telah mengalami deformasi akibat tarikan pada 2%. Disisi lain, pada tarikan bahan 4% dan 8% untuk kedua bahan, struktur ferit dan martensit telah mengalami deformasi peningkatan tarikan sehingga morfologi ferit maupun martensit mengalami pemanjangan akibat tarikan.

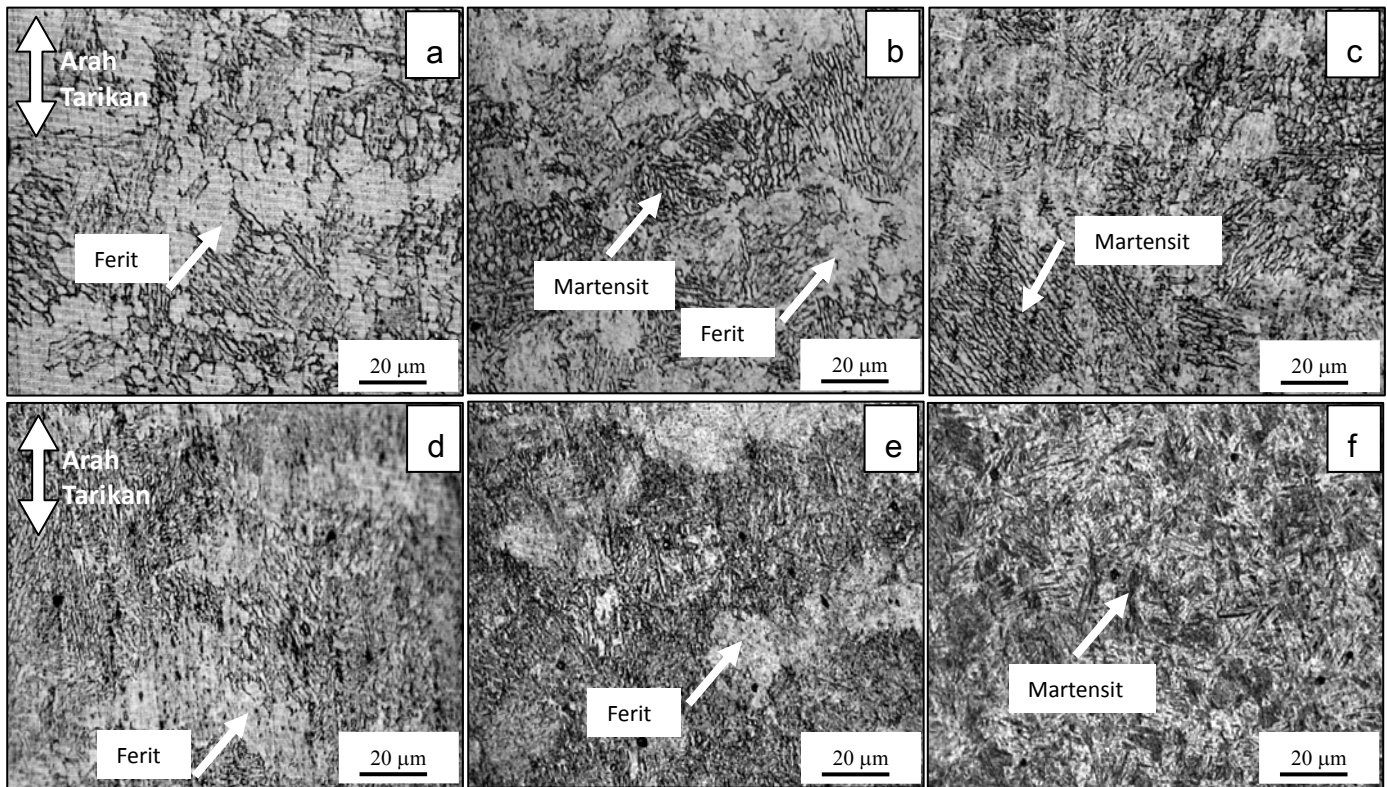
Analisa Kekerasan Tarikan 2%, 4% dan 8% baja Base dan baja Cu untuk mendapatkan Nilai Kekerasan pada α dan α' .

Pengujian kekerasan juga dilakukan terhadap bahan yang ditarik pada tarikan 2%, 4% dan 8% untuk mengetahui dan mendapatkan nilai kekerasan khususnya pada bagian α (ferit) dan α' (martensit) sebagai perbandingan pada baja base dengan baja yang ditambahkan dengan 1% Cu.

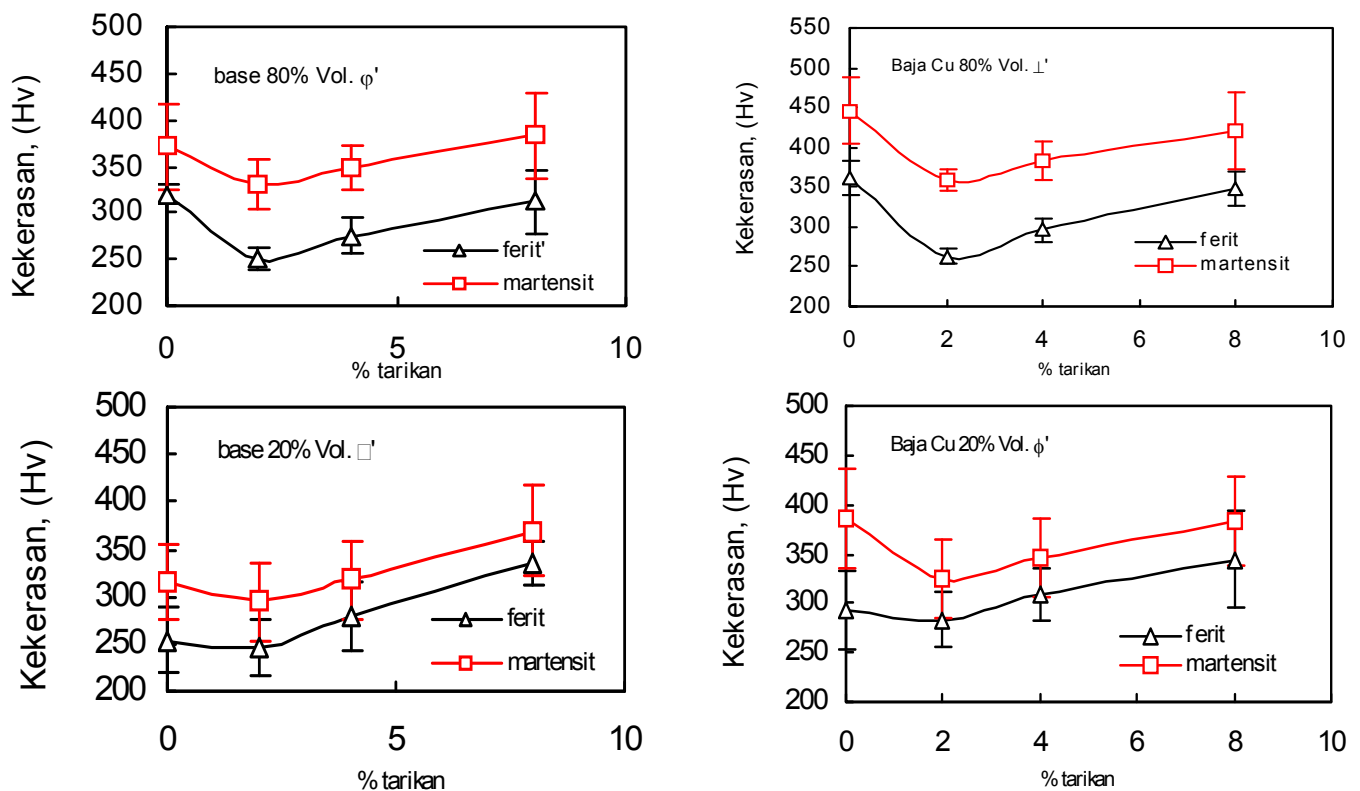
Pada gambar 6, memperlihatkan grafik-grafik nilai kekerasan bahan base dan baja Cu pada 80% dan 20 % martensit. Pengujian kekerasan ini dilakukan dengan beban penekanan sebesar 20 gf (0.196 N) dalam waktu selama 15 detik. Gambar 6(a) dan (b) adalah grafik bahan baja base dan gambar 6(c) dan (d) baja Cu.

Pada 80% vol. martensit, grafik menunjukkan bahwa kekerasan martensit (α') baja Cu lebih tinggi dari martensit baja base pada tarikan 2%. Begitu juga pada 20% vol. martensit. Kekerasan martensit adalah lebih tinggi dari kekerasan ferit untuk semua % vol. martensit dan % tarikan baja. Dalam tarikan 2% dan 4%, kekerasan antara baja base dan baja Cu tidak menunjukkan perbedaan nilai kekerasan yang signifikan diantaranya. Disisi lain, menunjukkan bahwa pada tarikan 8%, baja Cu lebih tinggi jika dibandingkan dengan baja base, pada 80% dan 20% vol. martensit, hal ini disebabkan karena semakin besar dan tinggi tarikan yang diberikan maka strukturnya akan mengalami perubahan bentuk (*plastic deformation*) yang tinggi terhadap perubahan fasa. Disamping itu, dengan meningkatkan % tarikan yang berawal dari tarikan 2%, 4% hingga 8%, untuk kedua bahan baja menunjukkan nilai kekerasan baja semakin meningkat.

Secara keseluruhan dari analisis grafik tarikan pada gambar 6, bahwa baja Cu mempunyai kekerasan yang relatif lebih tinggi dari baja base terutama kekerasan fasa martensit dibandingkan fasa ferit, ini adalah sebagai akibat dari pada pengaruh penambahan 1% unsur Cu pada baja dalam pengujian tarikan bahan 2%, 4% dan 8%.



Gambar 5. Mikrostruktur hasil pengujian tarik bahan baja Base ; temperatur 820°C - 80% α' - (a). 2%, (b). 4% dan (c). 8%, Baja Cu, temperatur 800 °C - 80% α' - (d). 2%, (e). 4% dan (f). 8%.



Gambar 6. Grafik nilai kekerasan bahan terhadap tarikan 2%, 4% dan 8% untuk mendapatkan nilai kekerasan α dan α' baja base dan baja Cu.

Kesimpulan

1. Penambahan unsur 1% Cu mampu meningkatkan tidak hanya nilai kekerasan tetapi juga *tensile properties*, seperti kekuatan tegangan (*tensile stress*) dan pemanjangan (*elongation*) bahan.
2. Mikrostruktur baja *dual phase* setelah di *annealing* pada daerah *dual phase* dan *water quenching*, kekerasan baja *dual phase* ini meningkat dengan seiring meningkatnya vol.% martensit.
3. Semakin tinggi temperatur perlakuan yang diberikan pada bahan (pada 80% martensit), akan mempengaruhi bentuk struktur yang dihasilkan pada ferit dan martensit, sehingga bahan mengalami deformasi seiring dengan peningkatan % tarikan pada bahan (2%, 4% dan 8%).

Referensi

Callister, W.D. Material Science and Engineering: An Introduction. Seventh Edition New York: John Wiley & Sons, Inc. (2007)

Ekrami, A. High Temperature Mechanical Properties of Dual Phase Steels. *Materials Letters*, 59: 2070-2074 (2005)

Erdogan, M. The Effect of New Ferrite Content on the Tensile Fracture Behavior of Dual-Phase Steels. *Journal of Materials Science*. 37: 3623-3630 (2002)

Maleque, M.A. Poon, Y.M. Masjuki. H.H. The Effect of Intercritical Heat Treatment on the Mechanical Properties of AISI 3115 steel. *Journal Materials Processing Technology, Elsevier*, 152-154: pp. 482-487 (2004)

Seung Chan Hong, Kyung Sub Lee. Influence of deformation induced ferrite transformation on grain refinement of Dual Phase steels. *Materials Science and Engineering*, A323 : pp. 148-159 (2002)

Nobuo Nakada, Junaidi Syarif, Toshihiro Tsuchiyama, Setsuo Takaki. Improvement of Strength - ductility Balance by Copper Addition in 9%Ni steels. *Materials Science and Engineering*, A374: pp.137-144 (2003)

Honeycombe. R.W.K. and Bhadeshia. H.K.D.H., *Steel*. Second Edition, Edward Arnold., pp.158-160 (1995)

H. Nofriady, Syarif, J., Omar, M.Z. & Sajuri, Z. Influence of Cu on Strength and Elongation of Dual Phase Steel. (SCOPUS) *IJMME International* vol. 4: pp.1-3 (2009)

Ekrami, A. High Temperature Mechanical Properties of Dual phase steels. *Material Letter*, 59: pp. 2027-2074 (2005)

Yoshiyuki Tomita. Effect of Morphology of Second Phase Martensite on Tensile Properties of Fe-0.1C Dual phase steels. *Journal Material Science*, Vol. 25, pp. 5179 – 5184 (1990)

Sawar, M. Priestner, R. Influence of Ferrite-martensite Microstructural Morphology on Tensile Properties of Dual Phase steels. *Journal Material Science*, Vol. 31, pp. 2091-2095 (1996)

Tayanc, M. Aytac, A, A. Bayram. A. The Effect of Carbon Content on Fatigue Strength of Dual-phase steels. *Materials and Design*, Vol. 28, pp. 1827-1835 (2007)