

EFFECT OF HEAT TREATMENT TEMPERATURE ON THE FORMATION OF DUAL PHASE STEEL AISI 1005 HARDNESS AND FLEXURE STRENGTH CHARACTERISTICS OF MATERIALS

Kris Witono¹, Lisa Agustriyana², Agus Setiawan³
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang
Email : k_witono@yahoo.com

ABSTRAK

Any material intended for automotive use, especially in the body panels must have the criteria able to form (formable), weldability (weldable), coatable (resistant to corrosion) and able to be repaired (repairable). One group of materials that meet all the above requirements are dual phase steel. To form a dual phase steel can be done through a process of heat treatment. The purpose of this study was to determine the effect of heat treatment temperature on the formation of a dual phase of the material hardness properties and flexural strength steel.

The method used is a variation of the process of heat treatment at temperature 730⁰C, 750⁰C, 770⁰C, 800⁰C, 850⁰C, 900⁰C.

The results of the study include the establishment of dual phase steel can improve the hardness of AISI 1005 steel with a carbon content of 0.033% C, the highest value of flexural strength is obtained at a temperature of 770 ° C treatment that is 1.98 kg / mm² with 223.08 HV hardness values. The hardness and flexural lowest strength obtained at the treatment temperature of 900 ° C is 197.14 HV and 1.15 kg / mm² and dual phase steel with optimum mechanical properties obtained at a temperature of 770 ° C.

Key word : heat treatment, dual phase, hardness, flexure strength

1. PENDAHULUAN

Salah satu kelompok material alternative yang saat ini dibutuhkan bagi perusahaan otomotif adalah baja fasa ganda karena memiliki sifat *formability* yang baik tanpa mengalami penurunan kekuatan. Beberapa karakteristik yang membuat baja fasa ganda menarik untuk aplikasi otomotif dijelaskan dalam Tumuluru (2006) adalah sebagai berikut:

- a. Baja fasa ganda mampu mencapai penguatan melalui transformasi fase, yaitu transformasi dari austenite ke martensit.
- b. Tingkat kekuatan, baja fasa ganda tergantung kandungan martensit dalam matriks ferit lunak (10% sampai 40%).
- c. Baja fasa ganda memiliki tahap pengerasan regangan yang tinggi, yang menunjukkan sifat mampu bentuk yang sangat baik.

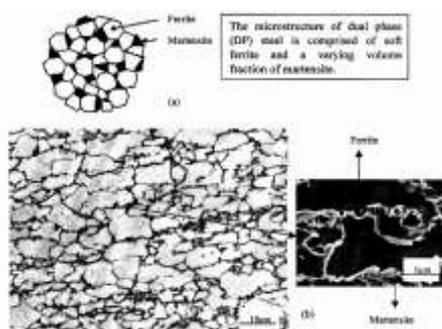
Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh variasi temperatur *heat treatment* pada pembentukan baja AISI 1005 fasa ganda terhadap karakteristik mekaniknya.

Tujuan penelitian ini adalah ingin mengetahui pengaruh temperatur *heat treatment* terhadap pembentukan fasa ganda terhadap sifat kekerasan bahan dan *flexure strength*.

Manfaat yang akan diperoleh dari hasil penelitian ini adalah memberikan masukan bagi industri otomotif khususnya di Indonesia sebagai alternatif material baru untuk body kendaraan.

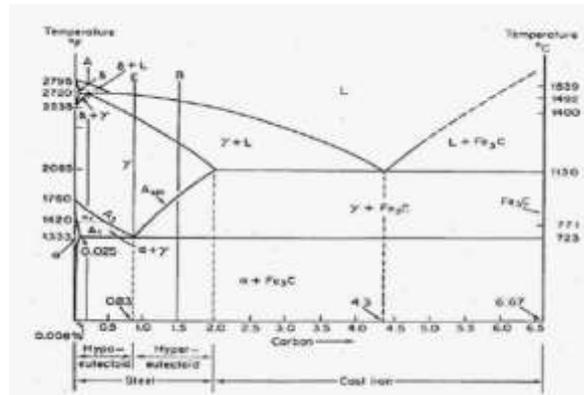
2. TINJAUAN PUSTAKA

Bentuk mikrostruktur dari *dual phase steels* terdiri atas matrik ferrite dengan sedikit martensite pada batas butirnya (gambar 2.1). Partikel martensit akan mempengaruhi kekuatannya sedangkan matriks ferrite memberikan *formability* yang baik, sehingga campuran ferrite-martensite pada *dual phase* seperti partikel *composite* yang bertolak belakang. *Phase ferrite* yang lunak akan membuat baja ini memiliki keuletan yang baik.



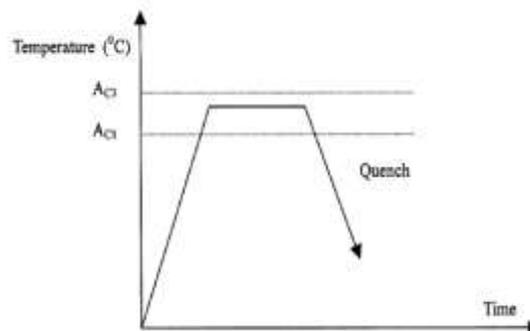
Gambar 2.1. Mikrostruktur *Dual phase steel*, (a) skema ilustrasi (b) foto mikrostruktur dan SEM (2% Nital) (Sumber: Xiaoyan Li, 2005.)

Ketika baja ini berdeformasi, maka regangan akan terkonsentrasi pada kekuatan terendah dari phase ferrite, dan keunikan lainnya ketika kecepatan pengerjaan pengerasan tinggi dan dipadu dengan sifat *ductility*nya yang baik maka akan membuat baja ini memiliki *ultimate tensile strength* yang lebih tinggi dibanding baja biasa pada tegangan yield yang sama. Karena martensite merupakan phase penguat, maka dengan meningkatnya fraksi volume dari martensite akan meningkatkan kekuatan *dual phase steel*, begitu juga *ductility*nya akan rendah oleh karena itu volume fraksi martensite biasanya dibatasi pada range 10 sampai 20%, dimana martensite merupakan kelompok yang memiliki sifat tersendiri didalam ikatan ferrite matrik. Untuk menjaga sifat *high ductility*nya dalam baja ini diharapkan tidak hanya fraksi martensite saja, tetapi juga terhadap sejumlah karbon pada baja ini. Oleh karena itu jumlah karbon pada *dual phase steel* biasanya dibatasi hingga 0,1% C, hal ini untuk membuat baja fasa ganda lebih *weldable* (mampu las) dan *formable* (mampu bentuk).



Gambar 2.2. Diagram fasa Fe-C (Sumber: Wardoyo.J.T., 2005.)

Sedangkan proses *heat treatment*nya dapat ditunjukkan pada gambar 2.3. dibawah ini.



Gambar 2.3. Proses *heat treatment* pada *dual phase steels* (Sumber: Xiaoyan Li, 2005)

Pengujian Vickers dilakukan dalam penelitian ini adapun metodenya dapat dilihat dalam tabel dibawah:

Hardness Tests				
Test	Indenter	Shape of indentation Side view Top view	Load, P	Hardness number
Brinell	10-mm steel or tungsten carbide ball		500 kg	$HBI = \frac{2P}{\pi D} (D\sqrt{D-d} - D^2 + d^2)$
			1500 kg	
			3000 kg	
Vickers	Diamond pyramid		1-120 kg	$HV = \frac{1.854P}{L^2}$
Knoop	Diamond pyramid		25g-5kg	$HK = \frac{14.2P}{L^2}$
Rockwell	Diamond cone		60 kg	$\left. \begin{matrix} HRA \\ HRC \\ HRD \end{matrix} \right\} = 100 - 500$
			150 kg	
			100 kg	
B F G	$\frac{1}{16}$ in. diameter steel ball		100 kg	$\left. \begin{matrix} HRB \\ HRF \\ HRC \end{matrix} \right\} = 130 - 500$
			60 kg	
			150 kg	
E	$\frac{1}{8}$ in. diameter steel ball		100 kg	HRE

Gambar 2.4. Metode pengujian kekerasan (Sumber John Wiley & Sons,1965)

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah lembaran plat AISI 1005 yang telah ditreatment menjadi baja fasa ganda dengan tebal 1 mm dengan peralatan yang digunakan adalah :

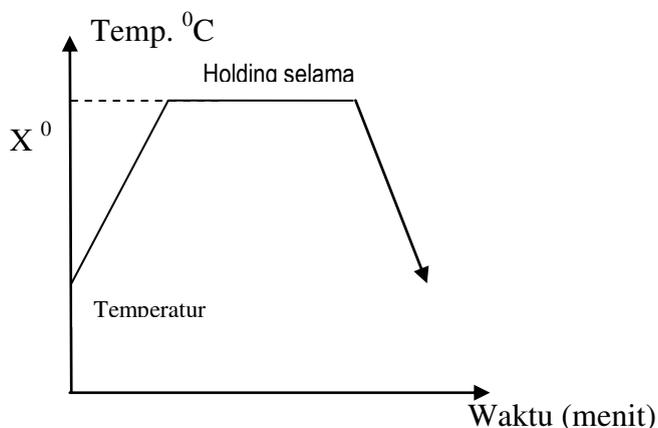
- a. Dapur Pemanas (*Furnace*);
Merk : Hofman; Type : KZ; Daya : 3,3 Kw; Temperatur maksimum 1200°C.
- b. Mesin Uji Kekerasan
Merk : GNEHM HORGEM ; Type : O.M 150
- c. Uji komposisi bahan.
- d. Pengujian *Flexure strength*

Variabel dalam penelitian ini meliputi:

- a. Variabel bebas (*independent*) adalah temperatur pemanasan yaitu 730⁰, 750⁰, 770⁰, 800⁰, 850⁰ dan 900⁰ celcius.
- b. Variabel terikat (*dependent*) adalah kekerasan dan flexure Strength pada baja fasa ganda.
- c. Variabel tetap adalah *holding time* 15 menit dan media quencing yang digunakan adalah air tanpa agitasi.

Bahan spesimen adalah lembaran plat baja AISI 1005 tebal 1 mm menjadi baja fasa ganda melalui *heat treatment* dimana pemanasan dilakukan dengan menggunakan dapur pemanasan (*furnace*) untuk memudahkan pengontrolan temperatur hingga mencapai temperatur yang dikehendaki selanjutnya di *holding* selama 20 menit kemudian di *quenching* dalam air tanpa agitasi, kemudian dilakukan pengujian.

Rancangan diagram waktu vs suhu untuk treatment pembentukan fasa ganda dapat ditunjukkan seperti di bawah ini:



Gambar 3.1 Diagram rancangan *heat treatment* pembentukan baja fasa ganda (ferrite+martensite)

Sebelum dilakukan proses heat treatment langkah awal adalah melakukan pengujian komposisi bahan. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan temperature perlakuan dalam pembentukan fasa ganda dengan berdasarkan pada diagram fasa Fe-Fe₃C.

Tabel 3.1 Hasil uji komposisi bahan

%C	%Si	%S	%P	%Mn
0.033	0.011	0.013	0.008	0.234

Adapun proses heat treatment dapat ditunjukkan pada foto dibawah ini:



Gambar 3.2 Proses heat treatment pembentukan fasa ganda

Untuk mendapatkan nilai kekerasan specimen uji dalam penelitian ini dilakukan dengan metode pengujian Vickers. Prinsip dasar pengujian ini hampir sama dengan pengujian Brinnel, hanya saja disini digunakan indenter intan yang berbentuk piramida beralas bujur sangkar dan sudut puncak 136°.

Adapun metode pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada foto di bawah ini.



Gambar 3.3 Proses pengujian kekerasan

Metode pengujian bending mengacu pada standar pengujian dari ASTM E290-09 untuk mendapatkan nilai flexure strength dari masing-masing spesimen dengan perlakuan yang berbeda.



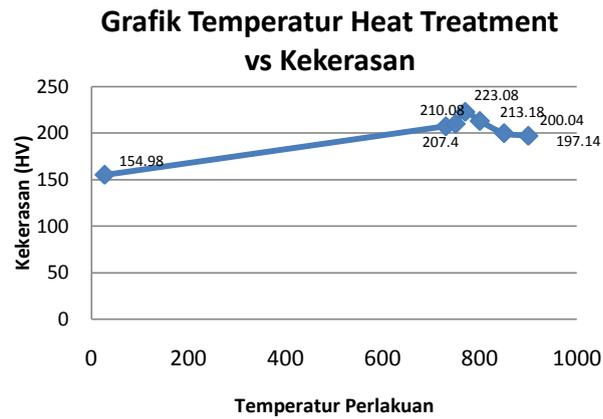
Gambar 3.4 Proses pengujian bending

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian kekerasan dapat ditabelkan sebagai berikut sesuai dengan temperatur perlakuan pada masing-masing specimen uji.

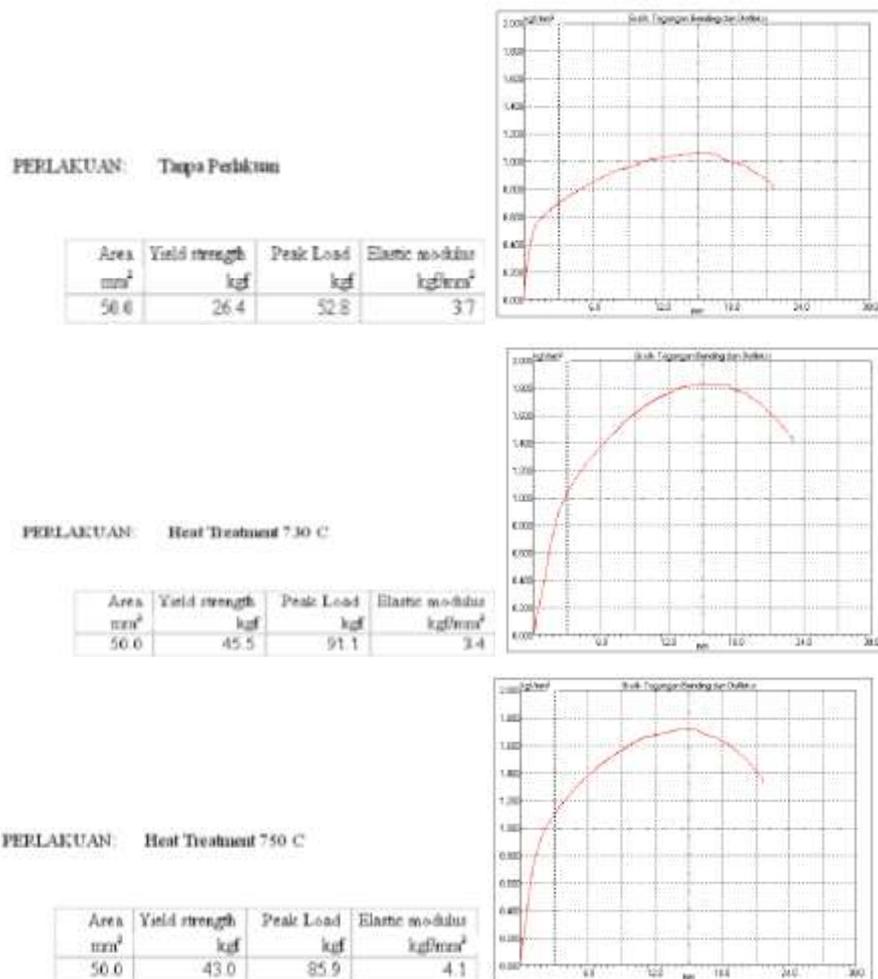
Tabel 4.1 Data hasil pengujian kekerasan dengan metode Vickers (HV)

Temperatur heat treatment	Tanpa perlakuan	730 ⁰ C (a)	750 ⁰ C (b)	770 ⁰ C (c)	800 ⁰ C (d)	850 ⁰ C (e)	900 ⁰ C (f)
Data Uji kekerasan							
1	162,8	214	206.9	227.3	201	202	205.2
2	152	210,4	215	239.8	189.9	199.4	200
3	174.9	200.8	210	208.7	227.3	209.6	187.6
4	150.9	180,5	214	214.6	232.5	191.5	195.4
5	142.1	202,5	204.5	225	215.2	197.7	197.5
Kekerasan Rata-rata (HV)	154.975	207.4	210.08	223.08	213.18	200.04	197.14



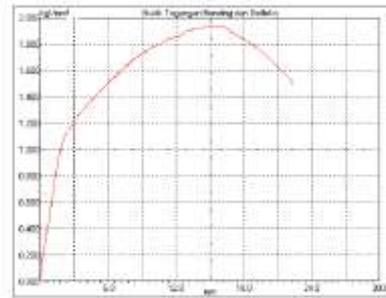
Gambar 4.1 Grafik hasil pengujian kekerasan

Untuk data *flexure strength* diperoleh dari hasil pengujian bending yang dapat ditampilkan dalam bentuk grafik, besarnya flexure strength vs defleksi untuk masing-masing temperatur perlakuan dapat ditunjukkan seperti pada gambar di bawah ini.



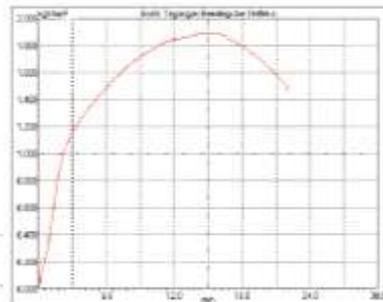
PERLAKUAN: Heat Treatment 770 C

Area mm ²	Yield strength kgf	Peak Load kgf	Elastic modulus kgf/mm ²
50.0	48.3	96.4	5.2



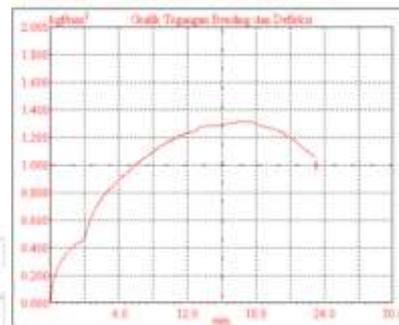
PERLAKUAN: Heat Treatment 800 C

Area mm ²	Yield strength kgf	Peak Load kgf	Elastic modulus kgf/mm ²
50.0	47.3	94.5	5.0



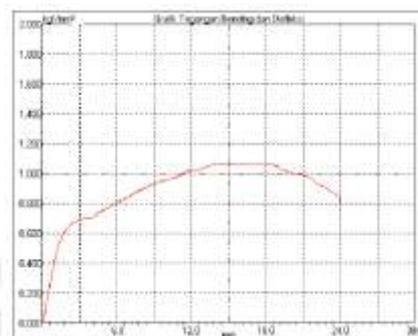
PERLAKUAN: Heat Treatment 850 C

Area mm ²	Yield strength kgf	Peak Load kgf	Elastic modulus kgf/mm ²
50.0	38.8	65.7	1.3



PERLAKUAN: Heat Treatment 900 C

Area mm ²	Yield strength kgf	Peak Load kgf	Elastic modulus kgf/mm ²
50.0	26.7	53.4	3.4



Berdasarkan data hasil pengujian kekerasan spesimen pada tabel 4.1 diatas menunjukkan bahwa temperature pembentukan fasa ganda dapat mempengaruhi nilai kekerasan spesimen. Pada data awal (spesimen tanpa perlakuan) besarnya nilai kekerasan adalah 154.98 HV setelah mengalami proses heat treatment ternyata nilai kekerasannya meningkat (207.4 HV ; 210.08 HV ; 223.08 HV ; 213.18 HV ; 200.04 HV ; 197.14 HV).

Dari data masing masing perlakuan didapatkan bahwa nilai kekerasan meningkat mulai temperature pemanasan 730⁰ - 770⁰ selanjutnya menurun dari 800⁰-900⁰. Peningkatan nilai kekerasan dari temperature 730⁰ – 800⁰ disebabkan karena struktur ferrite- pearlite pada

kondisi awal tanpa perlakuan dari spesimen uji mengalami transformasi akibat pemanasan hingga fasa ganda dan dilanjutkan dengan pendinginan cepat dalam media air dimana dari struktur ferrite-pearlite spesimen mengalami perubahan menjadi struktur ferrite – martensite. Sedangkan kekerasan menurun ketika temperature pemanasan 850° dan 900° hal ini karena menurut analisis dari diagram fasa (Fe-Fe₃C) struktur ferrite martensit mengalami transformasi kearah pembentukan struktur $\delta - \gamma$ (austenite) hal ini yang menyebabkan spesimen mengalami kekerasan yang lebih rendah. Kekerasan yang tertinggi ditunjukkan oleh spesimen yang mengalami perlakuan pada temperatur 770° yaitu 223.08 HV.

Dari hasil pengujian bending didapatkan besarnya *flexure strength* spesimen uji dari berbagai variasi temperature pembentukan baja fasa ganda. Perlakuan spesimen uji menunjukkan nilai *flexure strength* yang paling rendah yaitu sekitar 1,30 kgf/mm² namun setelah mendapatkan perlakuan maka rata-rata mengalami peningkatan akan tetapi ketika pada saat temperatur pemanasan 850° sampai 900° mengalami penurunan bahkan pada temperature 900° besarnya flexure strength hampir sama dengan spesimen ketika tanpa

Berdasarkan grafik diatas tampak sebelum

perlakuan yaitu berkisar 1,40 kgf/mm². Dari grafik di atas diketahui bahwa pada temperatur perlakuan 770° diperoleh nilai *flexure strength* yang paling tinggi, hal ini jika dilihat pada diagram fasa ketika mencapai temperature tersebut struktur fasa ganda terbentuk sempurna juga pada temperature 800° . Nilai ini sesuai dengan besarnya kekerasan yang didapat pada temperature tersebut yaitu 223.08 HV untuk temperature 770° dan 213.18 HV pada temperature 800° .

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini yaitu pengaruh temperature heat treatment terhadap kekerasan dan flexure strength diperoleh suatu kesimpulan :

1. Nilai kekerasan baja AISI 1005 rata-rata meningkat dengan nilai kekerasan dan *flexure strength* tertinggi diperoleh pada temperatur perlakuan 770° .
2. Baja Fasa Ganda dengan sifat mekanik yang optimum diperoleh pada temperatur 770° .

Untuk kesempurnaan hasil penelitian perlu melakukan uji *formability* baja ini memiliki sifat mekanik yang baik terutama pada temperature perlakuan 770° - 800° .

DAFTAR PUSTAKA

- Cortez V.H.L and F.A.R. Valdes.2008. Understanding Resistance Spot Welding of Advanced High-Strength Steels, *Weld.J*, pg 36-40.
- JFE Steel Corporation, 2010. Cold Rolled Steel Sheet, <http://www.jfe-steel.co.jp/en>, diakses pada tanggal 31 Desember 2010
- Maryama.M and Gayden, X.Q. 2005. Development of Requirements for Resistance Spot Welding Dual-Phase (DP600) Steels Part 1-The Causes of Interfacial Fracture, *Weld J*, 84(11), pg.172-182.
- Speer ,JG. and Matlock DK. 2002. Recent Developments In Low-Carbon Sheet Steel, The Advanced Steel Processing and Products Research Center, Department of Metallurgical and Materials Engineering,