

PENGARUH *HARDENING* PADA BAJA JIS G 4051 GRADE S45C TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO

Koos Sardjono KP

k.sardjono@yahoo.co.id,
B2TKS / BPP Teknologi, PUSPIPTEK Serpong
Tangerang – 15314, Banten

Abstract

Steel represents a metallic material which is still dominantly used in the engineering industry and mechanical construction. In order to fulfil the industrial demand, the high quality and mechanical properties of steel has to be always available. It is necessary to conduct a heat-treatment process to identify the improvement of mechanical properties and micro-structure of steel JIS G 4051 grade S 45 C. Results of the heat-treatment process indicate that the maximum tensile strength of the investigated steel is 1074 MPa, it is earning from the warm-up temperature 860 °C and the highest hardness of the investigated steel is 579 HV it is earning from the warm-up temperature 920 °C. These results meet to AISI – SAE 1045 or JIS G 4051 grade S 45 C standard.

Kata kunci : *baja, pengerasan, perlakuan panas, struktur mikro, karakteristik mekanis.*

1. PENDAHULUAN

Baja *JIS G 4051 grade S45C* di klasifikasikan menurut standar Amerika AISI / SAE 1045 dalam kondisi perlakuan panas *Quenching* dan *Tempering* mempunyai nilai kekerasan antara 225 – 595 BHN dan kuat tarik antara 725 – 2240 MPa⁽¹⁾. Pada umumnya material ini digunakan oleh berbagai industri otomotif untuk bahan baku pembuat komponen atau struktur mesin melalui proses pembentukan panas seperti pengerolan, penempaan untuk memproduksi *connecting rods* (batang torak), *piston pins* (pena torak), *axles* (poros gandar), *shaft* (poros transmisi), *crankshafts* (poros engkol), *rails* (rel kereta – api), *boilers* (bejana pembangkit uap). Pada umumnya tipe baja karbon ini mempunyai komposisi kimia dengan kandungan – kandungan utamanya antara lain : karbon 0.44%C, manganese antara 0.57 – 0.69%Mn, 0.013 – 0.037%P, 0.033 – 0.038%S, 0.16 – 0.20%Si. Sedangkan kandungan – kandungan lain dalam jumlah yang relatif sangat kecil dapat untuk

memperbaiki sifat mekanis seperti : Cr, Ni, Cu, Al, dan As.

Untuk memperbaiki sifat-sifat mekanis, dapat pula diberikan dengan perlakuan panas seperti: *quenching*, *tempering*, *normalizing* dan *annealing*. Pada umumnya tipe baja karbon AISI / SAE 1045 proses normalisasi nya dilakukan pada temperatur antara 833 – 915 °C di ikuti dengan pendinginan udara, sedangkan proses anil nya di lakukan pada temperatur antara 790 – 870 °C untuk menghasilkan nilai kekerasan antara 156 – 217 BHN dan kuat tarik dapat mencapai antara 550 – 800 MPa.

Penelitian ini memakai perlakuan panas (*Heat Treatment*) untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat mekanis dan struktur mikro baja ***JIS G 4051 grade S45C***.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Bahan

Material berbentuk batang dengan diameter 20 mm dan panjang 300 mm sebanyak empat batang yang di gunakan dalam

penelitian ini adalah baja karbon dengan standarisasi JIS G4051 grade S45C dengan spesifikasi komposisi kimianya sebagai berikut: 0,45% C, 0,25% Si, 0,67% Mn, 0,012% P, 0,023% S, 0,23% Cr, 0,14% Ni, 0,03% Mo, 0,31% Cu. Kemudian sebagian material diatas di lakukan proses perlakuan panas *Hardening* (pengerasan) dengan memakai variabel :

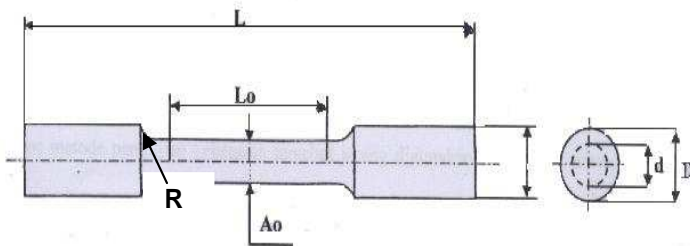
Temperatur Pemanasan 800 °C, 860 °C dan 920 °C. Waktu penahanan 15 menit, kemudian didinginkan dengan cepat (*quenching*) dengan media air.

2.2 Metode

Untuk mendukung penelitian ini maka dilakukan beberapa pengujian seperti ;

- Pengujian Tarik (*Tension Test*)

Batang baja dibentuk spesimen untuk uji tarik seperti pada gambar 1 dan dengan alat uji seperti pada gambar 2.



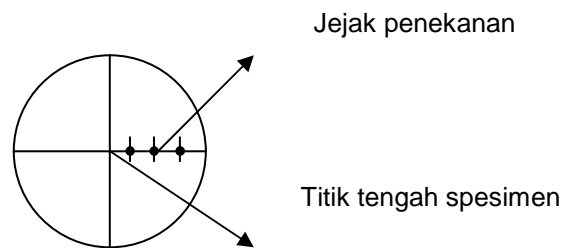
Gambar 1. Spesimen benda uji tarik standar spesimen uji dari JIS Z2201 ⁽²⁾ .

Keterangan :
 L : 250 mm
 L_0 : 50 mm
 $A_0 = d$: 12,5 mm
 R : 15 mm

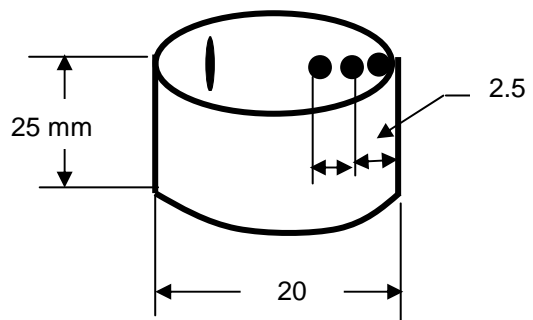


Gambar 2. Mesin uji tarik UPM (*Universal Proof Machine*) kapasitas 10 00 kN.

- Pengujian kekerasan
 Uji kekerasan dengan menggunakan metode Vicker's, pada penelitian ini di lakukan tiga kali penekanan setiap sampel dengan jarak masing-masing 2.5 mm dari permukaan luar spesimen pada sumbu utama penampang, sedang pengamatan dilakukan pada sisi kanan dari titik tengah penampang spesimen seperti terlihat pada gambar 3 dan spesimen serta alat uji kekerasan terlihat pada gambar 4 dan 5.



Gambar 3. Jarak penekanan kerucut intan pada penampang spesimen.



Gambar 4. Ilustrasi geometri dan dimensi lokasi penjejakan dan spesimen uji kekerasan serta pemeriksaan metalografi.



Gambar 5. Alat uji kekerasan Vicker's.

- Pemeriksaan Metalografi

Tujuan dari pemeriksaan metalografi adalah untuk melihat dan menganalisa jenis dan bentuk struktur mikro setelah mengalami proses *heat treatment* agar dapat membandingkan struktur mikro dengan yang tanpa perlakuan, sedang spesimen metalografi sama dengan untuk uji kekerasan dan alat pemeriksaannya memakai mikroskop optik dan stereo seperti pada gambar 6. Beberapa proses pengerjaan pada spesimen yang akan diamati



Gambar 6. Alat mikroskop optik untuk memeriksa struktur mikro dari spesimen metalografi.

Proses yang di lakukan adalah :

1. Pemotongan bahan

Memotong spesimen yang akan di uji pada mesin potong

2. *Grinding*

Di pakai mesin *grinding*, sebagai media *grinding* di gunakan amplas dengan berbagai tingkat kekerasan yaitu kombinasi dari 80, 180, 220, 400, 700, 800, 1000 dan 1200, diperoleh permukaan spesimen dengan goresan yang searah, halus dan homogen.

3. *Polishing*

Tujuan *polishing* agar mendapatkan permukaan spesimen yang memenuhi syarat untuk di periksa bawah mikroskop. Media *polishing* yang di pakai adalah *diamond* dengan bentuk pasta, sedang alat *polishing* seperti terlihat pada gambar 7..



Gambar 7. Alat untuk *grinding* dan *polishing*

4. Proses Mengets (Etching)

Struktur mikro pada suatu spesimen logam dapat di lihat melalui mikroskop, apabila spesimen telah mengalami *etsa* dengan medium *etsa*, pengetsan di lakukan dengan cara spesimen di celupkan kedalam larutan nital dengan bantuan alat penjepit selama 15-20 detik kemudian langsung di bilas dengan air bersih atau alkohol dan di keringkan dengan alat pengering

5. Pemotretan

Spesimen yang telah selesai di *etsa* kemudian disiapkan untuk diamati dibawah mikroskop agar struktur mikro dapat jelas terlihat dan dilakukan pemotretan dengan pembesaran 100x, 200x, dan atau 500x .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

3.1.1. Uji tarik

Dari hasil uji tarik dapat di tabelkan sebagai berikut :

Tabel 1. Data – data hasil uji tarik.

SAMPEL	DIA. (mm)	AREA (mm ²)	Futs (kN)	σ _{uts} (MPa)
800°C	12.52	123,0	84,0	683
860°C	12.51	122,9	132,0	1074
920°C	12.55	123,6	89,0	720
TP	12.55	123,6	83,0	671

Catatan : TP = Tanpa Perlakuan

3.1.2. Uji kekerasan

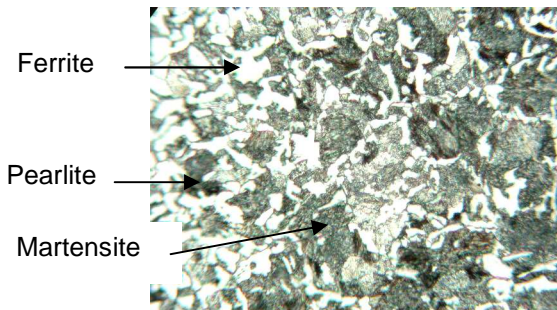
Nilai kekerasan yang di peroleh pada pengujian, dapat dilihat pada table 2 berikut.

Tabel 2. Data-data hasil uji kekerasan dengan metode Vicker's

ITEM	NILAI KEKERASAN (HV)	NILAI RATA-2 (HV)
800°C	241.5	203.8
	285.0	
	285.0	
860°C	421.0	406.0
	421.0	
	376.0	
920°C	593.0	579.3
	585.0	
	560.0	
TP	192.0	196.0
	198.0	
	198.0	

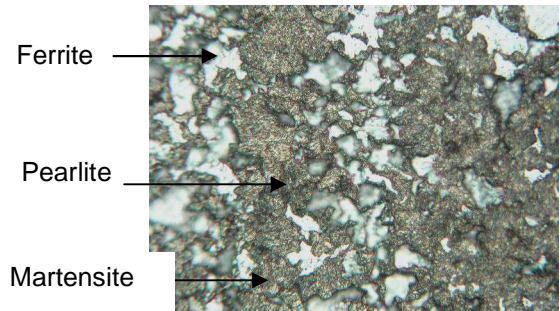
3.1.3. Pemeriksaan metalografi.

Pemeriksaan metalografi dengan memakai mikroskop optik dibatasi pada perbesaran 500x, seperti terlihat pada gambar – gambar di bawah ini

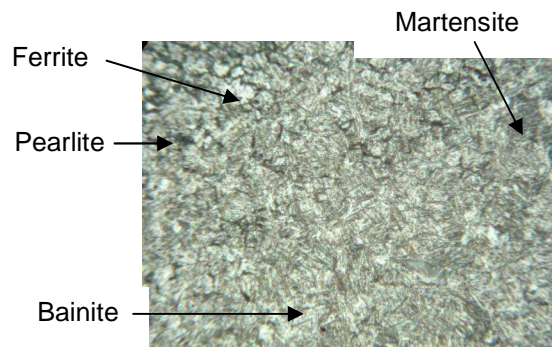


Gambar 8. Struktur mikro baja karbon JIS G4051 *grade* S45C pada daerah penekanan tepi dengan suhu pemanasan 800 °C. Fasa Martensite terlihat lebih dominan.

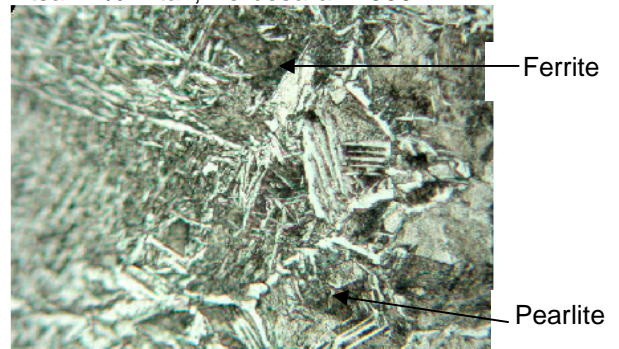
Etsa : 2% Nital., Perbesaran : 500x



Gambar 9. Struktur mikro baja karbon JIS G4051 *grade* S45C pada daerah penekanan tepi dengan suhu pemanasan 860 °C. Fasa Martensite terlihat lebih dominan dan merata. Etsa : 2% Nital., Perbesaran : 500x



Gambar 10. Struktur mikro baja karbon JIS G4051 *grade* S45C pada daerah penekanan tepi dengan suhu pemanasan 920 °C. Fasa Bainite lebih dominan⁽³⁾. Etsa : 2% Nital., Perbesaran : 500x



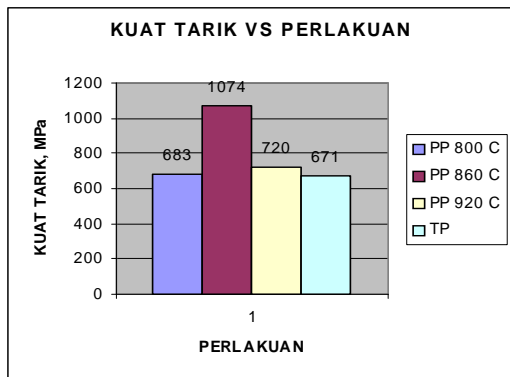
Gambar 11. Struktur mikro baja karbon JIS G4051 *grade* S45C yang tidak mengalami perlakuan panas pada daerah tepi. Struktur mikro menunjukkan fasa Ferrite – Pearlite pada kondisi anil⁽³⁾. Etsa : 2% Nital. Perbesaran : 500x

3.2. Pembahasan

Dari hasil pengujian yang telah di lakukan membuktikan bahwa :

3.2.1. Uji Tarik

Pada bahan atau material yang tanpa perlakuan panas (TP) kuat tarik 671 N/mm² lebih kecil di dibandingkan dengan bahan dengan perlakuan panas (PP), sehingga proses perlakuan panas mempengaruhi dan meningkatkan kekuatan tariknya.



Gambar 12. Grafik hubungan antara kuat tarik terhadap perlakuan pada sampel material JIS G4051 grade S45C serta tanpa perlakuan.

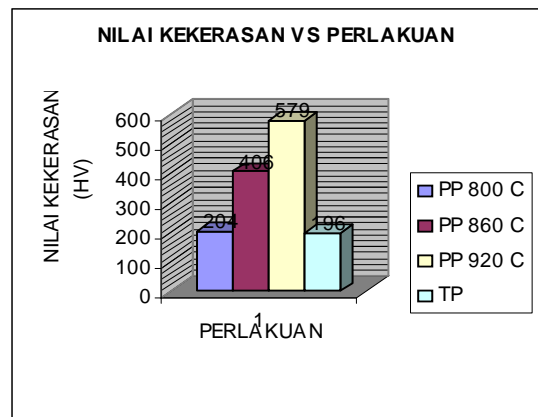
Sampel bahan atau material JIS G4051 grade S45C dengan perlakuan panas pada temperatur pemanasan 860 °C, lebih tinggi daripada yang lain dan yang tanpa perlakuan, hal ini mungkin dari hasil pemeriksaan metalografi seperti yang terlihat pada gambar 9 dimana pada struktur mikro dengan perbesaran 500x menunjukkan bahwa fasa Martensite lebih dominan dan lebih merata. Fasa Martensite terbentuk dari transformasi fasa Austenite yang dicelup (quenching) dengan kecepatan pendinginan yang sangat tinggi. Fasa Martensite mulai terbentuk antara suhu 200 – 500 ° C hal ini tergantung pada kandungan karbon (C). Semakin tinggi persentase kandungan karbon (C) - nya akan semakin tinggi suhu awal terbentuknya fasa Martensite (4) . Dibandingkan dengan standar JIS G 4051 grade S45C yang di klasifikasikan menurut standar Amerika AISI - SAE 1045 dimana kuat tariknya antara 725 – 2240 MPa, maka hanya material yang telah di perlakuan panas dengan temperatur 860 °C saja yang masuk rentang diatas.

3.2.2. Uji Kekerasan

Hasil uji kekerasan menggunakan metode Vicker's, dimana nilai kekerasan rata - rata bahan atau material yang tanpa perlakuan panas sebesar 196 HV. Nilai kekerasan ini masih jauh di bawah nilai kekerasan bahan atau material yang di beri perlakuan panas yaitu pada :

- Temperatur 800 °C = 204 HV
- Temperatur 860 °C = 406 HV
- Temperatur 920 °C = 579 HV

Besar nilai kekerasan yang di peroleh sangat dipengaruhi oleh fasa yang terbentuk dan jumlah fasa. Terlihat pada gambar 10 bahwa terbentuk jumlah fasa sebanyak empat yaitu fasa Martensite sangat keras dan di dominasi oleh fasa Bainite yang hampir sekeras Martensite selain daripada fasa Ferrite dan Pearlite. Sedangkan terbentuknya fasa di pengaruhi oleh perlakuan panas yang di berikan sebelumnya pada bahan atau material seperti terlihat pada gambar 11, di ketahui bahwa sampel material JIS G4051 grade S45C yang tidak mengalami perlakuan panas (TP) pada daerah tepi menunjukkan adanya fasa Ferrite – Pearlite pada kondisi anil. Jadi proses perlakuan panas mempengaruhi dan meningkatkan nilai kekerasannya.



Gambar 13. Grafik hubungan antara nilai kekerasan Vicker's terhadap perlakuan pada sampel material JIS G4051 grade S45C serta tanpa perlakuan.

Dibandingkan dengan standar JIS G 4051 grade S45C di klasifikasikan menurut standar Amerika AISI - SAE 1045 dimana nilai kekerasan antara 225 – 595 BHN atau ekivalen dengan 235 – 625 HV, maka hanya material yang telah di perlakuan panas

dengan suhu 860 °C dan 920 °C saja yang masuk rentang diatas.

3.2.3 Pemeriksaan Metalografi

Pada pemeriksaan metalografi seperti yang di tunjukkan dari gambar 8 sampai dengan gambar 11 yang di peroleh pada pengamatan metalografi dapat di lihat struktur mikro yang terbentuk pada bahan yang di beri perlakuan panas (PP) adalah fasa Martensite dan fasa Bainite, sedangkan pada bahan yang tidak diberikan perlakuan panas (TP) bentuk fasanya Ferrite bagian yang terang dan fasa Pearlite pada bagian yang gelap.

Pada temperatur pemanasan 800 °C fasa Martensite baru mulai tampak belum terdistribusi karena masih terlihat banyak fasa Ferrite dan fasa Pearlite. Pada temperatur pemanasan 860 °C fasa Martensite mulai terdistribusi dan penyebarannya merata . Sedangkan pada temperatur pemanasan 920 °C terlihat fasa – fasa Ferrite , Pearlite dan Martensite berkurang penyebarannya dan di dominasi oleh fasa Bainite sehingga meningkatkan nilai kekerasannya.

4. KESIMPULAN

Dari hasil – hasil pengujian , pemeriksaan serta dari pembahasan dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut :

Kuat tarik maksimal adalah 1074 MPa di dapat dari bahan dengan temperatur pemanasan 860 °C dan masuk rentang kuat tarik dari standar AISI – SAE 1045 atau JIS G4051 *grade* S45C .

Nilai kekerasan tertinggi pada *sample* bahan atau material baja karbon standar AISI – SAE 1045 atau JIS G4051 *grade* S45C yang di beri perlakuan panas (PP) pada temperatur pemanasan 920°C dengan nilai kekerasan Vicker's sebesar 579 HV dan masuk rentang nilai kekerasan Vicker's dari standar AISI – SAE 1045 atau JIS G4051 *grade* S45C.

- Struktur mikro pada sampel bahan atau material baja karbon standar AISI – SAE 1045 atau JIS G4051 *grade* S45C yang di berikan perlakuan panas (PP) pada temperatur pemanasan 800°C dan 860 °C terbentuk fasa Martensite , sedangkan pada temperatur pemanasan 920°C terbentuk fasa – fasa Martensite dan Bainite.

Dan pada sampel bahan atau material baja karbon standar AISI – SAE 1045 atau JIS G4051 *grade* S45C yang tidak diberikan perlakuan panas (TP)_bentuk fasa awal adalah fasa – fasa Ferrite dan Pearlite.

- Kondisi anil pada struktur mikro sampel bahan atau material baja karbon standar AISI – SAE 1045 atau JIS G4051 *grade* S45C yang tidak di berikan perlakuan panas (TP), menunjukkan bahwa material sebelumnya telah mendapat perlakuan panas, sehingga proses penelitian tidak dapat mencapai hasil yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

ASM METALS, Reference Book, edisi ke 3, Material Parks ASM International, Ohio, 1999, p. 286 – 288.

JIS Handbook; Ferrous Materials & Metallurgy I, Japanese Standard Association, 1998, p. 31.

Horstmann Dietrich, Das Zustandsschaubild Eisen – Kohlenstoff, 5. Auflage, Druckerei und Verlag GmbH & Co., Baden-Baden, Germany, 1985, p.12 , 18 – 19

Metals Handbook, “ Metallography, Structures and Phase Diagrams “, vol. 8, edisi ke 8, ASM Metals Park, Ohio, USA, 1973, p. 197 – 199.