

UJI EKSPERIMEN TINGKAT KEKERASAN DAN KETANGGUHAN BAJA PEGAS JIS SUP 9 DENGAN METODE LAKU PANAS HARDENING DAN TEMPERING

Ahmad Dzulfikri Halimi

S1 Teknik Mesin Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : ahmadhalimi@mhs.unesa.ac.id

Mochamad Arif Irfa'i

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: arifirfai@unesa.ac.id

Abstrak

Baja saat ini merupakan bahan yang sering di pakai dalam berbagai macam kegiatan industri baik dalam proses industri maupun sebagai komponen mesin, baja pegas merupakan salah satu matrial komponen otomotif yang bahan dasarnya adalah baja karbon. Proses heat treatment yang dilakukan bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik dari logam maupun paduan. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Mengetahui pengaruh proses laku panas hardening dan tempering terhadap kekerasan ketangguhan baja pegas JIS SUP 9, Serta mengetahui strukturmikro hasil perlakuan tersebut. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja pegas karbon sedang standart jis grade SUP9. alat uji yang digunakan dalam penelitian ini berturut-turut adalah Charpy Testing, Rockwell Hardness tester, Olympus Metallurgical Microscope. Adapun cara pengujian ini adalah, pada pengujian impak menggunakan standar ASTM E23 pengujian ini dilakukan dengan cara memukulkan bandul ke spesimen uji hingga patah, dan hasilnya bisa terlihat pada indikator pencatatan hasil, pengujian kekerasan menggunakan pengujian rockwell dengan standar ASTM E18. pengujian struktur mikro dilakukan dengan standar ASTM E3 cara melihat spesimen dibawah mikroskop Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang sangat kuat penggunaan variasi temperatur hardening SUP9. Nilai kekerasan tertinggi terjadi pada spesimen dengan temperatur hardening 860°C tempering 400°C. Nilai kekerasan rata-rata 49,1 HRC atau meningkat 40% dari spesimen raw material. Pada nilai ketangguhan peningkatan tertinggi pada temperatur 920°C temper 500°C dengan rata-rata 42,81 joule atau 227%, pada struktur mikro yang terbentuk pada raw material berupa ferrite dan pearlit, sedangkan hasil pengaruh laku panas mengakibatkan munculnya struktur martensite temper, carbida dan austenit sisa .

Kata kunci baja pegas, proses laku panas hardening dan tempering, uji kekerasan, uji impact dan struktur mikro

Abstract

Steel is currently a material that is often used in a variety of industrial activities both in industrial processes and as engine components, spring steel is one of the automotive component material which is the base material is carbon steel. The heat treatment process aims to improve the mechanical properties of both metal and alloys. this research aims to know the effect of heat treatment hardening and tempering on JIS SUP 9 springs against the level of hardness, toughness and to know the microstructure of the treatment. The material used in this thesis is medium carbon spring steel standart jis grade SUP9. the test equipment used in this research, are impact Charpy Tester, Rockwell Hardness tester, Olympus Metallurgical Microscope. As for the way of this test is, in impact test using ASTM E23 standard, this test is done by swing pendulum to test specimen until broken, and the result can be seen on indicator of result recording, hardness testing using rockwell test with ASTM E18 standard, micro structure testing done with ASTM E3 standard how to see specimen under microscope. The results show that there is a very strong influence on the use of variation of SUP9 hardening temperature. The highest hardness value occurred in specimens with hardening temperature 860 ° C tempering 400 ° C. The average hardness of 49.1 HRC or 40% increase from raw material specimens. At the highest increase in toughness value at 920 ° C temperatures of 500 ° C with an average of 42.81 joules or 227%, the microstructure formed on raw material is ferrite and pearlit, where as due to the effect of heat treatment resulted in the appearance of tempered martensite, carbide and retained austenite.

Keywords: spring steel, hardening and tempering heat treatment processing, hardness test, impact test and microstructure

PENDAHULUAN

Sistem transportasi pada umumnya sangat mengutamakan kenyamanan dan keamanan dalam hal berkendara. Untuk menunjang hal tersebut dibutuhkan suatu sistem suspensi yang baik. Sistem suspensi berfungsi untuk meredam getaran, ayunan, dan guncangan yang diterima kendaraan pada saat melintasi jalanan yang bergelombang, berlubang dan tidak rata. Kondisi jalanan yang seperti ini sangatlah mengganggu kenyamanan dan bisa menyebabkan kecelakaan bagi pengendara. Sistem suspensi ini terdiri dari komponen pegas dan komponen redaman yang terletak diantara bodi dengan roda.

Pada pengaplikasian baja pegas sering di jumpai beberapa masalah, misalnya Patah akibat beban berlebih atau beban kejut yang mengakibatkan terbatasnya umur pakai dalam waktu yang lebih singkat. Seringnya terjadi kerusakan ini akan sangat menghambat pemakaian gerbong kereta api, karena penggantian komponen tersebut sangat memakan waktu, biaya, serta diiringi pula dengan kerugian-kerugian lainnya.

Kualitas kekerasan dan ketangguhan dapat dilihat dari pengaruh temperatur perlakuan, pada metode hardening dengan dengan variasi suhu di atas 750°C yang merupakan batas temperatur kritis yang akan merubah struktur baja sedemikian rupa sehingga diperoleh struktur martensit yang keras, sehingga meningkatkan tingkat kekerasannya ,begitu pula dengan metode tempering dimana dengan variasi suhu antara 300°C - 500°C , hasil perlakuan yang akan di dapatkan menambah ketangguhan dan sedikit mengurangi kekerasannya maka dalam pemilihan temperatur perlu diperhatikan dan dicari solusi untuk mendapatkan Kualitas kekerasan dan ketangguhan yang optimal. Oleh karena itu, kekerasan dan ketangguhan baja menjadi tolak ukur kualitas suatu produk industri manufaktur.

Seberapa besar perubahan ketangguhan dan kekerasan pada material baja pegas yang direkondisi dengan perlakuan panas sehingga ketangguhan dan kekerasannya menjadi rata sangat menarik untuk diteliti. Berdasarkan uraian diaatas, di lakukan penelitian yang berjudul, "Uji Eksperimen Tingkat Kekerasan dan Ketangguhan Baja Pegas JIS SUP 9 dengan Metode Laku Panas Hardening dan Tempring"

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Berdasarkan permasalahan dan tujuan penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian eksperimen (experimental research) yang bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai kekerasan, ketangguhan serta struktur metallography baja JIS SUP 9 hasil perlakuan panas hardening dan tempering dengan variasi suhu. Baja jenis ini banyak diaplikasikan pada sistem transportasi, khususnya kereta api, seperti pada bagian rangka bawah berupa tegas ulir maupun pegas daun.

Tempat dan Waktu Penelitian

- Tempat penelitian

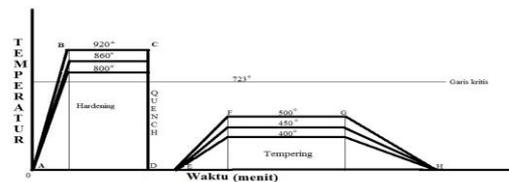
Penelitian ini akan dilakukan di tiga tempat. Untuk pembuatan spesimen dilakukan di UPT.Balai Yasa Surabaya Gubeng, pengujian spesimen bahan SUP 9 uji ketangguhan di laboratorium uji fisik balai riset dan standarisasi kementerian perindustrian surabaya, uji metalografi dilakukan di laboratorium uji bahan politeknik perkapalan negeri surabaya. Dan untuk pengujian kekerasan dilakukan di laboratorium uji bahan jurusan teknik mesin universitas negeri Surabaya

- Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai dari maret-september 2017.

Rancangan penelitian

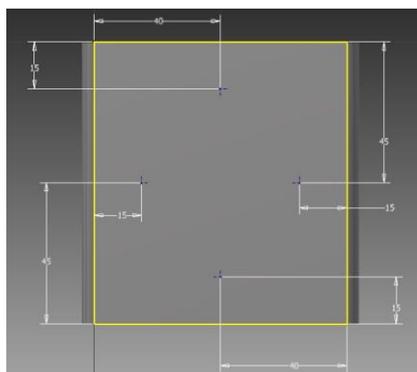
- Proses Perlakuan panas
 - a.Suhu pemanasan untuk proses hardening dan tempering temperatur diatur dengan suhu 800°C sampai dengan 920°C untuk hardening dan suhu 400°C sampai dengan 500°C
 - b.Lama waktu pemanasan diatur dengan menggunakan stopwatch. Untuk hardening baja jenis ini menggunakan waktu 30 menit dan untuk tempering menggunakan waktu 50 menit
 - c.Proses pendinginan hardening yang dilakukan adalah dengan pendinginan celup quench di bak oli untuk tempering proses pendinginan di lakukan di dalam urara terbuka (air cooled).



Gambar 1. Diagram laku panas hardening dan tempering

- Cara Kerja Uji kekerasan

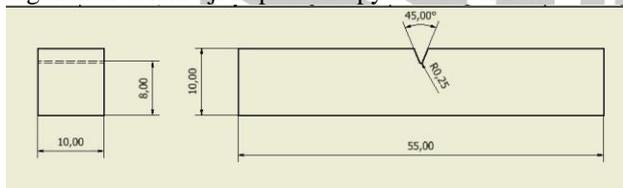
Pengujian Rockwell yang dipakai pada penelitian ini adalah HRC. Sebelum pengujian dimulai, penguji harus memasang indenter terlebih dahulu sesuai dengan jenis pengujian yang diperlukan, yaitu indenter bola baja atau kerucut intan. Setelah indenter terpasang, penguji meletakkan spesimen yang akan diuji kekerasannya di tempat yang tersedia dan menyetel beban yang akan digunakan untuk proses penekanan. Untuk mengetahui nilai kekerasannya, penguji dapat melihat pada display layar yang terpasang pada alat ukur berupa dial indicator pointer. Dalam penelitian ini di lakukan pada spesimen dengan empat titik pengujian



Gambar 2. letak titik pengujian kekerasan

• Uji Ketangguhan

Sebelum melakukan pengujian pertama ukur spesimen impek yang akan di uji dan diukur menggunakan jangka sorong, menggunakan mesin uji TIME model JB 300 dengan kapasitas 300 joule sebelum menggunakannya akan dilakukan kalibrasi terlebih dahulu, kemudian pasang spesimen impek pada penahan impek dengan posisi membelakangi pendulum, kemudian pendulum diangkat keatas dan tuas akan dilepaskan. Saat melakukan pengujian pengereman dilakukan setelah 2 kali ayunan agar memperoleh hasil yang tepat, setelah tuas di lepaskan pendulum mengenai spesimen impek dan akan memperoleh hasilnya, standar pengujian yang digunakan dalam uji impact charpy ini adalah ISO V



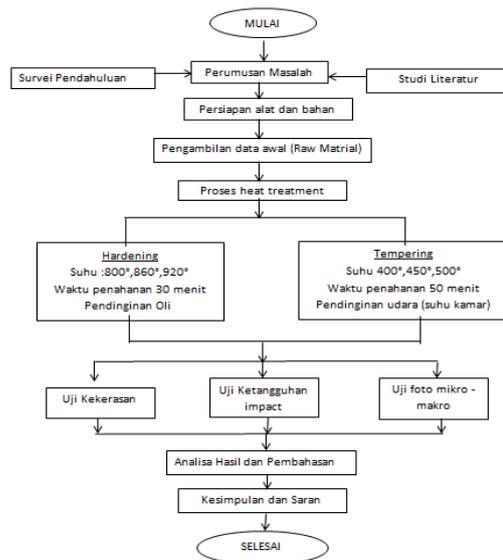
Gambar 3 spesimen uji impact sesuai dengan standar ASTM E23

• Uji Foto Metalografi

penguji harus memotong specimen terlebih dahulu sesuai dengan jenis standar uji yang digunakan, kemudian proses selanjutnya adalah mounting atau pembungkaihan, proses ini diperlukan mengingat specimen yang akan diuji berdimensi kecil dan tidak terlalu tebal, selanjutnya adalah tahap grinding, abrasion and polishing, Tahap grinding dan polishing ini bertujuan untuk membentuk permukaan specimen agar benar-benar rata. Grinding dilakukan dengan cara menggosok specimen pada mesin hand grinding yang diberi kertas gosok dengan ukuran grid yang paling kasar (grid 320) sampai yang paling halus. Sedangkan polishing sendiri dilakukan dengan menggosokkan specimen diatas mesin polishing machine yang dilengkapi dengan kain wool yang diberi serbuk alumina dengan kehalusan 1-0,05 mikron. Panambahan serbuk alumina ini bertujuan untuk lebih mengahluskan permukaan specimen sehingan akan lebih mudah melakukan metalografi. Selanjutnya specimen akan di etsa, proses etsa ini dilakukan dengan cara mencelupkan specimen pada cairan etsa dimana tiap jenis logam mempunyai cairan etsa (etching reagent) sendiri-sendiri. Kemudian dilakukan pengamatan

observasi pada mikroskop optic untuk mengetahui hasilnya. Secara keseluruhan proses metalografi ini diatur dengan aturan pengujian metalografi ASTM E3.

• Flowchart Penelitian



Gambar 4. Proses Penelitian

Peneliti akan melakukan beberapa tahapan dalam proses penelitian diawali dengan mensurvei, mengidentivikasi rumusan masalah dan studi pustaka setelah itu dilanjutkan pengujian data awal setelah mendapat data awal, maka dilakukanlah proses heat treatment sesuai dengan variasi berupa hardening dengan suhu 800°C,860°C, dan 920°C dengan waktu tahan 30 menit dan pendinginan celup oli di lanjut Tempering dengan variasi temperatur 400°C,450°C, dan 500°C dengan waktu tahan 50 menit dan pendinginan udara (suhu kamar) setelah proses perlakuan panas sekesai maka specimen dilakukan pengujian kekerasan di lanjut dengan uji impact setelah selesai proses pengujian sifat material specimen selanjutnya dilakukan proses foto metalografi setelah serangkaian proses pengujian seslesai maka tahap selanjutnya dilakukan analisa data dan pembahasan, untuk kemudian dapat ditarik kesimpulan. Penelitian telah selesai dilakukan sesuai dengan prosedur.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau suatu sifat atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2014).

- Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :
 - Nilai kekerasan
 - Nilai ketangguhan
 - Struktur metalografi
- Variabel bebas yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya:
 - Temperatur Hardening 800 860 dan 920

- Temperatur Tempering 400 450 500
- Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah :
 - Jenis perlakuan panas
 - Media pendingin
 - Waktu penahanan

Alat, Bahan, dan Instrumen Penelitian

- Alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:
 - Penjepit
 - Mesin gerinda potong
 - Bak oli
 - Tungku/furnace
 - Grinding/pollishing
 - Sarung tangan
 - Kain majun
 - Nital
- Bahan yang digunakan dalam proses perlakuan panas adalah baja JIS G 4801 Grade SUP 9 Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu untuk baja sebagai bahan material , material JIS SUP 9 dipotong untuk digunakan sebagai sampel uji kekerasan, ketangguhan maupun metallography

Tabel 1. Komposisi kimia baja SUP 9

Chemical composition: (Typical analysis in %)	C	Si	Mn	Cr
	0,57	0,30	0,85	0,80

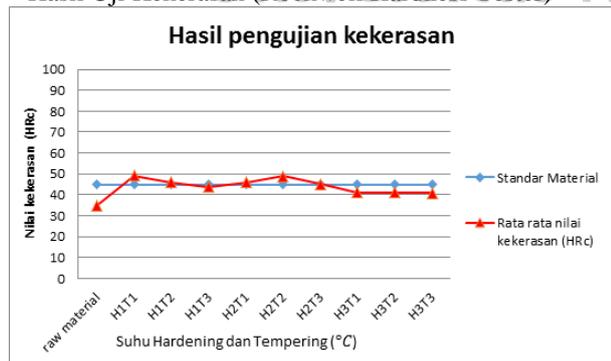
- Instrumen yang digunakan dalam proses penelitian adalah sebagai berikut:
 - Stopwatch
 - Rockwell hardness tester,
 - Impact charpy tester
 - Mikroskop foto mikro makro

Teknik Analisis Data

Pada penelitian eksperimen ini, penulis menggunakan metode analisis data *kuantitatif deskriptif*, yaitu mendeskripsikan data hasil pengujian secara sistematis dalam bentuk tabel grafik. Analisa data menggunakan data yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium yang dilakukan kemudian dimasukkan ke dalam tabel, dan ditampilkan dalam bentuk grafik yang kemudian akan dianalisa dan ditarik kesimpulan. Sehingga dapat diketahui persentase pengaruh temperatur proses hardening dan tempering terhadap tingkat kekerasan dan ketangguhan baja pegas

HASIL DAN PEMBAHASAN

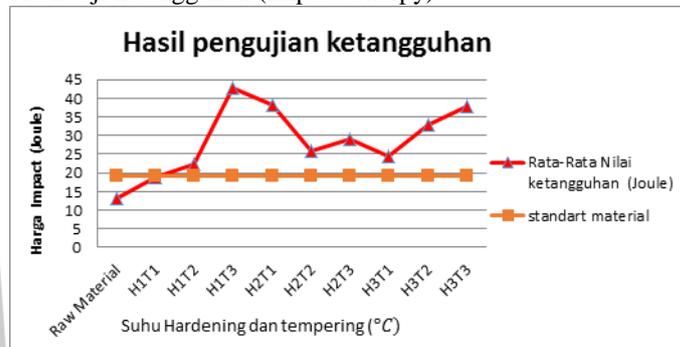
- Hasil Uji Kekerasan (Rockwell Hardness Tester)



Gambar 5. Diagram Hasil Uji kekerasan Rata- Rata Tiap Variasi Temperatur Hardening dan Tempering

Dari gambar 5 di atas rata-rata nilai kekerasan pada raw material yang merupakan baja pegas bekas pakai nilai kekerasn yang tercatat sebesar 35,05 HRC, pada baja yang telah mengalami perlakuan panas terlihat adanya peningkatan pada semua variasi, peningkatan tertinggi terjadi pada variasi suhu hardening 800°C dan tempering 400°C yaitu sebesar 49,1 HRC atau meningkat sebesar 40% dari kekerasan raw material, sedangkan peningkatan nilai kekerasan paling rendah terjadi pada variasi suhu hardening 920°C dan tempering 500°C atau meningkat sebesar 14,4%

- Hasil Uji ketangguhan (Impact Charpy)



Gambar 6. Diagram Hasil Uji ketangguhan Rata- Rata Tiap Variasi Temperatur Hardening dan Tempering

Berdasarkan hasil di atas nilai ketangguhan pada raw material yang merupakan baja pegas bekas pakai nilai kekerasn yang tercatat sebesar 13.09 Joule, pada baja yang telah mengalami perlakuan panas terlihat adanya peningkatan pada semua variasi, peningkatan tertinggi terjadi pada variasi suhu hardening 800°C dan tempering 500°C yaitu sebesar 42.81 Joule atau meningkat sebesar 227% dari ketangguhan raw material, sedangkan peningkatan nilai ketangguhan paling rendah terjadi pada variasi suhu hardening 800°C dan tempering 400°C atau meningkat sebesar 42,7%

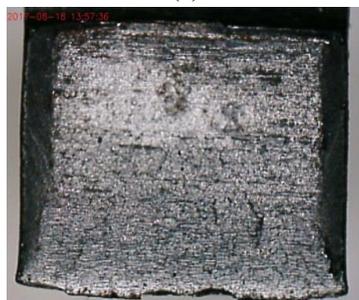
- Uji Foto Mikro

Setelah spesimen dilakukan pengujian kekerasan dan ketangguhan maka selanjutnya adalah dilakukan pengamatan hasil menggunakan alat foto makro dan mikro (*metallography*)

Pada penelitian ini pengujian makro dengan pembesaran 5X di lakukan pada spesimen ketangguhan untuk melihat bentuk permukaan patahan, dimana pada bentuk permukaan raw material (Gambar 6) berbentuk datar tanpa adanya deformasi plastis yang menunjukkan bahwa material bersifat getas dengan nilai ketangguhan 13.09 Joule, pada spesimen yang telah di beri perlakuan terjadi perubahan di mana bentuk permukaan samping mengalami perubahan deformasi plastis dan permukaan berserat (fibrous) (Gambar 7) yang menunjukkan material bersifat ulet.



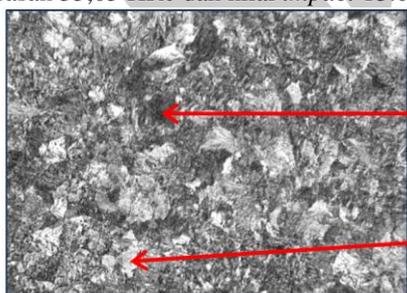
(a)



(b)

Gambar 7. Hasil Foto Makro (*Metallography*)
(a) patahan getas, (b) patahan campuran

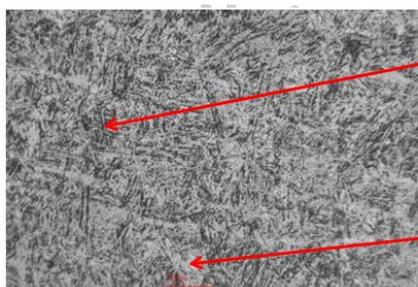
Pada pengujian mikrostruktur didapatkan beberapa perubahan yang terjadi akibat perlakuan dengan pembesaran 500-1000X dimana struktur awal material tanpa perlakuan dengan struktur yang di dominasi oleh ferrite dan pearlite, dimana pada buku teknologi bahan struktur yang berwarna hitam adalah *pearlite* dan yang berwarna putih adalah *ferite* maka material bersifat lunak dengan kekerasan 35,05 HRC dan nilai *impact* 13.09 Joule



pearlite

ferite

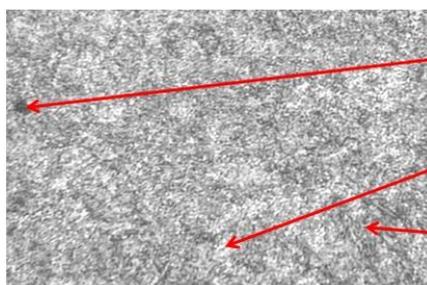
Gambar 8. Hasil struktur mikro raw material baja pegas SUP 9



(a)

Tempered martensite

Retined austenite

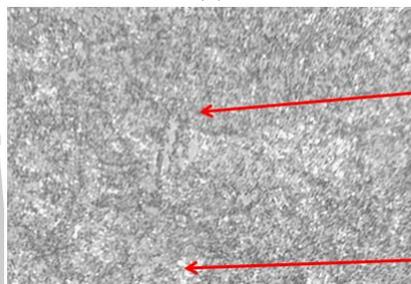


(b)

Carbida

Retined austenite

Tempered martensite



(c)

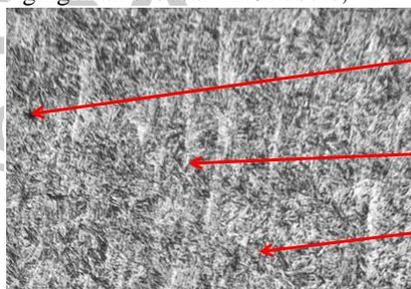
Tempered Martensite

Retined austenite

Gambar 9. Struktur mikro baja pegas SUP9 yang telah di beri perlakuan *hardening* 800°C dan *tempering* 400°C (a) 450°C (b) 500°C (c)

Pada struktur mikro material SUP 9 yang telah di beri perlakuan semuanya mengalami perubahan, pada suhu *Hardening* 800°C dengan *temper* 400°C (a) 450°C (b) 500°C (c) (Gambar 8) fasa yang muncul adalah martensit temper , carbida dan austenite sisa.

dimana struktur martensite yaitu struktur yang berbentuk menyerupai jarum muncul akibat pendinginan cepat, fenomena ini lah yang menyebabkan variasi *hardening* 800°C dan *temper* 400°C nilai kekerasan meningkat secara signifikan sebesar 49,1 HRC sedangkan nilai ketangguhan meningkat tetapi tidak begitu signifikan sebesar 18.68 Joule sehingga belum memenuhi standar yang berlaku sebesar 19 joule sementara perbedaan juga terlihat pada struktur mikro pada perlakuan *temper*, dimana *temper* 500°C terlihat struktur yang terbentuk semakin halus dan rapat ini yang menyebabkan nilai *Impact* material meningkat signifikan sebesar 42.81 Joule,

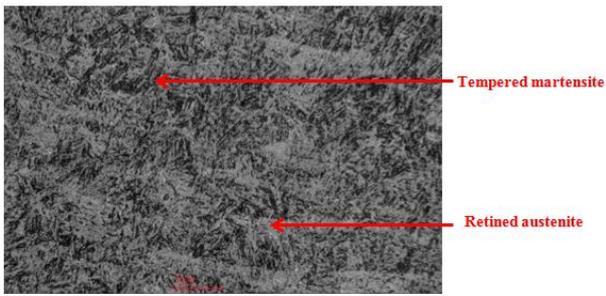


(a)

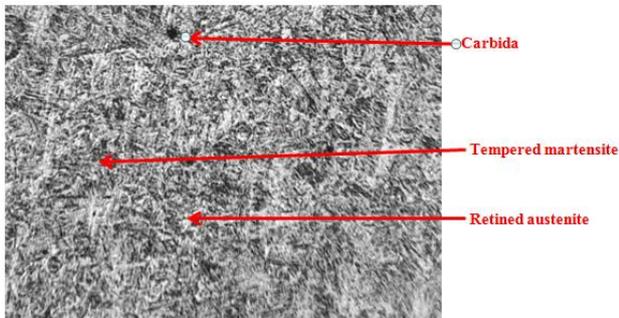
Carbida

Retined austenite

Tempered martensite



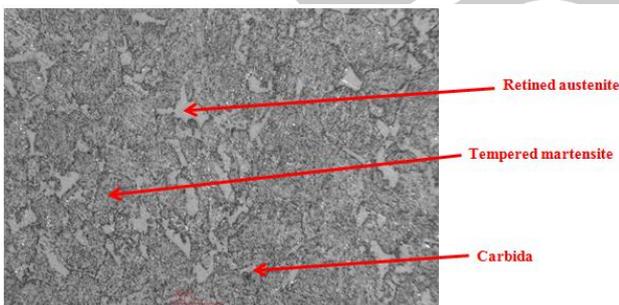
(b)



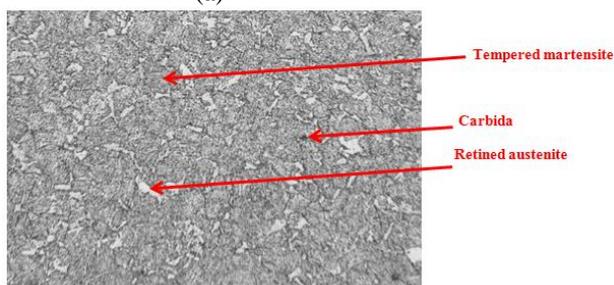
(c)

Gambar 10. Struktur mikro baja pegas SUP9 yang telah di beri perlakuan hardening 860°C dan tempering 400°C (a) 450°C (b) 500°C (c)

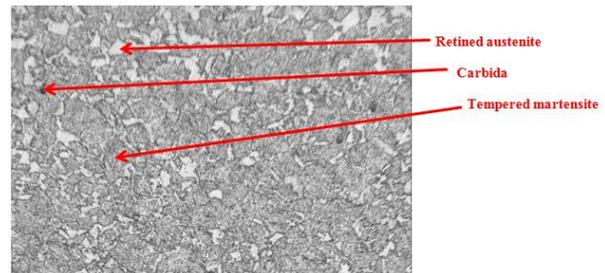
Pada struktur mikro material SUP 9 yang telah di beri perlakuan semuanya mengalami perubahan, pada suhu Hardening 860°C dengan temper 400°C (a) 450°C (b) 500°C (c) (Gambar 10) struktur yang masih di dominasi martensite temper dan sedikit membentuk austenite sisa, terlihat strukur martensite yang membentuk seperti jarum lebih mendominasi yang menyebabkan nilai kekerasan meningkat dan di iringi dengan peningkatan ketangguhan meskipun nilai ketangguhan tidak meningkat secara drastis di karenakan bentuk struktur kasar



(a)



(b)



(C)

Gambar 11. Struktur mikro baja pegas SUP9 yang telah di beri perlakuan hardening 920°C dan tempering 400°C (a) 450°C (b) 500°C (c)

Pada struktur mikro material SUP 9 yang telah di beri perlakuan semuanya mengalami perubahan, pada suhu Hardening 920°C dengan temper 400°C (a) 450°C (b) 500°C (c) (Gambar 11) struktur yang terlihat berbeda dengan fariasi suhu lainya dimana struktur di dominasi martensite temper halus dan austenite sisa, perbedaan ini di dasari oleh hubungan antara tinggi suhu dengan kadar austenite sisa, yang mengakibatkan sifat material kekerasan sedikit menurun tetapi sifat ketanggunya meningkat, hal ini juga membuktikan bahwa semakin tinggi suhu hardening maka fraksi retained austenite semakin banyak (daerah putih).

- Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses laku panas hardening dan tempering terhadap baja pegas jis SUP 9, Sifat mekanik baja dipengaruhi oleh komposisi kimia dan struktur mikro yang dihasilkan oleh perlakuan panas. Penelitian ini menggunakan benda kerja dengan komposisi kimia yang sama juga dengan perlakuan panas yang sama namun variasi suhu berbeda. Spesimen diberikan perlakuan hardening pada temperatur 800°C, 860°C dan 920°C dan di lanjutkan perlakuan tempering pada temperatur 400°C, 450°C dan 500°C dengan lama waktu tahan selama 30 menit untuk hardening dan 1 jam tempering.

Pada pengujian kekerasan semua spesimen yang mendapat perlakuan menunjukan adanya peningkatan fluktuatif dengan peningkatan terjadi pada variasi suhu hardening 800°C dan tempering 400°C yaitu sebesar 49,1 HRC atau meningkat sebesar 40% dari kekerasan raw material sebesar 35,05 HRC.

Pada hasil pengujian ketangguhan di dapat adanya pengaruh proses laku panas terhadap baja pegas yang di beri perlakuan, nilai pukul takik pada material yang di beri perlakuan menunjukan peningkatan fluktuatif dengan peningkatan tertinggi terjadi pada variasi suhu hardening 800°C dan tempering 500°C yaitu sebesar 42.81 Joule atau meningkat sebesar 227% dari ketangguhan raw material sebesar 13.09 Joule

Pada pengujian metalografi menghasilkan perubahan struktur material makro dan mikro dimana pada uji makro bentuk permukaan raw material berbentuk datar tanpa adanya deformasi plastis menunjukan bahwa material bersifat getas, pada spesimen yang di beri perlakuan terjadi perubahan bentuk permukaan samping mengalami deformasi plastis dan permukaan berserat (fibrous). Pada pengujian mikro menghasilkan struktur

awal material tanpa perlakuan yang di dominasi oleh ferrite dan pearlite, Pada struktur mikro material SUP 9 yang telah di beri perlakuan semuanya mengalami perubahan, dimana fasa yang muncul adalah martensite temper dimana martensite temper ini akibat pendinginan cepat yang disertai proses pemanasan ulang fasa ini mengakibatkan sifat mampu keras (hardenability) meningkat, sedangkan carbida muncul akibat pemanasan di suhu austenite senyawa yang terkandung di baja tidak larut sehingga membentuk carbida, dan austenite sisa muncul akibat kehomogenan struktur pada suhu austenit dimana semakin tinggi suhu austenisasi maka semakin banyak kadar austenit sisa yang muncul

Ini membuktikan bahwa hubungan antara nilai kekerasan berbanding terbalik dengan nilai ketangguhan, pada spesimen yang mengalami peningkatan kekerasan tinggi peningkatan ketangguhannya tidak signifikan yang menunjukkan sifat material berifat getas dengan struktur yang di dominasi oleh martensite temper kasar, sedangkan pada spesimen yang mengalami peningkatan ketangguhan tinggi peningkatan kekerasannya tidak terlalu signifikan yang menunjukkan material memiliki sifat material ulet dengan struktur yang di dominasi oleh austenite sisa dan struktur martensit temper yang menghalus

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil pelaksanaan penelitian yang dilakukan mengenai eksperimen tingkat kekerasan dan ketangguhan baja pegas jis sup 9 dengan metode laku panas hardening dan tempering dapat disimpulkan bahwa:

- proses Maintenance laku panas hardening dan tempering sangat mempengaruhi kekerasan dan ketangguhan, Pada pengujian kekerasan semua spesimen yang mendapat perlakuan menunjukkan adanya peningkatan fluktuatif dengan peningkatan terjadi pada variasi suhu hardening 800°C dan tempering 400°C yaitu sebesar 49,1 HRC atau meningkat sebesar 40% dari kekerasan raw material sebesar 35,05 HRC.
- Pada hasil pengujian ketangguhan dengan uji impact di dapat adanya pengaruh proses laku panas terhadap baja pegas yang di beri perlakuan, nilai pukul takik pada material yang di beri perlakuan menunjukkan peningkatan fluktuatif dengan peningkatan tertinggi terjadi pada variasi suhu hardening 800°C dan tempering 500°C yaitu sebesar 42.81 Joule atau meningkat sebesar 227% dari ketangguhan raw material sebesar 13.09 Joule
- Proses Maintenance hardening dan tempering juga menghasilkan perubahan struktur material makro dan mikro dimana pada uji makro bentuk permukaan raw material berbentuk datar tanpa adanya deformasi plastis menunjukkan bahwa material bersifat getas, pada spesimen yang di beri perlakuan terjadi perubahan bentuk permukaan samping mengalami deformasi plastis dan permukaan berserat (fibrous). Pada pengujian mikro menghasilkan struktur awal material tanpa

perlakuan yang di dominasi oleh ferrite dan pearlite, Pada struktur mikro material SUP 9 yang telah di beri perlakuan semuanya mengalami perubahan, dimana fasa yang muncul adalah martensite temper dimana martensite temper ini akibat pendinginan cepat yang disertai proses pemanasan ulang fasa ini mengakibatkan sifat mampu keras (hardenability) meningkat, sedangkan carbida muncul akibat pemanasan di suhu austenite senyawa yang terkandung di baja tidak larut sehingga membentuk carbida, dan austenite sisa muncul akibat kehomogenan struktur pada suhu austenit dimana semakin tinggi suhu austenisasi maka semakin banyak kadar austenit sisa yang muncul,

Saran

Berdasarkan hasil yang didapat maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut,

- Perlu dilakukan perhitungan ulang pada waktu tahan (holding time) agar nilai sifat mekanik yang sesuai untuk meningkatkan nilai kekerasan dan ketangguhan agar semakin seimbang.
- Perlu di lakukan penelitian lanjutan sifat material terutama teradap beban dinamis akibat jalur rel yang bergelombang dengan pengujian bending untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan sifat kekenyalan material

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, F. 2010. Analisis Kegagalan Komponen Pegas Bogie K5 Pada Bogie Kereta Api. Semarang: IKIP Veteran.
- Akuan, A. 1994. Investigasi Kerusakan Pegas Bogie Kereta Api. Bandung: Universitas Jendral Ahmad Yani.
- Amanto, Hari. 1999. Ilmu Bahan. Jakarta: Bumi Aksara.
- Anonim. 2016. Diagram Fasa Besi-Karbon (Fe3C), www.substech.com/dokuwiki/.
- ASTM E3-96. 2007. Standard Practice for Preparation of Metallographic Spesimens. West Conshohocken: ASTM International, www.astm.org.
- ASTM E23. 2007. Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials. West Conshohocken: ASTM International, www.astm.org.
- ASTM Handbook E18. 2007. Standard Test Methods for Rockwell Hardness and Rockwell Superficial Hardness of Metallic Materials. West Conshohocken: ASTM International, www.astm.org.

Syamsul Hadi, 2016. Teknologi Bahan. Yogyakarta: CV.Andi Offset

Tim KNKT, 2012. Laporan Hasil Investigasi Kecelakaan Kereta Api Anjlok KA 60 Cirebon Ekspres. Jakarta: Kementerian Perhubungan.

Tim Penyusun. 2014. Pedoman Penulisan Skripsi Program Sarjana Strata 1 Universitas Negeri Surabaya. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Sugeng, M. 2013. Peningkatan Mutu Baja Pegas Dengan Metode Proses Heat Treatment". Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional.

Suga Kiyokatsu, Sularso. 1991. Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: Pradya Paramita.

Surdia, T. 1992. Pengetahuan Bahan Teknik Edisi Kedua. Jakarta: Pradya Paramita.

Suryo Hapsoro Tri Utomo. 2009 Jalan Rel. Yogyakarta: Beta Offset

