

STUDI EKSPERIMEN KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN BAJA KARBON PEGAS DAUN AISI 1095 PADA MOBIL KIJANG KAPSUL 7K-EFI TAHUN 2000 DENGAN PERLAKUAN PANAS TEMPERING

Resky Aditama

S1 Teknik Mesin Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail : reskyaditama@mhs.unesa.ac.id

Arya Mahendra Sakti

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: aryamahendra@unesa.ac.id

Abstrak

Sistem suspensi berfungsi untuk meredam getaran, dan meredam guncangan yang diterima kendaraan saat di jalan. Pada pengaplikasian baja pegas pada mobil kijang kapsul 7K-EFI tahun 2000 sering dijumpai beberapa masalah, misalnya patah pada salah satu lapisan baja pegas akibat sering menerima beban karena jalan yang bergelombang atau berlubang, elastisitas pegas dapat menurun setelah digunakan karena pegas terus menerus menerima gaya tarik saat menerima beban dan kembali ke bentuk semula, pegas akan menjadi panas mengakibatkan struktur pegas akan berubah dan pegas akan mengalami deformasi, pegas akan menjadi lebih keras dan elastisitas pegas akan menurun, lama kelamaan pegas akan mencapai titik lelah akibat umur lelah pegas yang sudah terlampaui, dan pegas akan mengalami putus. Perlakuan panas tempering bertujuan untuk meningkatkan ketangguhan dan keuletan baja. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan suhu tempering 420°C, 540°C, dan 660°C. Benda kerja yang digunakan pada proses tempering adalah baja pegas baru mobil kijang kapsul AISI 1095. Sesudah proses pemanasan dilakukan tahap selanjutnya, benda kerja akan dilakukan pengujian kekuatan tarik, dan kekerasan. Hasil pengujian kekuatan tarik dan kekerasan semakin tinggi proses pemanasan tempering maka kekuatan tarik dan kekerasan semakin menurun namun keuletan baja akan meningkat. Penurunan kekuatan tarik optimal terjadi pada temperatur 660°C sebesar 657,08 Mpa, keuletan baja meningkat optimal pada temperatur 660°C sebesar 8,94%. Kekerasan mengalami penurunan paling tinggi terjadi pada temperature 660°C sebesar 34,95 HRC, menurun sebesar 31,6% dari kekerasan raw material sebesar 51,17 HRC.

Kata kunci: Tempering, AISI 1095, Pegas Daun, Kekuatan Tarik, Kekerasan

Abstract

The suspension system serves to reduce vibration, and reduce the shock that the vehicle receives when on the road. In the application of spring steel to the 7K-EFI capsule kijang car in 2000 there were several problems, such as breaking on one spring steel layer due to frequent loads due to bumpy or perforated roads, spring elasticity can decrease after use because the spring continues to receive the pull force when receiving the load and returning to its original form, the spring will become hot causing the spring structure to change and the spring will deform, the spring will become harder and the elasticity of the spring will decrease, over time the spring will reach fatigue due to the tiredness of the spring that has been exceeded, and the spring will break. Tempering heat treatment aims to improve the toughness and tenacity of steel. This research was carried out by varying the tempering temperature of 420 ° C, 540 ° C, and 660 ° C. The workpiece used in the tempering process is the new spring steel capsule kijang AISI 1095. After the heating process is carried out the next step, the workpiece will be tested for tensile strength, and hardness. The test results of tensile strength and hardness the higher the tempering heating process, the tensile strength and hardness decreases but the steel tenacity will increase. The optimal reduction in tensile strength occurred at 660°C at 657.08 Mpa, the steel tenacity increased optimally at 660°C at 8.94%. Hardness experienced the highest decline occurred at 660°C of 34.95 HRC, a decrease of 31.6% from raw material hardness of 51.17 HRC.

Keywords: Tempering, AISI 1095, Leaf Spring, Tensile Strength, Hardness

PENDAHULUAN

Perkembangan Industri Otomotif pada zaman sekarang lebih cenderung mengutamakan kenyamanan dan keamanan saat berkendara di jalan. Untuk terwujudnya hal tersebut sangat dibutuhkan sistem suspensi yang sangat baik untuk kendaraan tersebut. Sistem suspensi berfungsi

untuk meredam getaran dan meredam guncangan yang diterima kendaraan saat di jalan. Karena akibat permukaan jalan yang tidak rata seperti jalan yang berlubang dan jalan yang bergelombang. Proses manufaktur adalah merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengubah suatu desain menjadi produk dan

menghasilkan produk yang dapat berfungsi sesuai dengan spesifikasinya atau dapat diterima oleh konsumen, dan mempunyai nilai ekonomis bagi produsen maupun konsumen (Dieter, 1987). Proses manufaktur dalam pembuatan pegas menggunakan proses perlakuan panas (heat treatment) tempering dengan menggunakan raw material baja pegas.

Pada pengaplikasian baja pegas pada mobil kijang kapsul 7K-EFI tahun 2000 sering dijumpai beberapa masalah, misalnya patah pada salah satu lapisan baja pegas akibat sering menerima beban karena jalan yang bergelombang atau berlubang, elastisitas pegas dapat menurun setelah digunakan karena pegas terus menerus menerima gaya tarik saat menerima beban dan kembali ke bentuk semula, pegas akan menjadi panas mengakibatkan struktur pegas akan berubah dan pegas akan mengalami deformasi, pegas akan menjadi lebih keras dan elastisitas pegas akan menurun, lama kelamaan pegas akan mencapai titik leleh akibat umur leleh pegas yang sudah terlampaui, dan pegas akan mengalami putus atau deformasi plastis. Seringnya terjadi kerusakan seperti ini akan sangat menghambat (kegiatan), tidak nyaman saat berkendara dijalan.

Taufiq Hidayat (2014) melakukan penelitian tentang analisa kegagalan pegas daun (leaf spring) pada toyota kijang kapsul 7K-EFI Tahun 2000 Penelitian ini menyimpulkan bahwa kekerasan pegas daun sudah sesuai standart material pegas daun yaitu AISI 1095, dan nilainya seragam disebagian permukaan. Hal tersebut menandakan bahwa material tersebut sangat sedikit cacatnya. Dari perhitungan tegangan dan defleksi, pegas daun dapat patah pada pembebanan lebih dari 2500 kg. Dengan berat kendaraan berkisar 1100 kg, ditambah dengan beban penumpang atau barang maksimal 1400 kg. Kenyataannya beban total yang bisa diangkut mobil Toyota kijang 7K hanya sebesar 2000kg. maka bisa disimpulkan bahwa pegas patah bukan karena faktor material dan beban berlebih, tetapi kemungkinan karena kendaraan terperosok lubang dalam kecepatan tinggi, sehingga menimbulkan beban kejut yang tinggi pula, atau umur leleh pegas yang sudah terlampaui.

Menurut (Darmawan dkk, 2007) Tujuan dari *tempering* adalah untuk mendapatkan baja yang lebih tangguh (*tough*) dan juga elastis (*ductile*) tanpa banyak mengurangi kekuatan (*strength*). Jika temperatur temper yang digunakan relative rendah maka proses difusinya akan berlangsung lambat. Baja karbon, baja paduan, medium dan baja karbon tinggi, pada saat dipanaskan sekitar 200°C kekerasannya akan menurun 1-3 HRC akibat adanya penguraian *martensit tetragonal* menjadi *martensit* lain (*martensit temper*) dan karbida epsilon. Peningkatan lebih lanjut temperatur *tempering* akan menurunkan kekerasan, kekuatan tarik dan batas luluhnya sedangkan elongasi dan pengecilan penampangnya meningkat. Umumnya makin tinggi temperatur temper, makin besar penurunan kekerasan dan kekuatannya dan makin besar peningkatan keuletan dan ketangguhannya. *Tempering* pada temperatur rendah 150-230°C (Amstead B.H.) bertujuan meningkatkan kekenyalan / keuletan tanpa mengurangi kekerasan. *Tempering* pada temperatur tinggi 300-675°C meningkat kekenyalan / keuletan dan menurunkan kekerasan.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis melakukan penelitian mengenai studi eksperimen kekuatan tarik dan kekerasan baja karbon pegas daun AISI 1095 pada mobil kijang kapsul 7K-EFI tahun 2000 dengan perlakuan panas tempering. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh elastisitas dan kekerasan pada material baja karbon pegas daun AISI 1095 baru mobil kijang kapsul 7K-EFI tahun 2000 sebelum dan sesudah pemberian perlakuan panas (Heat Treatment) tempering dengan membandingkan melalui grafik elastisitas.

Berdasarkan pemikiran diatas maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

- ❖ Bagaimana pengaruh proses laku panas tempering dengan variasi suhu 420°C, 540°C, dan 660°C dengan waktu 30 menit berpengaruh terhadap tingkat kekuatan tarik.
- ❖ Bagaimana pengaruh proses laku panas tempering dengan variasi suhu 420°C, 540°C, dan 660°C dengan waktu 30 menit berpengaruh terhadap tingkat kekerasan..

METODE

Jenis Penelitian

Metode penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian eksperimen (experimental research) yang bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik, dan kekerasan baja pegas AISI 1095 hasil perlakuan panas tempering dengan variasi suhu. Baja jenis ini banyak diaplikasikan pada sistem kendaraan bermotor, khususnya, seperti pada bagian rangka bawah pegas daun.

Tempat dan Waktu Penelitian

- Tempat penelitian
Penelitian ini dilakukan di dua tempat. Untuk pembuatan spesimen dan juga *tempering* dilakukan di Universitas Negeri Surabaya. Pengujian spesimen bahan baja pegas original baru yaitu uji kekerasan di laboratorium uji bahan teknik mesin univesitas negeri surabaya. Dan untuk pengujian kekuatan tarik dilakukan di laboratorium struktur dan bahan konstruksi teknik mesin universitas brawijaya.
- Waktu Penelitian
Penelitian ini dilakukan mulai dari bulan Agustus - September 2018.
- Variabel Penelitian
Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- ❖ Variabel bebas
 - Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis variasi temperature perlakuan panas tempering yaitu 420 °C, 540°C dan 660 °C.
- ❖ Variabel terikat
 - Variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai kekerasan, dan nilai kekuatan Tarik.
- ❖ Variabel control
 - Variabel control dalam penelitian ini adalah jenis perlakuan panas, waktu penahanan, waktu pendinginan.

Bahan, Instrumen dan Peralatan Penelitian

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu baja material original dari baja pegas daun original mobil kijang kapsul 7K EFI tahun 2000 tipe T 0049-01 berbentuk memanjang dan dipotong untuk digunakan sebagai sampel uji kekerasan dan uji tarik.

Tabel 1. Komposisi Kimia Plat Baja AISI 1095

No	Nama Senyawa	Kandungan (%)
1	Karbon (C)	0.90 – 1.03
2	Mangan (Mn)	0.30 - 0.50
3	Fosfor (P)	≤ 0.040
4	Sulfur (S)	≤ 0.050
5	Besi (Fe)	98.38 – 98,8

Instrumen Penelitian

instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- ❖ Mesin uji kekerasan menggunakan metode rockwell dengan tipe rockwell hardnes tester digital merk wolpert wilson.
- ❖ Mesin Pemanas/Tungku Pemanas.
- ❖ Mesin uji Tarik merk jinan shijin group corporation

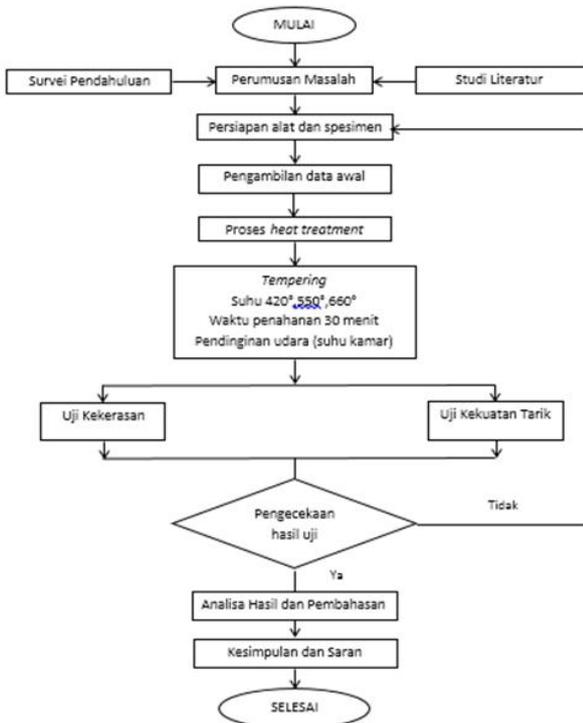
Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Tungku pemanas
- Mesin uji tarik
- Mesin uji kekerasan
- Tang penjepit
- Kertas amplas
- Gerinda
- Sarung tangan
- Majun

Rancangan penelitian

Langkah penelitian dilakukan seperti pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Prosedur Penelitian

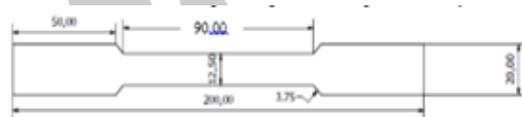
Preparasi Sampel Uji



Gambar 2. preparasi sampel uji

Sampel uji dalam hal ini adalah baja pegas original dengan ukuran sebagai berikut:

$P \times L \times T = 880 \text{ mm} \times 60 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$, lalu dipotong kembali menjadi 12 spesimen, untuk pengujian kekerasan berdimensi $P \times L \times T = 60 \text{ mm} \times 60 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$, kemudian dipotong lagi dengan ukuran ASTM E 8 menjadi 12 spesimen untuk pengujian tarik. Kemudian sampel uji siap di beri perlakuan.



Gambar 3. Ukuran Spesimen Standar ASTM E 8

Proses Tempering



Gambar 4. Tungku Pemanas

Langkah - langkah yang dilakukan pada saat pemanasan spesimen:

1. Letakkan sampel uji di tungku pemanas.
2. Hidupkan pemanas.
3. Atur suhu pemanas di antara 420°C s/d 660°C.
4. Pertahankan suhu dan waktu penahanan 30 menit
5. Demikian tunggu sampai benda uji pada suhu yang diinginkan.
6. Dinginkan di udara terbuka sampai suhu menurun.
7. Ambil sampel benda uji dari dapur pemanas menggunakan tang penjepit.

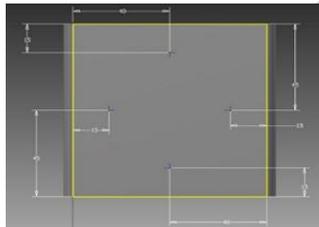
Uji Kekerasan

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 dilakukan pada spesimen dengan empat titik pengujian.

Langkah-langkah yang dilakukan pada pengujian kekerasan Rockwell adalah sebagai berikut:

- 1) Memasang indenter sesuai dengan bahan material yang diuji.
- 2) Menentukan beban untuk uji bahan.
- 3) Menentukan titik untuk pengujian dengan menempelkan indenter pada benda uji, dengan cara memutar ragum.
- 4) Memulai uji dengan menekan tombol.
- 5) Tunggu hasil uji keluar.
- 6) Uji ketitik lain seperti pada poin ke 3 diulang.
- 7) Setelah selesai lepaskan benda uji dari ragum.
- 8) Matikan mesin dan lakukan analisis.



Gambar 5. Tata letak titik pengujian sampel uji kekerasan

Pengujian ini nantinya didasarkan pada standar uji kekerasan rockwell yaitu menggunakan standar uji ASTM E 18 yang secara umum digunakan untuk standar pengujian kekerasan Rockwell untuk metal.



Gambar 6. Mesin Uji Kekerasan Rockwell

• Uji Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui perubahan kekuatan tarik spesimen sebelum dan sesudah di beri perlakuan panas tempering. Sebelum dimulai pengujian tarik penguji harus memotong terlebih dahulu spesimen dengan standar uji tarik ASTM E 8, kemudian bahan yang sudah terbentuk selanjutnya dirapikan permukaan dan sampingnya dengan diampelas sampai halus. Setelah dirapikan spesimen siap untuk diujikan.

Langkah-langkah yang dilakukan pada pengujian tarik adalah sebagai berikut:

- 1) Sebelum melakukan uji tarik pastikan alat atau mesin di kalibrasi terlebih dahulu atau dalam keadaan baik
- 2) Mempersiapkan peralatan uji tarik
- 3) Mempersiapkan spesimen hasil perlakuan panas sesuai dengan variasi temperatur dan media pendingin.

- 4) Dilakukan pengukuran dimensi spesimen, meliputi diameter awal dan panjang awal.
- 5) Buka cekam pada mesin dengan jarak yang sudah ditentukan, jepit dengan kencang jangan sampai bergeser, karena bisa mendapatkan hasil yang tidak valid.
- 6) Alat uji diatur pada kecepatan angkat 1,8 liter / menit, dengan pembebanan pada posisi A + B + C , skala penambahan panjang 0 mm, dan jarum beban pada posisi nol.
- 7) Mesin dinyalakan, dan dilakukan pengamatan dengan teliti terhadap beban, penambahan panjang, dan perubahan diameter sampai spesimen patah.
- 8) Setelah patah, dilakukan pengukuran dimensi akhir spesimen.
- 9) Matikan mesin dan lakukan analisis.



Gambar 7. Mesin Uji Tarik

- 10) Catat beban maksimal yang diterima tiap spesimen.
- 11) Hitunglah kekuatan tarik maksimal, lalu elongation, kemudian modulus elastisitas.
 - Kekuatan tarik maksimal dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$\sigma = \frac{p}{A}$$

Keterangan :

σ = Kekuatan tarik (Mpa)

P = Beban yang diberikan (N)

A = Luas penampang (mm²)

- Elongation dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$e = \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100\%$$

Keterangan :

L_f = Panjang akhir (mm)

L₀ = Panjang awal (mm)

- Modulus Elastisitas dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$E = \frac{\sigma t}{\varepsilon}$$

Keterangan :

σt = Kekuatan tarik (Mpa)

ε = Elongasi (%)

Teknik Analisis Data

Pada penelitian eksperimen ini menggunakan metode analisis data kualitatif deskriptif, yaitu dengan mendeskripsikan data secara sistematis, faktual dan akurat mengenai hasil yang diperoleh selama pengujian (Sugiyono, 2014).

Analisis pada penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data dari alat ukur, maka hasil dari pengukuran dimasukkan dalam tabel, dihitung secara teoritis dan disajikan dalam bentuk table serta grafik sehingga hasil dari penelitian mudah dipahami. Analisis ini dipakai untuk mengetahui bagaimana pengaruh proses tempering terhadap tingkat kekuatan tarik dan kekerasan baja pegas.

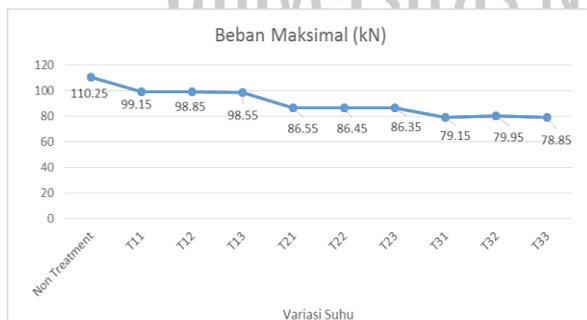
Hal ini dilaksanakan untuk memberi informasi serta mengilmiahkan berbagai fenomena yang terjadi pada objek eksperimen ketika dilakukan pada penelitian. Khusus untuk pengujian kekuatan tarik, data langsung disajikan dalam bentuk grafik dengan kertas millimeter blok dengan menunjukkan beban maksimal yang diterima. Semua hasil penelitian akan dibandingkan perbedaannya dengan material tanpa perlakuan. Dengan membandingkan hal tersebut, maka akan diketahui perbedaan nilai kekuatan tarik, dan nilai kekerasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

• Hasil Uji Tarik (*Tensile Test*)

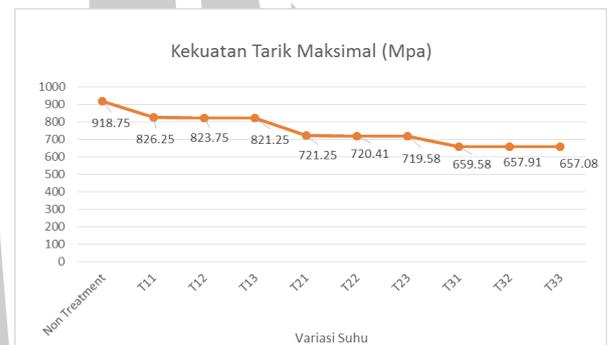
Tabel 2. Hasil Uji Tarik

No.	Beban Maksimal	Kekuatan Tarik Maksimal (Mpa)	Elongation (%)	Modulus Elastisitas (Mpa)
1.	110,25	918,75	2,22	413,85
2.	108,45	903,75	2,16	418,40
3.	109,15	909,58	2,13	427,03
T11.	99,15	826,25	3,44	240,18
T12.	98,85	823,75	3,38	243,71
T13.	98,55	821,25	3,33	246,62
T21.	86,55	721,25	6,72	107,32
T22.	86,45	720,41	6,75	106,72
T23.	86,35	719,58	6,88	104,59
T31.	79,15	659,58	8,83	74,69
T32.	78,95	657,91	8,91	73,83
T33.	78,85	657,08	8,94	73,49



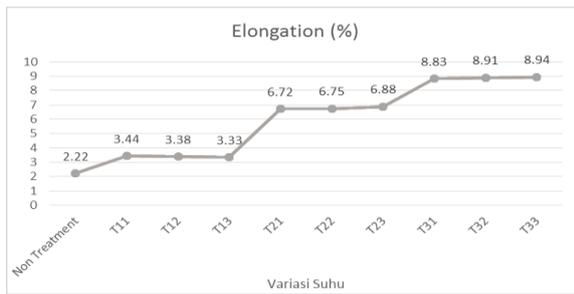
Gambar 8. Grafik beban maksimal (kN)

Berdasarkan hasil pada gambar 8, beban maksimal pada raw material yang merupakan baja pegas daun baru mobil kijang yang tercatat sebesar 110,25 kN, pada baja yang telah mengalami perlakuan panas terlihat adanya penurunan pada semua variasi suhu, penurunan dimulai pada variasi suhu tempering 420°C T11 sebesar 99,15 kN, T12 sebesar 98,85 kN, T13 sebesar 98,55 kN, menurun sebesar 10,6% dari beban maksimal raw material. Sedangkan pada variasi suhu tempering 540°C T21 sebesar 86,55 kN, T22 sebesar 86,45 kN, T23 sebesar 86,35 kN, menurun sebesar 21,6% dari beban maksimal raw material. Kemudian tingkat beban maksimal paling rendah terjadi pada variasi suhu tempering 660°C T31 sebesar 78,15 kN, T32 sebesar 79,95 kN, T33 sebesar 78,85 kN, atau menurun sebesar 28,7% dari beban maksimal raw material. Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur tempering maka beban maksimal yang diterima akan menurun.



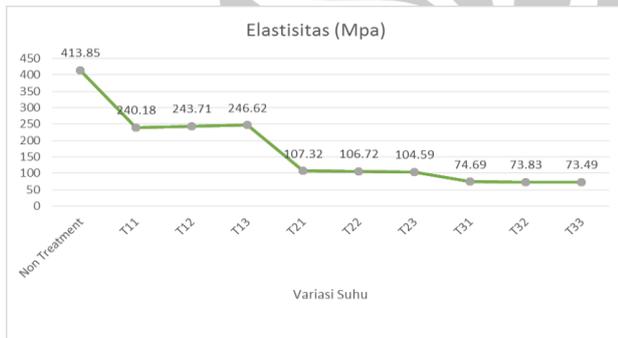
Gambar 9. Grafik Kekuatan Tarik Maksimal (Mpa)

Berdasarkan hasil di atas, kekuatan tarik maksimal pada raw material yang merupakan baja pegas daun baru mobil kijang yang tercatat sebesar 918,75 Mpa, pada baja yang telah mengalami perlakuan panas terlihat adanya penurunan pada semua variasi suhu, penurunan dimulai pada variasi suhu tempering 420°C T11 sebesar 826,25 Mpa, T12 sebesar 823,75 Mpa, T13 sebesar 821,25 Mpa, atau menurun sebesar 17,4% dari kekuatan tarik maksimal raw material. Sedangkan pada variasi suhu tempering 540°C T21 sebesar 721,25 Mpa, T22 sebesar 720,41 Mpa, T23 sebesar 719,58 Mpa, menurun sebesar 21,6% dari kekuatan tarik maksimal raw material, kemudian tingkat kekuatan tarik maksimal paling rendah terjadi pada variasi suhu tempering 660°C T31 sebesar 659,58 Mpa, T32 sebesar 657,91 Mpa, T33 sebesar 657,08 Mpa, atau menurun sebesar 28,4% dari kekuatan tarik maksimal raw material. Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur tempering maka kekuatan tarik maksimal yang diterima akan semakin menurun.



Gambar 10. Elongation (%)

Berdasarkan hasil di atas, elongation pada raw material yang merupakan baja pegas daun baru mobil kijang yang tercatat sebesar 2,22%, pada baja yang telah mengalami perlakuan panas terlihat adanya peningkatan pada semua variasi suhu, peningkatan dimulai pada variasi suhu tempering 420°C T11 sebesar 3,44%, T12 sebesar 3,38%, T13 sebesar 3,33%. Sedangkan pada variasi suhu tempering 540°C T21 sebesar 6,72%, T22 sebesar 6,75%, T23 sebesar 6,88%. Kemudian tingkat elongation paling tinggi terjadi pada variasi suhu tempering 660°C T31 sebesar 8,83%, T32 sebesar 8,91%, T33 sebesar 8,94%. Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur tempering maka elongation akan meningkat.



Gambar 11. Elastisitas (Mpa)

Berdasarkan hasil di atas, elastisitas pada raw material yang merupakan baja pegas daun baru mobil kijang yang tercatat sebesar 413,85 Mpa, pada baja yang telah mengalami perlakuan panas terlihat adanya penurunan pada semua variasi suhu, penurunan dimulai pada variasi suhu tempering 420°C T11 sebesar 240,18 Mpa, T12 sebesar 243,71 Mpa, T13 sebesar 246,62 Mpa atau menurun sebesar 41,9% dari elastisitas raw material. Sedangkan pada variasi suhu tempering 540°C T21 sebesar 107,32 Mpa, T22 sebesar 106,72 Mpa, T23 sebesar 104,59 Mpa menurun sebesar 73,8% dari elastisitas raw material. kemudian tingkat elastisitas paling rendah terjadi pada variasi suhu tempering 660°C T31 sebesar 74,69 Mpa, T32 sebesar 73,83 Mpa, T33 sebesar 73,49 Mpa atau menurun sebesar 82,2% dari elastisitas raw material. Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur tempering maka elastisitas akan semakin menurun juga.

• Hasil Uji Kekerasan (*Hardness Test*)

Tabel 3. Hasil Uji Kekerasan

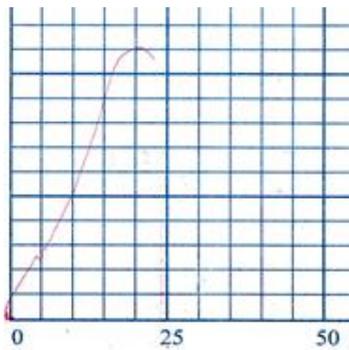
Perlakuan panas	Variasi Suhu	Jumlah Tingkat Kekerasan				Nilai Rata-Rata \bar{X}
		Uji 1 (HRC)	Uji 2 (HRC)	Uji 3 (HRC)	Uji 4 (HRC)	
Non Treatment	1	50,8	51,7	51,4	50,8	51,17
	2	50,6	50,9	51,7	51,3	51,12
	3	50,9	51,5	50,7	51,7	51,2
Tempering	T11	48,9	48,5	48,0	49,5	48,72
	T12	48,1	48,4	48,6	48,4	48,37
	T13	49,3	48,2	49,4	48,6	48,87
	T21	41,4	40,2	41,3	40,5	40,85
	T22	40,4	41,4	40,6	41,8	41,05
	T23	41,8	40,5	41,2	40,7	41,05
	T31	34,0	35,2	34,7	34,5	34,6
	T32	34,1	34,6	35,2	34,0	34,47
	T33	34,9	34,7	35,2	35,0	34,95



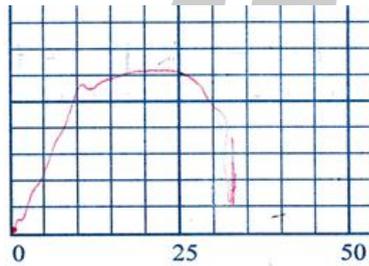
Gambar 12. Diagram hasil uji kekerasan tipe rockwell c

Berdasarkan hasil di atas kekerasan pada raw material yang merupakan baja pegas daun baru mobil kijang nilai kekerasan yang tercatat sebesar 51,17 HRC, pada baja yang telah mengalami perlakuan panas terlihat adanya penurunan pada semua variasi suhu, penurunan dimulai pada variasi suhu tempering 420°C T11 sebesar 48,72 HRC, T12 sebesar 48,37 HRC, T13 sebesar 48,87 HRC menurun sebesar 5,4%, sedangkan pada variasi suhu tempering 540°C T21 sebesar 40,85 HRC, T22 sebesar 41,05 HRC, T23 sebesar 41,05 HRC menurun sebesar 20,1%, kemudian tingkat nilai kekerasan paling rendah terjadi pada variasi suhu tempering 660°C T31 sebesar 34,6 HRC, T32 sebesar 34,47 HRC, T33 sebesar 34,95 HRC, atau menurun sebesar 31,6% dari kekerasan raw material. Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur temper maka tingkat kekerasan akan semakin menurun juga.

- ❖ Pengaruh proses laku panas tempering terhadap tingkat kekuatan tarik baja pegas yang sudah di beri perlakuan dengan baja pegas (non treatment)



Gambar 13. Grafik Hasil Uji Pengujian Tarik (Non Treatment)

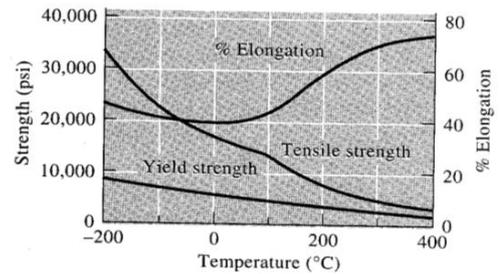


Gambar 14. Grafik Hasil Uji Pengujian Tarik (T33)

Pada hasil pengujian tarik baja pegas daun baru mobil kijang hasil uji kekuatan tarik maksimal, beban maksimal, dan elastisitas semua spesimen yang mendapat perlakuan menunjukkan adanya penurunan, seperti yang terjadi pada kekuatan tarik maksimal variasi temperatur tempering 660°C T33 yaitu sebesar 657,08 Mpa menurun sebesar 27,8% dari kekuatan tarik maksimal raw material sebesar 910,69 Mpa.

Sedangkan pada elongation semua spesimen yang mendapat perlakuan menunjukkan adanya peningkatan, seperti yang terjadi pada variasi temperatur tempering 660°C T33 yaitu sebesar 8,94% meningkat dari elongation raw material sebesar 2,22%.

Adanya penurunan nilai rata - rata diatas diakibatkan pada saat dipanaskan sekitar 400°C - 600°C kekerasannya akan menurun akibat adanya proses rekristalisasi dimana butiran struktur awal membesar dan hilangnya tegangan sisa pada material tersebut. Peningkatan lebih lanjut temperatur tempering akan menurunkan kekerasan, dan kekuatan tarik. Sedangkan elongasi dan pengecilan penampang semakin meningkat.

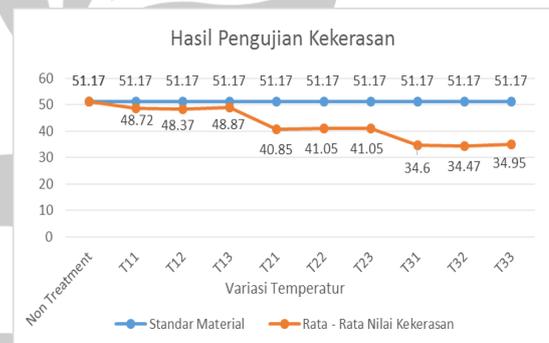


Gambar 15. Pengaruh temperatur tempering terhadap sifat mekanis

Umumnya semakin tinggi temperatur tempering, makin besar penurunan kekerasannya dan makin besar pula peningkatan keuletan dan ketangguhannya.

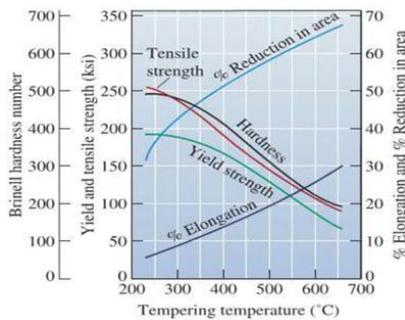
- ❖ Pengaruh proses laku panas tempering terhadap tingkat kekerasan baja pegas yang sudah di beri perlakuan dengan baja pegas (non treatment)

Pada hasil pengujian kekerasan, nilai kekerasan pada material yang di beri perlakuan variasi temperatur tempering menunjukkan penurunan dengan penurunan tertinggi terjadi pada variasi suhu tempering 660°C T32 yaitu sebesar 34,47 HRC atau menurun sebesar 32,6% dari kekerasan raw material sebesar 51,17 HRC.

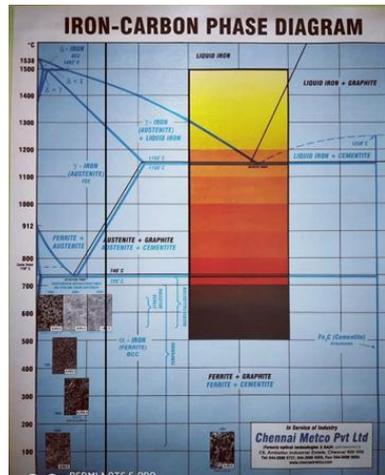


Gambar 16. Grafik hasil pengujian kekerasan

Pada hasil pengujian kekerasan di atas menunjukkan adanya penurunan kekerasan pada material, karena selama proses temperatur tempering antara sekitar 400°C dan 700°C baja akan mengalami terjadinya pertumbuhan sementit dan disertai dengan proses sferoidisasi. Sferoidisasi merupakan proses perlakuan panas dimana dihasilkan struktur sementit yang berupa sferoidal (berbentuk bulat). Proses ini bertujuan untuk melunakkan baja, meningkatkan keuletan, dan menurunkan kekerasan pada baja yang mempunyai tegangan sisa.



Gambar 17. Perubahan kekerasan selama temperatur tempering



Gambar 18. Iron-Carbon Phase Diagram

Pada temperature 500–700°C baja akan mengalami pula stress relieving yaitu proses perlakuan panas yang di tunjukkan untuk menghilangkan tegangan-tegangan yang ada di dalam baja, baja hampir sepenuhnya menjadi ulet dikarenakan tegangan sisa yang terjadi didalam baja pada temperatur seperti itu akan sedikit demi sedikit dihilangkan melalui deformasi plastis setempat akibat adanya tegangan sisa tersebut.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari pengujian tarik dan kekerasan serta pembahasan pengaruh temperatur heat treatment tempering terhadap kekuatan tarik dan kekerasan material baja pegas daun AISI 1095, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- ❖ Semakin tinggi proses pemanasan tempering maka nilai kekuatan tarik semakin menurun namun elongasi akan semakin meningkat. Pada hasil pengujian tarik baja pegas daun baru kekuatan tarik maksimal, beban maksimal, dan elastisitas semua spesimen yang mendapat perlakuan panas tempering menunjukkan adanya penurunan, seperti yang terjadi pada kekuatan tarik maksimal variasi temperatur tempering 420°C yaitu sebesar 821,25 Mpa menurun sebesar 17,4%, variasi temperatur 540°C yaitu sebesar 719,58 Mpa menurun sebesar 21,6%, kemudian pada variasi 660°C

yaitu sebesar 657,08 Mpa menurun sebesar 27,8% dari kekuatan tarik maksimal raw material sebesar 910,69 Mpa. Pada hasil elongation, semua spesimen yang mendapat perlakuan panas tempering menunjukkan adanya peningkatan, seperti yang terjadi pada variasi temperatur tempering 420°C yaitu sebesar 3,44%, lalu variasi suhu 540°C yaitu sebesar 6,88%, kemudian variasi temperatur 660°C yaitu sebesar 8,94% meningkat dari elongation raw material awal sebesar 2,22%.

- ❖ Semakin tinggi proses pemanasan tempering maka akan mengakibatkan turunnya sifat kekerasan. Pada hasil pengujian kekerasan, didapat adanya pengaruh proses laku panas tempering terhadap baja pegas yang diberi perlakuan, nilai kekerasan pada material yang diberi perlakuan variasi temperatur tempering menunjukkan penurunan, dengan penurunan pada variasi temperatur tempering 420°C yaitu sebesar 48,37 HRC menurun sebesar 5,4%, lalu variasi temperatur 540°C yaitu sebesar 40,85 HRC menurun sebesar 20,1%, kemudian variasi temperature 660°C yaitu sebesar 34,47 HRC atau menurun sebesar 32,6% dari kekerasan raw material sebesar 51,17 HRC.

Saran

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

- ❖ Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, agar lebih dapat melihat secara detail angka dan nilai dari pengujian untuk digunakan uji pembandingan.
- ❖ Jika ingin melakukan pengujian kekuatan tarik, dan kekerasan pada baja, dengan menggunakan variasi temperatur tempering, untuk mendapatkan kekuatan tarik dan kekerasan yang baik sebaiknya menggunakan temperatur 420°C karena kekuatan tarik dan kekerasan baja akan menurun namun cuma sedikit. Jika ingin mendapatkan sifat mekanik baja yang ulet lebih baik menggunakan temperatur 660°C keuletan baja akan meningkat, namun kekuatan tarik dan kekerasan baja akan menurun.
- ❖ Melakukan pengujian mekanik yang lain seperti struktur mikro, bending, dan impact, untuk mengetahui pengaruh temperatur heat treatment tempering terhadap kekuatan tarik dan kekerasan material baja pegas daun mobil kijang AISI 1095.
- ❖ Melakukan pendinginan material dengan menggunakan media pendingin yang lain seperti menggunakan air, oli, dan air garam, untuk mengetahui pengaruh temperatur heat treatment tempering terhadap kekuatan tarik dan kekerasan material baja pegas daun mobil kijang AISI 1095.

- ❖ Melakukan waktu tahan pada proses tempering dengan menggunakan waktu tahan yang lain seperti selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam, untuk mengetahui pengaruh temperatur heat treatment tempering terhadap kekuatan tarik dan kekerasan material baja pegas daun mobil kijang AISI 1095.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, A. 2010. "Pengujian Kekerasan Material". Palembang: Universitas Sriwijaya. <http://blog.unsri.ac.id/amir/materialteknik/pengujian-kekerasan-material/mrdetail/6808/>.
- Armanto, H. dan Daryanto, 1999. *Ilmu Bahan*. Jakarta, Bumi Aksara.
- ASM Metals Handbook. (2005), "*Vol 04 : Heat treating*", ASM International.
- Askeland., D. R., 1985, "*The Science and Engineering of Material*", Alternate Edition, PWS Engineering, Boston, USA
- ASTM E 8 *Standard Test Methods For Tension Testing Of Metallic Materials*.
- ASTM E 18 *Standard Test Methods For Rockwell Hardness of Metallic Materials*.
- Bayu Janoko, Triyono, Eko Prasetya Budiana (2014) "analisa kegagalan pegas ulir pada bogie tipe Nt 11 (k5) untuk gerbong kereta ekonomi (k3)".
- Bambangpurwantana.staff.ugm.ac.id/KekuatanBahan.
- Dalil, M., (1999). Pengaruh Perbedaan Waktu Penahanan Suhu Stabil (Holding Time) Terhadap Kekerasan Logam. - : Jurnal Natur Indonesia II, Fakultas Teknik Universitas Riau.
- Darmawan, A. S., Masyrukan dan Aryandi R. 2007. Pengaruh Normalizing dan Tempering pada SCMnCr2 untuk Memenuhi Standar JIS G 5111. Jurnal Media Mesin. Volume 8. Nomor 2. Juli 2007. Halaman 73-77.
- Daryanto. 2003. Dasar-dasar Teknik Mesin. Jakarta: PT. Bhineka Cipta Jakarta.
- David Roylance. 2008. Mechanical Properties of Materials.
- Davis, H.E., Troxell, G.E., Wiskocil, C.T., 1955, The Testing and Inspection of Engineering Materias, McGraw-Hill Book Company, New York, USA.
- Dieter, 1987. George E., Engineering Design A Materials and Processing
- Gary, M. 2011. Heat Tretment. (Makalah Proses Produksi). Universitas Sriwijaya.
- Gunawan Dwi Haryadi (2006) "pengaruh suhu tempering terhadap kekerasan, kekuatan tarik, dan struktur mikro pada baja K-460".
- Hadi, Q. 2010. "Pengaruh Perlakuan Panas pada Baja Konstruksi ST37 terhadap Distorsi, Kekerasan dan Perubahan Struktur Mikro". Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin SNTTM ke-9. ISBN 978-602-97742-0-7.
- H. Anrinal. 2013. Metalurgi Fisik. Yogyakarta.
- Hariandja, Binsar "Mekanika teknik : statika dalam analisis struktur berbentuk rangka / Binsar Hariandja" (1996).
- Haryadi, G. 2006. Pengaruh suhu tempering terhadap kekerasan, kekuatan tarik dan miko pada baja K-460. Jurnal Teknik Mesin FT-UNDIP. Vol. 8, No. 2, Hal 1-8.
- Indra Setiawan, Muhamad Sakti Nur (2014) "meningkatkan mutu baja sup 9 pada pegas daun dengan proses perlakuan panas".
- Nugroho, S dan Haryadi, G. D . Pengaruh Media Quenching Air Tersirkulasi (Circulated Water) Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Pada Baja Aisi 1045. UNDIP . Vol 7
- R.C.Hibbeler-Mechanics of Materials 8th Edition
- Silitonga, P. H. 1993. Definitional Of Tensile Testing. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Material.
- Sugiyono. 2014. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sularso. dan Suga, k. 1997. Dasar dan Perencanaan Elemen Mesin. Jakarta: Padya Paramittha.Taufik Hidayat. "Analisa Kegagalan Pegas Daun (Leaf Spring) Pada Toyota Kijang Kapsul 7K-EFI Tahun 2000". Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus.
- Syamsurizal., Cari., Darsono. 2013. Tahap-tahap Pengujian Bahan yang Baik. Indonesian Journal of Applied Physics. Vol. 3, No.1: 99-106.
- Taufiq Hidayat (2014) " analisa kegagalan pegas daun leaf spring pada toyota kijang kapsul 7K-EFI Tahun 2000"

Tipler, P.A. 1998. Fisika untuk Sains dan Teknik-Jilid I (terjemahan). Jakarta : Penebit Erlangga

Willyanto Anggono (2006) “analisa pengaruh manipulasi proses tempering terhadap peningkatan sifat mekanis poros pompa air AISI 1045”.

Yogantoro, A. 2010. Penelitian pengaruh variasi temperature pemanasan low tempering pada medium carbon steel produksi pengecoran batur- klaten terhadap stuktur mikro, kekerasan, dan ketangguhan. (Toughness), (Skripsi), Jurusan teknik mesin, Fakultas teknik universitas muhammadiyah surakarta.

