

PROSES PEMBUAATAN SUSPENSI SADEL SEPEDA MMENGGUNAKAN MATERIAL PEGAS DAUN AISI 4140

Egi Hermawan¹, Budi Hartono¹, Dwi Yuliaji¹

¹Fakultas Teknik Dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor
Email : egihermawan678@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mempelajari karakteristik suspensi sadel sepeda jalan baja karbon rendah. Analisis sifat tekuk baja, nilai kekerasan, dan struktur mikro dengan menghadirkan proses *annealing* pada suhu 800°C. Berdasarkan hasil penelitian, pegas daun tanpa proses *annealing* diagonal 50 mm mengalami patah ketika pegas bengkok, pada gaya 546,28 kgf. Pada saat pegas daun tanpa proses *annealing* pegas daun rentan terhadap fraktur karena terdapat fase ferit dan fase perlite di mana pada sifat ini lebih banyak ferit terbentuk, bahan semakin lunak dan liat. Pengujian pegas daun yang telah dipasang di sadel sepeda jalan dengan diameter lekukan 50 mm dan diberi beban 75 kg mengalami defleksi dan menyebabkan tidak kembali ke posisi awal dibandingkan dengan pegas daun diameter lekukan 70 mm dan diberi beban 75 kg di mana diameter lekukan adalah 70 mm ketika diberi beban pegas dari lekukan 70 mm kembali ke posisi awal ketika pegas diberi beban.

Kata kunci : *pegas daun, baja karbon rendah, annealing, forming.*

ABSTRACT

In this study will discuss the suspension characteristics of low carbon steel road bicycle saddles. By analyzing the nature of steel buckling, the value of hardness, and microstructure by presenting the annealing process at a temperature of 800°C. Based on the results of the research, leaf springs without diagonal detergent 50 mm annealing process experienced fracture when the spring was bent, which was given a force of 546.28 kg. At the time of leaf spring without leaf spring annealing process susceptible to fracture because there are ferrite phases and perlite phase where in this property more ferrite is formed, the material is increasingly soft and clay. and the perlite phase is strong and hard. In the testing of leaf springs that have been installed on a road bicycle saddle with a 50-indentation diameter which is given a load of 75 kg. Where in the 50 mm indentation diameter the springs experience deflection and cause the springs not to return to the starting position compared to leaf springs with an indentation diameter of 70 mm which is given a 75 kg load where the indentation diameter is 70 mm when given a spring load of 70 mm indentation back to position the start when the spring is loaded.

Keywords : *leaf carbon steel low leaf peas, annealing process, feasibility of springs after metal forming process.*

1. PENDAHULUAN

Sepeda jalan merupakan salah alat transportasi roda dua yang digunakan oleh manusia untuk melakukan perjalanan jarak dekat (Ramadhan & Sihombing, 2017). Saat ini penggunaan sepeda tidak hanya digunakan sebagai alat transportasi, namun lebih banyak digunakan sebagai alat olahraga dan rekreasi. Beberapa jenis sepeda yang sering ditemui, antara lain sepeda gunung, BMX, sepeda lipat, sepeda jalan *fixie*, sepeda mobil, sepeda rekreasi, dan lain-lain. Jenis-jenis sepeda tersebut mempunyai bentuk dan fitur-fitur berbeda untuk membedakan satu sama lain. Meskipun demikian, kegunaan

utama sepeda tetap sama yaitu sebagai sarana transportasi.

Sebagai alat transportasi, sepeda memiliki peredam kejut yang berfungsi untuk mengurangi ketidaknyamanan pengguna akibat dari medan jalan yang tidak rata. Tanpa peredam kejut/*suspension*, pengendara dapat cedera serta menyebabkan kesulitan dalam mengendalikan sepeda saat berkendara. Peredam kejut diperkenankan menggunakan pegas yang lembut untuk merespon gundukan atau lubang. Hal ini berhubungan dengan ketidakmampuan ban mengurangi guncangan akibat keadaan jalan yang tidak rata, maka untuk meredam hentakan ban

mungkin dibutuhkan suspension atau peredam kejut. Berdasarkan kriteria tersebut digunakanlah sadel bersuspensi sehingga diperoleh kriteria yang baik dibandingkan dengan per pada *fork* sepeda.

Penelitian ini membahas proses pembuatan suspensi sadel sepeda jalan menggunakan material pegas daun AISI 4140. Dengan menganalisa sifat tekuk baja, nilai kekerasan, dan struktur mikro dengan menggunakan proses *annealing* pada suhu 800°C. Diharapkan dari penelitian ini mendapatkan hasil yang lebih baik.

Penelitian sifat fisik dan mekanik perlakuan pada baja karbon rendah sebagai bahan pembuatan pegas daun telah banyak dilakukan oleh para peneliti. Suhu pemanasan, lama pemanasan dan pendinginan secara cepat terhadap proses *annealing* mempengaruhi sifat kekerasan dan *metallografi* pada baja pegas daun karbon rendah (Saputra & Tyastomo, 2016). Penelitian lain menunjukkan peningkatan kekerasan pegas daun dapat juga dilakukan melalui proses *quenching* (Purboputro, 2009). Kegagalan pegas daun dalam menopang beban pada dasarnya tidak disebabkan oleh beban berlebih melainkan terjadinya beban kejut yang cukup besar akibat jalanan berlubang sehingga menyebabkan patahnya pegas daun (Hidayat, 2012).

Pada penelitian ini digunakan variasi diameter tekukan 50 mm, dan 70 mm. Hal ini karena adanya pengerasan baja, yang mengakibatkan baja menjadi sangat keras dan getas sehingga harus dilakukan proses lebih lanjut. Proses perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu proses *annealing*.

1.1. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh proses *annealing* pada suhu 800°C terhadap gaya tekuk, nilai kekerasan, dan struktur mikro pada peredam kejut (suspension) sepeda jalan terhadap tekukan 50 mm dan 70 mm.

1.2. Tujuan Penelitian

Melihat dari perumusan masalah diatas maka tujuan penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengetahui perbandingan kekuatan pada pegas daun baja karbon rendah AISI 4140 dengan diameter lekukan 50 mm dan 70 mm pada saat pegas dipasang pada sadel setelah melalui proses *annealing*.
2. Mengetahui presentasi komposisi kimia sebelum proses *annealing*, gaya tekuk, nilai kekerasan dan struktur mikro pada pegas daun.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan kekuatan pada pegas daun baja karbon rendah AISI 4140 dengan diameter lekukan 50 mm dan 70 mm pada saat pegas dipasang pada sadel setelah melalui proses *annealing*.

2.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pegas daun mobil Toyota Kijang tipe LGX tahun 2001. Panjang pegas 78 cm, lebar 5 cm, dan tebal 5 mm.

2.2. Karakteristik Produk

Gaya Tekuk dibutuhkan pada proses bending sehingga terjadi efek pembengkokan atau penekukan. Proses ini dapat dilakukan baik secara manual maupun menggunakan mesin bending. Material plat dibending menggunakan pisau bending dan dies.

Gaya bending adalah besar gaya yang diperlukan untuk melakukan proses pembentukan material. Pehitungan gaya bending dapat dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$F = \frac{K_{bf} T S w t^2}{D} \dots\dots\dots (1)$$

di mana :

- F = Gaya Tekuk (N)
- TS = *Tensile Strenght* lembar logam (N/m²)
- w = lebar plat pada arah sumbu tekuk (mm)
- t = tebal plat (mm)

Untuk penekukan V , = 1.33
 Untuk penekukan ujung, = 0.33
 Untuk penekukan U-die = 0.7
 D = Dimensi bukaan die (mm)

2.3. Struktur Mikro

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui dan mempelajari bentuk struktur mikro dari logam, termasuk didalamnya besar butiran dan arah struktur. Struktur mikro tersebut sangat menentukan sifat mekanis logam yang diuji. Pengujian struktur mikro menggunakan Mikroskop Optik Dengan Pembesaran 50-1000x.

Metode pengujian struktur mikro memerlukan persiapan yang cukup teliti dan cermat sehingga diperoleh hasil pengujian yang baik. Oleh sebab itu diperlukan beberapa tahap dalam persiapannya, yaitu:

1. Pemotongan benda uji
2. Mounting
3. Pengamplasan (*grinding*)
4. Polishing
5. Etsa
6. Proses Pencucian
7. Pengamatan dan Pemotretan

Metode *Planimetri* digunakan untuk mengukur besar butir dari struktur mikro. Pada metode jumlah butir persatuan luas pada bagian-bidang yang selanjutnya dihubungkan pada standar ukuran butir ASTM E 112. Jumlah butir yang terdapat dalam suatu area tertentu yang dinotasikan dengan N_A .

2.4. Nilai Kekerasan

Pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui ketahanan benda uji. Penetrasi suatu material yang lebih keras dengan bentuk dan beban gaya tertentu. Nilai kekerasan dinyatakan sebagai perbandingan antara beban dibagi dengan diagonal rata-rata dari bekas indentasinya. Skala alat uji kekerasan menggunakan indentor berupa intan dengan bentuk kerucut yang bersudut 136° , dengan beban penekanan yang digunakan bervariasi. Nama alat uji yang digunakan untuk uji kekerasan *Vickers* adalah Frank Finotest. Nilai

kekerasan dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.

$$VHN = \frac{1,854 \times P}{d^2} \dots\dots\dots (2)$$

di mana :

VHN = Vickers Hardnes Number

P = Beban tekan yang diberikan (kgf)

d = Jejak indentor rata-rata (mm)

2.6. Defleksi

Defleksi merupakan peristiwa melengkungnya suatu batang akibat beban yang bekerja pada batang tersebut. Beban ini dapat berasal dari luar batang maupun dari dalam sebagai akibat dari berat batang itu sendiri.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pembuatan suspensi sadel menggunakan material pegas daun AISI 4140 dengan menggunakan proses *annelaing* pada suhu 800°C .

3.1. Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan unsur-unsur paduan yang terdapat pada pegas daun baja karbon rendah. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat uji Spektrum Komposisi Kimia Universal (*Spectrometer*). Benda spesimen ditembakkan gelombang dengan panjang tertentu. Penembakan dilakukan pada beberapa titik yang ditentukan secara acak sehingga didapat harga komposisi kimia. Pada Gambar 1 memperlihatkan spesimen benda uji dan hasil data komposisi kimia. Dalam pengujian uji komposisi kimia dilakukan dilaboratorium BPPT serpong kawasan puspitek kota tangerang banten.



Gambar 1 Spesimen benda uji komposisi kimia.

Hasil pengujian komposisi kimia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi kimia hasil spesimen uji

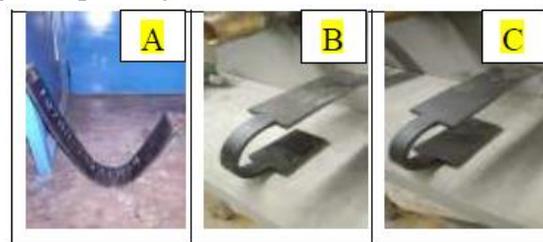
| Unsur | Nilai Kandungan Unsur (wt%) |
|-------|-----------------------------|
| Fe | Rem |
| C | 0.558 |
| Si | 0.195 |
| Mn | 0.626 |
| P | 0.0139 |
| S | 0.0035 |
| Cr | 0.728 |
| Ni | 0.0308 |
| Mo | < 0.004 |
| Cu | 0.0057 |
| Al | 0.0129 |
| V | 0.0025 |
| W | < 0.025 |
| Ti | 0.0024 |
| Nb | 0.0036 |
| B | < 0.001 |

3.2. Hasil Perbandingan Pengujian Gaya Tekuk Setelah Dan Sebelum Proses Annealing

Hasil pengujian komposisi kimia pada pegas daun baja karbon rendah mengandung unsur penyusun utama besi (Fe), karbon (C) = 0.558 % menambah kekerasan baja, mangan (Mn) = 0.626

% yang berguna untuk meningkatkan kekerasan, kekuatan dan mampu diperkeras pada baja, Khromium (Cr) = 0.728 % meningkatkan kekuatan tarik, mampu keras, tahan korosi, serta tahan pada suhu tinggi, silisium (Si) = 0.195 % yang berpengaruh dalam meningkatkan kekuatan, kekerasan, kemampuan diperkeras secara keseluruhan, tahan aus, ketahanan terhadap panas dan karat. Sedangkan unsur-unsur lain yang didapatkan dalam prosentase lebih rendah, yaitu : phospor (P) = 0.0139 % menjadikan baja lebih getas, sulfat (S) = 0.0035 % meningkatkan sifat mampu mesin, nikel (Ni) = 0.0308 % meningkatkan sifat keuletan dan tahan karat, molibdenum (Mo) = <0.004 % menambah ketahan pada suhu tinggi, tembaga (Cu) = 0.0057 % mempunyai sifat penghantar listrik yang baik, almunium (Al) = 0.0129 % meningkatkan keuletan dan tahan karat, vanadium (V) = 0.0025 % memperbaiki kekuatan tarik, wolfram (W) = <0.025 % menaikkan kekerasan dan ketelitian, bismuth (B), titanium (Ti) = 0.0024 % pembentukan ferit dan karbida, niobium (Nb) = 0.0036 % meningkatkan sifat mekanis pada suhu tinggi. Hasil pengujian komposisi kimia mempunyai unsur paduan utama. Yaitu khromium (Cr) = 0.728 %, mangan (Mn) = 0.626 % dan unsur karbon (C) = 0.558 %.

Ketiga jenis unsur paduan utama memiliki perbedaan, dimana kromium memiliki sifat menurunkan laju pendinginan kritis sebesar 1,5% dan meningkatkan kekerasan benda di dalam proses pendinginan.



Gambar 2 Pegas Gambar A Sebelum Proses Annealing Pegas Gambar B dan C Setelah Proses Annealing

Penambahan kromium pada baja membuat struktur yang lebih halus dan membuat sifat baja yang dikeraskan menjadi lebih baik karena

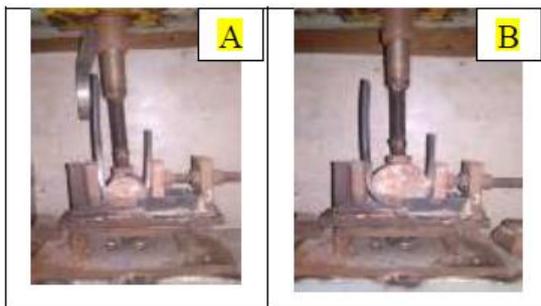
khromium dan karbon dapat bereaksi membentuk karbida. Kromium dapat menambah kekuatan tarik dan keplastisan baja serta berguna juga dalam untuk membentuk lapisan pasif yang dapat melindungi baja dari korosi serta tahan terhadap suhu tinggi. Pada hasil perbandingan pengujian pegas daun baja karbon rendah pada saat pegas dibending sebelum dan setelah proses annealing dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2 diperoleh bahwa :

- Pada gambar A pegas daun sebelum proses annealing dimana pegas mengalami perpatahan pada saat dibending. Karena pada saat pegas daun tanpa proses *annealing* mengalami sifat fase ferit dimana pada sifat ini semakin banyak ferit yang terbentuk maka material tersebut semakin lunak dan liat dan pada fase perlit bersifat kuat dan keras.
- Pada gambar B dan C pegas daun setelah proses annealing pegas daun tidak mengalami perpatahan pada saat dibending. Karena pada proses annealing kandungan komposisi kimia yang berada pada pegas menurun dan memiliki kekerasan yang lebih rendah karena terdapat matrik perlit dimana matrik perlit ini adalah campuran sementit dan ferit yang membuat pegas menjadi lebih lunak. Proses penekukan ini bertujuan untuk menghasilkan bentuk diameter pegas daun 50 mm dan 70 mm agar dapat mengetahui beban maksimal setelah pada pegas daun dipasang pada sadel sepeda.

3.3. Perhitungan Defleksi

Pembentukan *suspensi* sepeda pada penelitian dengan cara ditebuk setelah melewati proses *annealing*. Proses penekukan dapat dilihat pada Gambar 3.



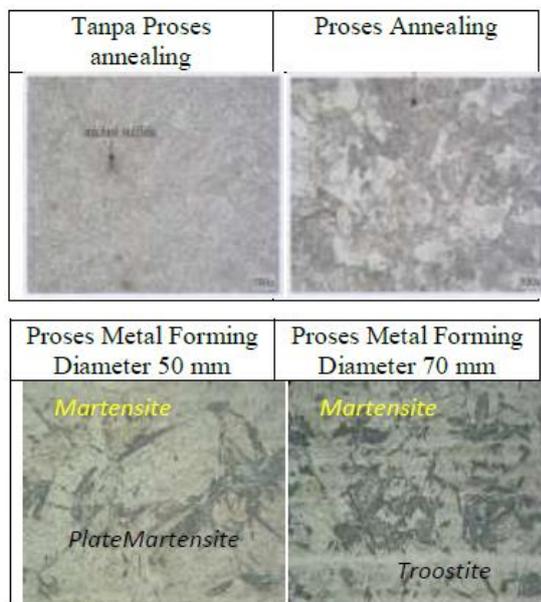
Gambar 3 Proses pembentukan pegas dengan diameter A. 50 mm dan B. 70

Gaya tekuk adalah besar gaya yang diperlukan untuk melakukan proses pembentukan material. Besar gaya yang diberikan harus melebihi nilai tegangan geser pegas daun sehingga terjadi deformasi (Sutoyo & Sutisna, 2017). Hasil pengujian gaya tekuk dengan pemberian gaya sebesar 5001 N menunjukkan bahwa proses *annealing* berpengaruh pada temperatur 800°C sampai 850 °C untuk proses penekukan pegas daun baja karbon rendah dengan panjang 40 cm pada variasi 50 mm dan 70 mm. Pada pengujian gaya tekuk ini mendapatkan hasil yang berbeda dimana diameter 50 mm mendapatkan gaya (F) yang lebih besar berbanding dengan diameter 70 mm yang mendapatkan gaya (F) lebih kecil. Hasil pengujian defleksi diperoleh nilai defleksi sebesar 3.0175×10^{-5} m. Berdasarkan nilai tersebut, perbandingan defleksi yang terjadi, dimana pada diameter lekukan 50 mm defleksi lebih besar dari diameter 70 mm, karena pada diameter lekukan 50 mm jarak sadel dengan penampang adalah 60 mm dan berbeda dengan diameter lekukan 70 mm yang memiliki jarak 90 mm.

3.4 Hasil Pengujian Struktur Mikro

Hasil pemotretan sampel sebelum tanpa proses *annealing* (pemanasan) pada proses tanpa *annealing* dengan perbesaran 500x dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan gambar tersebut teridentifikasi beberapa fasa. Fasa pertama adalah fase ferit yang ditandai oleh warna putih dan fasa kedua adalah fase perlit warna gelap pada gambar. Dominasi warna putih pada struktur mikro baja berarti semakin banyak ferit yang terbentuk. Hal ini mengindikasikan bahwa material tersebut semakin lunak. Permukaan pegas daun pada perbesaran 500x terdapat cacat *inklusi sulfide*. *Inklusi sulfida* ini adalah zat cair yang terperangkap sebagian besar dalam bentuk cairan pada suhu permukaan. Pada fasa perlit terdiri lapisan-lapisan yang bersifat kuat dan keras. Pada proses *annealing* perbesaran 500x

terdapat matrik perlit dimana matrik perlit ini adalah campuran *sementit* dan *ferit* yang memiliki kekerasan sekitar 10-30 HRC. Perlit yang terbentuk sedikit di bawah temperatur *eutektoid* dan memiliki kekerasan yang lebih rendah serta waktu inkubasi yang lebih lama pada daerah tepi berupa ferit-perlit halus. Pada proses metal forming diameter 50mm dan 70 mm perbesaran 500x terdapat *martensite* (warna terang) dan *plate martensite* (warna gelap). dimana sifat *martensite* dari struktur pada fasa adalah keras dan getas, pada fasa ini cepat mengalami perputahan. Untuk mendapatkan struktur dengan fasa *martensit*, harus melalui proses perlakuan panas dengan laju pendinginan.

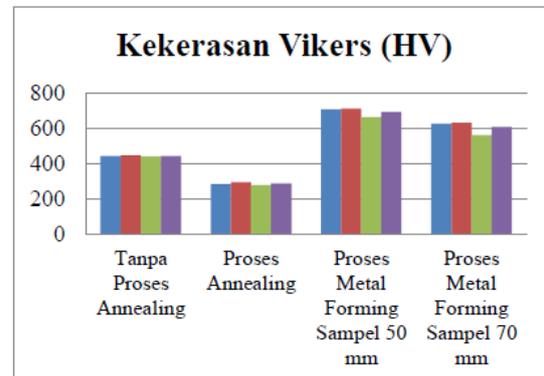


Gambar 4 Potret perbandingan struktur mikro

Berdasarkan pengamatan struktur mikro dapat dilihat perbandingan sebelum dan sesudah proses tanpa annealing, proses *annealing* dan proses metal forming. Pada temperatur 800°C sampai 850°C dengan waktu 15 menit sampai 20 menit dengan menggunakan oksigen dan asetilin pegas daun dipanaskan melalui proses *annealing* sampai diproses melalui tahapan metal forming pembentukan dengan diameter berbeda yaitu 50 mm dan 70 mm. Dimana pada proses metal forming diameter 50 mm terdapat *martensite* dan *plat martensite* pada perbesaran 500x dan pada diameter 70 mm terdapat *martensite* dan *troostite* pada perbesaran 500x.

3.5. Hasil Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan pada baja pegas daun akan menghasilkan nilai perbandingan kekerasan. Pengujian kekerasan ini menggunakan metode *hardness vickers* dengan indentor piramida intas 136° dengan penggunaan P = 5 kgf. Hasil uji kekerasan pegas daun. dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Grafik kekerasan vickers

Berdasarkan data pengujian kekerasan terhadap hasil dari spesimen material tanpa annealing, proses annealing dan proses metal forming dengan sampel diameter 50 mm dan 70 mm. Perbandingan kekerasan yang dihasilkan dari masing-masing spesimen setelah dilakukan penekanan. Pegas daun dipotong sesuai dengan ukuran spesimen uji kekerasan sebelum dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pada tiga titik yang berbeda. Dari data yang diperoleh, dapat dihitung perbandingan nilai yang berbeda dimana pada proses tanpa *annealing* terdapat nilai yang berubah. Pada pengujian proses *annealing* terdapat hasil yang lebih rendah karna pegas daun yang dipanaskan merubah sifat komposisi kimia yang menjadi rendah dan pada pengujian proses metal forming terdapat nilai yang lebih tinggi karena pada proses metal forming komposisi kimia berubah dimana pada proses pemasanan setelah proses metal forming terdapat *martensite* dimana *martensite* ini adalah getas dan keras. setelah pegas daun dipanaskan pegas daun dibentuk dengan diameter 50 mm dan 70 mm dan

didiamkan sampai benar-benar dingin tanpa perlakuan pendinginan oli dan air.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diambil beberapa kesimpulan dari hasil yang diperoleh sebagai berikut :

1. Perbandingan kegagalan pada pegas daun diameter 50 mm dan 70 mm tanpa proses annealing dan proses annealing :
 - a) Pada penelitian pegas daun tanpa proses annealing diameter lekukan 50 mm pegas mengalami perpatahan pada saat pegas dibending yang diberi gaya 546.28 kg pada proses pembentukan gaya tekuk dengan nilai kekerasan 442 HV. Pada saat pegas daun tanpa proses annealing pegas daun rentan mengalami perpatahan karena terdapat fase ferit dan fase perlit dimana pada sifat ini semakin banyak ferit yang terbentuk maka material tersebut semakin lunak dan liat dan pada fase perlit bersifat kuat dan keras.
 - b) Pada proses annealing atau pemanasan dengan suhu 800°C sampai 850°C pada pegas daun dengan diameter lekukan 50 mm dan 70 mm pegas daun dapat dibentuk yang diberi gaya 546.28 kg tanpa adanya perpatahan pada saat pegas daun dibending. Karena pada saat pegas daun melalui proses annealing nilai kekerasan pada pegas daun lebih rendah dan terdapat perlit yang terbentuk sedikit dibawah temperatur eutektoid pada saat pegas daun dipanaskan pegas daun menjadi lunak dimana pegas dapat dibentuk dengan proses penekukan atau proses metal forming.
2. Perbandingan kegagalan pada pegas daun yang telah dipasang pada sadel sepeda jalan setelah melalui proses metal forming dengan variasi diameter lekukan 50 mm dan 70 mm setelah proses annealing pengujian pegas daun yang telah dipasang pada sadel sepeda jalan dengan diameter lekukan 50 mm yang diberi beban 75 kg. Dimana pada diameter lekukan 50 mm pegas mengalami defleksi dan mengakibatkan pegas tidak kembali ke

posisi awal dikarenakan pegas yang berdiameter lekukan 50 mm mempunyai jarak defleksi rengangan 570 mm dan berbanding dengan pegas daun yang berdiameter lekukan 70 mm dan diberi beban 75 kg dimana pada diameter lekukan 70 mm jarak defleksi lebih tinggi yaitu 900 mm dan pada saat diberi beban pegas yang berdiameter lekukan 70 mm kembali ke posisi awal pada saat pegas diberi beban.

REFERENSI

- Hidayat, T. (2012). ANALISA KEGAGALAN PEGAS DAUN (LEAF SPRING) PADA TOYOTA KIJANG KAPSUL 7K-EI TAHUN 2000. *Simetris*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.24176/simet.v1i1.108>
- Purboputro, P. I. (2009). Peningkatan kekakuan Pegas Daun Dengan cara Quenching. *Media Mesin*, 10(1), 15–21.
- Ramadhan, A., & Sihombing, J. P. (2018). Kajian ergonomi desain sepeda fixed gear (fixie). *PRODUCTUM Jurnal Desain Produk (Pengetahuan Dan Perancangan Produk)*, 3(1), 8. <https://doi.org/10.24821/productum.v3i1.1734>
- Saputra, R , Tyastomo, E. (2016). Perbandingan kekerasan dan struktur mikro pegas daun yang mengalami proses heat treatment. *Teknik Mesin Institut Sains Dan Teknologi Nasional*, 12.
- Sutoyo, E., & Sutisna, S. P. (2017). PERANCANGAN DIES POTONG DAN DIES TEKUK PADA PRESS BRAKE. *AME (Aplikasi Mekanika Dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2(2), 25–31. Retrieved from <http://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/ame/article/view/354>