

ANALISA TEGANGAN-REGANGAN STRUKTUR PEGAS DAUN AKIBAT MODIFIKASI PENEKANAN

Ismail Thamrin⁽¹⁾

⁽¹⁾ Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang – Prabumulih Km 32, Inderalaya

Telp.(0711) 580272

Ringkasan

Pegas daun merupakan salah satu sistem suspensi yang terdapat pada kendaraan yang berfungsi sebagai peredam getaran, sekaligus sebagai penopang rangka kendaraan. Akibat modifikasi penekanan (pressing), fungsi pegas daun yang menerima beban dinamis (berulang-ulang) cukup besar, akan mengalami kerusakan akibat lelah yang muncul setelah komponen tersebut menjalani fungsinya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa tegangan - regangan yang terjadi pada struktur pegas daun akibat modifikasi penekanan. Dari hasil analisis tegangan, ternyata pegas daun yang sudah di-press mengalami peningkatan tegangan maksimum yang terjadi, yaitu dari $1.09361 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ menjadi $1.12632 \times 10^8 \text{ N/m}^2$, atau terjadi penurunan kekuatan sebesar 3 %. Hal ini dapat menyebabkan kemungkinan untuk terjadinya patah pada pegas daun sesudah di-press lebih besar dibandingkan dengan sebelum di-press

Abstract

Leaf spring represent one of suspension systems found on vehicle, and functioning as vibration silencer, at the same time as vehicle construct. Effect of modification by pressing, leaf spring function accepting a repeating dynamic load, will experience of damage effect of fatigue which emerge after the component experience its function. Intention of this research is to analysis effective stress - strain that happened at leaf spring structure effect of pressing modification. From result of stress analysis, in the leaf spring which have natural pressing, have an increasing of maximum stress, that is from $1.09361 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ become $1.12632 \times 10^8 \text{ N/m}^2$, or have degradation of strength equal to 3 %. This matter can cause possibility to the happening of broken at leaf spring after pressed is bigger comparing to before pressed.

Keyword : Pressing, Analysis effective stress – strain

1 PENDAHULUAN

Pegas daun merupakan salah satu komponen otomotif yang bahan dasarnya adalah baja karbon tinggi (C > 0,5 %). Dalam fungsinya pegas daun menerima beban dinamis (yang berulang-ulang) yang cukup besar dan akan mengalami kerusakan akibat lelah yang muncul setelah komponen tersebut menjalani fungsinya

Sekarang ini, banyak orang melakukan modifikasi pada pegas daun, salah satunya adalah dengan melakukan penekanan (pressing) sehingga penampang pegas daun menjadi rata. Penekanan ini dapat mengurangi fungsi pegas daun, baik sebagai komponen sistem suspensi maupun sebagai penopang kendaraan. Akibatnya terjadi fase plastisitas yaitu terjadinya vibrasi yang tinggi serta elastisitas pegas berkurang sehingga mengurangi kenyamanan dan keamanan pengemudi.

Seberapa besar perubahan kekuatan dan kekerasan pada pegas daun yang dimodifikasi dengan penekanan sehingga penampangnya menjadi rata sangat menarik untuk diteliti. Untuk itu pada penelitian ini dilakukan studi perubahan kekuatan dan kekerasan pada pegas daun tersebut dengan menganalisis pengaruh yang

ditimbulkan sebelum dan sesudah dilakukan pressing serta gaya-gaya yang terjadi dan dampaknya terhadap elastisitas pegas. Secara eksperimental dilakukan pengujian kekerasan dan komposisi kimia logam serta simulasinya dengan menggunakan program komputer.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Kekakuan Pegas

Salah satu penilaian terhadap pegas daun adalah dengan mengetahui tingkat kekakuannya. Tingkat kekakuan pegas daun dinyatakan dengan besaran konstanta pegas (k) dan koefisien gesek (μ). Konstanta pegas dinyatakan sebagai perbandingan antara gaya (P) dengan defleksi (f).

$$K = \frac{P}{f} \quad (1)$$

Sedangkan koefisien gesek merupakan besaran yang menentukan kemampuan pegas menyerap energi. Didefinisikan sebagai perbandingan antara gaya gesek (P_g) dengan gaya rata-rata ($P_{\text{rata-rata}}$).

$$\mu = \frac{P_g}{P_{rata-rata}} \quad (2)$$

Secara analisis teoritis, konstanta pegas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$k = \frac{32E \sum I_x}{L} S_f \quad (3)$$

dimana :

- k = konstanta pegas
- L = panjang pegas
- S_f = faktor kekakuan
- E = modulus elastisitas

2.2 Kekuatan Pegas

Metode untuk mengetahui kekuatan statis maupun dinamis dari pegas daun, adalah dengan melihat besar tegangan yang terjadi pada saat pegas daun dibebani. Semakin kecil tegangan yang terjadi, berarti semakin tinggi kekuatannya. Salah satu cara diantaranya adalah dengan sensor regangan (*strain gauge*) yang ditempel pada komponen tersebut. Keluaran data dari *strain gauge* berupa regangan, selanjutnya dikonversi kebesaran tegangan dengan menggunakan hukum Hooke.

Selain cara eksperimental seperti diatas untuk mengetahui tegangan pada pegas daun juga dapat dilakukan secara analisa teoritis. Tegangan yang terjadi pada pegas daun merupakan fungsi dari beban kerja (P) dan faktor kekakuan pegas, yang dirumuskan sebagai berikut :

$$S_x = \frac{xtP}{4 \sum I_x} \quad (4)$$

dimana :

- x = jarak regangan yang diukur dari tumpuan
- t = tebal pegas daun

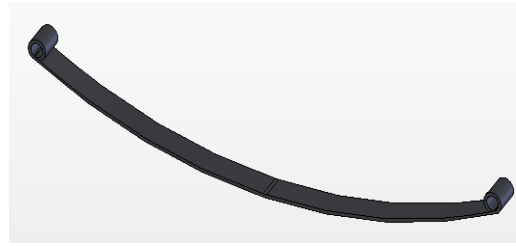
3. METODE PENELITIAN

Persiapan Spesimen

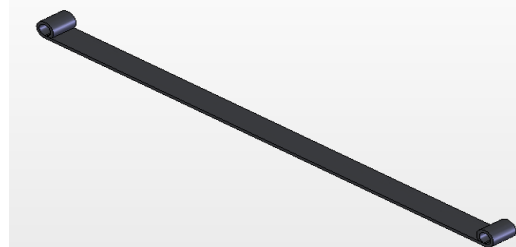
Sesuai dengan fungsinya, pegas daun diperoleh dengan memilih baja karbon tinggi sebagai konstruksi pegas. Baja yang digunakan adalah jenis SUP 9, standar JIS 4801. Pada penelitian ini analisis hanya dilakukan pada lembaran pertama dari pegas daun.

Pengujian Kekerasan

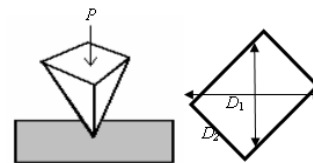
Sebelum melakukan pengujian kekerasan, spesimen terlebih dahulu diampelas. Setelah itu dibersihkan dan dikeringkan dengan drier. Tujuan pengampelasan adalah untuk mendapatkan permukaan yang halus dan rata sehingga memudahkan dalam pengamatan karena metode yang digunakan dalam pengujian kekerasan ini adalah metode Vickers dengan menggunakan kapasitas beban 30 kgf. Klasifikasi mesin Vickers yang dipakai dalam pengujian ini adalah sebagai berikut : Vickers Hardness Tester, Type VKH-2E.



Gambar 1. Pegas daun sebelum dilakukan pressing



Gambar 2. Pegas Daun Sesudah Dilakukan Pressing



Gambar 3. Diagonal Bekas Penekanan pada pengujian Vickers

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data hasil pengujian kekerasan terhadap hasil dari kedua bentuk pegas, dapat dilihat perbandingan kekerasan yang dihasilkan dari masing-masing pegas sebelum dan sesudah dilakukan penekanan. Sebelum dilakukan pengujian, terlebih dahulu pegas daun sudah dipotong sesuai dengan besar spesimen uji Vickers. Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali, pada sepuluh titik yang berbeda. Dari data yang diperoleh, dapat dihitung harga kekerasan dari ketiga bentuk spesimen tersebut.

Tabel 1. Data Pengujian Vickers Spesimen satu (Tidak di press).

No.	F (kgf)	d1	d2	d rata-rata	VHN
1	50	0,471	0,473	0,472	412,5938
2		0,472	0,474	0,473	414,3406
3		0,471	0,491	0,481	400,6725
4		0,478	0,473	0,4755	409,9951
5		0,473	0,471	0,472	416,0981
6		0,473	0,475	0,474	412,5941
7		0,472	0,475	0,4735	413,466
8		0,475	0,481	0,478	405,7177
9		0,483	0,476	0,4795	403,1833
10		0,496	0,475	0,4855	393,2795
Σ					4088,994

VHN rata – rata spesimen pertama adalah :

$$VHN_{rata-rata} = \frac{4088,994}{10}$$

$$VHN_{rata-rata} = 408,8994$$

Tabel 2. Data Pengujian Vickers Spesimen Dua (Tidak dipress).

No.	F (kgf)	d1	d2	d rata-rata	VHN
1	50	0.49	0.489	0.4895	386.9617
2	50	0.493	0.49	0.4915	383.8189
3	50	0.481	0.474	0.4775	406.6555
4	50	0.479	0.478	0.4785	404.9576
5	50	0.497	0.489	0.493	381.4869
6	50	0.48	0.476	0.478	405.8052
7	50	0.5	0.485	0.4925	382.2618
8	50	0.489	0.485	0.487	390.9449
9	50	0.483	0.479	0.481	400.759
10	50	0.479	0.476	0.4775	406.6555
Σ					3950.307

VHN rata – rata spesimen dua adalah

$$VHN_{rata-rata} = \frac{3950,307}{10}$$

$$VHN_{rata-rata} = 395,0307$$

$$VHN_{rata-rata} \text{ sebelum dipressing} = \frac{(408,8994 + 395,0307)}{2} = 401,9651$$

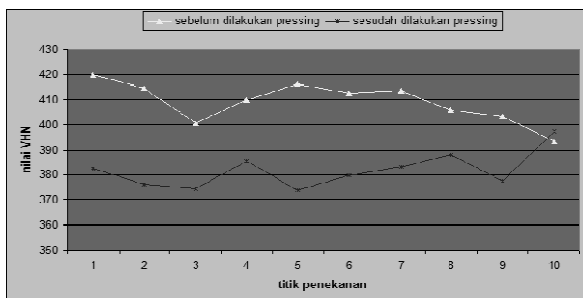
Tabel 3. Data hasil Pengujian Vickers Spesimen Tiga

No.	F kgf	d1	d2	d rata-rata	VHN
1	50	0.496	0.489	0.4925	382.2618
2	50	0.497	0.496	0.4965	376.1274
3	50	0.5	0.495	0.4975	374.6168
4	50	0.489	0.492	0.4905	385.3855
5	50	0.488	0.508	0.498	373.8649
6	50	0.5	0.488	0.494	379.9439
7	50	0.49	0.494	0.492	383.0392
8	50	0.484	0.494	0.489	387.7535
9	50	0.485	0.506	0.4955	377.6471
10	50	0.486	0.48	0.483	397.4469
Σ					3818.087

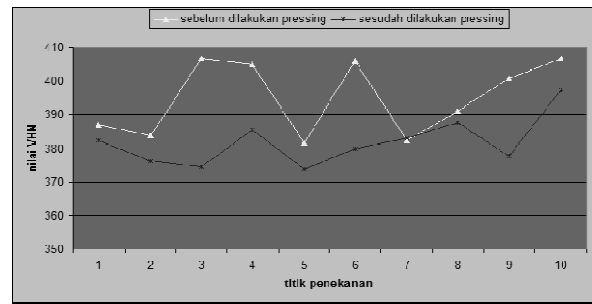
VHN rata-rata sesudah dilakukan pressing adalah :

$$VHN_{rata-rata} = \frac{3818,087}{10}$$

$$VHN_{rata-rata} = 381,8087$$



Gambar 4. Perbandingan Nilai Kekerasan Spesimen 1 & 3



Gambar 5. Perbandingan Nilai Kekerasan Spesimen 2 & 3

Hasil dari analisis program merupakan visualisasi yang berupa kontur warna yang menunjukkan kondisi dari material. Analisis dilakukan dalam keadaan statis dengan memberikan beban yang sama sebesar 100N. Dalam analisis ini kita bisa membandingkan kondisi pegas sebelum dan sesudah dilakukan pressing. Hasil analisis berupa deformasi yang terjadi, displacement, dan distribusi tegangan-regangan

Dari bahan yang telah dipilih, didapat beberapa data sebagai berikut :

1. Kekuatan Ultimate (S_u)

Dari beberapa taksiran yang telah dilakukan ternyata kekuatan mengalah dapat diperoleh melalui pengujian kekerasan yang telah dilakukan.

$$S_u = 3,45 H_B (MPa) \quad (5)$$

Untuk mendapatkan nilai kekerasan Brinell dari pengujian Vickers yang telah dilakukan, maka perlu dilakukan konversi satuan dari satuan kekerasan Vickers kesatuan kekerasan Brinell. Konversi ini dapat diperoleh dari tabel ekivalen kekerasan baja

- Kekerasan bahan sebelum di-press :

$$401,965 \text{ VHN} = 380,9561 \text{ HB} \approx 380 \text{ HB}$$

- Kekuatan Ultimate-nya adalah :

$$S_u = 3,45 H_B$$

$$S_u = 1311 \text{ MPa}$$

- Kekerasan bahan sesudah di-press :

$$381,808 \text{ VHN} = 360,8087 \text{ HB} \approx 360 \text{ HB}$$

- Kekuatan Ultimate-nya adalah :

$$S_u = 3,45 H_B$$

$$S_u = 1242 \text{ MPa}$$

2. Kekuatan luluh (S_y)

sebelum di-press

$$S_y = 0,75 S_u$$

$$S_y = 983,25 \text{ MPa}$$

Kekuatan luluh (S_y) sesudah dipress

$$S_y = 0,75 S_u$$

$$S_y = 0,75 \times 1242 \quad S_y = 931,5 \text{ MPa}$$

3. Modulus Elastisitas (E) dan Modulus Geser (G)

Modulus elastisitas dari baja diambil dari modulus elastisitas baja karbon tinggi pada umumnya yaitu sekitar $2,06 \times 10^{11} \text{ Kg/m}^2$.

$$E = 2,06 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$$

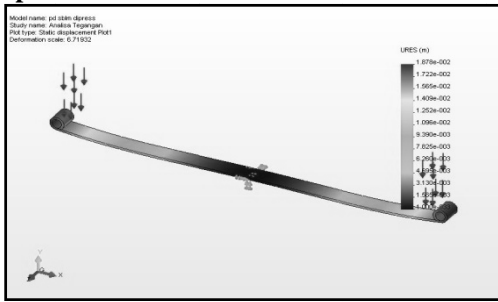
$$E = 2G(1 + \mu) \quad (6)$$

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)} \quad (7)$$

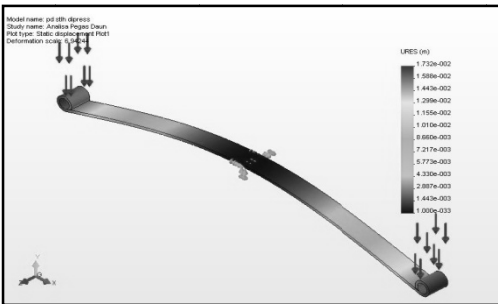
$$G = \frac{2,06 \times 10^{11}}{2(1 + 0,32)}, \quad G = 7,8 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$$

Dari data sifat mekanis bahan, maka didapat hasil analisis program sebagai berikut :

1. Displacement



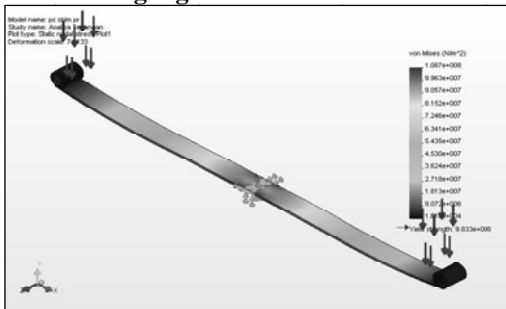
(a) Sebelum dipress



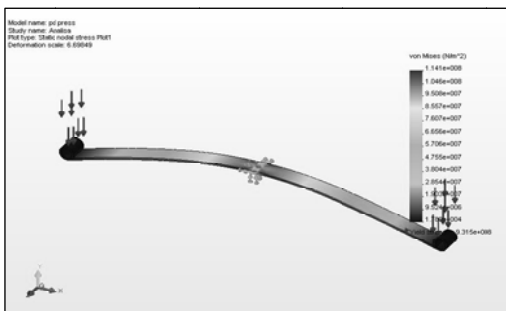
(b) Sesudah dipress

Gambar 6. Displacement pegas daun

2. Distribusi Tegangan



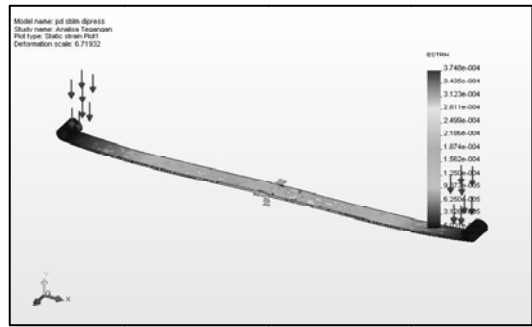
(a) Sebelum dipress



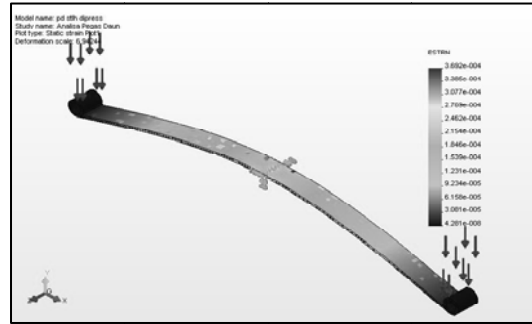
(b) Sesudah dipress

Gambar 7. Distribusi tegangan

3. Distribusi Regangan



(a) Sebelum dipress



(b) Sesudah dipress

Gambar 8. Distribusi regangan

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari pengujian kekerasan yang telah dilakukan, terjadi penurunan nilai kekerasan pegas daun yang sudah di-press dari 401,9651 menjadi 381,8087 atau sebesar 5,02 %.
2. Penurunan nilai kekerasan tersebut dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan tarik dan luluh dari material.
3. Dari hasil analisis program, terlihat perubahan bentuk lengkungan yang terjadi pada saat kedua pegas diberi gaya. Pegas daun sebelum dipress mampu meredam getaran lebih baik dibandingkan dengan pegas daun yang sudah dipress.
4. Pegas daun yang sudah di-press mempunyai tingkat konsentrasi tegangan yang tinggi, terjadinya peningkatan regangan dan berkurangnya faktor keamanan.
5. Dari hasil analisis tegangan, ternyata pegas daun yang sudah di-press mengalami peningkatan tegangan maksimum yang terjadi, yaitu dari $1.09361 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ menjadi $1.12632 \times 10^8 \text{ N/m}^2$, atau terjadi penurunan kekuatan sebesar 3 %. Hal ini dapat menyebabkan kemungkinan untuk terjadinya patah pada pegas daun sesudah di-press lebih besar dibandingkan dengan sebelum di-press.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Courtney, H. Thomas, Mechanical Behavior of Materials, McGra-Hill International Edition, Materials Science Series, 1990

- [2.] Gere, James M. Mekanika Bahan , Erlangga, Jakarta, 1996
- [3.] Knight, Charles.E, "The Finite Element Method In Mechanical Design",PWS.Kent Publishing Company, Boston, 1993.
- [4.] Kreyzig, E., 1997, "Advance Engineering Mathematics", Seventh edition,Canada, John Wiley & Son, Inc.
- [5.] Logan, Daryl L., A First Course in the Finite Element Method. PWS-KENT Publishing Company, Boston, 1992.
- [6.] Meriam, J.L, "Statika Struktur", Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1991
- [7.] Shigley, Joseph E., Perencanaan Teknik Mesin, Jilid I, Erlangga, Jakarta, 1999.
- [8.] Shigley, Joseph E., Perencanaan Teknik Mesin, Jilid II, Erlangga, Jakarta, 1999.
- [9.] Suga, Kiyikatsu, Sularso, Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin, Pradya Paramita, Jakarta, 1991.
- [10.] Erdman, A. G. & Sandor, G. N., 1997, "Mechanism Design : Analysis and Syntesis", Volume 1, New Jersey, Prentice Hall.