



**Pengaruh Tekanan Terhadap *Deflection* dan *Shear Stress Helical Compression Spring* Pada *Press Pallet***

***Effect of Pressure on Deflection and Shear Stress of Helical Compression Spring on Press Pallet***

Irwansyah

Prodi Teknik Mekanika, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Jl. Medan Tenggara No. VII, Medan, Sumatera Utara, 20228, Indonesia

\*Corresponding author: [irwansyah.instrumen@gmail.com](mailto:irwansyah.instrumen@gmail.com)

Diterima: 03-01-2023

Disetujui: 06-01-2023

Dipublikasikan: 10-01-2023

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



**Abstrak**

Objek observasi yang penulis tuangkan dalam karya akhir ini adalah spring kompresi helix. Spring kompresi helix difungsikan untuk meredam tekanan dimana cara kerjanya berdasarkan besarnya gaya tekan yang diberikan oleh pelat press terhadap pallet. Adapun pallet yang digunakan ada 9 jenis pallet dengan 3 ukuran kertas utama yaitu A4, F4, dan B5. Tujuan observasi ini adalah untuk mempelajari sejauh mana hubungan antara variabel tekanan, defleksi dan tegangan geser pegas. Berdasarkan hasil pembahasan yang diperoleh, pallet yang menerima gaya tekan, defleksi dan tegangan geser terbesar adalah pallet F4 5 plate dan pallet yang menerima gaya tekan, defleksi dan tegangan geser terkecil adalah pallet B5 3 plate. Hal ini membuktikan bahwa besar tekanan berbanding lurus dengan defleksi dan tegangan geser pegas.

**Kata Kunci:** *Spring kompresi helix, tekanan, defleksi, tegangan geser, pallet*

**Abstract**

The author describes the object of observation in this final work as the helix compression spring. The helix compression spring is used to reduce pressure, and it works based on the amount of compressive force exerted by the press plate on the pallet. The pallets used are nine types of pallets with three main paper sizes, namely A4, F4, and B5. This observation aims to study the extent of the relationship between the variables of pressure, deflection, and spring shear stress. Based on the results of the discussion obtained, the pallet that receives the most significant compressive force, deflection, and shear stress is the F4 5 plate pallet, and the pallet that gets the minor compressive strength, deflection and shear stress is the B5 3 plate pallet. This proves that the pressure is directly proportional to the deflection and shear stress of the spring.

**Keywords:** *Helix compression spring, pressure, deflection, shear stress, pallet*

**1. Pendahuluan**

Pegas merupakan suatu konstruksi yang sudah lama sekali digunakan dalam kehidupan manusia. Pegas sendiri merupakan suatu rangkaian kawat yang memiliki bentuk berilir-ulir

sehingga membentuk suatu konstruksi helix. Dalam pengaplikasiannya, pegas seringkali dimanfaatkan untuk berbagai macam kebutuhan.

Sebuah pegas mekanik dapat diartikan sebagai benda elastis dimana fungsi utamanya adalah untuk membelokkan atau mendistorsikan beban dan akan kembali ke bentuk semula setelah beban dibebaskan. Meskipun banyak material yang elastis dan akan terdistorsi ketika diberi beban, tidak semua material tersebut dapat dikatakan sebagai sebuah pegas. Dengan demikian, struktur baja akan sedikit terdistorsi ketika sebuah beban diberikan padanya. Namun tidak semua struktur baja tersebut dapat dikatakan sebagai sebuah pegas karena tujuan utamanya bukan untuk mendistorsikan beban melainkan untuk tetap kaku.

Dalam dunia industri, material pembuatan pegas yang paling banyak digunakan adalah baja karbon (Ikhtiardi, Handayani, and Lesmono 2015). Dengan ukuran kawat yang lebih kecil, sekitar 8- 9% bahan pembuatannya berupa baja karbon dibuat dengan proses pendinginan dan pemanasan berulang. Tegangan tarik yang dapat dihasilkan bervariasi dari 230.000 sampai 400.000 Psi (tergantung dari ukuran kawat). Material seperti ini disebut juga baja karbon menengah (*mild carbon steel*). Dalam dunia industri, baja karbon menengah disebut juga *music wire*. Beberapa contoh penggunaan pegas helix yang ada saat ini adalah suspensi mobil, *safety valve* (industri), mekanisme pemutus sirkuit (elektronika), *kompresor* (industri). Pada umumnya, pegas helix digunakan untuk sistem suspensi agar suatu kerja dapat kembali ke posisi awalnya. Namun, penggunaan pegas helix tidak dapat sembarangan, harus diikuti dengan penggunaan yang tepat. Misalnya untuk sistem suspensi mobil dan sepeda motor biasanya digunakan pegas dengan indeks 4 atau 5, untuk mesin industri digunakan pegas dengan indeks 6 atau 7, dan sebagainya.

Setiap pegas mempunyai batas elastisitas, dimana setiap jenis pegas mempunyai batas defleksi maksimum. Hal ini dapat diartikan bahwa defleksi bekerja sesuai dengan proporsional pemberian kerja yang artinya jika pemberian kerja digandakan, maka nilai defleksi pegas akan digandakan juga. Hubungan ini hanya akan berlaku apabila pemberian kerja dan momen torsi bekerja pada arah axial pegas yang juga menyebabkan defleksi linear pada pegas selama beban yang diberikan tidak melampaui titik luluh pegas (*fatigue*).

Selama beban bekerja, tidak hanya kumparan pegas yang menerima beban, tetapi juga timbul tegangan pada internal kawat itu sendiri. Tegangan tersebut adalah tegangan geser. Tegangan geser terdistribusi pada kawat sebagai akibat timbulnya momen torsi pada bahan pegas. Tegangan geser ini dapat dibandingkan dengan besar defleksi yang bekerja sesuai dengan besarnya pemberian kerja.

## **2. Tinjauan Pustaka**

### **2.1. Konsep teori**

Dalam dunia teknik, konsep tekanan memegang peranan yang penting. Efek defleksi yang timbul pada pegas, timbulnya kebocoran pada dinding bejana merupakan salah satu contoh penerapan tekanan di dunia industri. Demikian pula sistem kerja hidrolis dan pneumatik dalam aktuator. Hal tersebut disebabkan karena timbulnya tekanan fluida dalam pengertian yang berbeda. Untuk memotong material dengan mudah, ujung mata pahat dibuat runcing, gerigi gergaji yang tajam, mata batu gerinda yang kasar. Hal tersebut terjadi karena dipengaruhi oleh konsep luas kecilnya permukaan. Semua hal dalam dunia teknik tidak terlepas dari apa yang disebut dengan konsep tekanan.

Dari beberapa konsep diatas dapat dinyatakan bahwa semakin kecil atau besar luasnya permukaan suatu material, tekanan kerja yang ditimbulkan juga dapat semakin kecil atau

semakin besar. Oleh karena itu, tekanan didefinisikan sebagai gaya per satuan luas. Jika beban sebesar  $F$  bekerja secara merata pada luas permukaan  $A$ , maka tekanan  $P$  pada permukaan tersebut dinyatakan sebagai :

$$P = F/A \tag{1}$$

dimana:

$P$  = tekanan ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$F$  = beban (kg)

$A$  = luas permukaan ( $\text{cm}^2$ )

Tekanan menimbulkan beban dan karenanya, beban menyebabkan tekanan, deformasi, dan perpindahan dalam struktur logam. Seperti dalam konsep pegas, beban menimbulkan defleksi dan menghasilkan perubahan struktur dalam material pegas itu sendiri. Hal tersebut disebabkan oleh timbulnya tegangan didalam struktur material pegas yang disebut tegangan geser (*shear stress*).

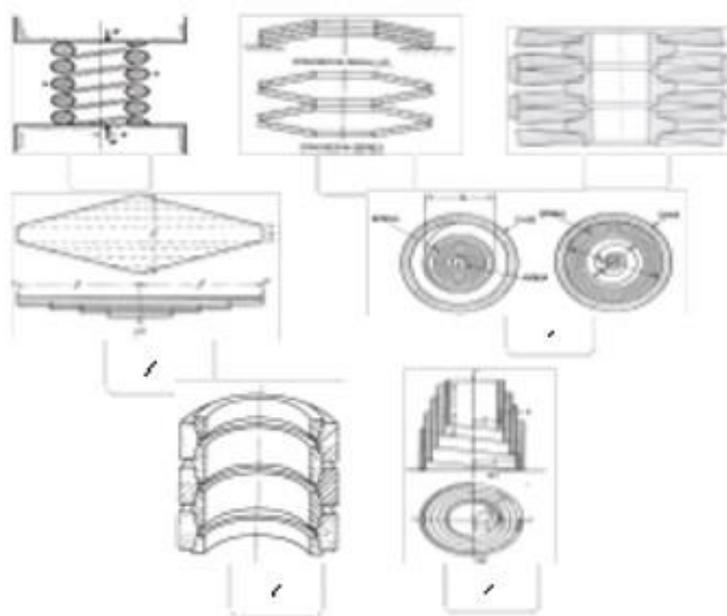
### 2.2. Pegas

Pegas adalah elemen mesin flexibel yang digunakan untuk memberikan gaya, torsi dan juga untuk menyimpan atau melepaskan energi. Energi disimpan pada benda padat dalam bentuk *twist*, *stretch*, atau kompresi. Energi dikembalikan dari sifat elastis material yang telah terdistorsi. Pegas haruslah memiliki kemampuan untuk mengalami defleksi elastis yang besar. Beban yang bekerja pada pegas dapat berbentuk gaya tarik, gaya tekan atau torsi. Pegas umumnya beroperasi dengan '*high working stresses*' dan beban yang bervariasi secara terus menerus. Tujuan utama penggunaan pegas :

1. Untuk menyerap energi dan mengurangi shock.
2. Untuk menerapkan gaya atau torsi tertentu.
3. Untuk mendukung pergerakan massa dan mengisolasi getaran.
4. Sebagai penunjuk/pengontrol beban dan torsi.
5. Sebagai pengarah poros ke penyedia.

### 2.3. Klasifikasi pegas

Pegas dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis fungsi dan beban yang bekerja yaitu pegas tarik, pegas tekan, pegas torsi, dan pegas penyimpan energi. Gambar dibawah ini menunjukkan gambar pegas berdasarkan klasifikasi pegas diatas :



**Gambar 1.** Jenis dan bentuk pegas

Klasifikasi pegas yang lebih umum adalah berdasarkan bentuk fisiknya adalah:

- a. *round wire spring* terdiri dari:
  - 1. *helical compression*
  - 2. *helical tension*
  - 3. *helical torsion*
- b. *Belleville spring*
- c. *Flat disk spring*
- d. *Flat and leaf spring*
- e. *Spiral spring*
- f. *Ring spring*
- g. *Volute spring*

**2.4. Material Pegas**

Pegas kompresi helix diproduksi dengan cara kerja pemanasan dan pendinginan yang tergantung pada ukuran bahan, indeks pegas, dan sifat-sifat yang diinginkan. Secara umum, pegas helix tidak boleh digunakan jika  $C < 4$  dan  $C > 14$ . Sejumlah besar bahan yang tersedia untuk pembuatan pegas, diantaranya baja karbon, baja paduan, dan baja tahan korosi, serta bahan non-ferro seperti fosfor-perunggu, kuningan, tembaga-berilium, dan berbagai paduan nikel. Deskripsi dari baja yang paling umum digunakan dapat ditemukan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Material dasar pembuatan pegas

Material Pegas	Standar	Modulus Elastisitas
	Spesifikasi	(Mpsi)
Music Wire A228	UNS G10850	29.5
	AISI1085	29.0
	ASTM A228-51	28.5
HD spring A227	UNS G10660	28.8
	AISI 1066	28.7
	ASTM A227-47	28.6
Oil tempered wire A239	UNS G10650	28.5
	AISI 1065	28.0
	ASTM 229-41	28.5
Valve spring A230		29.5
Chrome-vanadium A231	UNS G61500	29.5
	AISI 6150	29.5
	ASTM 231-41	29.5
Chrome-silicon A401		29.5
Stainless steel A313		28.0
Stainless steel 17-7PH		29.5
Stainless steel 414		29
Stainless steel 420		29
Stainless steel 431		30
Phosphor-bronze B159		15
Beryllium-copper B197		17
Inconel alloy X-750		31

**2.5 Pegas kompresi helix (*helical compression spring*)**

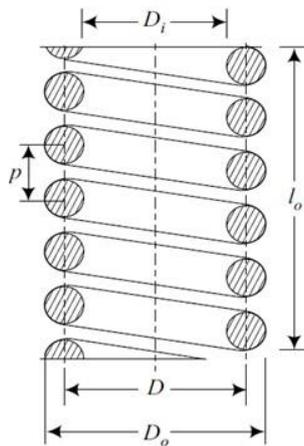
Pegas yang paling banyak digunakan dalam desain mesin adalah pegas gulungan kawat helix jenis compression dan tension. Pegas jenis ini dibuat dengan beragam jenis bentuk dan digunakan dalam jumlah yang sangat banyak. Alasan yang paling mendasar dan dapat diterima secara umum mengenai penggunaan pegas jenis ini adalah:

1. Biaya rendah  
Pegas helix relatif murah dalam pembuatannya, terutama jika jumlah yang cukup besar diperlukan untuk penggunaan perlengkapan permesinan otomatis.
2. Solid  
Pegas jenis ini sangatlah padat, sedapat mungkin jumlah material yang cukup banyak dibentuk kedalam ruang yang kecil.
3. Efisien  
Material pembuatannya ditekan dengan cukup efisien kecuali jika indeks pegas (rasio diameter gulungan dengan diameter kawat) terlalu kecil.

Aplikasi penggunaan dari pegas jenis helix ini seluas penggunaannya pada desain mesin itu sendiri. Beberapa praktik penggunaan penting pegas jenis helix diantaranya :

1. Dalam dunia otomotif: termasuk suspensi bebas roda depan, suspensi roda belakang dan pegas katup.
2. Dalam dunia elektrik : pegas digunakan dalam jumlah yang besar untuk transmisi, peralatan pengontrol dan mekanisme pemutus sirkuit.

Pegas kompresi *helix* yang paling umum adalah pegas kawat dengan penampang bulat, diameter *coil* konstan dan *pitch* yang konstan. Variabel utama pegas kompresi helix adalah sebagai berikut (Budynas and Nisbett 2011):



dimana:

d = diameter *wire* (cm)

D = diameter rata-rata *coil* (cm)

$r = \frac{D}{2}$  = jari rata-rata *coil* (cm)

L<sub>0</sub> = panjang pegas bebas (cm)

N = jumlah lilitan total

n = jumlah lilitan aktif

p = *pitch* = jarak yang diukur antar 2 posisi *center* sumbu kawat yang berdekatan

**Gambar 2.** Komponen variable pada pegas helix

Indeks pegas C menyatakan ukuran kerampingan pegas, didefinisikan sebagai perbandingan antara diameter lilitan dengan diameter kawat (Budynas and Nisbett 2011).

$$C = \frac{D}{d} \tag{2}$$

dimana :

C = Indeks Pegas

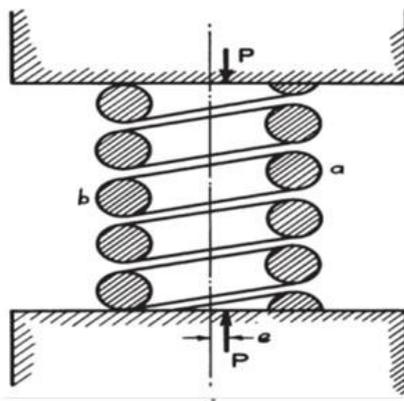
D = diameter rata-rata *coil* (cm)

d = diameter *wire* (cm)

Indeks pegas biasanya berkisar antara  $3 < C < 12$ . Jika  $C < 3$ , maka pegas sulit untuk dibuat, sedangkan jika  $C > 12$ , maka pegas mudah mengalami *buckling* (membengkok). Berikut merupakan komponen variabel pegas helix :

**2.6. Tegangan geser pada pegas kompresi helix**

Untuk perhitungan tegangan geser pegas kompresi helix, kekuatan material desain pegas didasarkan pada asumsi bahwa pegas dianggap sebagai sebuah batang lurus baik dibawah pemberian beban ataupun tidak. Asumsi ini diperkirakan benar apabila indeks pegas cukup besar dan sudut helixnya kecil ( $0 < x < 12$ ). Pada Gambar 3 dapat dilihat pegas helix yang diberi pembebanan yang akan mengurangi panjang pegas.



**Gambar 3.** Resultan gaya pusat pegas diantara 2 pelat

Sebuah pegas kompresi helix dengan indeks pegas yang cukup besar diberi beban P seperti yang ditunjukkan oleh gambar diatas, diberikan diantara kedua ujung pegas yang memiliki jari-jari *coil* r. Akibat pemberian beban P tersebut, kawat pegas mengalami momen puntir dengan :

$$\tau = F x \frac{D}{2} \tag{3}$$

Asumsi bahwa pegas tidak mengalami distorsi sepanjang mengalami perubahan bentuk diikuti dengan perubahan pergeseran *pitch* pegas dan karena itu tegangan geser akan mengalami distribusi yang merata sepanjang jari-jari pegas. Hubungan momen puntir terhadap tegangan geser :

$$\frac{\tau}{l} = \frac{\sigma_s}{\frac{d}{2}} \tag{4}$$

dimana :

$\tau$  = momen puntir (kg.cm)

l = momen kelembaman polair (cm<sup>4</sup>)

$\sigma_s$  = tegangan geser (kg/cm<sup>2</sup>)

d = diameter *wire* (cm)

Dalam hal ini, kawat pegas biasanya berbentuk bulat pejal dengan momen kelembaman polair  $l = \frac{\pi}{32} x d^4$ . Dengan memasukkan momen persamaan polair pada persamaan diatas (Martikka and Pöllänen 2007):

$$\begin{aligned} \frac{\tau}{\frac{\pi}{32} x d^4} &= \frac{\sigma_s}{\frac{d}{2}} \\ \tau &= \frac{2\sigma_s}{d} x \frac{\pi}{32} x d^4 \\ \tau &= \sigma_s x \frac{\pi}{16} x d^3 \end{aligned} \tag{5}$$

Sehingga tegangan gesernya menjadi :

$$\begin{aligned} \sigma_s &= \frac{16 \tau}{\pi d^3} \\ \sigma_s &= \frac{16 F \frac{D}{2}}{\pi d^3} \\ \sigma_s &= \frac{8 FD}{\pi d^3} \end{aligned} \tag{6}$$

dimana :

$\sigma_s$  = tegangan geser (kg/cm<sup>2</sup>)

F = pembebanan (kg)

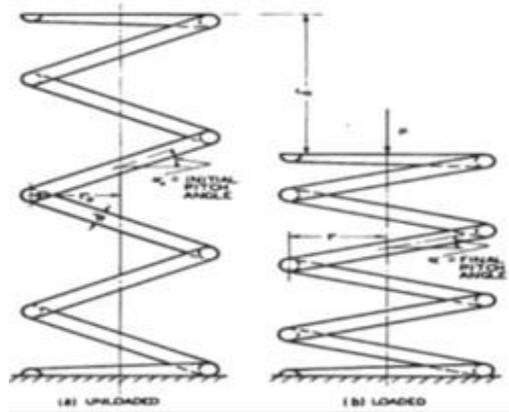
D = diameter *coil* (cm)

d = diameter *wire* (cm)

### 2.7. Defleksi pada pegas kompresi helix

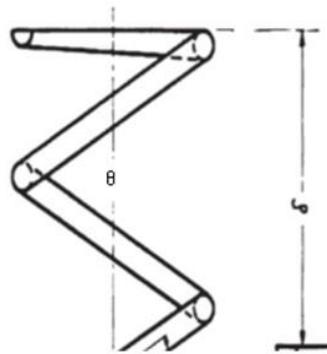
Defleksi adalah penambahan atau pengurangan panjang pegas dari kondisi awalnya sebagai akibat dari adanya pemberian beban. Gambar 4 menunjukkan 2 kondisi pegas sebelum dan sesudah pemberian beban. Pada gambar pegas pada Gambar 4 terlihat bahwa kondisi 2 pegas ketika diberi beban. Pada kondisi awal (a), pegas tidak mengalami pembebanan sehingga panjang awal pegas disebut L0. Kondisi pegas setelah mengalami pembebanan (b), disebut L1. Dapat dilihat dari Gambar 4 bahwa setelah mengalami pembebanan, pegas mengalami

pengurangan panjang. Selisih antara panjang pegas awal dengan panjang pegas akhir disebut dengan defleksi ( $\delta$ ).



**Gambar 4.** Pembebanan pegas kompresi helix

Gambar penampang defleksi pegas digambarkan seperti pada Gambar 5 berikut ini.



**Gambar 5.** Pegas Kompresi Helix dengan Defleksi

Untuk perhitungan defleksi pegas kompresi helix, dapat dilihat pada potongan pegas helix pada gambar diatas. Dengan menganggap bahwa setelah pegas diberi beban dan pegas mengalami deformasi, pegas mengalami putaran pada kumparan sehingga menghasilkan perubahan sudut yang kecil dari sudut helix awal. Besarnya perubahan sudut ini dapat disebut sudut puntir pegas. Sesuai dengan teori sudut puntir, apabila suatu batang dipuntir maka batang tersebut akan berputar sehingga dikenal adanya sudut puntir pada batang. Sudut puntir ini timbul akibat terjadinya pergeseran serat-serat batang. Dengan timbulnya sudut puntir ini, maka pada perhitungan defleksi pada pegas kompresi helix akan ditambahkan suatu variabel  $G$  yang disebut dengan modulus gelincir. Perhitungan defleksi axial dari pegas kompresi helix dapat diturunkan dari persamaan berikut :

$$\frac{G \theta}{L_0} = \frac{\tau}{I} \tag{7}$$

Sehingga sudut puntir pegas adalah :

$$\theta = \frac{\tau L_0}{G I} \tag{8}$$

dimana :

$G$  = modulus gelincir ( $\text{kg/cm}^2$ )

$\theta$  = sudut puntir pegas ( $^\circ$ )

$L_0$  = panjang awal pegas (cm)

$\tau$  = momen puntir ( $\text{kg.cm}$ )

$I$  = momen kelembaman polair ( $\text{cm}^4$ )

Panjang pegas ( $L_0$ ) untuk setiap lilitannya adalah :

$$L_0 = \frac{K}{\cos \theta} \tag{9}$$

Keliling pegas berbentuk lingkaran ( $\pi D$ ). Dengan memasukkan persamaan keliling lingkaran, maka persamaan panjang pegas untuk sebuah pegas utuh adalah :

$$L_0 = \frac{\pi D N}{\cos \theta} \tag{10}$$

Dalam hal ini, sudut puntir pada pembahasan awal nilainya cukup kecil ( $0 < \theta < 12$ ), sehingga nilai  $\cos \theta$  dapat dianggap 1.

$$L_0 = \pi D N \tag{11}$$

dimana :

D = diameter *coil* (cm)

N = jumlah total lilitan pegas

Dalam hal ini, kawat pegas biasanya berbentuk bulat pejal dengan momen kelembaman polair  $I = \frac{\pi}{32} x d^4$ . Dengan memasukkan momen kelembaman polair (I) dan panjang awal pegas ( $L_0$ ) pada persamaan diatas, maka persamaan sudut puntirnya menjadi :

$$\theta = \frac{\tau \pi D N}{G \frac{\pi}{32} x d^4} \tag{12}$$

Dengan  $\tau = F x \frac{D}{2}$ , sehingga persamaan sudut puntir diatas adalah :

$$\theta = \frac{32 \tau D N}{G d^4} \tag{13}$$

dimana :

G = modulus gelincir ( $\text{kg/cm}^2$ )

$\theta$  = sudut puntir pegas ( $^{\circ}$ )

$L_0$  = panjang awal pegas (cm)

$\tau$  = momen puntir ( $\text{kg.cm}$ )

I = momen kelembaman polar ( $\text{cm}^4$ )

Panjang pegas ( $L_0$ ) untuk setiap lilitannya adalah :

$$L_0 = \frac{K}{\cos \theta} \tag{14}$$

Keliling pegas berbentuk lingkaran ( $\pi D$ ). Dengan memasukkan persamaan keliling lingkaran, maka persamaan panjang pegas untuk sebuah pegas utuh adalah :

$$L_0 = \frac{\pi D N}{\cos \theta} \tag{15}$$

Dalam hal ini, sudut puntir pada pembahasan awal nilainya cukup kecil ( $0 < \theta < 12$ ), sehingga nilai  $\cos \theta$  dapat dianggap 1.

$$L_0 = \pi D N \tag{16}$$

dimana :

D = diameter *coil* (cm)

N = jumlah total lilitan pegas

Hubungan defleksi ( $\delta$ ) dengan sudut puntir ( $\theta$ ) pada Gambar 5 dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\delta = \theta \times \frac{D}{2} \tag{17}$$

Defleksi hanya berkerja pada pegas dengan lilitan aktif, sehingga untuk perhitungan defleksi nantinya nilai total lilitan (N) akan diganti dengan lilitan aktif (n). Dengan memasukkan persamaan sudut puntir pada persamaan diatas, maka persamaan defleksi menjadi :

$$\delta = \frac{8 F D^3 n}{G d^4}$$

$$\delta = \frac{16 F D^2 n}{G d^4} \times \frac{D}{2} \tag{18}$$

dimana :

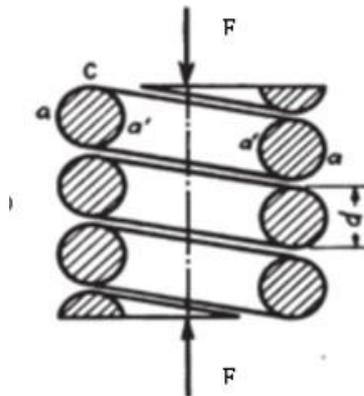
- $\delta$  = defleksi (cm)
- $F$  = pembebanan (kg)
- $D$  = diameter coil (cm)
- $d$  = diameter wire (cm)
- $n$  = jumlah lilitan aktif
- $G$  = modulus gelincir (kg/cm<sup>2</sup>)

**2.8 Tegangan geser maksimum dan indeks pegas**

Tegangan geser yang diperoleh pada penurunan rumus sebelumnya adalah tegangan geser yang diakibatkan oleh adanya momen torsi. Namun penurunan tersebut belum mendukung perhitungan tegangan geser maksimum. Penurunan rumus tegangan geser pada perhitungan sebelumnya sebagai faktor pertama adalah :

$$\sigma_s = \frac{8 F D}{\pi d^3} \tag{19}$$

Pemberian gaya aksial dari kedua sisi pegas seperti pada gambar dibawah ini :



**Gambar 6.** Dua buah gaya pada pegas helix

Tegangan puntir pada kawat pegas dirumuskan sebagai :

$$\tau_p = \frac{\tau_w}{W_p} \tag{20}$$

dimana :

- $\tau_p$  = tegangan puntir (kg/cm<sup>2</sup>)
- $\tau_w$  = momen puntir kawat (kg.cm)
- $W_p$  = momen perlawanan polair (cm<sup>3</sup>)

Ada 2 beban  $F$  yang bekerja pada kedua ujung pegas. Beban  $F$  bekerja pada kawat pegas sehingga momen puntir kawat pegas menjadi :

$$\begin{aligned} \tau_w &= \frac{F}{2} \times \frac{d}{2} \\ \tau_w &= \frac{F d}{4} \end{aligned} \tag{21}$$

Dalam hal ini, kawat pegas biasanya berbentuk bulat pejal dengan momen perlawanan polair  $W_p = \frac{\pi}{16} \times d^3$ . Dengan memasukkan momen perlawanan polair ( $W_p$ ) dan momen puntir kawat ( $\tau_w$ ) pada persamaan diatas, maka persamaan tegangan puntir kawat menjadi :

$$\begin{aligned} \tau_p &= \frac{16 \frac{F d}{4}}{\pi d^3} \\ \tau_p &= \frac{4 F}{\pi d^2} \end{aligned} \tag{22}$$

dimana :

- $\tau_p$  = tegangan puntir kawat ( $\text{kg/cm}^2$ )
- $F$  = pembebanan (kg)
- $d$  = diameter *wire* (cm)

Tegangan geser maksimum yang terjadi pada pegas kompresi helix merupakan kombinasi antara tegangan geser torsional dan tegangan puntir kawat. Sehingga persamaan tegangan geser maksimum pegas menjadi:

$$\begin{aligned} \sigma_s &= \frac{8 F D}{\pi d^3} + \frac{4 F}{\pi d^2} \\ \sigma_s &= \frac{8 F D}{\pi d^3} + \frac{8 F D}{\pi d^3} \left[ \frac{0.5 d}{D} \right] \\ \sigma_s &= \frac{8 F D}{\pi d^3} \left[ 1 + \frac{0.5 d}{D} \right] \end{aligned} \tag{23}$$

Karena  $C = \frac{D}{d}$  maka persamaan tegangan geser maksimum diatas menjadi:

$$\begin{aligned} \sigma_s &= \frac{8 F D}{\pi d^3} \left[ 1 + \frac{0.5}{C} \right] \\ \sigma_s &= \frac{8 F D}{\pi d^3} \left[ 1 + \frac{1}{2C} \right] \end{aligned} \tag{24}$$

Nilai  $\left[ 1 + \frac{1}{2C} \right]$  disebut dengan faktor tegangan geser yang dilambangkan  $K_s$ , sehingga:

$$\sigma_s = \frac{8 F D}{\pi d^3} K_s \tag{25}$$

dimana:

- $\sigma_s$  = tegangan geser maksimum ( $\text{kg/cm}^2$ )
- $F$  = pembebanan (kg)
- $D$  = diameter *coil* (cm)
- $d$  = diameter *wire* (cm)
- $K_s$  = faktor tegangan geser

### 3. Hasil

Pengaruh besarnya gaya tekan yang dihasilkan oleh pelat press terhadap defleksi pada spring helix:

$$P = \frac{V I \cos \varphi}{2 \pi r_{shaft} n_{gear\ box} A}$$

$$P = 17363,18 \text{ N/m}^2$$

Selanjutnya untuk menghitung besar defleksi pegas helix akibat tekanan pada pallet dapat digunakan:

$$\delta = \frac{8 F D^3 n}{G d^4}$$

$$\delta = 6,79 \text{ cm}$$

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil, maka penulis dapat menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Gaya reaksi pegas berpengaruh terhadap *defleksi* pegas. Semakin besar gaya reaksi pegas maka *defleksi* pegas akan semakin besar. Begitu pula sebaliknya, semakin kecil gaya reaksi pegas maka defeksi pegas akan semakin kecil.
2. Gaya reaksi pegas berpengaruh terhadap tegangan geser pegas. Semakin besar gaya reaksi pegas maka tegangan geser pegas akan semakin besar. Begitu pula sebaliknya, semakin kecil gaya reaksi pegas maka tegangan geser pegas akan semakin kecil.

### Daftar Pustaka

- Budiyanto. 2016. Laporan Praktek Kerja Lapangan di PT. Riau Andalan Pulp and Paper. Pangkalan Kerinci: PT. Riau Andalan *Pulp & Paper*.
- Budynas, Richard G., and J. Keith Nisbett. 2011. *Shigley's Mechanical Engineering Design*. Ninth Edit. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Ikhtiardi, Erik Luky, Rif'ati Dina Handayani, and Albertus Djoko Lesmono. 2015. "Analisis Pengaruh Suhu Terhadap Konstanta Pegas Dengan Variasi Jumlah Lilitan Dan Diameter Pegas Baja." *Jurnal Pendidikan Fisika* 3 (4): 349–54.
- Martikka, H., and I. Pöllänen. 2007. "Optimal Design of Fatigue Loaded Heavy-Duty Machine Spring Elements." *WIT Transactions on the Built Environment* 91: 167–77. <https://doi.org/10.2495/OP070161>.
- Irawan, Agustinus Purna. 2009. *Diktat Elemen Mesin*. Jakarta: Universitas Tarumanegara.
- Irwansyah. 2015. *Menggambar Elemen Mesin I*. Medan: Politeknik Teknologi Kimia Industri.
- Irwansyah. 2015. *Menggambar Elemen Mesin II*. Medan: Politeknik Teknologi Kimia Industri.
- Wahl, A. M. 1944. *Mechanical Springs*. Edisi Pertama. Cleveland, Ohio: Penton Publishing Company.