

PERANCANGAN ULANG SISTEM SUSPENSI SHOCKBREAKER PADA KENDARAAN BIMANTARA NENGALA

Sukahar¹, Achmad Hafid², Suparja³

Teknik Mesin Pertahanan. Akademi Militer^{1,2,3}

sukahar@nikmesinhan.akmil.ac.id¹, achmadhafid@nikmesinhan.akmil.ac.id²

suparja@nikmesinhan.akmil.ac.id³

Abstract

This study focuses on redesigning the shock absorber suspension system of the Bimantara Nenggala vehicle, which is used as a service vehicle at the Military Academy, to enhance durability on rough road surfaces. The modification was carried out by increasing the diameter of the steel spring wire from 14 mm to 16 mm. The results indicate that this change increased the solid length of the spring from 56 mm to 96 mm, the number of coils from 2.5 to 4.5, and the spring deflection from 39.38 mm to 41.48 mm. This redesign demonstrates that using a 16 mm wire diameter provides better performance compared to the 14 mm wire, with improved durability, deflection, and coil count for optimal suspension efficiency.

Keywords: Suspension, shock absorber, spring, wire diameter, redesign.

Abstrak

Penelitian ini membahas perancangan ulang sistem suspensi shockbreaker pada kendaraan Bimantara Nenggala, yang digunakan sebagai kendaraan dinas di Akademi Militer, guna meningkatkan ketahanan terhadap kondisi jalan yang kurang baik. Modifikasi dilakukan dengan mengganti diameter kawat baja pegas dari 14 mm menjadi 16 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan diameter ini menyebabkan panjang padat pegas meningkat dari 56 mm menjadi 96 mm, jumlah lilitan bertambah dari 2,5 menjadi 4,5, serta lendutan pegas meningkat dari 39,38 mm menjadi 41,48 mm. Perancangan ulang ini membuktikan bahwa penggunaan kawat baja berdiameter 16 mm memberikan performa yang lebih baik dibandingkan kawat 14 mm, dengan peningkatan daya tahan, lendutan, dan jumlah lilitan yang lebih optimal.

Kata Kunci: Suspensi, shockbreaker, pegas, diameter kawat, perancangan ulang.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri kendaraan bermotor di Indonesia, terutama di kota-kota besar, mendorong peningkatan kebutuhan akan kendaraan dinas yang andal dan nyaman. Salah satunya adalah Bimantara Nenggala, kendaraan serbaguna yang dirakit oleh KIA Motors Indonesia dan digunakan di Akademi Militer untuk perwira menengah karena tampilannya yang sederhana, kapasitas penumpang yang cukup, serta kenyamanan berkendara. Namun, kendaraan ini sering mengalami kerusakan pada sistem suspensi shockbreaker akibat kondisi jalan yang buruk dan beban berlebih, terutama karena diameter per yang kurang sesuai. Sistem peredam getaran ini sangat penting karena memengaruhi kenyamanan dan keamanan berkendara. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan perancangan ulang suspensi shockbreaker dengan tujuan mendapatkan ukuran diameter per yang ideal agar tidak mudah rusak, serta memberikan manfaat bagi pengguna, khususnya di lingkungan Akademi Militer, dalam memahami cara memperbaiki dan meningkatkan sistem suspensi kendaraan Bimantara Nenggala.

LANDASAN TEORI

Suspensi

Suspensi adalah bagian penting dari kendaraan yang berperan dalam menjaga kenyamanan dan stabilitas saat berkendara. Fungsinya meredam getaran yang ditimbulkan oleh mesin maupun kontak roda dengan permukaan jalan. Sistem suspensi dipasang antara roda dan rangka, karena sebagian besar getaran berasal dari interaksi roda dan permukaan jalan. Komponen utama suspensi adalah pegas dan peredam kejutan (shock absorber). Shock absorber berfungsi mengurangi guncangan, menjaga kestabilan kendaraan, serta memastikan roda tetap menempel kuat di jalan. Suspensi juga membantu meneruskan gaya pengereman dan gaya gerak dari roda ke permukaan jalan. Fungsi utama sistem suspensi antara lain:

- Menyerap getaran dan kejutan dari jalan demi kenyamanan dan keamanan penumpang.
- Menyalurkan gaya pengereman dan gaya gerak dari roda ke bodi kendaraan.
- Menopang bodi dan menjaga posisi geometris antara bodi dan roda tetap stabil.

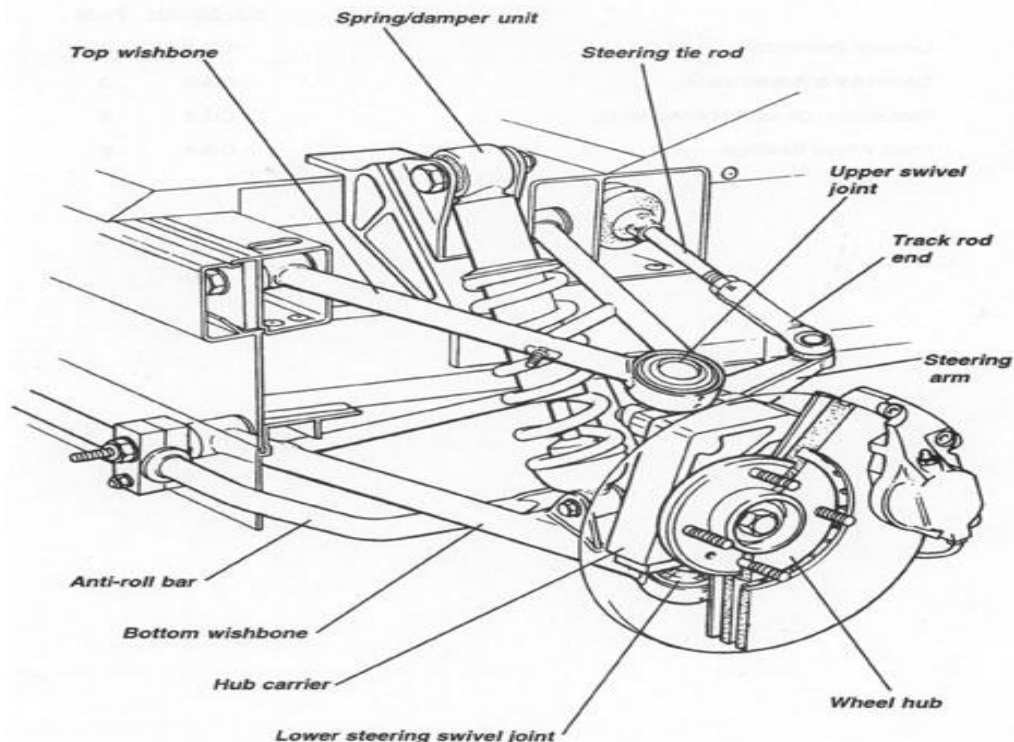
Prinsip kerja

Sistem suspensi bekerja seperti piston dengan aliran oli yang mengalir melalui katup (klep) di dalam silinder. Saat shock absorber tertekan, oli mengalir lewat saluran besar sehingga gerakan cepat. Sebaliknya, saat tertarik, oli melewati saluran kecil sehingga gerakan melambat. Proses ini meredam getaran dari pegas koil secara efektif. Mekanisme peredaman bisa menggunakan pegas koil, oli, gas, atau karet, namun pegas koil paling umum digunakan. Seiring meningkatnya kecepatan kendaraan, pegas koil perlu dikombinasikan dengan peredam oli untuk mencegah bunyi





dan meningkatkan efektivitas peredaman. Umumnya, shock absorber dipasang di bagian depan dan belakang kendaraan. Fungsinya meredam guncangan dari jalan, menjaga kestabilan, serta memastikan roda tetap menempel di permukaan jalan. Selain itu, shock absorber juga membantu menyalurkan gaya gerak dan pengereman secara optimal..



Gambar 2.1. Suspensi *Double Wishbone* dengan Pegas Koil
(William H. C. dan Donald L. A., 1978: 80)

Shock Absorber

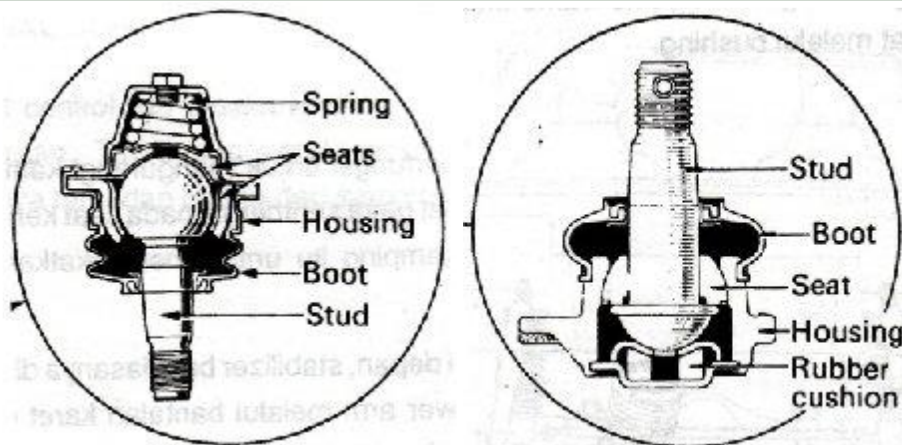
Sifat elastis pegas yang cenderung berayun saat menerima gaya menjadi salah satu kelemahan, sehingga diperlukan shock absorber untuk meredam ayunan tersebut. Peredaman ini menjaga kestabilan kendaraan, memperpanjang umur komponen, dan memastikan ban tetap menempel di jalan. Gaya redam dihasilkan dari tahanan aliran oli yang melewati lubang kecil (orifice) saat piston bergerak (Anonim, 1995:5-5). Isuzu Panther Bravo menggunakan shock absorber kerja ganda (double acting), yang mampu meredam getaran baik saat langkah kompresi (gerakan ke bawah) maupun ekspansi (gerakan ke atas).

Lengan Suspensi

Lengan suspensi berfungsi menghubungkan kerangka kendaraan dengan roda. Ujungnya terpasang pada kerangka melalui poros lengan, dan ujung lainnya terhubung ke steering knuckle melalui ball joint, memungkinkan gerakan vertikal. Selain itu, lengan suspensi juga berperan menahan gaya dari arah samping dan longitudinal. Perawatan pada Isuzu Panther Bravo dilakukan dengan mengganti gemuk pada poros lengan secara berkala..

Ball joint

Ball joint digunakan pada sistem kemudi dan sistem suspensi. *Ball joint* menerima beban vertikal maupun lateral (Anonim, 1995: 5-7). *Ball joint* juga berfungsi sumbu putaran roda pada saat membelok dan sumbu putar pada komponen *steering linkage*. Perawatan *ball joint* yaitu dengan mengganti gemuk sesuai dengan interval penggantian tertentu, gemuk yang digunakan adalah tipe *molybdenum disulfide lithium base*.



Gambar 2.2 Bagian-bagian *Ball Joint*
(Anonim, 1995: 5-7)

Bushing Karet

Bushing karet berfungsi untuk meredam getaran, memudahkan pergerakan komponen lainnya. *Bushing* karet sering dipakai sebagai landasan komponen lainnya oleh karena itulah *bushing* karet dapat mengalami kerusakan. Kerusakan *bushing* karet antara lain sobek, retak, kehilangan sifat elastisnya, berubah bentuk. *Bushing* karet tidak dapat diperbaiki, *bushing* karet yang sudah rusak harus diganti dengan yang baru.

Stabilizer Bar

Stabilizer bar (*anti-roll bar*) berfungsi untuk mengurangi kemiringan kendaraan (*body roll*) akibat gaya sentrifugal pada saat membelok. Ketika suspensi tertekan pada sisi kanan dan kirinya secara bersamaan dengan jarak yang sama, *stabilizer bar* tidak akan memberikan efek apapun karena *stabilizer bar* hanya mengayun tanpa mengalami puntiran. *Stabilizer bar* akan berfungsi saat *stabilizer bar* mengalami gaya puntir karena pergerakan suspensi yang berbeda antara sisi kanan dan kiri. Pada saat membelok terjadi gaya sentrifugal yang mengakibatkan sisi kendaraan akan tertekan, suspensi sisi luarpun akan tertekan dan suspensi sisi dalam akan mengembang. Perbedaan pergerakan ini mengakibatkan *stabilizer bar* akan terpuntir sedangkan *stabilizer bar* cenderung menahan akan puntiran. Penahanan gaya puntir oleh *stabilizer bar* akan mengurangi *body roll* dan menjaga batas amankemiringan kendaraan. Kerugian dari pemakaian *stabilizer bar* adalah kebebasan perbedaan pergerakan sisi kanan dan kiri suspensi menjadi terbatas.

Bumper

Bahan utama pembuat *bumper* adalah karet. *Bumper* berfungsi untuk melindungi kerangka, *axle* dan komponen-komponen sistem suspensi dari tumbukan saat pegas mengerut dan mengembang diluar batas maksimum. *Bumper* di bagi dua yaitu *rebounding bumper* dan *bounding bumper*. *Rebounding bumper* adalah *bumper* yang bertugas menahan tumbukan saat suspensi mengembang. *Bounding bumper* adalah *bumper* yang bertugas menahan tumbukan saat suspensi mengerut.

Pegas

Pegas banyak diperlukan dalam berbagai bentuk dan untuk berbagai keperluan konstruksi, seperti pesawat kerja, mekanisme dan instrument. Dalam kebanyakan hal, tidak terdapat alternatif lain yang dapat dipakai, kecuali dalam menggunakan pegas dan konstruksi dalam hal lain menggunakan pegas agar suatu konstruksi berfungsi dengan baik, bukan merupakan suatu hal yang mutlak, melainkan suatu pilihan sehubungan dengan pembuatan dan biaya.

Sifat pegas yang utama ialah harus mampu memberi gaya, melunakan tumbukan, menyerap serta menyimpan energi agar dapat mengurangi getaran. Pegas merupakan elemen statis, dimana pegas tersebut dapat terdeformasi pada waktu pembebanan dan menyimpan energi bila beban dilepaskan maka pegas akan kembali seperti semula.

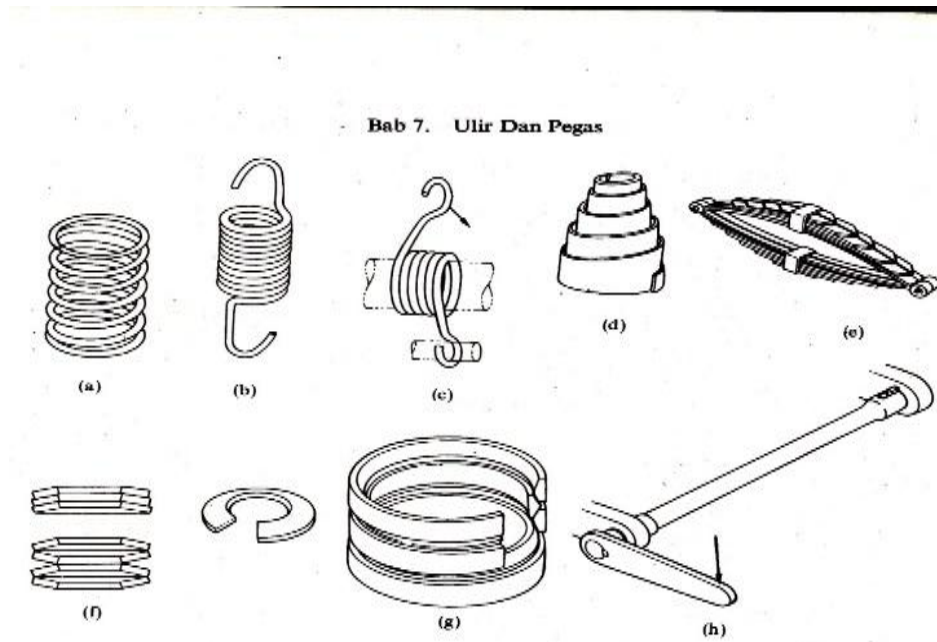
Fungsi dari pegas yang kita ketahui antara lain :

1. Menyimpan Energi. Misalnya gerakan jam, drum penggulung dan alat mainan, sebagai pengarah balik dari katup dan batang pengendali.
2. Melunakan Kejutan. Pegas yang berfungsi untuk melunakkan tumbukan antara lain pegas roda, gander dan pegas kejut pada kendaraan bermotor.
3. Elemen Ayun. Pegas yang berfungsi untuk elemen ayun yaitu sebagai pegas pemberat dan penyekat ayunan serta pembalik untuk penghentian dari ayunan.
4. Pembatas Gaya. Pegas yang berfungsi untuk pembatasan gaya pada mesin press.
5. Pengukur. Pegas ulir yang berfungsi sebagai pengukur yaitu seperti pada timbangan. Penggolongan pegas ulir berdasarkan jenis beban yang diterima yaitu :
 - a. Pegas Ulir Tekan
 - b. Pegas Ulir Tarik





- c. Pegas Ulir Puntir
Menurut coraknya pegas harus dapat dibedakan antara :
- Pegas Ulir Tekan
 - Pegas Ulir Tarik
 - Pegas Ulir Puntir
 - Pegas Volut
 - Pegas Daun
 - Pegas Piring
 - Pegas Cincin
 - Pegas Batang Puntir



Gambar Macam-macam pegas.

Bahan Pegas

Bahan pegas dibuat melalui proses kerja panas atau dingin, tergantung ukuran materialnya. Proses penggulangan menimbulkan tegangan sisa, yang biasanya dikurangi melalui perlakuan panas sedang setelah pembentukan. Untuk pegas yang dibebani, diperlukan kekuatan lelah (fatigue strength) yang tinggi. Oleh karena itu, pegas umumnya dibuat dari baja pegas, terutama baja karbon, baja paduan, atau baja tahan karat dengan penampang lingkaran. Untuk kawat berdiameter $\leq 9,2$ mm, digunakan kawat tarik yang dibentuk dingin atau diperkeras dengan minyak. Sedangkan untuk diameter $> 9,2$ mm, digunakan batang rol yang dibentuk panas.

Material non-ferro seperti perunggu, fosfor, tembaga, beryllium, dan campuran nikel juga bisa digunakan. Perbandingan bahan dilakukan melalui kekuatan tarik, tetapi kegagalan sering terjadi akibat retak kelelahan (fatigue cracks), terutama pada permukaan pegas yang kasar atau terkontaminasi akibat proses panas. Korosi menjadi penyebab utama kelelahan permukaan. Untuk meningkatkan ketahanan, dilakukan shot peening (pelapisan permukaan) guna mengurangi kerusakan dan mengatur tegangan permukaan. Metode ini efektif namun mahal, dan penggunaannya harus memperhatikan suhu kerja agar tidak menyebabkan getas atau deformasi permanen.

Tabel 2.1 Bahan pegas silindris menurut pemakaiannya

Pegas biasa (dibentuk panas)	SUP4, SUP6, SUP7,SUP10,SUP11
Pegas biasa (dibentuk dingin)	SW, SWP, SUS, BsW, NSWS,PBW,BeCuW,Kawat distemper dengan Minyak.
Pegas tumpuan kendaraan	SUP4, SUP6, SUP7, SUP9, SUP11
Pegas untuk katup keamanan ketel	SWP, SUP6, SUP7, SUP9, SUP10
Pegas untuk governor kecepatan	SWP, SUP4,SUP6, SUP7, kawat distemper dengan minyak
Pegas untuk katup	SWPV,kawat distemper dengan Minyak untuk pegas katup.
Pegas untuk pemutar telpon,pega untuk penutup (shutter) kamera	SWP
Pegas untuk dudukan,pegas untuk mainan.	SW
Pegas yang dialiri arus listrik	BsW, NSWS, PBW, BeCuW
Pegas anti magnit	SUS, BsW, NSWS, PBW, BeCuW
Pegas tahan panas	SUS
Pegas tahan korosi	SUS, BsW, NSWS, PBW, BeCuW

Sumber : Sularso & Suga Kiyokatsu, "**Dasar Perencanaan dan Pemilihan**Elemen Mesin", Pradya Paramita, Jakarta 1985

Tabel 2.2 Harga Modulus geser G

Bahan	Lambang	Harga (kg/mm ²)
Baja pegas	SUP	8×10^3
Kawat baja keras	SW	8×10^3
Kawat piano	SWP	8×10^3
Kawat distemper dengan minyak	—	8×10^3
Kawat baja tahan karat (SUS27,32,40)	SUS	$7,5 \times 10^3$
Kawat kuningan	BsW	4×10^3
Kawat perak nikel	NSWS	4×10^3
Kawat perunggu fosfor	PBW	$4,5 \times 10^3$
Kawat tembaga berilium	BeCuW	5×10^3

Sumber : Sularso & Suga Kiyokatsu, "**Dasar Perencanaan dan Pemilihan** Elemen Mesin", Pradya Paramita, Jakarta 1985

Perencanaan Pegas

Dalam merencanakan suatu pegas hal ini yang berhubungan dengan pemakaiannya adalah :

1. Besar lendutan atau defleksi yang di izinkan.
2. Besar energi yang diserap.
3. Kekerasan pegas sehubungan bertambahnya beban.
4. Corak beban : ringan, sedang, atau berat dengan kejutan atau tanpa kejutan.
5. Lingkungan kerja : korosif atau temperature tinggi.

Jenis dan bahan pegas dapat dipilih atas dasar faktor-faktor tersebut dengan menentukan ukuran besarnya tegangan dan lendutan. Jika ternyata kekuatannya kurang / berlebih, maka perhitungan harus diulang dengan mengambil ukuran lain yang mendekati ukuran yang sesuai. Pegas harus mempunyai ujung ulir yang rata dan tegak lurus sumbu ulir sebagai bidang tempat dudukan.

Dalam peranan besarnya tegangan harus diambil maksimum 80 % dari harga untuk kerja rata-rata (sedang) dan minimum 65 % untuk kerja berat menghindari kelelahan bahan karena beban berulang. Sifat pegas dapat menampung

kerja dan menyerahkan kembali kerja tersebut, sehingga pegas cocok untuk :

1. Menerima beban dan menyerahkan kerja yang diterapkan pada lengkapan penggerak alat – alat tromol.
2. Mengerjakan gaya.
3. Memberikan gaya
4. Menampung tumbukan dan peredam getaran seperti pada pegas shockabsorber dan untuk memasang mesin beban getaran.
5. Mengukur gaya dan perpindahan seperti neraca pegas diameter dan ukur

Dalam hal ini untuk perhitungan ulang pegas absorber digunakan bahan SW tipe C karena tipe C adalah kawat baja keras.

Tabel 2.3 Jenis kawat baja tarik menurut kekuatannya sebagai : SWA,SWB, dan SWC

Diameter kawat (mm)	Kekuatan tarik (kg/mm ²)		
	SWA	SWB	SWC
1,20	145-170	170-195	195-220
1,40	140-165	165-190	190-215
1,60	135-160	160-185	185-210
1,80	130-155	155-180	180-205
2,00	130-150	150-175	175-200
2,30	125-145	145-170	170-195
2,60	125-145	145-170	170-195
2,90	120-140	140-165	165-190
3,20	120-140	140-160	160-185
3,50	120-140	140-160	160-180
4,00	115-135	135-155	155-175
4,50	110-130	130-150	150-170
5,00	105-125	125-145	145-165
5,50	100-120	120-140	140-160
6,00	95-115	115-135	135-155
6,50	95-115	115-135	135-155
7,00	90-110	110-130	130-150
8,00	90-110	110-130	130-150
9,00	85-105	105-125	125-145
10,00	85-105	105-125	125-145

Sumber : sularso & suga kiyokatsu, "**dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin**",pradya paramita,jakarta 1985

Keterangan :

SW adalah spring wire yang apabila diartikan adalah kawat pegas dimana SW dibagi dalam beberapa type yaitu :

SWA = Spring Wire type A

SWB = Spring Wire type B

SWC = Spring Wire type C

Rumus-Rumus Yang Digunakan Dalam Perhitungan Pegas.

1. Mencari diameter kawat pegas spiral (d) mm

Pertama-tama untuk mencari dimensi sebuah pegas maka perlu diketahui diameter dari kawat pegas,pembebanan maksimum yang diterima oleh pegas dan tegangan tekan dari kawat pegas tersebut seperti diperlihatkan dalam tabel 2,4 (kawat baja tekan di golongankan atas kekuatannya)dan gambar 22 dimensi pegas .

a. Mencari Diameter Kawat

$$Mw = Px \frac{D}{2} \text{ kg mm (sularso \& suga kiyokatsu,1985: 37)}$$

Dimana :

Mw = Momen Puntir (kg mm)

P = Beban (kg)

D = Diameter Pegas (mm)

Mengingat bahwa $Mw = Ww \cdot \tau w$

Sedangkan $Ww = 0,2 d^3$



Kemudian $D = 8.d$

Maka besarnya diameter kawat pegas spiral menjadi :

$$M_w = W_w \cdot \tau_w$$

$$P \cdot x \frac{D}{2} = 0,2 d^3 \sigma_w$$

$$0,2 d^3 \sigma_w = \frac{P \cdot D}{2}$$

$$d^3 = \frac{\frac{P \cdot D}{2}}{0,2 \sigma_w}$$

$$d^3 = \frac{P \cdot D}{0,4 \sigma_w}$$

$$d^2 = \frac{P \cdot d}{0,4 \sigma_w}$$

$$d^2 = \frac{P \cdot 8}{0,4 \sigma_w}$$

Jadi :

$$d = \sqrt{\frac{P \cdot 8}{0,4 \tau_w}}$$

Dimana :

d = diameter kawat (mm)

P = beban (kg)

D = diameter pegas (mm)

σ_w = tegangan puntir (kg/mm²)

W_w = momen tahanan puntir (mm³)

b. Diameter Lilitan Pegas

$$D = 8.d$$

Dimana :

D = Diameter pegas (mm)

d = diameter kawat (mm)

c. Jumlah Lilitan Aktif Pegas

Perhitungan jumlah lilitan untuk jenis-jenis jumlah gulungan yang tak aktif (ND) pada pegas tekan :

- 1) Kedua ujung pegas polos, putaran kekanan, $ND = \frac{1}{2}$
- 2) Kedua ujung pegas persegi dan digerinda, putaran kekanan, $ND = 1$
- 3) Kedua ujung pegas persegi dan digerinda, putaran kekiri, $ND = 2$
- 4) Kedua ujung pegas polos dan digerinda, putaran kiri, $ND = 1$

Jenis ujung yang dipakai menghasilkan gulungan-gulungan yang mati atau tak aktif pada setiap ujung pegas tersebut, dan ini harus dikurangi dari jumlah gulungan total untuk mendapatkan jumlah gulungan yang aktif. Maka didapat :

$$N = NT - ND$$

Dimana :

N = jumlah gulungan yang aktif

NT = jumlah gulungan total

ND = jumlah gulungan yang tak aktif

d. Konstanta pegas

$$K = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot n \cdot D^3} \text{ (sularso \& suga kiyokatsu, 1985: 318)}$$

Dimana :

K = Konstanta Pegas (kg/mm²)

n = Jumlah lilitan aktif

d = Diameter lilitan rata-rata (mm)





D = Diameter kawat (mm)
 G = Modulus Geser (kg/mm²)

- e. Defleksi/ Lendutan Yang Disebabkan Oleh Beban Sebesar W_l (Kg)

$$\delta = \frac{8 \cdot n \cdot D^3 \cdot W_l}{d^4 \cdot G} \quad (\text{sularso \& suga kiyokatsu, 1985:318})$$

Dimana :

δ = Lendutan/ defleksi (mm)
 d = Diameter lilitan rata-rata (mm)
 n = Jumlah lilitan aktif
 D = Diameter kawat (mm)
 W_l = beban (kg)
 G = Modulus Geser (kg/mm²)

- f. Panjang Pegas Spiral Sewaktu Dibebani

$$L_1 = 8 \cdot d + N + D_p$$

Dimana :

L_1 = panjang pegas sewaktu dibebani (mm)
 $D = 8 \cdot d$ = diameter pegas (mm)
 N = jumlah lilitan aktif
 D_p = Jarak antara lilitan pegas (mm)

- g. Panjang Pegas Sebelum Dibebani

$$L_0 = L_1 + \Delta$$

Dimana :

L_0 = panjang pegas sebelum dibebani (mm)
 L_1 = panjang pegas spiral sewaktu dibebani (mm)
 δ = Lendutan (mm)

- h. Maka Tegangan Geser Pegas Dapat Dicapai Dengan Rumus

Jika diameter kawat adalah d (mm), maka besarnya momen tahanan puntir kawat adalah :

$$W_w = \left(\frac{\pi}{16} \right) \cdot d^3$$

$$T = \left(\frac{D}{2} \right) \cdot W_l$$

Maka tegangan gesernya adalah :

$$\tau_a = \frac{T}{W_w} = \frac{16}{\pi \cdot d^3} \times \frac{D \cdot W_l}{2}$$

$$\tau_a = \frac{8 \cdot D \cdot W_l}{d^3} \text{ kg/mm}^2 (\text{sularso \& suga kiyokatsu, 1985:318})$$

Dimana :

W_l = Beban (kg)
 d = Diameter kawat (mm)
 T = Momen Puntir (kg mm)
 W_w = Momen Tahanan Puntir
 τ_a = tegangan geser (kg/mm²)
 D = Diameter Pegas (mm)



i. Mencari Tegangan Izin Bahan

Untuk mengetahui tegangan izin bahan maka harus diperhatikan faktor keamanan sebagai batasan yang harus diambil agar tidak terjadi kesalahan dalam perhitungan. Karena pada suspensi ini beban yang diterima adalah beban kejut maka faktor keamanan yang akan dipakai adalah Dinamis II, yang mana diperlihatkan seperti pada tabel 2.4 (safety factor).

Tabel 2.4 Menunjukkan faktor keamanan dari perbedaan material dan jenis beban.

Bahan	Beban Statis	Beban Dinamis I	Beban kejut/ Dinamis II
Besi tuang	5-6	8-12	16-20
Besi tempa	4	7	10-15
Baja	4	8	12-16
Bahan lunak dan alumunium	6	9	15
kulit	9	12	15

Sumber : R.S. Khurmi dan J.K. Gupta, **"Machine Design"**, Eurasia Publishing House, Ram Nagar, New Delhi 1997.

Maka didapat :

$$\sigma t = \frac{\sigma_{max}}{v}$$

Dimana :

σt = tegangan tekan ijin bahan (kg/mm²)

σ_{max} = tegangan maksimal bahan (kg/mm²)

v = faktor keamanan

j. Maka Tegangan Tekan Yang Terjadi Pada Pegas

$$\sigma t = \frac{F}{A}$$

Dimana :

$$A = \frac{\pi}{4} \times d^2$$

Dimana :

σt = Tegangan tekan bahan (kg/mm²)

F = Beban maksimum (kg)

A = Luas Penampang (mm²)

Keterangan :

Tegangan tekan pada pegas yang terjadi harus lebih kecil dari tegangan yang diizinkan.

METODE PENELITIAN

Alat percobaan

Spesifikasi Kendaraan Bimantara Nenggala:

- Negara asal : Korea (rakitan indonesia)
- Tahun pembuatan : 1996
- Panjang : 4,117mm
- Lebar : 1,620mm
- Tinggi : 1,394mm
- Berat kendaraan : 1,153mm
- Ukuran ban : 175/65 HR 14
- Jumlah ban : 4
- Bahan bakar : Bensin
- Jumlah silinder : 4 silinder
- Kekuatan accu : 12 V
- Sistem pendingin : Air

Bahan Penelitian. Kebutuhan bahan yang digunakan dalam perancangan ulang adalah shockbreaker. shockbreaker yang di gunakan adalah shockbreaker isuzu panther bravo.





Alat Yang Digunakan

- Kunci ring
- Kunci pas
- Kunci shock
- Obeng + dan –
- Palu
- Tang
- Dongkrak hydrolic
- Jangka sorong
- Penggaris.
- sigmatdll

Tempat atau lokasi penelitian.

Penelitian ini dilaksanakan di bengkel peralatan akademi militer yang mempunyai fasilitas lengkap dalam menunjang penelitian ini.

Urutan penelitian.

- Melepaskan shockbreaker dari kendaraan,kemudian mengukur panjang pegas terpasang.
- Mengukur panjang pegas bebas.
- Mengukur lendutan rata-rata antar lilitan.
- Mengukur diameter kawat pegas.
- Mengambil data-data yang di butuhkan.
- Melakukan perhitungan sesuai dengan data yang di peroleh.



Diagram alir penelitian.

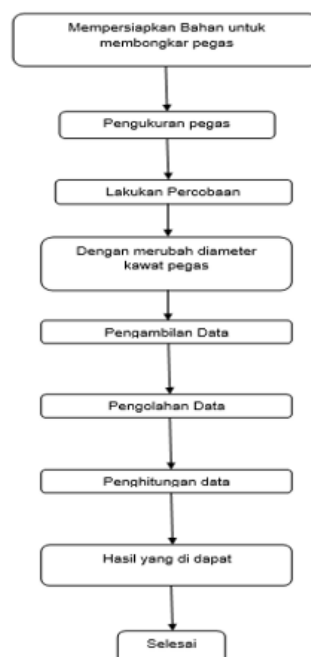
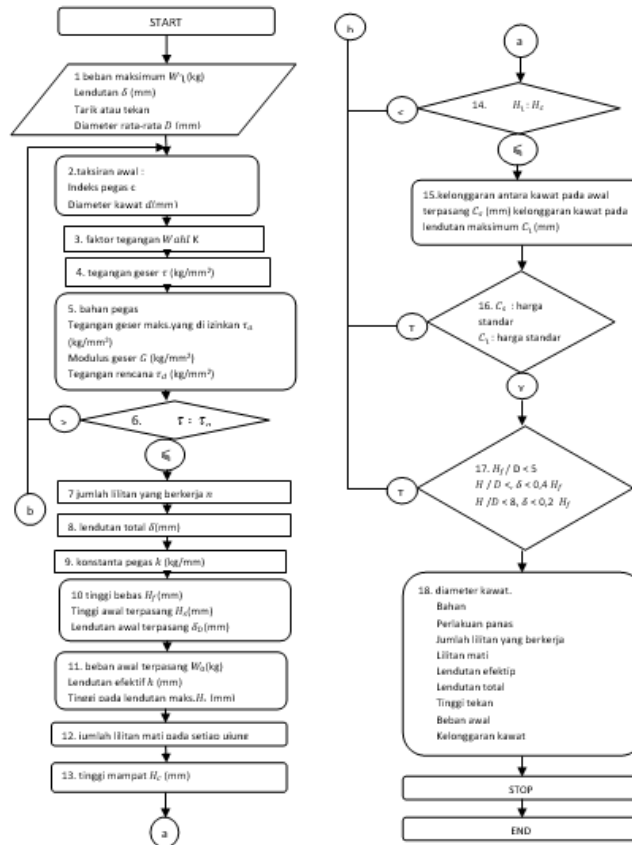




Diagram Aliran Untuk Merencanakan Pegas Ulir.



HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Pegas

1. Dalam merencanakan suatu pegas hal ini yang berhubungan dengan pemakaiannya adalah :
2. Besar lendutan atau defleksi yang di izinkan.
3. Besar energi yang diserap.
4. Kekerasan pegas sehubungan bertambahnya beban.
5. Corak beban : ringan, sedang, atau berat dengan kejutan atau tanpa kejutan.
6. Lingkungan kerja : korosif atau temperature tinggi.

Data Teknis

1. Panjang bebas pegas = 380 mm
2. Panjang pegas pada awal terpasang = 365 mm
3. Beban 4 orang = 220 kg
4. Diameter lilitan rata-rata = 140 mm
5. Diameter kawat bahan = 14mm
6. Lendutan = 32-46 mm

Data Awal Hasil Penelitian

Keterangan :

H_f = panjang bebas (mm)

H_s = panjang pada awal terpasang (mm)

W_l = beban (kg)

D = diameter lilitan rata – rata (mm)

d = diameter kawat (mm)

G = modulus geser (kg/mm²)

δ = lendutan (mm)

Perhitungan data asli





$$\begin{aligned} H_f &= 380 \text{ mm} & D &= 140 \text{ mm} & H_s &= 365 \text{ mm} & d &= 14 \text{ mm} \\ W_l &= 220 \text{ kg} & G &= 8000 \text{ kg} & \delta &= 32 - 46 \text{ mm} \end{aligned}$$

Data Asli Pegas

Tabel data asli pegas

NO	Perhitungan	H_f	H_s	W	D	d	G	δ
1	Data asli	380	365	220	140	14	8000	32-46

Penyelesaian

- 1) $W_l = 220 \text{ kg}$, $\delta = 32 - 46 \text{ mm}$, pegas tekan $D = 140 \text{ mm}$
- 2) Misalkan $c = D/d = 140/14 = 10 \text{ (mm)}$
- 3) $K = 1,14$
- 4) $\tau = 1,14 \frac{8 \times 140 \times 220}{\pi \times 14^3} = 32,6 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$
- 5) $SUP4, \tau_a = 65 \text{ (kg/mm}^2\text{)}, G = 8000 \text{ (kg/mm}^2\text{)}, \tau_d = 65 \times 0,8 = 52 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$
- 6) $32,6 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \ll 52 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$
- 7) $46 = \frac{8n \times 140^3 \times 220}{14^4 \times 8000}$, $n = 2,92 \rightarrow 2,5$
- 8) $\delta = 46 \frac{2,5}{2,92} = 39,38$ $\delta = 39,38 \rightarrow (32 - 46) \text{ baik}$
- 9) $K = 220/39,38 = 5,58 \text{ (kg/mm)}$
- 10) $H_f = 380 \text{ mm}, H_s = 365 \text{ mm}$
- 11) $W_0 = (380 - 365) \times 5,58 = 83,7 \text{ kg}, \delta = 39,38 - 15 = 24,38$
 $H_l = 365 - 24,38 = 340,62 \text{ mm}$
- 12) Jumlah lilitan mati pada masing-masing ujung di ambil 1.
- 13) $H_c = 14(2,5 + 1,5) = 56 \text{ (mm)}$
- 14) $340,62 \text{ (mm)} > 56 \text{ (mm)} \text{ baik}$
- 15) $C_s = (365 - 56)/(2,5 + 1,5) = 77,25 \text{ mm}, C_l = (340,62 - 56) / (2,5 + 1,5) = 71,1 \text{ mm}$
- 16) Tidak ada harga standar.
- 17) $H_f/D = 380/140 = 2,7 \ll 5 \therefore \text{tidak akan terjadi tekukan}$
- 18) $d = 7 \text{ (mm)}, SUP4, n = 2,5, \delta = 39,38 \text{ (mm)}, H_c = 56 \text{ (mm)}, W_0 = 83,7 \text{ (kg)}$

Hasil Perhitungan Data Asli

Tabel tabel perhitungan data asli

NO	Perhitungan		d (mm)	n	δ (mm)	H_c (mm)	W_0 (kg)
1	Data asli		14	2,5	39,38	56	83,7

Keterangan :

d = diameter kawat (mm)
 n = jumlah lilitan
 $\delta = 39,38 \text{ (mm)}$
 H_c = panjang padat pegas (mm)
 W_0 = beban awal terpasang (mm)

Perencanaan I

$$\begin{aligned} H_f &= 380 \text{ mm} & D &= 140 \text{ mm} & H_s &= 365 \text{ mm} & d &= 10 \text{ mm} \\ W_l &= 220 \text{ kg} & G &= 8000 \text{ kg} & \delta &= 32 - 46 \text{ mm} \end{aligned}$$

penyelesaian

- 1) $W_l = 220 \text{ kg}$, $\delta = 32 - 46 \text{ mm}$, pegas tekan $D = 140 \text{ mm}$
- 2) Misalkan $c = D/d = 140/10 = 14 \text{ (mm)}$
- 3) $K = 1,09$
- 4) $\tau = 1,09 \frac{8 \times 140 \times 220}{\pi \times 10^3} = 85,53 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$
- 5) $SUP4, \tau_a = 65 \text{ (kg/mm}^2\text{)}, G = 8000 \text{ (kg/mm}^2\text{)}, \tau_d = 65 \times 0,8 = 52 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$
- 6) $85,53 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \gg 52 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \text{ tidak baik}$
- 7) $46 = \frac{8n \times 140^3 \times 220}{10^4 \times 8000}$, $n = 0,76 \rightarrow 0,5$





- 8) $\delta = 46 \frac{2,5}{2,92} = 30,2$ $\delta = 30,2 \rightarrow (32 - 46)$ tidak baik
- 9) $K = 220/30,2 = 7,28$ (kg/mm)
- 10) $H_f = 380$ mm, $H_s = 365$ mm
- 11) $W_0 = (380 - 365) \times 7,28 = 109,2$ kg, $\delta = 30,2 - 15 = 15,2$ mm
 $H_l = 365 - 15,2 = 349,8$ mm
- 12) Jumlah lilitan mati pada masing-masing ujung di ambil 1.
- 13) $H_c = 10(0,5 + 1,5) = 20$ (mm)
- 14) $349,8$ (mm) > 20 (mm) baik
- 15) $C_s = (365 - 20)/(0,5 + 1,5) = 172,5$ mm, $C_l = (349,8 - 20) / (0,5 + 1,5) = 164,9$ mm
- 16) Tidak ada harga standar.
- 17) $H_f/D = 380/140 = 2,7 \ll 5$ $\therefore$ tidak akan terjadi tekukan
- 18) $d = 10$ (mm), SUP4, $n = 0,5$, $\delta = 30,2$ (mm), $H_c = 20$ (mm), $W_0 = 109,2$ (kg)

Perencanaan II

$$\begin{array}{llll} H_f = 380 \text{ mm} & D = 140 \text{ mm} & H_s = 365 \text{ mm} & d = 12 \text{ mm} \\ W_l = 220 \text{ kg} & G = 8000 \text{ kg} & \delta = 32 - 46 \text{ mm} & \end{array}$$

Penyelesaian

- 1) $W_l = 220$ kg, $\delta = 32 - 46$ mm, pegas tekan $D = 140$ mm
- 2) Misalkan $c = D/d = 140/12 = 11,67$ (mm)
- 3) $K = 1,12$
- 4) $\tau = 1,12 \frac{8 \times 140 \times 220}{\pi \times 12^3} = 50,86$ (kg/mm²)
- 5) SUP4, $\tau_a = 65$ (kg/mm²), $G = 8000$ (kg/mm²), $\tau_d = 65 \times 0,8 = 52$ (kg/mm²)
- 6) $50,86$ (kg/mm²) < 52 (kg/mm²)
- 7) $46 = \frac{8n \times 140^3 \times 220}{12^4 \times 8000}$, $n = 1,58 \rightarrow 1,58$
- 8) $\delta = 46 \frac{1,5}{1,58} = 43,67$ $\delta = 43,67 \rightarrow (32 - 46)$ baik
- 9) $K = 220/43,67 = 5,03$ (kg/mm)
- 10) $H_f = 380$ mm, $H_s = 365$ mm
- 11) $W_0 = (380 - 365) \times 5,03 = 75,45$ kg, $\delta = 43,67 - 15 = 28,67$ (mm), $H_l = 365 - 28,67 = 336,33$ mm
- 12) Jumlah lilitan mati pada masing-masing ujung di ambil 1.
- 13) $H_c = 12(1,5 + 1,5) = 36$ (mm)
- 14) $336,33$ (mm) > 36 (mm) baik
- 15) $C_s = (365 - 36)/(1,5 + 1,5) = 109,67$ mm, $C_l = (336,33 - 36) / (1,5 + 1,5) = 100,11$ mm
- 16) Tidak ada harga standar.
- 17) $H_f/D = 380/140 = 2,7 \ll 5$ $\therefore$ tidak akan terjadi tekukan
- 18) $d = 12$ (mm), SUP4, $n = 1,5$, $\delta = 43,67$ (mm), $H_c = 36$ (mm), $W_0 = 75,45$ (kg)

Perencanaan III

$$\begin{array}{llll} H_f = 380 \text{ mm} & D = 140 \text{ mm} & H_s = 365 \text{ mm} & d = 16 \text{ mm} \\ W_l = 220 \text{ kg} & G = 8000 \text{ kg} & \delta = 32 - 46 \text{ mm} & \end{array}$$

Penyelesaian

- 1) $W_l = 220$ kg, $\delta = 32 - 46$ mm, pegas tekan $D = 140$ mm
- 2) Misalkan $c = D/d = 140/16 = 8,75$ (mm)
- 3) $K = 1,16$
- 4) $\tau = 1,16 \frac{8 \times 140 \times 220}{\pi \times 16^3} = 22,22$ (kg/mm²)
- 5) SUP4, $\tau_a = 65$ (kg/mm²), $G = 8000$ (kg/mm²), $\tau_d = 65 \times 0,8 = 52$ (kg/mm²)
- 6) $22,22$ (kg/mm²) < 52 (kg/mm²)
- 7) $46 = \frac{8n \times 140^3 \times 220}{16^4 \times 8000}$, $n = 4,99 \rightarrow 4,5$
- 8) $\delta = 46 \frac{4,5}{4,99} = 41,48$ $\delta = 41,48 \rightarrow (32 - 46)$ baik
- 9) $K = 220/41,48 = 5,34$ (kg/mm)
- 10) $H_f = 380$ mm, $H_s = 365$ mm
- 11) $W_0 = (380 - 365) \times 5,34 = 80,13$ kg, $\delta = 41,48 - 15 = 26,48$ (mm)
 $H_l = 365 - 26,48 = 338,52$ mm
- 12) Jumlah lilitan mati pada masing-masing ujung di ambil 1.
- 13) $H_c = 16(4,5 + 1,5) = 96$ (mm)





- 14) $338,52 \text{ (mm)} > 96 \text{ (mm)}$ baik
- 15) $C_s = (365 - 96)/(4,5 + 1,5) = 44,83 \text{ mm}$, $C_l = (338,52 - 96) / (4,5 + 1,5) = 40,42 \text{ mm}$
- 16) Tidak ada harga standar.
- 17) $H_f/D = 380/140 = 2,7 < 5 \therefore$ tidak akan terjadi tekukan
- 18) $d = 16 \text{ (mm)}$, SUP4, $n = 4,5$, $\delta = 41,48 \text{ (mm)}$, $H_c = 96 \text{ (mm)}$, $W_0 = 80,13 \text{ (kg)}$

Perencanaan IV

$$\begin{array}{llll} H_f = 380 \text{ mm} & D = 140 \text{ mm} & H_s = 365 \text{ mm} & d = 18 \text{ mm} \\ W_l = 220 \text{ kg} & G = 8000 \text{ kg} & \delta = 32 - 46 \text{ mm} & \end{array}$$

Penyelesaian

- 1) $W_l = 220 \text{ kg}$, $\delta = 32 - 46 \text{ mm}$, pegas tekan $D = 140 \text{ mm}$
- 2) Misalkan $c = D/d = 140/18 = 7,78 \text{ (mm)}$
- 3) $K = 1,18$
- 4) $\tau = 1,18 \frac{8 \times 140 \times 220}{\pi \times 18^3} = 14,93 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$
- 5) SUP4, $\tau_a = 65 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$, $G = 8000 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$, $\tau_d = 65 \times 0,8 = 52 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$
- 6) $14,93 \text{ (kg/mm}^2\text{)} < 52 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$
- 7) $46 = \frac{8n \times 140^3 \times 220}{18^4 \times 8000}$, $n = 7,99 \rightarrow 7,5$
- 8) $\delta = 46 \frac{7,5}{7,99} = 43,17$ $\delta = 43,17 \rightarrow (32 - 46)$ baik
- 9) $K = 220/43,17 = 5,09 \text{ (kg/mm)}$
- 10) $H_f = 380 \text{ mm}$, $H_s = 365 \text{ mm}$
- 11) $W_0 = (380 - 365) \times 5,09 = 96,82 \text{ kg}$, $\delta = 43,17 - 15 = 28,17 \text{ (mm)}$
 $H_l = 365 - 28,17 = 336,83 \text{ mm}$
- 12) Jumlah lilitan mati pada masing-masing ujung di ambil 1.
- 13) $H_c = 18(7,5 + 1,5) = 162 \text{ (mm)}$
- 14) $336,83 \text{ (mm)} > 162 \text{ (mm)}$ baik
- 15) $C_s = (365 - 162)/(7,5 + 1,5) = 22,56 \text{ mm}$, $C_l = (336,83 - 162) / (7,5 + 1,5) = 19,42 \text{ mm}$
- 16) Tidak ada harga standar.
- 17) $H_f/D = 380/140 = 2,7 < 5 \therefore$ tidak akan terjadi tekukan
- 18) $d = 18 \text{ (mm)}$, SUP4, $n = 7,5$, $\delta = 43,17 \text{ (mm)}$, $H_c = 162 \text{ (mm)}$, $W_0 = 96,82 \text{ (kg)}$

Perencanaan V

$$\begin{array}{llll} H_f = 380 \text{ mm} & D = 140 \text{ mm} & H_s = 365 \text{ mm} & d = 20 \text{ mm} \\ W_l = 220 \text{ kg} & G = 8000 \text{ kg} & \delta = 32 - 46 \text{ mm} & \end{array}$$

Penyelesaian

- 1) $W_l = 220 \text{ kg}$, $\delta = 32 - 46 \text{ mm}$, pegas tekan $D = 140 \text{ mm}$
- 2) Misalkan $c = D/d = 140/20 = 7 \text{ (mm)}$
- 3) $K = 1,21$
- 4) $\tau = 1,21 \frac{8 \times 140 \times 220}{\pi \times 20^3} = 11,86 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$
- 5) SUP4, $\tau_a = 65 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$, $G = 8000 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$, $\tau_d = 65 \times 0,8 = 52 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$
- 6) $11,86 \text{ (kg/mm}^2\text{)} < 52 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$
- 7) $46 = \frac{8n \times 140^3 \times 220}{20^4 \times 8000}$, $n = 12,19 \rightarrow 12$
- 8) $\delta = 46 \frac{12}{12,19} = 45,28$ $\delta = 45,28 \rightarrow (32 - 46)$ baik
- 9) $K = 220/45,28 = 4,85 \text{ (kg/mm)}$
- 10) $H_f = 380 \text{ mm}$, $H_s = 365 \text{ mm}$
- 11) $W_0 = (380 - 365) \times 4,85 = 72,75 \text{ kg}$, $\delta = 45,28 - 15 = 30,28 \text{ (mm)}$
 $H_l = 365 - 30,28 = 334,72 \text{ mm}$
- 12) Jumlah lilitan mati pada masing-masing ujung di ambil 1.
- 13) $H_c = 20(12 + 1,5) = 270 \text{ (mm)}$
- 14) $334,72 \text{ (mm)} > 270 \text{ (mm)}$ baik
- 15) $C_s = (365 - 270)/(12 + 1,5) = 7,03 \text{ mm}$, $C_l = (334,72 - 270) / (12 + 1,5) = 4,79 \text{ mm}$
- 16) Tidak ada harga standar.
- 17) $H_f/D = 380/140 = 2,7 < 5 \therefore$ tidak akan terjadi tekukan
- 18) $d = 20 \text{ (mm)}$, SUP4, $n = 12$, $\delta = 45,28 \text{ (mm)}$, $H_c = 270 \text{ (mm)}$, $W_0 = 72,75 \text{ (kg)}$

Data awal perencanaan

Tabel 4.3 data awal perencanaan



NO	Perencanaan	H_F	H_s	W	D	d	G	δ
1	I	380	365	220	140	10	8000	32-46
2	II	380	365	220	140	12	8000	32-46
3	III	380	365	220	140	16	8000	32-46
4	IV	380	365	220	140	18	8000	32-46
5	V	380	365	220	140	20	8000	32-46

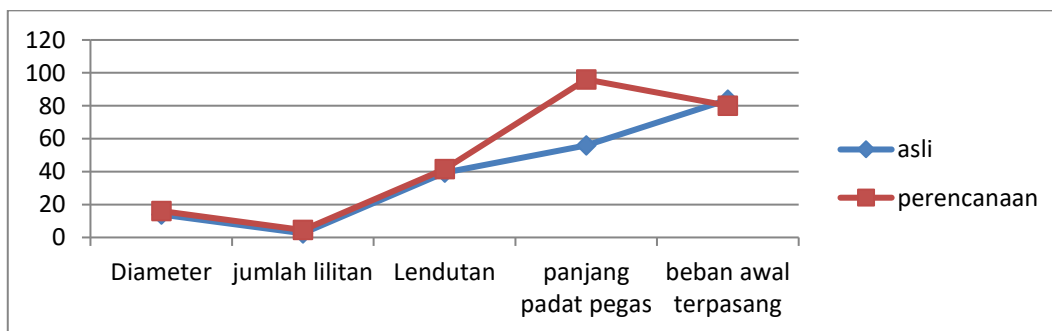
Data hasil perhitungan perencanaan

Tabel 4.4 data hasil perhitungan perencanaan

NO	Perencanaan	d (mm)	n	δ (mm)	H_c (mm)	W_o (kg)
1	I	10	0,5	30,2	20	109,2
2	II	12	1,5	43,67	36	75,45
3	III	16	4,5	41,48	96	80,13
4	IV	18	7,5	43,17	162	96,82
5	V	20	12	45,28	270	72,75

Tabel 4.5 perbandingan antara data asli dengan data hasil perencanaan

NO	Data	Asli	Hasil perencanaan
1	d (mm)	14 mm	16 mm
2	n	2,5	4,5
3	δ (mm)	39,38 mm	41,48 mm
4	H_c (mm)	56 mm	96 mm
5	W_o (kg)	83,7 mm	80,13 mm



Gambar 4.1 Grafik perbandingan antara data asli dengan data hasil perencanaan

Berdasarkan grafik di atas, maka untuk data asli diameter kawat 14 mm menghasilkan jumlah lilitan sebanyak 2,5 dan lentutan sebesar 39,38 mm sehingga panjang padat pegas yang dihasilkan adalah 56 mm sedangkan pada data perencanaan untuk diameter kawat 16 mm menghasilkan jumlah lilitan 4,5 dan lentutan sebesar 41,48 mm sehingga panjang padat pegas yang dihasilkan adalah 96 mm

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan.

Berdasarkan data hasil penelitian perencanaan dengan menggunakan perhitungan, maka dapat di tarik beberapa kesimpulan dengan merubah antarlain:

1. Diameter kawat bahan dari 14 mm menjadi 16 mm dapat mempengaruhi jumlah lilitan yang semula dari 2,5 lilitan menjadi 4,5 lilitan.
2. Merubah lentutan dari 39,38 mm menjadi 41,48 mm.
3. Panjang padat pegas yang di hasilkan ikut berubah semula dari 56 mm menjadi 96 mm dengan perubahan ini.



4. Maka pegas dengan ukuran diameter kawat 16 mm akan lebih mampu menahan beban daripada pegas dengan ukuran diameter kawat 14 mm.

Saran

Berdasarkan uraian diatas maka adapun saran dari penulis dalam penelitian ini adalah

1. Penulis menyarankan Agar merubah diameter kawat bahan dari 14 mm menjadi 16 mm.
2. Bahan dan konstruksinya masih bisa di ubah sehingga dapat dijadikan penelitian pada saat mendatang agar shockbreaker menjadi lebih kokoh

Daftar Pustaka

Suspensi Double Wishbone dengan Pegas Koil (William H. C.dan Donald L. A., 1978: 80)

Sularso & Suga Kiyokatsu, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin", Pradya Paramita, Jakarta 1985

R.S. Khurmi dan J.K. Gupta, "Machine Design", Eurasia Publishing House, Ram Nagar, New Delhi 1997.