

PERANCANGAN ULANG SISTEM SUSPENSI SHOCKBREAKER PADA KENDARAAN BIMANTARA NENGALA

Heri Wijanarko¹, Sugihandoko², Aryananta Lufti³

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

heriwijanarko@nikmesinhan.akmil.ac.id, sugihandoko@nikmesinhan.akmil.ac.id, aryanantalufti@nikmesinhan.akmil.ac.id

Abstract

To support the vehicle's high operational activity, a redesign of the shock absorber suspension system on the Bimantara Nenggala vehicle is required. The goal is to make the shock absorber stronger and more durable when traversing rough road surfaces. This is because the Bimantara Nenggala vehicle, which is one of the official vehicles used at the Military Academy, has experienced frequent damage to its shock absorbers during use. The redesign was carried out by changing the steel wire diameter from 14 mm to 16 mm. The research results show that by increasing the wire diameter from 14 mm to 16 mm, the solid length of the spring changed from 56 mm to 96 mm. This modification also altered the number of coils from 2.5 to 4.5, and the spring deflection increased from 39.38 mm to 41.48 mm. This design demonstrates that using a 16 mm wire diameter provides better performance compared to a 14 mm wire diameter. Additionally, the resulting deflection and number of coils are improved compared to the original design.

Keywords: Shockbreaker, spring, ergonomy, Bimantara Nenggala.

Abstrak

Guna mendukung kegiatan operasional yang sangat tinggi, maka diperlukan perancangan ulang sistem suspensi shockbreaker pada kendaraan Bimantara Nenggala. Tujuannya adalah agar shockbreaker lebih kuat dalam melintasi permukaan jalan yang kurang baik. Karena pada kendaraan Bimantara Nenggala yang merupakan salah satu kendaraan dinas di Akademi Militer dalam penggunaannya banyak kerusakan pada shockbreaker. Perancangan ini dilakukan dengan cara merubah diameter bahan baja kawat yang semula 14 mm menjadi 16 mm. Hasil penelitian menunjukan bahwa dengan merubah diameter kawat yang awalnya 14mm menjadi 16 mm maka panjang padat pegas berubah, awalnya 56 mm menjadi 96 mm perubahan itu juga merubah jumlah lilitan dari 2,5 menjadi 4,5 dan lendutan yang di alami oleh pegas yang awalnya 39,38 mm menjadi 41,48 mm. Perancangan ini menunjukan bahwa dengan menggunakan diameter kawat 16 mm lebih bagus dibandingkan dengan diameter kawat 14 mm. Selain itu jg lendutan dan jumlah lilitan yang berubah menjadi lebih baik dari sebelumnya.

Kata Kunci: Shockbreaker, pegas, kenyamanan, Bimantara Nenggala.

PENDAHULUAN

Pada dewasa ini kita telah mengetahui perkembangan iptek yang sangat luar biasa cepatnya. Begitu juga tentang perkembangan alutsista yang dimiliki TNI-AD dalam mendukung tugas pokok TNI-AD yaitu mempertahankan kedaulatan Negara Kesatuan Republik Indonesia. Untuk mendukung mobilitas TNI-AD dalam melaksanakan berbagai tugas tentunya memerlukan alat angkut baik darat, laut, dan udara. Untuk alat angkut darat dapat ditemukan berbagai macam diantaranya kendaraan roda empat. Akademi Militer memiliki berbagai jenis kendaraan yang dipakai untuk melaksanakan tugas personil. Diantaranya kendaraan dinas setingkat perwira di Akademi Militer yaitu jenis BIMANTARA NENGALA, pada kendaraan ini memiliki sistem peredam getaran (shockbreaker/shock absorber) akibat dari permukaan jalan yang tidak baik. Suatu kendaraan dapat dikatakan baik apabila dapat memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengendara. Semua jenis kendaraan dilengkapi dengan sistem peredam getaran. Tetapi sekarang banyak di jumpai kendaraan jenis ini yang mengalami kerusakan pada suspensi shockbreaker akibat permukaan jalan yang kurang baik dan beban yang berlebih. Diameter ukuran shockbreaker yang kurang cocok mengakibatkan kerusakan pada sistem peredam getaran ini. Per berfungsi untuk meredam getaran pada saat kendaraan melintasi permukaan jalan yang kurang baik. Sistem ini sangat penting karena baik buruknya shockbreaker menjamin kenyamanan dalam berkendara. Apabila dalam kerjanya per tidak memberikan kerja yang maksimal maka kenyamanan dalam berkendara menjadi kurang.

LANDASAN TEORI

Suspensi.

Suspensi adalah salah satu bagian dari kendaraan bermotor yang menentukan tingkat kenyamanan dan stabilitas dalam berkendara. Suspensi berfungsi sebagai peredam getaran atau guncangan yang diakibatkan getaran mesin atau gaya kontak yang timbul akibat pertemuan tanah dengan roda, sistem suspensi diletakkan diantara roda dan rangka. Sistem suspensi terdiri dari komponen utama yang berfungsi sebagai pengurang dan pencegah terjadinya getaran atau guncangan. Komponen itu adalah pegas dan peredam kejut. Sistem suspensi dilengkapi dengan shock absorber dan terletak di bagian depan dan belakang. Shock absorber berfungsi untuk mengurangi guncangan jalan yang diterima roda. Pada saat yang sama mencegah frame dari guncangan jalan secara langsung, sehingga kendaraan nyaman dikendarai dan juga roda kendaraan akan menempel pada jalan lebih kuat. Selain itu shockabsorber membantu menambah kestabilan pada kendaraan dengan meneruskan gaya gerak dan gaya pengereman roda ke jalan.



Bagian-bagian suspensi

Shock Absorber.

Fungsi shock absorber adalah meredam gerakan mengayun-ayun dari pegas. Dengan diredamnya gerakan mengayun itu kestabilan kendaraan akan terjaga, menambah keawetan komponen lainnya dan menjaga kontak ban dengan jalan. Gaya redam ini dihasilkan oleh adanya tahanan aliran minyak karena melalui orifice (lubang kecil) pada waktu piston bergerak. Dari kesekian banyaknya jenis shock absorber, Bimantara nenggala ini menggunakan shock absorber kerja ganda (double acting shock absorber). Shock absorber kerja ganda meredam gerakan mengayun baik saat bergerak ke bawah (langkah kompresi) ataupun saat bergerak ke atas (langkah ekspansi).

Lengan Suspensi.

Lengan suspensi menghubungkan kerangka dengan roda. Pada lengan suspensi terdapat poros lengan yang dipasang pada kerangka dan ball joint di ujung satunya yang disambungkan pada steering knuckle. Dengan konstruksi seperti itu memungkinkan lengan suspensi untuk bergerak mengayun vertikal. Selain itu lengan suspensi juga harus dapat menahan gaya dari arah samping dan bujur. Perawatan lengan suspensi mobil bimantara nenggala ini yaitu dengan mengganti gemuk pada poros-poros lengan suspensi secara berkala.

Ball joint.

Ball joint digunakan pada sistem kemudi dan sistem suspensi. Ball joint menerima beban vertikal maupun horizontal. 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.

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 aman kemiringan 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.

Bahan Pegas.

Bahan pegas dibuat baik melalui proses kerja panas ataupun dingin, tergantung pada ukuran daripada bahan tersebut. Indeks panas dan sifat – sifat yang dingin pada penggulangan pegas menimbulkan tegangan – tegangan sisa melalui lenturan, tetapi ini agak lurus terhadap arah dari tegangan kerja puntir pada suatu pegas gulung. Agak sering dalam pembuatan pegas tegangan – tegangan ini dikendorkan setelah penggulangan dengan suatu perlakuan panas yang sedang. Adapun yang memenuhi syarat ini ialah pegas yang dibuat dari baja sebagai bahan dasar, yaitu apa yang disebut

dengan baja pegas, bahan baja dengan penampang lingkaran adalah yang banyak dipakai. Baja pegas ini dapat dibuat baja zat arang yang dipadu, diproses dari keadaan panas, ditarik-keras, diperiksa dengan minyak atau baja tahan karat.

Pegas dengan untuk pemakaian umum dengan diameter kawat sampai 9,2mm biasanya dibuat kawat tarik dibentuk dingin atau kawat yang diperkeras dengan minyak. Untuk diameter kawat yang lebih besar dari 9,2 mm dibuat dari batang rol yang dibentuk panas, pada pegas dibuat dari kawat tarik keras tidak dilakukan perlakuan panas setelah dibentuk menjadi pegas. Sejumlah varisai dari bahan yang tersedia bagi perencana, termasuk baja karbon, baja campuran dan baja tahan karat, begitu pula baja non ferro seperti perunggu, phosphor, tembaga, beryllium, dan berbagai campuran nikel. Bahan pegas dapat dibandingkan dengan suatu pemeriksaan pada kekuatan tariknya, yang berbeda secara menyolok dengan ukuran kawat kesuatu perbedaan yang lebih kecil dengan bahan dan cara pengerjaannya. Banyak kegagalan pembuatan pegas disebabkan oleh kekuatan, yang terburuk yaitu pada permukaan pegas yang dibentuk panas, retak akibat kelelahan. Ini biasanya dimulai dari permukaan yang tidak rata dalam daerah konsentrasi tegangan.

Pegas lebih rendah dari batas ketahanan untuk material yang sama tetapi telah dihaluskan. Lapisan pada permukaan material yang telah tercemar yang dihasilkan dari perlakuan panas, juga merupakan sumber dari kelelahan sejak batas kelelahan untuk permukaan dapat kurang dari tekanan kerja untuk pegas, korosi merupakan penyebab terbesar dari permukaan fatigue. Shoot peening yaitu menghaluskan atau melapisi permukaan pegas untuk mengurangi efek kerusakan permukaan dan mengatur tegangan pada permukaan panas yang dilapisi setelah terbukti dapat menaikkan umur lelah dari pegas, permukaan yang baik juga dapat melindungi dengan menggunakan pengontrol udara, tetapi cara seperti ini membutuhkan biaya yang relative mahal, seperti permukaan jika digunakan dibawah suhu yang diizinkan, akan terjadi bahaya getas atau deformasi permanent, kecuali harga tekan yang digunakan sangat rendah.

Tabel 2.1 Bahan pegas silindris menurut pemakaiannya

Pemakaian	Bahan
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 ditemper dengan Minyak untuk pegas katup.
Pegas untuk pemutar telpon, pegas untuk penutup(shutter) kamera	SW
Pegas untuk dudukan, pegas untuk mainan.	BsW, NSWs, PBW, BeCuW
Pegas yang dialiri arus listrik	SUS, BsW, NSWs, PBW, BeCuW
Pegas anti magnit	SUS
Pegas tahan panas	SUS, BsW, NSWs, PBW, BeCuW
Pegas tahan korosi	

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 x 10 ³
Kawat baja keras	SW	8 x 10 ³
Kawat piano	SWP	8 x 10 ³
Kawat ditemper dengan minyak		8 x 10 ³
Kawat baja tahan karat (SUS27,32,40)	SUS	7,5 x 10 ³
Kawat kuningan	BsW	4 x 10 ³
Kawat perak nikel	NSWS	4 x 10 ³
Kawat perunggu fosfor	PBW	4,5 x 10 ³
Kawat tembaga berillium	BeCuW	5 x 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 :

- Besar lendutan atau defleksi yang di izinkan.
- Besar energi yang diserap.
- Kekerasan pegas sehubungan bertambahnya beban.
- Corak beban : ringan, sedang, atau berat dengan kejutan atau tanpa kejutan.
- 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.

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

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

Perhitungan perancangan pegas.

Dengan menaksir suatu ukuran kasar, besarnya tegangan dan lendutan diperiksa. Jika ternyata kekuatannya kurang atau berlebihan, maka perhitungan harus diulangi dengan mengambil ukuran lain yang diperkirakan akan mendekati ukuran yang sesuai. Beberapa pegas mempunyai lendutan yang besarnya sebanding dengan beban, dan beberapa lain tidak. Disini akan dibahas pegas jenis pertama dalam hal ini, jika δ (mm) adalah lendutan yang terjadi pada beban W_l (kg), maka terdapat hubungan $W_l = k \cdot \delta$, dimana k adalah konstanta pegas (kg/mm).

Kekuatan pegas ditentukan oleh besarnya tegangan geser atau tegangan lentur, sedangkan kekakuannya ditentukan oleh modulus elastisitas E (kg/mm²) atau modulus gesernya G (kg/mm²).

Bila tarikan atau kompresi berkerja pada pegas ulir, besarnya momen puntir T (kg/mm) adalah tetap untuk seluruh penampang kawat yang berkerja. Untuk diameter lilitan rata-rata (diukur pada sumbu kawat) D (mm), besar momen puntir tersebut adalah

$$T = (D/2)W_l \quad (\text{sularso \& suga kiyokatsu, 1985:315})$$

Maka tegangan geser dapat dicari dengan rumus.

Jika diameter kawat adalah d (mm), maka besarnya momen tahan puntir kawat adalah $Z_p = (\pi/16)d^3$, dan tegangan gesernya τ (kg/mm²) dapat di hitung dari

$$\tau = T/Z_p = 16/[\pi d]^3 \times [DW_l]_{/2}$$



$$\therefore \tau = \frac{8DW}{\pi d^3} \quad (\text{sularso \& suga kiyokatsu, 1985:315})$$

Dimana :

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

Tegangan maksimum yang terjadi di permukaan dalam lilitan pegas ulir adalah :

$$\tau = K \frac{8DW}{\pi d^3} = K \frac{8}{\pi} \left(\frac{D}{d} \right) \cdot \frac{W}{d^2}$$

$$W_l = \frac{\pi \tau d^3}{8KD} \quad (\text{sularso \& suga kiyokatsu, 1985:315})$$

Faktor K disebut faktor tegangan dari Wahl, yang merupakan fungsi indeks pegas $c = D/d$ menurut persamaan
 $K = \frac{(4c-1)}{(4c-4)+0,615/c}$ (sularso & suga kiyokatsu, 1985:316)

Konstanta pegas.

$$K = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot n \cdot D^3}$$

(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)

Defleksi/ lendutan yang disebabkan oleh beban sebesar Wl (kg).

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

(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)

Menghitung panjang padat pegas.

$$H_c = (n+1,5)d \quad (\text{sularso \& suga kiyokatsu, 1985:320})$$

Kelonggaran kawat untuk keadaan awal terpasang C_s dan pada lendutan maksimum C_l.

$$C_s = \frac{H_s - H_c}{(n+1,5)} \quad (\text{sularso \& suga kiyokatsu, 1985:320})$$

$$C_l = \frac{H_l - H_c}{(n+1,5)} \quad (\text{sularso \& suga kiyokatsu, 1985:320})$$

Pegas yang mendapat beban dengan getaran besar, sering patah karena ada cacat atau takik sedikit pada permukaannya. Untuk mempertinggi ketahanannya terhadap kelelahan, permukaan kawat dapat diberi perlakuan dengan metode "shoot peening" dimana kawat dihujani dengan tembakan bola-bola kecil dari baja dengan kecepatan tinggi.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur. Studi literatur ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari bahan dasar yang akan dijadikan acuan referensi dalam melaksanakan penelitian sehingga penelitian berada pada jalur yang benar. Hal ini dilakukan dengan mengumpulkan teori-teori yang berasal dari buku-buku, handbook, tugas akhir dan jurnal-jurnal yang berkaitan dengan penelitian ini.
2. Studi Laboratorium. Studi laboratorium ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari data-data dari hasil penelitian yang dilakukan. Dari data ini kemudian di olah dan dilakukan perhitungan sehingga bisa dijadikan acuan untuk dituangkan ke dalam bentuk grafik. Lalu grafik tersebut dianalisa dan diperoleh hasil penelitian.



Data teknis kendaraan.

kendaraan bimantara nenggala

Spesifikasi :

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

Bahan yang digunakan :

Shockbreaker kendaraan Bimantara Nenggala

Alat ukur yang digunakan :

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

Tempat atau lokasi penelitian.

Penelitian dilaksanakan di bengkel Peralatan Akademi Militer yang mempunyai fasilitas lengkap dalam menunjang perencanaan 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.

Perencanaan pegas.

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

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

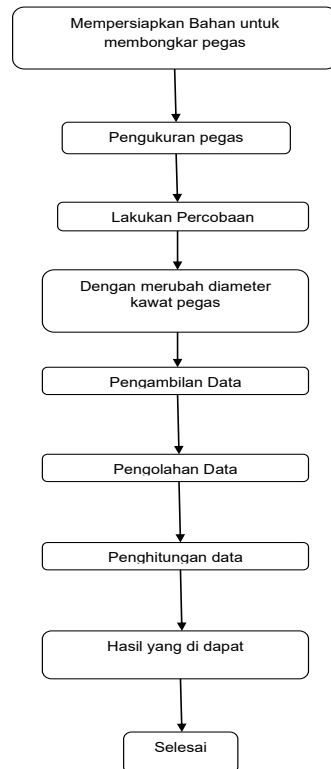
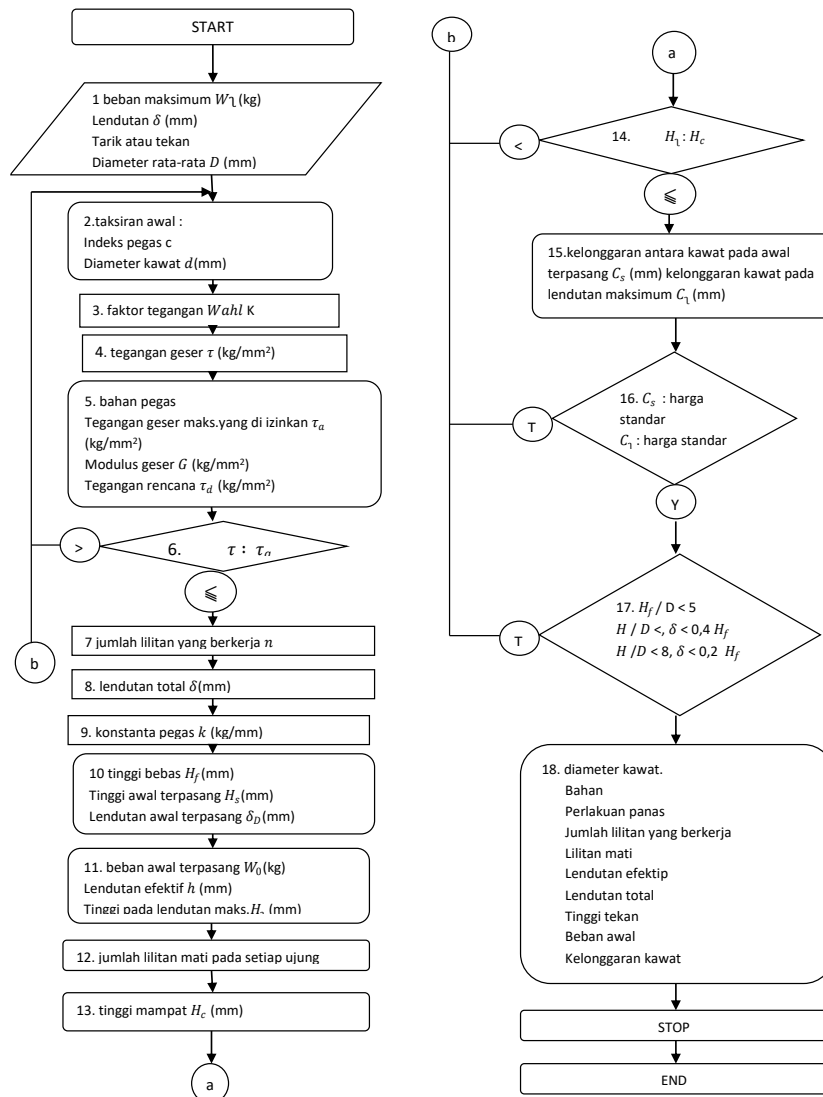
**15. Diagram Alir Penelitian.**

Diagram aliran untuk merencanakan pegas ulir.



Tabel 3.1 perencanaan perhitungan

NO	Perencanaan	d (mm)	n	δ (mm)	H_c (mm)	W_0 (kg)
1	I	10				109,2
2	II	12				75,45
3	III	16				80,13
4	IV	18				96,82
5	V	20				72,75

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Perencanaan pegas. Sebagai berikut:

- Besar lendutan atau defleksi yang di izinkan.
- Besar energi yang diserap.
- Kekerasan pegas sehubungan bertambahnya beban.
- Corak beban : ringan, sedang, atau berat dengan kejutan atau tanpa kejutan.





e. Lingkungan kerja : korosif atau temperature tinggi.

Data teknis.

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

a. 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

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

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

Tabel 4.1 data asli pegas

Penyelesaian

- $W_l = 220 \text{ kg}$, $\delta = 32 - 46 \text{ mm}$, pegas tekan $D = 140 \text{ mm}$
- Misalkan $c = D/d = 140/14 = 10 \text{ (mm)}$
- $K = 1,14$
- $\tau = 1,14 \frac{8 \times 140 \times 220}{\pi \times 14^3} = 32,6 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$
- SUP4, $\tau_a = 65 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$, $G = 8000 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$, $\tau_d = 65 \times 0,8 = 52 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$
- $32,6 \text{ (kg/mm}^2\text{)} < 52 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$
- $46 = \frac{8n \times 140^3 \times 220}{14^4 \times 8000}$, $n = 2,92 \rightarrow 2,5$
- $\delta = 46 \frac{2,5}{2,92} = 39,38$ $\delta = 39,38 \rightarrow (32 - 46) \text{ baik}$
- $K = 220/39,38 = 5,58 \text{ (kg/mm)}$
- $H_f = 380 \text{ mm}$, $H_s = 365 \text{ mm}$
- $W_0 = (380 - 365) \times 5,58 = 83,7 \text{ kg}$, $\delta = 39,38 - 15 = 24,38$
 $H_l = 365 - 24,38 = 340,62 \text{ mm}$



- 12) Jumlah lilitan mati pada masing-masing ujung di ambil 1.
- 13) $H_c = 14(2,5 + 1,5) = 56(mm)$
- 14) $340,62(mm) > 56(mm)$ baik
- 15) $C_s = (365 - 56)/(2,5 + 1,5) = 77,25 mm$, $C_l = (340,62 - 56)/(2,5 + 1,5) = 71,1 mm$
- 16) Tidak ada harga standar.
- 17) $H_f/D = 380/140 = 2,7 < 5 \therefore$ tidak akan terjadi tekukan
- 18) $d = 7(mm)$, SUP4, $n = 2,5$, $\delta = 39,38(mm)$, $H_c = 56(mm)$, $W_0 = 83,7(kg)$

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

Tabel 4.2 tabel perhitungan data asli

Keterangan :

d = diameter kawat (mm)
 n = jumlah lilitan
 δ = 39,38 (mm)
 H_c = panjang padat pegas (mm)
 W_0 = beban awal terpasang (mm)

Perencanaan I

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

penyelesaian

- 1) $W_l = 220 \text{ kg}$, $\delta = 32 - 46 \text{ mm}$, pegas tekan $D = 140 \text{ mm}$
- 2) Misalkan $c = D/d = 140/10 = 14 (mm)$
- 3) $K = 1,09$
- 4) $\tau = 1,09 \frac{8 \times 140 \times 220}{\pi \times 10^3} = 85,53 (kg/mm^2)$
- 5) SUP4, $\tau_a = 65 (kg/mm^2)$, $G = 8000 (kg/mm^2)$, $\tau_d = 65 \times 0,8 = 52 (kg/mm^2)$
- 6) $85,53 (kg/mm^2) \gg 52 (kg/mm^2)$ 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) $H_f = 380 \text{ mm}$, $H_s = 365 \text{ mm}$
- 11) $W_0 = (380 - 365) \times 7,28 = 109,2 \text{ kg}$, $\delta = 30,2 - 15 = 15,2 \text{ mm}$



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

Perencanaan II

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

Penyelesaian

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

Perencanaan III

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





Penyelesaian

- 1) $W_l = 220 \text{ kg}$, $\delta = 32 - 46 \text{ mm}$, pegas tekan $D = 140 \text{ mm}$
- 2) Misalkan $c = D/d = 140/16 = 8,75 \text{ (mm)}$
- 3) $K = 1,16$
- 4) $\tau = 1,16 \frac{8 \times 140 \times 220}{\pi \times 16^3} = 22,22 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$
- 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) $22,22 \text{ (kg/mm}^2\text{)} < 52 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$
- 7) $46 = \frac{8n \times 140^3 \times 220}{16^4 \times 8000}, n = 4,99 \rightarrow 4,5$
- 8) $\delta = 46 \frac{4,5}{4,99} = 41,48$ $\delta = 41,48 \rightarrow (32 - 46) \text{ baik}$
- 9) $K = 220/41,48 = 5,34 \text{ (kg/mm)}$
- 10) $H_f = 380 \text{ mm}, H_s = 365 \text{ mm}$
- 11) $W_0 = (380 - 365) \times 5,34 = 80,13 \text{ kg}, \delta = 41,48 - 15 = 26,48 \text{ (mm)}$
 $H_l = 365 - 26,48 = 338,52 \text{ mm}$
- 12) Jumlah lilitan mati pada masing-masing ujung di ambil 1.
- 13) $H_c = 16(4,5 + 1,5) = 96 \text{ (mm)}$
- 14) $338,52 \text{ (mm)} > 96 \text{ (mm)} \text{ baik}$
- 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) $H_f/D = 380/140 = 2,7 < 5 \therefore \text{tidak akan terjadi tekukan}$
- 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

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

Penyelesaian

- 1) $W_l = 220 \text{ kg}$, $\delta = 32 - 46 \text{ mm}$, pegas tekan $D = 140 \text{ mm}$
- 2) Misalkan $c = D/d = 140/18 = 7,78 \text{ (mm)}$
- 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) $\delta = 46 \frac{7,5}{7,99} = 43,17$ $\delta = 43,17 \rightarrow (32 - 46) \text{ baik}$
- 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) $H_f/D = 380/140 = 2,7 \ll 5 \quad \therefore \text{tidak akan terjadi tekukan}$
- 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

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

Penyelesaian

- 1) $W_l = 220 \text{ kg}, \delta = 32 - 46 \text{ mm}, \text{ pegas tekan } D = 140 \text{ mm}$
- 2) Misalkan $c = D/d = 140/20 = 7 (\text{mm})$
- 3) $K = 1,21$
- 4) $\tau = 1,21 \frac{8 \times 140 \times 220}{\pi \times 20^3} = 11,86 (\text{kg/mm}^2)$
- 5) $SUP4, \tau_a = 65 (\text{kg/mm}^2), G = 8000 (\text{kg/mm}^2), \tau_d = 65 \times 0,8 = 52 (\text{kg/mm}^2)$
- 6) $11,86 (\text{kg/mm}^2) \ll 52 (\text{kg/mm}^2)$
- 7) $46 = \frac{8n \times 140^3 \times 220}{20^4 \times 8000}, n = 12,19 \rightarrow 12$
- 8) $\delta = 46 \frac{12}{12,19} = 45,28 \quad \delta = 45,28 \rightarrow (32 - 46) \text{ baik}$
- 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) $H_f/D = 380/140 = 2,7 \ll 5 \quad \therefore \text{tidak akan terjadi tekukan}$
- 18) $d = 20(\text{mm}), SUP4, n = 12, \delta = 45,28(\text{mm}), H_c = 270(\text{mm}), W_0 = 72,75(\text{kg})$

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

Tabel 4.3 data awal perencanaan.

b. Data hasil perhitungan perencanaan.

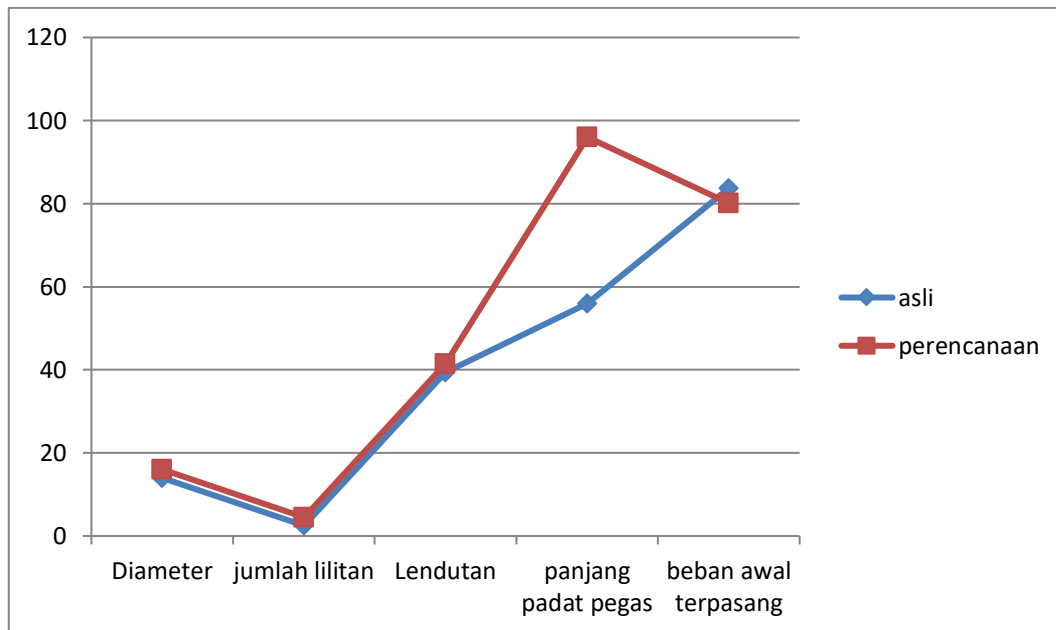
NO	Perencanaan	d (mm)	n	δ (mm)	H_c (mm)	W_o (kg)
1	I	10	0,5	30,2	20	109,2
2	II	12	1,5	43,67	36	75,45
3	III	16	4,5	41,48	96	80,13
4	IV	18	7,5	43,17	162	96,82
5	V	20	12	45,28	270	72,75

Tabel 4.4 data hasil perhitungan perencanaan.

Perhatikan tabel dan grafik berikut :

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

Tabel 4.5 perbandingan antara data asli dengan data hasil perencanaan.



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 lilitan dan lendutan 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 lilitan dan lendutan sebesar 41,48 mm sehingga panjang padat pegas yang dihasilkan adalah 96 mm

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan.

Berdasarkan data hasil penelitian perencanaan dengan menggunakan perhitungan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu, dengan merubah:

- diameter kawat bahan dari 14 mm menjadi 16 mm dapat mempengaruhi jumlah lilitan yang semula dari 2,5 lilitan menjadi 4,5 lilitan.
- Merubah lendutan dari 39,38 mm menjadi 41,48 mm.
- Panjang padat pegas yang di hasilkan ikut berubah semula dari 56 mm menjadi 96 mm dengan perubahan ini.
- Maka pegas dengan ukuran diameter kawat 16 mm akan lebih mampu menahan beban daripada pegas dengan ukuran diameter kawat 14 mm.

Saran.

Adapun saran dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Waktu dalam penelitian perlu di tambah agar dapat melaksanakan penelitian sebaik mungkin dan hasil yang lebih valid.
- 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).

Sumber : 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.

Surdia, Tata dan Shinroku Saito. 1984. *pengetahuan bahan teknik bandung* : pradnya Paramita