

# **BUS SUSPENSION WITH HELICAL SPRING**

## **TUGAS AKHIR**

**Nomor : 219 / FT USD / TM**

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1  
Program Studi Teknik Mesin  
Jurusan Teknik Mesin**



**Diajukan Oleh :**

**ANWAR OKKY WIENANTO**

**NIM : 985214077**

**NIRM : 98005123109120077**

**Kepada  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SANATA DHARMA  
YOGYAKARTA  
2003**

**TUGAS AKHIR**

**Nomor : 219 / FT USD / TM**

**PERANCANGAN SUSPENSI BUS DENGAN PEGAS SPIRAL**

**Oleh :**

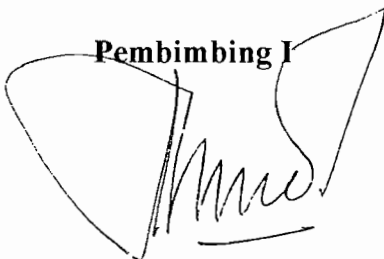
**ANWAR OKKY WIENANTO**

**NIM : 985214077**

**NIRM : 980051123109120077**

**Telah disetujui untuk diuji oleh :**

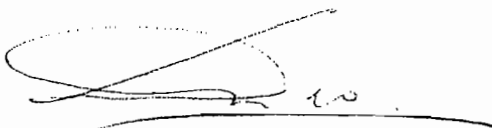
**Pembimbing I**



**Ir. SUNARDJO, M.T.**

**tanggal 04 September 2003**

**Pembimbing II**



**Ir. RB. DWISENO WIHADI, M.Si.**

**tanggal 04 September 2003**

**TUGAS AKHIR**  
**Nomor : 219 / FT USD / TM**

**BUS SUSPENSION WITH HELICAL SPRING**

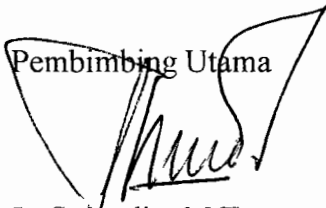
**Yang dipersiapkan dan disusun oleh :**

**Nama : ANWAR OKKY WIENANTO**  
**NIM : 985214077**  
**NIRM : 980051123109120077**

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji  
Pada tanggal 1 November 2003

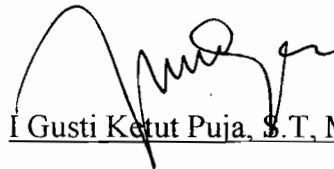
Susunan Panitia Penguji

Pembimbing Utama



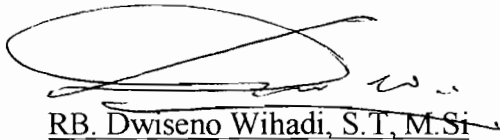
Ir. Sunardjo, M.T.

Anggota Dewan Penguji



I Gusti Ketut Puja, S.T., M.T.

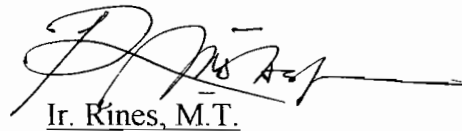
Pembimbing Kedua



RB. Dwiseno Wihadi, S.T., M.Si



Budi Sugiharto, S.T., M.T.



Ir. Rines, M.T.

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Yogyakarta 1 November 2003

Fakultas Teknik  
Universitas Sanata Dharma  
Yogyakarta  
Dekan

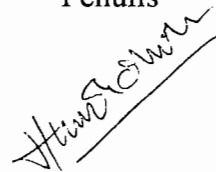
  
Ir. G. Harjanto

## **PERNYATAAN KEASLIAN KARYA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 03 September 2003

Penulis



**ANWAR OKKY WIENANTO**

NIM : 985214077



**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS SANATA DHARMA**

Kampus III, Paingan Maguwoharjo, Sleman – Yogyakarta  
Telp. (0274) 883037, 886530; Fax. (0274) 886529; Email: teknik@usd.ac.id

**TUGAS AKHIR PROGRAM S-1 JURUSAN TEKNIK MESIN**

**Nomor : 219 / FT.USD / TM / Februari / 2002**

Diberikan kepada :  
Nama Mahasiswa : Anwar Oldky Wienanto  
Nomor Mahasiswa : 985214077  
NIRM : 980051123109120077  
Jurusan : TEKNIK MESIN  
Fakultas : TEKNIK  
Mata kuliah : Teknik Kendaraan Bermotor  
Judul / naskah soal :

Perancangan suspensi bus dengan pegas spiral

Tanggal dimulai : 6 Februari 2002

Dosen Pembimbing Kedua

( ~~RB. Dwiweno Wihadi, S.T., M.Si.~~ )

Yogyakarta, 14 Februari 2002  
Dosen Pembimbing Utama

( Ir. Sunardjo, M.T. )



**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS SANATA DHARMA**

Kampus III, Paingan Maguwoharjo, Sleman – Yogyakarta  
Telp. (0274) 883037, 886530; Fax. (0274) 886529; Email: teknik@usd.ac.id

LEMBAR KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nomor : 219 / FT.USD / TM / Februari / 2001

Nama Mahasiswa : Anwar Okky Wienanto  
Nomor Mahasiswa : 985214077  
NIRM : 980051123109120077  
Matakuliah : Teknik Kendaraan Bermotor  
Judul / naskah soal :  
Perancangan suspensi bus dengan pegas spiral

Tanggal dimulai : 6 Februari 2002

Pembimbing Utama : Ir. Sunardjo, M.T.  
Pembimbing Kedua : RB. Dwiseno Wihadi, S.T., M.Si.

NO	TGL	URAIAN	KETERANGAN	TANDA TANGAN
1.	20-2-2002	Mencari data kendaraan : Berat, kapasitas muat		
2.	15-03-02	Pembatasan masalah		
3.	22-11-02	Bab I, II		
4.	23-05-03	Bab III, IV		
5.	25-07-03	Perancangan lengan suspensi		
6.	15-08-03	Perancangan lengan suspensi		
7.	26-08-03	konsultasi gambar		
8.	04-09-03	Perseetujuan dosen pembimbing I		

## **INTISARI**

Dalam perancangan sistim suspensi ini, penulis akan merancang sebuah sistim suspensi dengan menggunakan pegas spiral. Perancangan sistim suspensi ini digunakan untuk mengganti sistim suspensi pada sebuah bus yang masih menggunakan pegas daun dengan pegas spiral.

Pada perancangan sistim suspensi ini penulis menggunakan data bus Mercedes Benz sasis panjang OH 1518/60 dengan kapasitas penumpang 50 orang. Data bus Mercedes Benz ini diperoleh dari PT. Kalimas Yogyakarta.

## **ABSTRACT**

In this design of suspension system, the writer will design a suspension system which use helical springs. This design will be used to change suspension system on a bus that still use leaf springs.

In this design of suspension system, the writer use data from Mercedes Benz long chasis OH 1518/60 with capacity of passenger 50 people. The data of this Mercedes Benz was getting from PT. Kalimas Yogyakarta.



# *Kata Mutiara*

*Dalam menjalani hidup ini kesuksesan memang  
suatu hal yang sulit untuk didapat tetapi akan lebih  
sulit lagi menjalani hidup tanpa kesuksesan.*

*Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :*

- 1. Orang tua yang telah memberi kesempatan kepada saya untuk menyelesaikan studi saya di Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.*
- 2. Kepada kakak-kakak dan keluarga yang telah memberikan dukungannya kepada saya.*
- 3. Kepada teman-teman yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.*
- 4. Kepada para Bapak Dosen yang telah membina saya.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya maka Laporan Tugas Akhir dengan judul “Bus Suspension With Helical Spring” dapat penulis selesaikan dengan baik.

Penulisan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi Kurikulum Program Strata Satu Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Greg. Harjanto selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Yosef Agung Cahyanta, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
3. Bapak Ir. F.A. Rusdi Sambada, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
4. Bapak Ir. Sunardjo selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Ir. B. Dwi Seno Wihadi, M.T. selaku Dosen Pembimbing II.
6. Kedua orang tua penulis yang selalu memberi semangat dan biaya sampai terselesainya Laporan Tugas Akhir ini, serta saudara-saudaraku (terima kasih atas dorongannya).
7. Semua teman-temanku di kampus.
8. Semua pihak yang membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna dikarenakan keterbatasan waktu dan pengetahuan yang saya miliki. Oleh karena itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat saya harapkan.

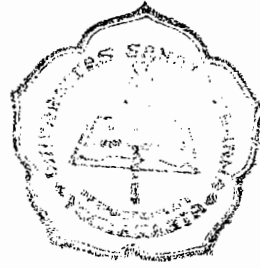
Akhir kata semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi kemajuan pengetahuan dan teknologi bangsa ini.

Yogyakarta, Agustus 2003



**Anwar Okky W.**

## DAFTAR ISI



Halaman Judul .....	i
Halaman Persetujuan Pembimbing .....	ii
Halaman Pengesahan .....	iii
Pernyataan Keaslian Karya .....	iv
Halaman Soal .....	v
Konsultasi Tugas Akhir .....	vi
Intisari .....	vii
Abstrak .....	viii
Kata Mutiara .....	ix
Halaman Persembahan .....	x
Kata Pengantar .....	xi
Daftar Isi .....	xiii
Daftar Gambar .....	xvi
Daftar Tabel .....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan .....	1
C. Dasar Teori .....	1
1. Uraian .....	1
2. Komponen Utama Suspensi .....	2
3. Pegas Suspensi .....	4
a. Pegas Spiral .....	4
b. Pegas Daun .....	5
c. Batang Torsi .....	7
d. Pegas Udara .....	8
e. Pegas Karet .....	9
4. Shock Absorber .....	9
a. Uraian .....	9

b. Cara Kerja .....	10
c. Tipe Shock Absorber .....	11
5. Ball Joint .....	15
6. Stabilizer Bar .....	15
a. Uraian .....	15
b. Cara Kerja .....	16
7. Strut Bar .....	17
8. Lateral Control Rod .....	18
9. Bumper .....	18
10. Oskilasi Body .....	20
11. Tipe Karakteristik Suspensi .....	22
BAB II. DATA DAN UKURAN BUS .....	30
BAB III. PERHITUNGAN SISTEM SUSPENSI .....	34
A. Perhitungan Pegas .....	34
1. Perhitungan Gaya Pada Bus Saat Melalui Jalan Yang Menanjak .....	35
2. Perhitungan Gaya Pada Bus Saat Melalui Jalan Yang Menurun .....	37
3. Perhitungan Gaya Pada Bus Saat Melalui Jalan Datar .....	39
4. Perhitungan Pegas Depan .....	41
5. Perhitungan Pegas Belakang .....	44
B. Perancangan Lengan Suspensi Depan .....	47
1. Perhitungan Lengan Suspensi Atas .....	48
2. Perhitungan Lengan Suspensi Bawah .....	52
C. Perancangan Strut Bar .....	55
1. Perhitungan Strut Bar .....	55
D. Perancangan Lengan Suspensi Belakang .....	58
1. Perhitungan Lengan Suspensi Atas .....	58
2. Perhitungan Lengan Suspensi Bawah .....	61
E. Perancangan Lateral Control Rod .....	63

1. Perhitungan Lateral Control Rod .....	64
F. Perancangan Gandar .....	66
1. Perhitungan Gandar Suspensi Depan .....	66
2. Batang Vertikal Kedudukan Gandar Roda .....	68
3. Perhitungan Dudukan Pegas Gandar Belakang .....	70
G. Ball Joint .....	71
BAB IV. PENUTUP .....	74
A. KESIMPULAN .....	74
B. PERAWATAN .....	76

Daftar Pustaka

Lampiran

## Daftar Tabel

Tabel 3.1. Jari-Jari Tikungan Yang Disarankan .....	48
Tabel 3.2. Harga Minimum $\lambda$ Untuk Rumus Euler .....	51

## **Daftar Gambar**

Gambar 1.1. Suspensi Depan .....	3
Gambar 1.2. Suspensi Belakang .....	3
Gambar 1.3. Pegas Spiral .....	5
Gambar 1.4. Bagian-Bagian Pegas Torsi .....	8
Gambar 1.5. Pegas Karet Sebagai Pegas Utama .....	9
Gambar 1.6. Keefektifan Dari Shock Absorber .....	10
Gambar 1.7. Sistem Kerja Shock Absorber .....	11
Gambar 1.8. Shock Absorber Kerja Tunggal .....	12
Gambar 1.9. Shock Absorber Kerja Ganda .....	12
Gambar 1.10. Shock Absorber Tipe Twin Tube .....	13
Gambar 1.11. Shock Absorber Tipe Mono Tube .....	13
Gambar 1.12. Shock Absorber Yang Diisi Dengan Gas Bertekanan Rendah ..	14
Gambar 1.13. Shock Absorber Yang Diisi Dengan Gas Bertekanan Tinggi ..	14
Gambar 1.14. Ball Joint .....	15
Gambar 1.15. Stabilizer Bar .....	16
Gambar 1.16. Strut Bar .....	17
Gambar 1.17. Lateral Control Rod .....	18
Gambar 1.18. Bounding Bumper .....	19
Gambar 1.19. Oskilasi Body Kendaraan .....	20
Gambar 1.20. Pitching .....	20
Gambar 1.21. Rolling .....	21
Gambar 1.22. Bouncing .....	21
Gambar 1.23. Yawing .....	22



Gambar 1.24. Suspensi Rigid .....	22
Gambar 1.25. Suspensi Independen .....	23
Gambar 1.26. Suspensi Rigid Axle .....	23
Gambar 1.27. Suspensi Independen .....	24
Gambar 1.28. Suspensi Tipe Macpherson .....	26
Gambar 1.29. Tipe Macpherson Strut Dengan Lower Arm Berbentuk L .....	27
Gambar 1.30. Tipe Double Wishbone Dengan Pegas Koil .....	28
Gambar 1.31. Suspensi Belakang Tipe 4 Link .....	29
Gambar 2.1. Bus Oh 1518/60 .....	32
Gambar 3.1. Pegas Spiral .....	34
Gambar 3.2. Bus Dalam Keadaan Menanjak .....	35
Gambar 3.3. Bus Dalam Keadaan Menurun .....	37
Gambar 3.4. Bus Pada Jalan Datar .....	39
Gambar 3.5. Suspensi Depan Tipe Wishbone .....	47
Gambar 3.6. Jenis Tumpuan .....	49
Gambar 3.7. Strut Bar .....	55
Gambar 3.8. Posisi Strut Bar .....	55
Gambar 3.9. Lengan Suspensi Belakang Tipe 4 Link .....	58
Gambar 3.10. Lateral Control Rod .....	63
Gambar 3.11. Dudukan Pegas .....	70
Gambar 3.12. Ball Joint .....	71

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Bus merupakan salah satu sarana angkutan yang banyak digunakan orang untuk melakukan perjalanan dari suatu tempat ke tempat lain. Mengingat pentingnya Bus dalam kehidupan manusia ini, maka dalam suatu perancangan Bus kita harus memperhatikan faktor keamanan dan kenyamanannya. Faktor keamanan dan kenyamanan pada sebuah bus dapat dipengaruhi oleh banyak hal antara lain adalah bagian suspensi. Suspensi pada sebuah bus harus dirancang dengan sebaik mungkin sehingga dapat memberikan rasa aman dan nyaman bagi para pengguna bus tersebut.

### **B. TUJUAN**

Rancangan ini bertujuan untuk mengganti pegas daun yang banyak digunakan pada bus dengan pegas spiral.

Dalam perancangan ini penulis akan merancang pegas spiral dan lengan suspensi untuk mengganti pegas daun dan lengan suspensi pada bus yang sudah ada.

### **C. DASAR TEORI**

#### **1. Uraian**

Sistem suspensi terletak diantara body kendaraan dan roda-roda, dan dirancang untuk menyerap kejutan dari permukaan jalan sehingga

menambah kenikmatan dan stabilitas berkendara serta memperbaiki kemampuan cengkram roda terhadap jalan.

Suspensi terdiri dari pegas, shock absorber, stabilizer dan sebagainya. Pada umumnya suspensi dapat digolongkan menjadi suspensi tipe rigid (rigid axle suspension) dan tipe bebas (independent suspension). Suspensi menghubungkan body kendaraan dengan roda-roda dan berfungsi sebagai berikut :

1. Selama berjalan, kendaraan secara bersama-sama dengan roda, menyerap getaran, oskilasi dan kejutan dari permukaan jalan, hal ini untuk melindungi penumpang dan barang agar aman, serta menambah kenyamanan dan stabilitas.
2. Memindahkan gaya pengereman dan gaya gerak ke body melalui gesekan antara jalan dengan roda-roda.

## **2. Komponen Utama Suspensi**

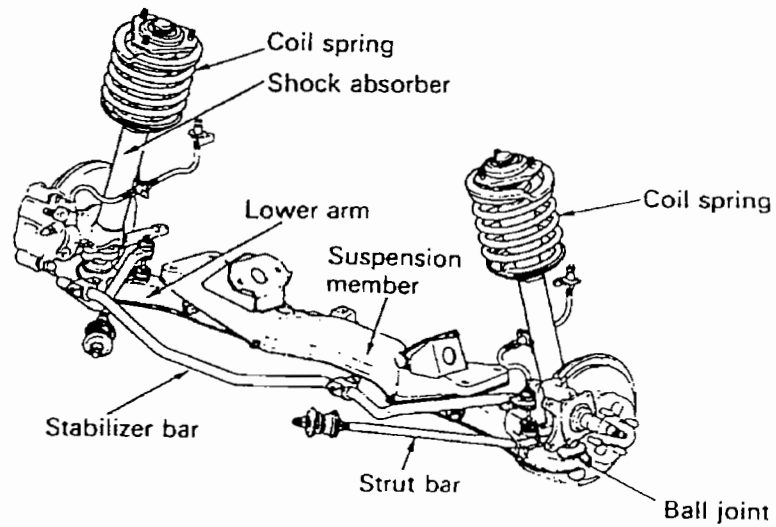
Sistem suspensi terdiri dari komponen berikut ini. Dan dari komponen-komponen ini, pegas-pegas dan shock absorber digunakan pada semua sistem suspensi, sedangkan komponen lainnya digunakan pada model tertentu saja.

1. Pegas.
2. Shock absorber.
3. Suspension arm.
4. Ball joint.
5. Bushing karet.
6. Strut bar.
7. Stabilizer bar.

8. Lateral control rod.

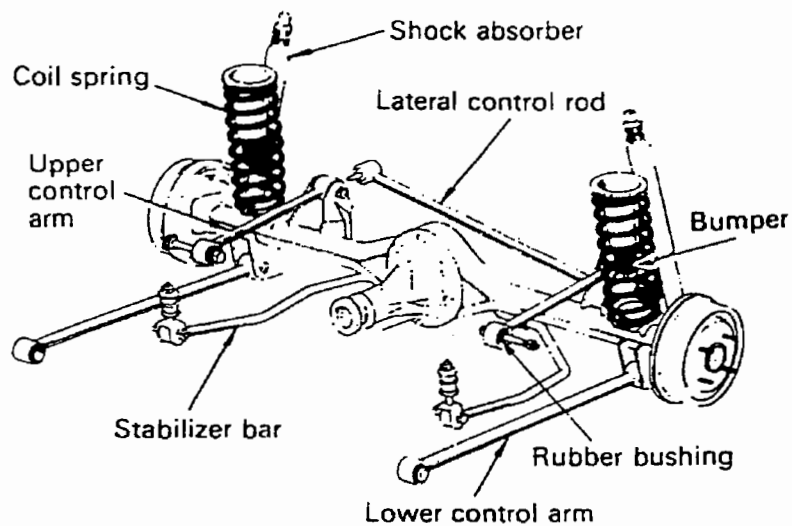
9. Control arm.

10. Bumper.



Gambar 1.1. SUSPENSI DEPAN

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.



Gambar 1.2. SUSPENSI BELAKANG

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

### 3. Pegas Suspensi

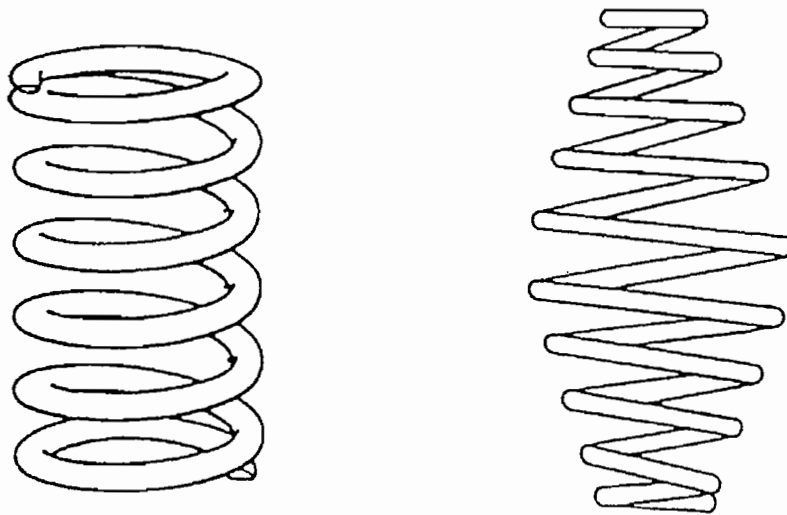
Sistem suspensi selalu dilengkapi dengan pegas-pegas. Pegas dalam sistem suspensi juga menyangga beban mobil. Beban yang disangga oleh pegas dinamakan berat **sprung** sedangkan beban yang tidak disangga oleh pegas disebut berat **un-sprung**. Semakin kecil berat **un-sprung**, semakin nyaman. Yang termasuk **un-sprung** adalah roda, ban, poros belakang, lengan-lengan kemudi bawah, dan sebagian dari suspensi. Pegas juga berfungsi untuk menimbulkan gaya pemegasan sehingga guncangan pada mobil tidak kasar. Kekakuan pegas suspensi sudah tertentu. Jika pegas suspensi terlalu lemah maka mobil akan terasa nyaman tapi tidak stabil. Sedangkan pegas yang terlalu kuat dapat menyebabkan mobil terasa tidak nyaman tetapi lebih stabil untuk dikendarai.

Ada beberapa macam pegas yang biasa digunakan yaitu :

#### a. Pegas Spiral

Pegas spiral umumnya digunakan pada sistem suspensi depan. Pegas spiral dibuat dari sebuah batang baja panjang yang digulung. Dibandingkan dengan pegas daun, pegas spiral mempunyai tahanan yang lebih baik terhadap kejutan, tidak terjadi gesekan bila terjadi defleksi sehingga memberikan kenyamanan yang lebih baik. Kerugian pegas spiral adalah kurang menyerap kejutan sehingga harus dilengkapi dengan peredam kejut (sok breker) dan selalu memerlukan dudukan-dudukan pegas yang dipasangkan di kedua ujung pegas spiral. Daya sangga pegas tergantung pada garis tengah dan panjang

batangan baja yang dipakai untuk membuatnya. Semakin kecil garis tengahnya dan semakin panjang pegas tersebut akan semakin fleksibel. Pegas spiral yang panjang dapat memegas lebih leluasa dan dapat melentur jauh. Untuk menjaga gaya ke samping dan agar poros tetap segaris penggunaan pegas spiral dilengkapi dengan pegas batang puntir (torsi).



Gambar 1.3. PEGAS SPIRAL

Sumber : Drs. Mukasman, Drs. Boentarno, *Teknik Chasis Mobil*, CV. Aneka, 1995.

#### b. Pegas Daun

Pegas daun umumnya digunakan pada suspensi belakang. Pegas daun terdiri atas beberapa lempeng plat baja yang disusun sedemikian rupa sehingga antara masing-masing plat tersebut saling bekerjasama untuk menimbulkan pemegasan yang baik. Jumlah lempeng baja tersebut antara 3-10 yang masing-masing tebalnya antara 3-6 mm. Lempeng baja paling atas ujungnya melingkar sehingga dapat dipasangkan pada

kerangka. Lempeng plat baja tersebut disusun dengan diikat oleh sebuah baut dan klem. Untuk mencegah terjadinya gesekan antara lempeng-lempeng baja dipasang lapisan plastik atau karet sintetis. Bagian belakang dari lempeng baja paling atas dihubungkan dengan kerangka menggunakan ayunan. Ayunan dapat bergerak bebas saat panjang pegas berubah karena beban dan keadaan permukaan jalan.

Ada dua macam pemasangan pegas daun yaitu pegas daun dipasang di bawah poros roda belakang dan pegas daun dipasang di atas poros roda belakang. Kebanyakan pegas daun dipasang tepat di tengah-tengah panjang pegas tersebut sehingga bagian depan dan bagian belakang sama panjang. Tetapi ada juga pemasangan pegas daun yang tidak pas ditengah-tengahnya yaitu bagian depan lebih pendek dari bagian belakangnya. Dengan cara ini konstanta pegas bagian depan poros roda lebih besar daripada bagian belakangnya. Getaran yang timbul saat mobil direm atau meluncur dapat dikurangi. Pada mobil-mobil berat seperti truk dan bis pegas daun mengalami perbedaan tekanan yang sangat besar daripada bagian belakangnya. Getaran yang timbul saat mobil direm atau meluncur dapat dikurangi. Pada mobil-mobil berat seperti truk dan bis pegas daun mengalami perbedaan tekanan yang sangat besar saat kosong dan jika dimuati. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut mobil-mobil berat menggunakan pegas ganda. Saat beban ringan pegas utama yang bekerja sedangkan pada beban berat pegas bekerja bersama-sama.

Untuk memperoleh kepegasan yang lebih baik jumlah lempengan pegas daun harus sedikit, rentangannya lebih panjang dan konstantanya kecil. Konstanta atau nilai kepegasan ditentukan oleh panjang rentangan, lebar, ketebalan, jumlah dan bahan yang digunakan. Yang dimaksud dengan konstanta adalah bilangan kekerasan pegas yang dinyatakan dalam satuan kg/mm. Artinya tenaga yang digunakan untuk menarik pegas sepanjang 1 mm. Pegas dengan konstanta yang kecil berarti agak lunak sedangkan pegas dengan konstanta yang besar agak keras.

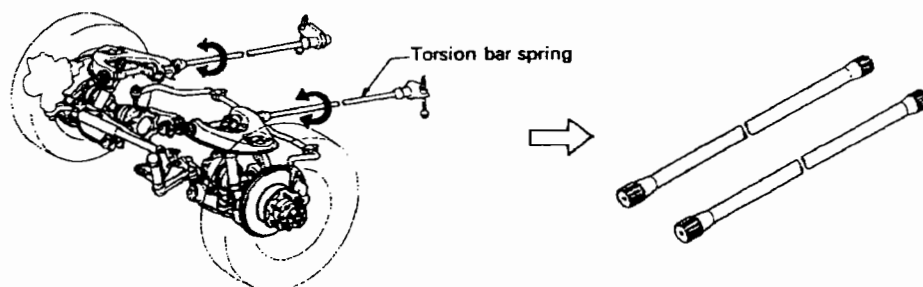
c. Batang Torsi

Batang torsi adalah pegas yang berbentuk batang. Pemegasan terjadi karena terpuntirnya batang tersebut kemudian batang cenderung kembali ke keadaan sebelum terpuntir. Pemasangan batang torsi ada yang melintang terhadap kerangka ada pula yang sejajar terhadap kerangka. Pegas batang torsi umumnya digunakan pada mobil-mobil kecil, terutama pada suspensi depan. Konstanta kepegasan batang torsi ditentukan oleh panjang, bentuk penampang, dimensi dan bahan yang digunakan. Pemasangan pegas batang torsi pada mobil sudah mengalami puntiran. Tapi waktu sudah bekerja pada mobil arahnya berlawanan untuk itulah pemasangan pegas batang torsi tidak boleh terbalik dan tertukar.



#### d. Pegas Udara

Yang dimaksud dengan pegas udara adalah sistem pemegasan yang memanfaatkan sifat-sifat udara yaitu udara dapat dikompresikan. **Bellow** yang berisi udara dipasangkan pada tempat pegas daun dan pegas ulir dipasangkan untuk menyangga berat mobil. Aksi penyerapan dihasilkan oleh elastisitas udara kompresi di dalam **bellow** dan ruang udara tambahan. Sistem pegas udara hanya digunakan pada mobil-mobil besar. Pegas udara bekerja dengan memanfaatkan sifat-sifat udara yang kenyal saat dikompresikan. Pada saat badan mobil turun karena beban, udara dialirkan dari tangki udara ke pegas udara. Akibatnya tekanan akan naik dan badan mobil akan kembali seperti semula. Pada saat ketinggian standar tekanan udara dalam pegas udara tidak berubah. Sedangkan jika mobil dalam keadaan tanpa beban udara dalam pegas dibuang keluar sehingga ketinggian mobil tetap standar. Pemasukan dan pengeluaran udara tersebut diatur oleh katup secara otomatis.

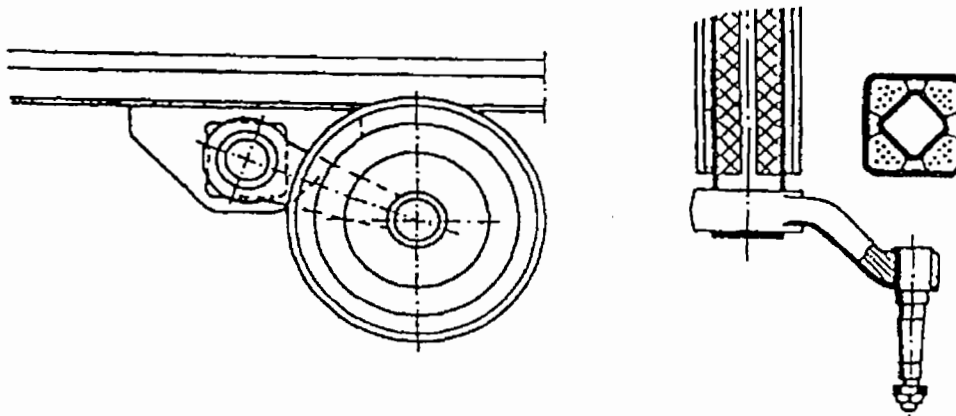


Gambar 1.4. **BAGIAN-BAGIAN PEGAS TORSI**

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

#### e. Pegas Karet

Karet juga dapat digunakan sebagai pegas yaitu sebagai pegas utama maupun sebagai pegas penahan. Keuntungan pegas karet adalah dapat meredam getaran dengan baik, sederhana dan tidak perlu perawatan yang rumit. Kerugiannya adalah langkah pemegasan pendek dan karet kurang tahan terhadap temperatur.



Gambar 1.5. PEGAS KARET SEBAGAI PEGAS UTAMA

Sumber : Drs. Mukasman, Drs. Boentarno, *Teknik Chasis Mobil*, CV. Aneka, 1995.

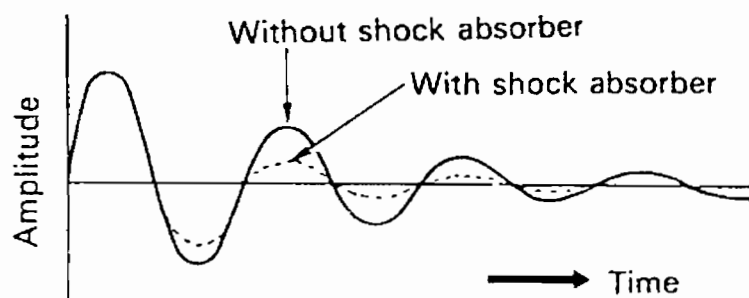
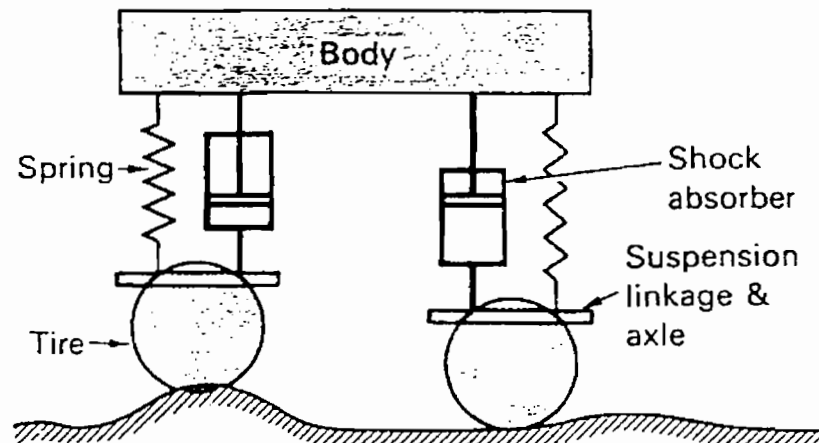
## 4. Shock Absorber

### a. Uraian

Apabila pada suspensi hanya terdapat pegas, kendaraan akan cenderung beroskilasi naik turun pada waktu menerima kejutan dari jalan.

Akibatnya kendaraan menjadi tidak nyaman. Untuk itu shock absorber dipasang untuk meredam oskilasi dengan cepat agar

memperoleh kenikmatan berkendara dan kemampuan cengkeraman terhadap jalan.

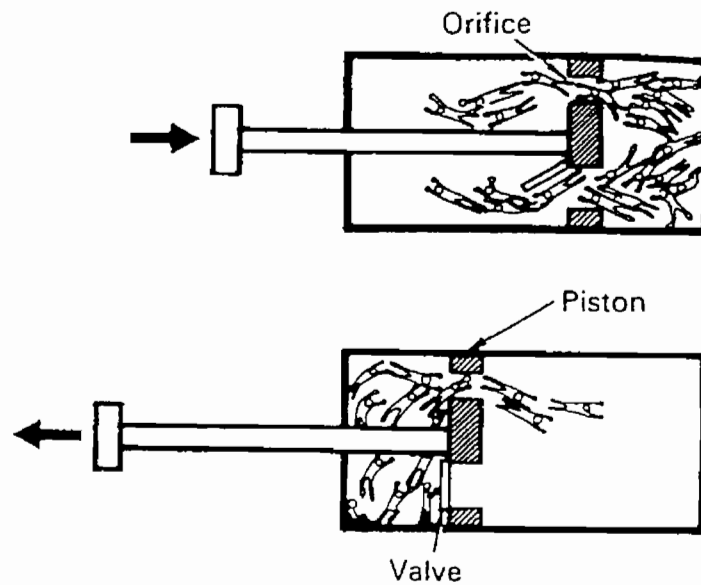


Gambar 1.6. KEEFEKTIFAN DARI SHOCK ABSORBER

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

#### b. Cara Kerja

Di dalam shock absorber telescopic terdapat cairan khusus yang disebut minyak shock absorber. Pada shock absorber tipe ini, gaya redamnya dihasilkan oleh adanya tahanan aliran minyak karena melalui orifice (lubang kecil) pada waktu piston bergerak.



Gambar 1.7. SISTEM KERJA SHOCK ABSORBER

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

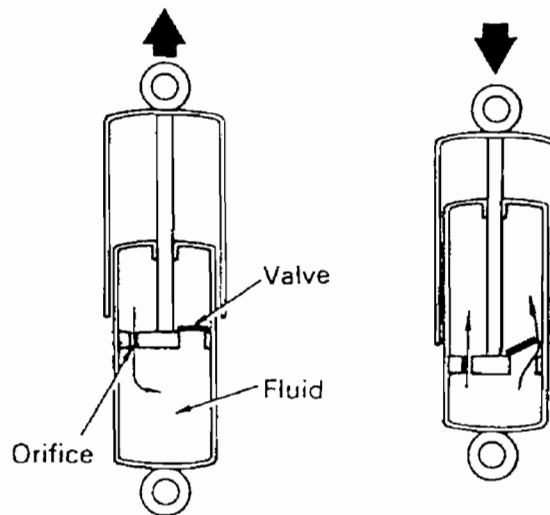
### c. Tipe Shock Absorber

Shock absorber dapat digolongkan menurut cara kerjanya, konstruksi, dan medium kerjanya.

Menurut cara kerjanya

#### a) Shock absorber kerja tunggal (single action)

Efek meredam hanya terjadi pada waktu shock absorber berekspansi. Sebaliknya pada saat kompresi tidak terjadi efek meredam.

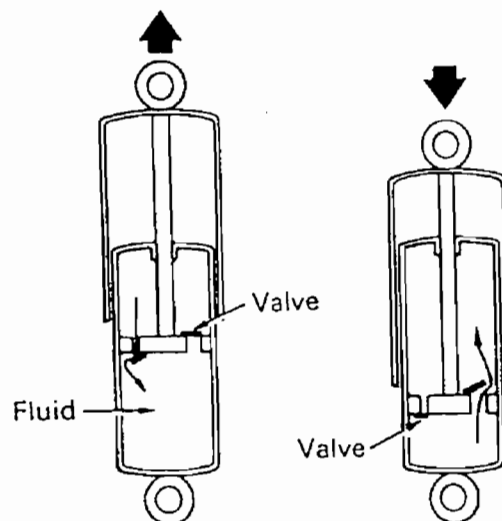


Gambar 1.8. **SHOCK ABSORBER KERJA TUNGGAL**

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

b) Shock absorber kerja ganda (Multiple action)

Baik saat ekspansi maupun kompresi absorber selalu bekerja meredam. Pada umumnya kendaraan sekarang menggunakan tipe ini.



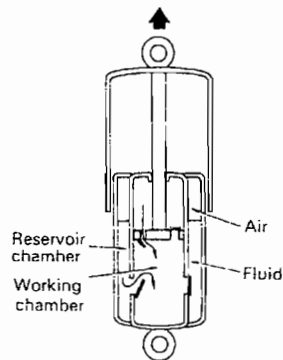
Gambar 1.9. **SHOCK ABSORBER KERJA GANDA**

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

Penggolongan menurut konstruksi

a) Shock absorber tipe twin tube

Di dalam shock absorber tipe ini terdapat pressure tube dan outer tube yang membatasi working chamber (silinder dalam) dan reservoir chamber (silinder luar).

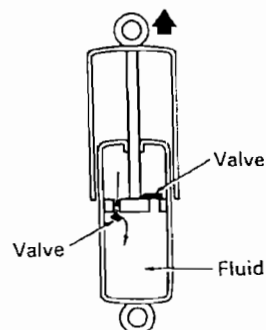


Gambar 1.10. **SHOCK ABSORBER TIPE TWIN TUBE**

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

b) Shock absorber tipe mono-tube

Di dalam shock absorber hanya terdapat satu silinder (atau tanpa reservoir).



Gambar 1.11. **SHOCK ABSORBER TIPE MONO TUBE**

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

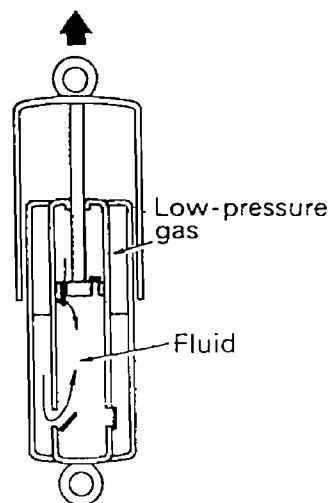
Penggolongan menurut medium kerjanya

a) Shock absorber tipe hidraulis

Di dalamnya hanya terdapat minyak shock absorber sebagai medium kerja.

b) Shock absorber berisi gas

Ini adalah absorber hidraulis yang diisi dengan gas. Gas yang biasanya digunakan adalah nitrogen, yang dijaga pada temperatur rendah 10-15 kg/cm<sup>2</sup> atau temperatur tinggi 20-30 kg/cm<sup>2</sup>.

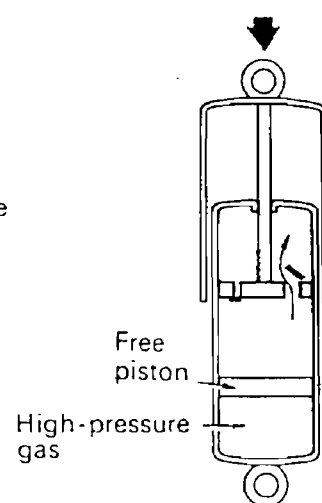


Gambar 1.12.

**SHOCK ABSORBER**

**YANG DIISI DENGAN GAS**

**BERTEKANAN RENDAH**



Gambar 1.13.

**SHOCK ABSORBER**

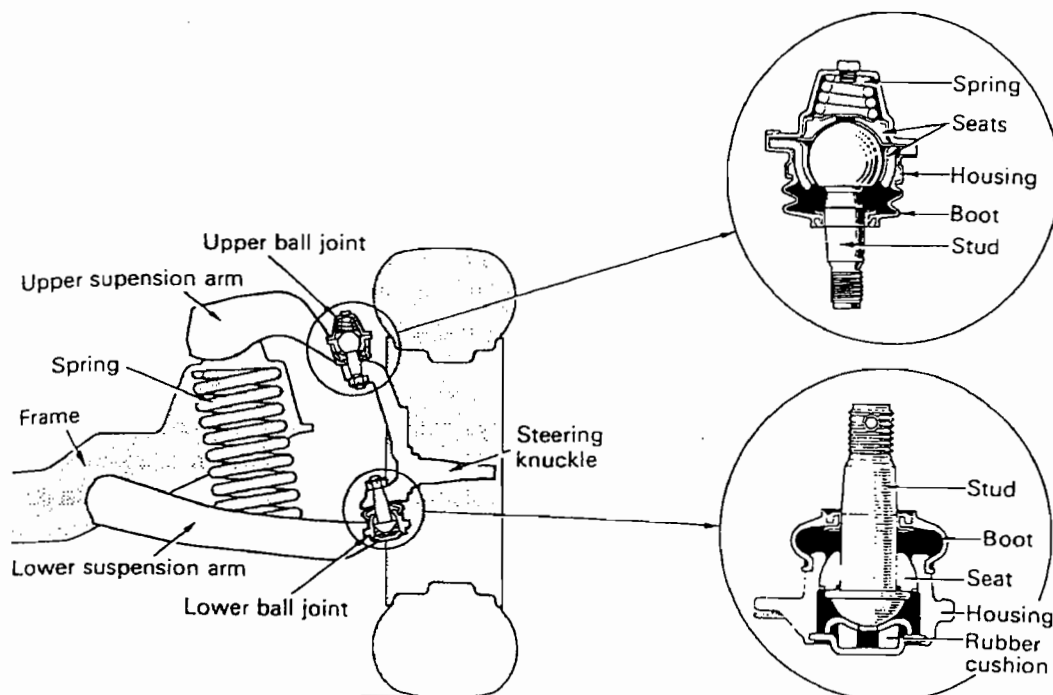
**YANG DIISI DENGAN GAS**

**BERTEKANAN TINGGI**

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

## 5. Ball Joint

Ball Joint menerima beban vertikal maupun lateral. Disamping itu juga berfungsi sebagai sumbu putaran roda pada saat kendaraan membelok.



Gambar 1.14. **BALL JOINT**

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

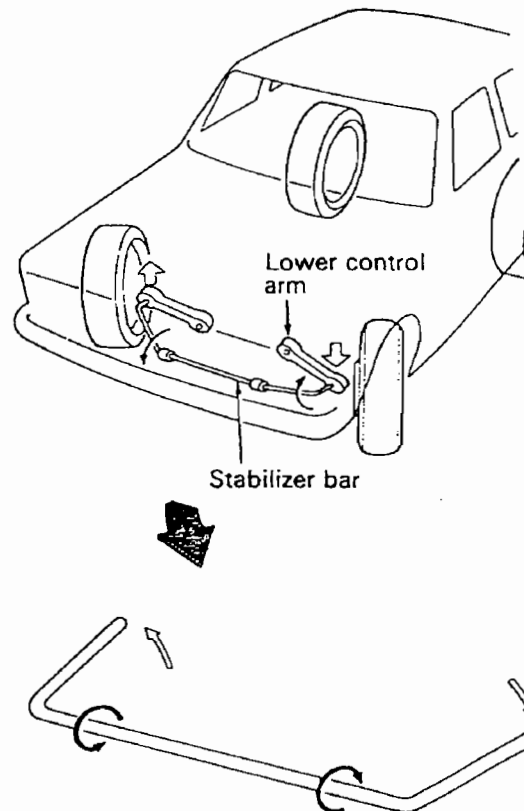
## 6. Stabilizer Bar

### a. Uraian

Stabilizer berfungsi untuk mengurangi kemiringan kendaraan akibat gaya sentrifugal pada saat kendaraan membelok. Disamping itu untuk meningkatkan traksi ban.



Untuk suspensi depan, Stabilizer bar biasanya dipasang pada kedua lower arm melalui bantalan karet dan linkage. Pada bagian tengah diikat ke frame atau body pada dua tempat melalui bushing.



Gambar 1.15. STABILIZER BAR

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

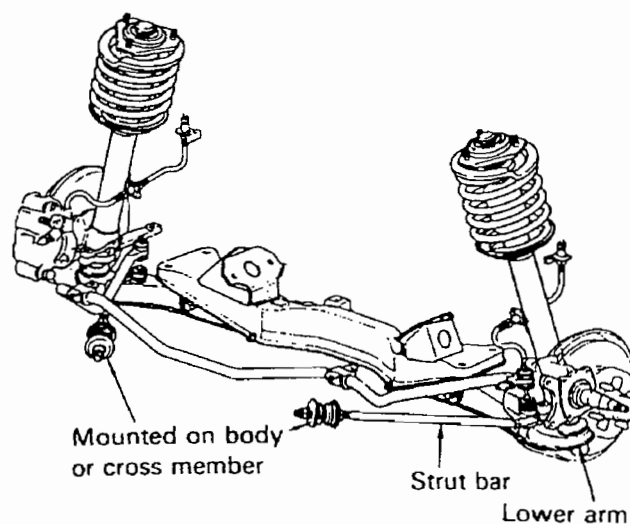
#### b. Cara Kerja

Bila roda kanan dan kiri bergerak ke atas dan ke bawah secara bersamaan dengan arah dan jarak yang sama, stabilizer bar harus bebas dari puntiran.

Umumnya pada saat kendaraan membelok, pegas roda bagian luar ( outer spring ) tertekan dan pegas roda bagian dalam ( inner ) mengembang. Akibatnya stabilizer bar akan terpuntir karena salah satu ujungnya tertekan ke atas dan ujung lainnya bergerak ke bawah. Batang stabilizer cenderung menahan terhadap puntiran ini berfungsi mengurangi body roll dan memelihara body dalam batas kemiringan yang aman.

### 7. Strut Bar

Seperti diperlihatkan pada gambar di bawah, salah satu ujung strut bar dipasang pada lower suspension arm dan ujung lainnya diikat ke bracket strut bar yang diikatkan ke body atau cross member melalui bantalan karet. Strut bar berfungsi untuk menahan lower arm agar tidak bergerak maju atau mundur pada saat menerima kejutan dari permukaan jalan yang tidak rata atau dorongan akibat terjadinya pengereman.

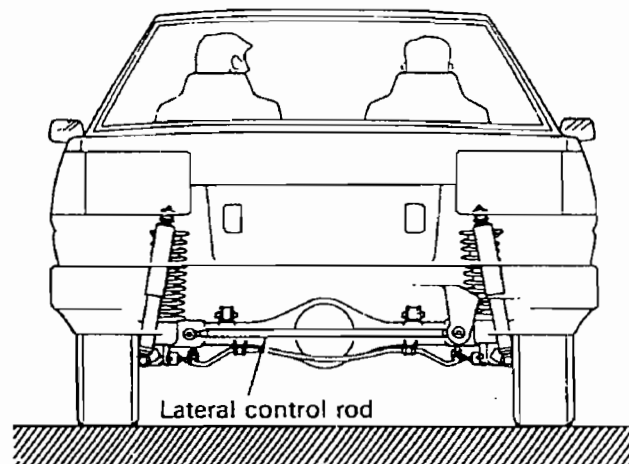


Gambar 1.16. STRUT BAR

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

## 8. Lateral Control Rod

Lateral Control Rod dipasang diantara axle dan body kendaraan. Tujuannya untuk menahan axle pada posisinya terhadap beban dari samping.

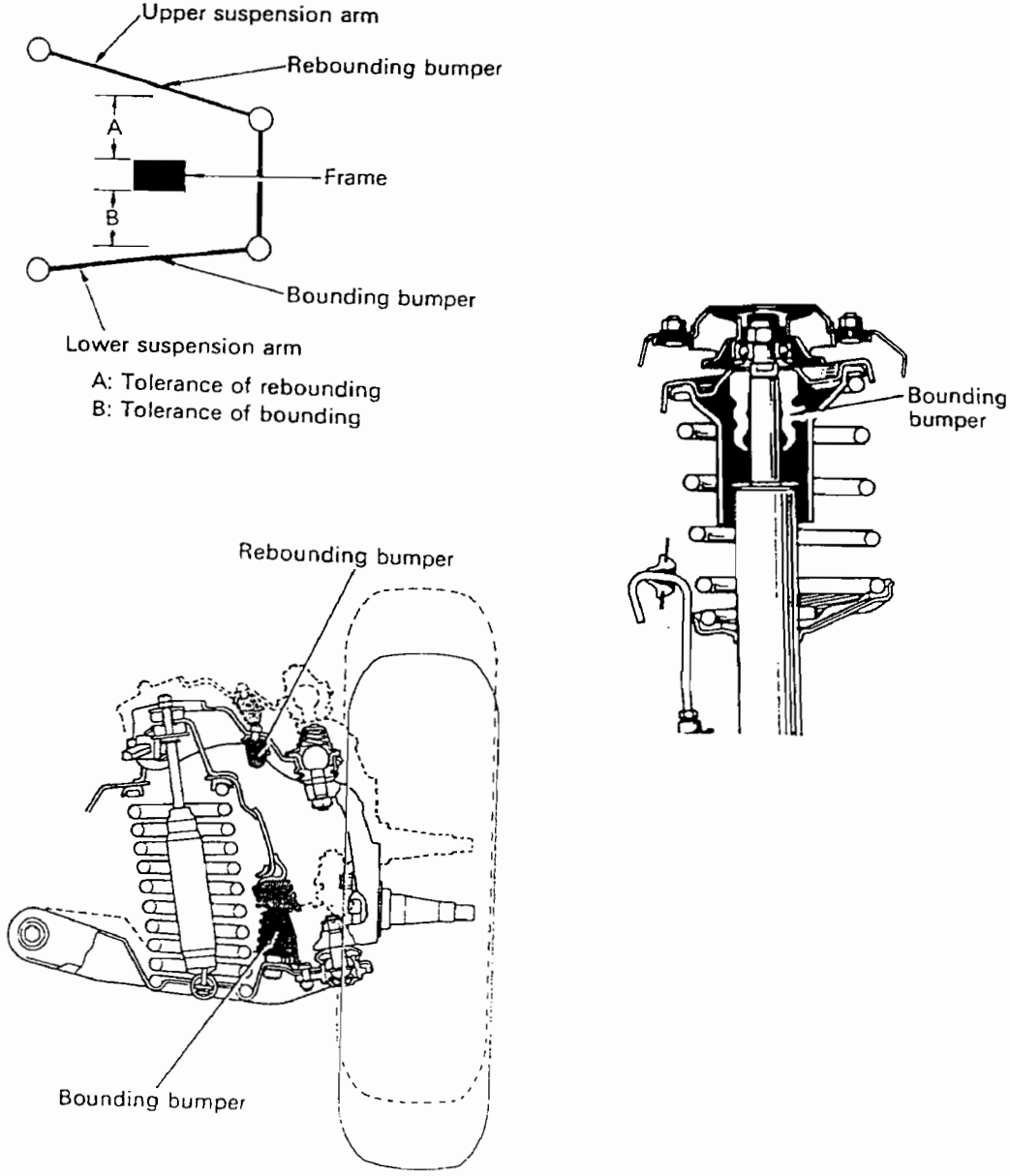


Gambar 1.17. LATERAL CONTROL ROD

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

## 9. Bumper

Pada saat kendaraan melalui jalan yang berlubang atau tonjolan besar, pegas mengerut dan mengembang secara berlebihan. Keadaan ini dapat menyebabkan kerusakan komponen lainnya. Untuk itu bounding dan rebounding bumper dipasang sebagai pelindung frame, axle, shock absorber dan lain-lain pada waktu pegas mengerut dan mengembang di luar batas maksimumnya.

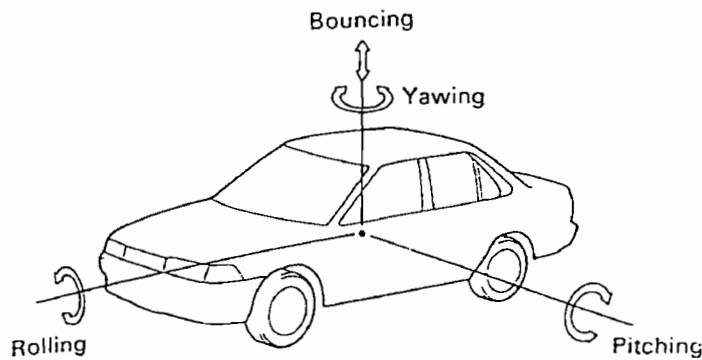


Gambar 1.18. BOUNDING BUMPER

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

## 10. Oskilasi Body

Gambar di bawah ini menunjukkan jenis-jenis oskilasi body kendaraan.



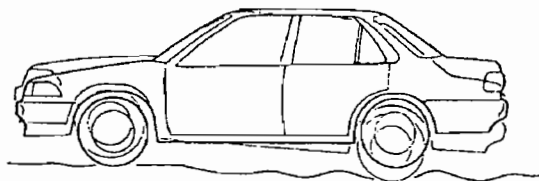
Gambar 1.19. OSKILASI BODY KENDARAAN

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

### PITCHING

Pitching adalah gerakan atau bergoyang bagian depan dan belakang kendaraan ke atas dan ke bawah terhadap titik pusat gravitasi kendaraan.

Gejala ini terjadi ketika kendaraan melalui jalan yang bertonjolan atau lubang. Disamping itu pitching mudah terjadi pada kendaraan yang pegasnya lemah.

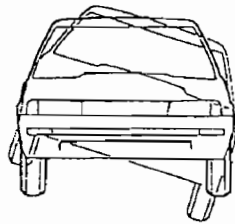


Gambar 1.20. PITCHING

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

## **ROLLING**

Bila kendaraan membelok atau melalui tonjolan jalan, maka pegas pada satu sisi kendaraan mengembang dan pegas pada sisi lainnya mengerut. Keadaan ini mengakibatkan body rolling pada arah samping (sisi ke sisi).



Gambar 1.21. **ROLLING**

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

## **BOUNCING**

Bouncing adalah gerakan naik turun body kendaraan secara keseluruhan. Gejala ini mungkin terjadi pada kecepatan kendaraan tinggi dan pada jalan bergelombang, demikian pula bila pegas suspensi lemah.

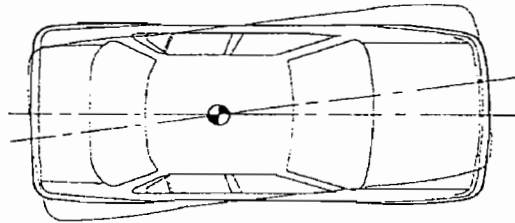


Gambar 1.22. **BOUNCING**

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

## YAWING

Yawing adalah gerakan body kendaraan mengarah memanjang ke kanan dan ke kiri terhadap titik berat kendaraan. Yawing kemungkinan terjadi pada jalan yang menyebabkan pitching.



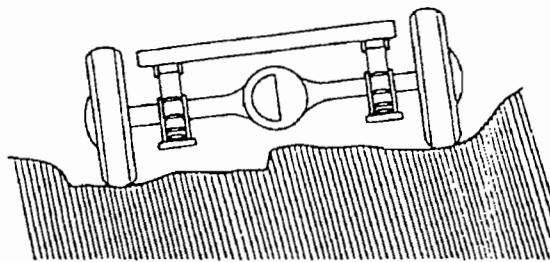
Gambar 1.23. YAWING

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

## 11. Tipe dan Karakteristik Suspensi

Menurut Konstruksinya suspensi dapat digolongkan menjadi dua tipe.

1. Pada suspensi tipe rigid, roda kiri dan kanan dihubungkan oleh axle tunggal.

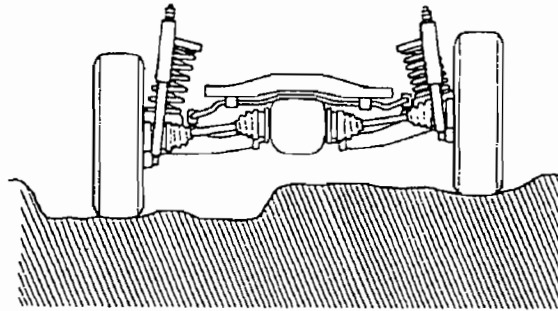


Gambar 1.24. SUSPENSİ RIGID

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

## 2. Suspensi Model Bebas

Pada suspensi model bebas ( independent suspension ), masing-masing pada roda kiri dan kanan bergerak bebas ( independen ).

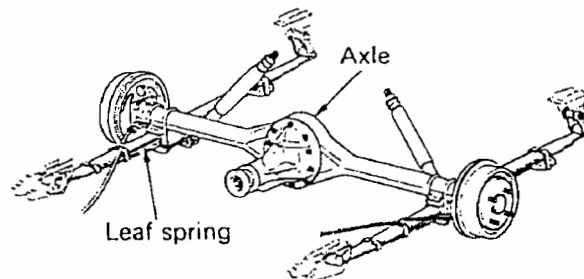


Gambar 1.25. **SUSPENSI INDEPENDEN**

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

### SUSPENSI RIGID AXLE

Pada suspensi rigid axle ( rigid axle suspension ), roda kiri dan kanan dihubungkan oleh axle tunggal. Axle dihubungkan ke body dan frame melalui pegas ( pegas daun atau pegas koil ). Suspensi rigid banyak digunakan pada roda depan dan belakang bus dan truck dan pada roda belakang mobil penumpang. Hal ini karena konstruksinya kuat dan sederhana.



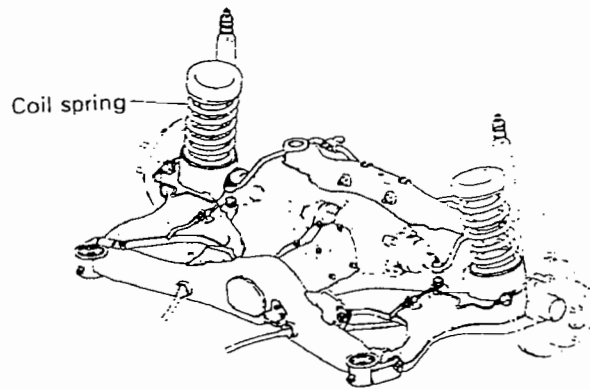
Gambar 1.26. **SUSPENSI RIGID AXLE**

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.



### **SUSPENSİ MODEL BEBAS**

Pada suspensi model bebas ( independent suspension ), roda-roda kiri dan kanan tidak dihubungkan secara langsung pada axle tunggal. Kedua roda dapat bergerak secara bebas tanpa saling mempengaruhi. Biasanya suspensi model bebas ini digunakan pada roda depan mobil penumpang dan truck kecil. Sekarang suspensi model bebas digunakan juga pada roda belakang mobil penumpang.



Gambar 1.27. **SUSPENSİ INDEPENDEN**

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

### **SISTEM SUSPENSİ DEPAN**

Perbedaan besar antara suspensi depan dan belakang disebabkan roda depan dapat membelok. Ketika kendaraan membelok atau melalui jalan yang tidak rata, roda-rodanya menerima gaya dari permukaan jalan. Suspensi berfungsi menyerap gaya-gaya ini agar kendaraan berjalan sesuai dengan arah yang diinginkan. Disamping itu untuk mencegah roda bergoyang, bergerak ke arah depan, samping, secara berlebihan, atau merubah kemiringan roda, hal ini akan



mempengaruhi kestabilan kendaraan. Karena faktor inilah suspensi model bebas sering digunakan pada roda depan. Sebagai contoh suspensi model bebas adalah tipe macpherson strut dan tipe double wishbone.

### **TIPE MACPHERSON STRUT**

Suspensi tipe ini banyak digunakan pada roda depan mobil ukuran kecil dan medium.

#### **Konstruksi**

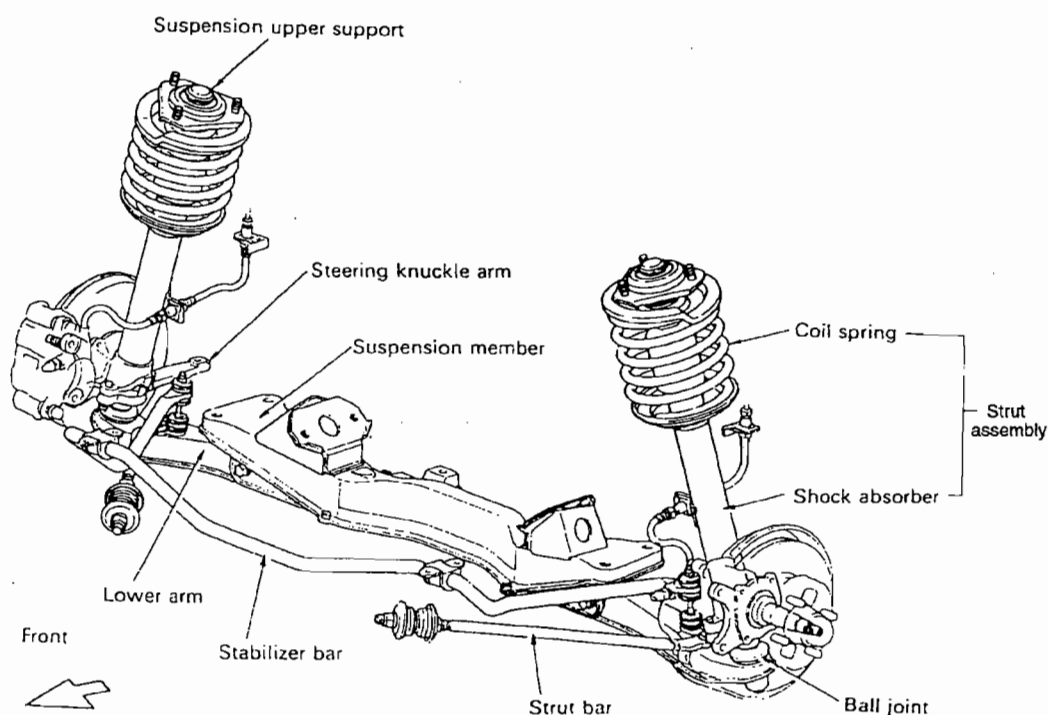
Komponen suspensi tipe strut adalah : lower arm, strut bar, stabilizer bar dan strut assembly.

1. Ujung lower arm dipasang pada suspension member melalui bushing karet dan dapat bergerak naik turun. Ujung lainnya dipasang ke steering knuckle arm melalui ball joint.
2. Strut bar berfungsi menahan gaya yang bekerja pada roda pada arah depan belakang. Salah satu ujung strut bar dipasang pada lower arm dan ujung yang lainnya diikat pada cross member melalui bracket dan karet bantalan.
3. Stabilizer bar berfungsi mengurangi kemiringan kendaraan ketika membelok dan menambah kemampuan cengkram roda terhadap jalan agar kendaraan stabil. Stabilizer bar dipasang pada lower arm

melalui bushing karet dan ring, dan pada body melalui bushing karet.

4. Pegas koil dipasang pada rakitan strut, dan shock absorber ditempatkan di dalam rakitan strut.

Sebagai bagian dari suspension linkage, shock absorber berfungsi menyerap kejutan dari jalan dan menopang berat kendaraan. Bagian atasnya dipasang pada fender apron melalui bantalan karet dan bearing. Bagian bawah strut diikat dengan baut pada steering knuckle.



Gambar 1.28. SUSPENSI TIPE MACPHERSON

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

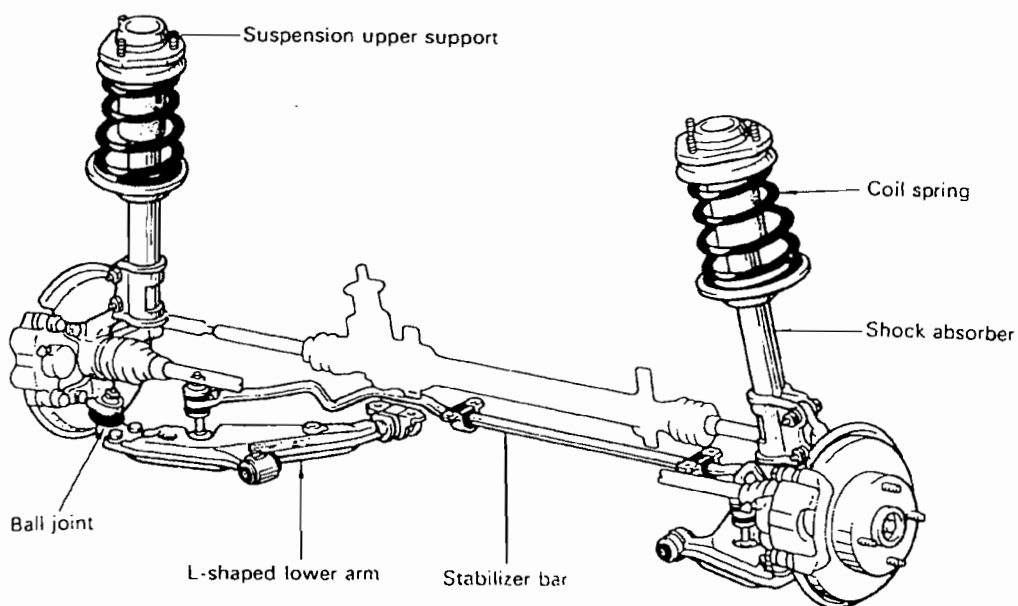
## TIPE MACPHERSON STRUT DENGAN LOWER ARM BERBENTUK L

### **Konstruksi**

Ada beberapa macam bentuk lower arm yang digunakan untuk menopang roda dan body kendaraan. Diantaranya adalah bentuk lower arm berbentuk L. Bentuk ini ada yang digunakan pada kendaraan yang mesinnya di depan dan penggerak roda depan.

Lower arm berbentuk L ini diikat pada body pada dua tempat melalui bushing, dan ke steering knuckle melalui ball joint.

Keuntungannya dapat menahan gaya dari arah samping maupun arah depan belakang sehingga tidak perlu menggunakan strut bar.



Gambar 1.29. **TIPE MACPHERSON STRUT DENGAN LOWER ARM BERBENTUK L**

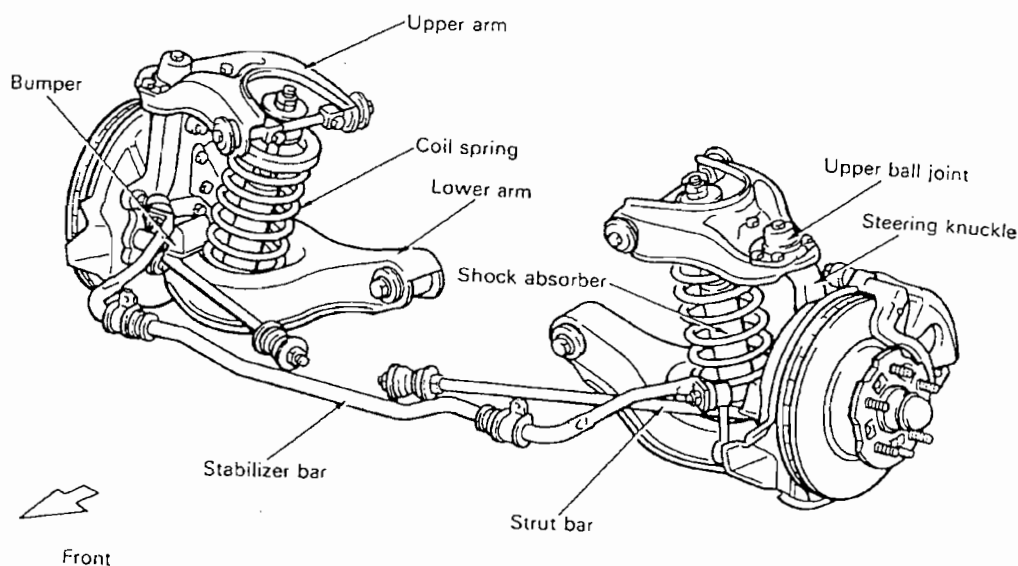
Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

### TIPE DOUBLE WISHBONE DENGAN PEGAS KOIL

Suspensi model bebas ini banyak digunakan pada roda depan mobil penumpang dan truck kecil.

#### **Konstruksi**

Roda dipasang pada body melalui dua lengan suspensi (upper dan lower arm). Shock absorber dan pegas koil dipasang diantara kedua arm tersebut di atas, steering knuckle dan frame. Salah satu ujung arm dipasang pada body atau frame melalui bushing, dan ujung lainnya pada steering knuckle melalui ball joint. Bagian atas shock absorber diikat pada body atau frame, dan bagian bawahnya ke lower arm. Pegas koil terletak diantara lower arm dan body atau frame.

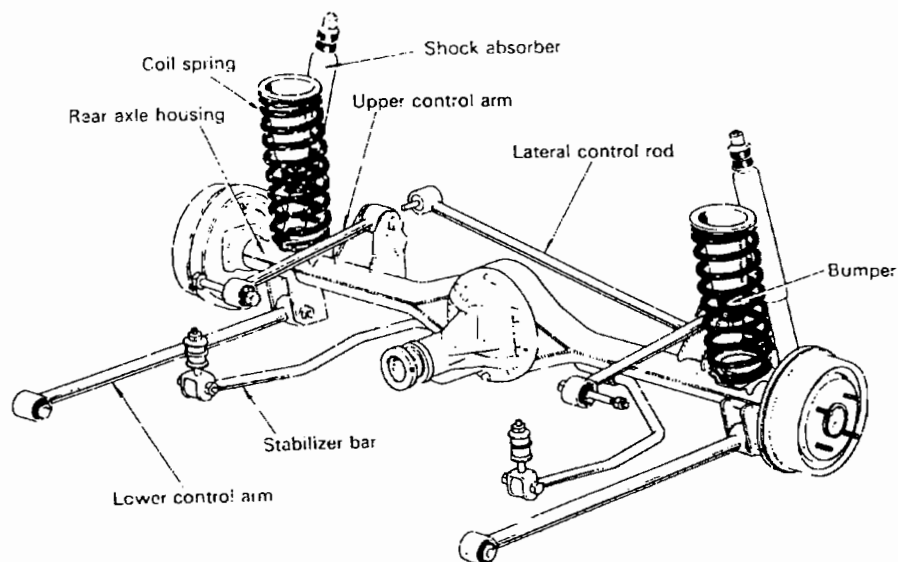


Gambar 1.30. **TIPE DOUBLE WISHBONE DENGAN PEGAS KOIL**

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

### SISTEM SUSPENSI BELAKANG

Pada umumnya suspensi belakang menerima berat yang berlebihan dari penumpang dan barang. Keadaan ini menimbulkan kesukaran dalam menentukan kekerasan pegasnya. Apabila pegas dibuat cukup keras untuk beban berat, akan menjadi terlalu keras bila kendaraan hanya dinaiki pengemudi. Sebaliknya bila dibuat cukup lembut untuk dinaiki pengemudi, pegas akan menjadi terlalu lemah sewaktu mendapat beban berat, demikian pula keadaan dengan shock absorber. Keadaan ini dapat diatasi dengan menggunakan pegas daun atau tipe pegas lain yang mempunyai konstanta yang variabel, shock absorber yang diisi gas, dan lain-lain. Suspensi belakang dirancang agar axle selalu pada posisi yang benar, dan bila melalui jalan yang tidak rata roda-roda melambung tanpa mempengaruhi kestabilan arah roda depan.



Gambar 1.31. SUSPENSI BELAKANG TIPE 4 LINK

Sumber : Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

## BAB II

### DATA DAN UKURAN BUS

Untuk merancang sistem suspensi pada sebuah kendaraan, kita memerlukan data-data tentang ukuran dan berat dari kendaraan tersebut. Di bawah ini merupakan data-data dari sebuah Bus dengan kapasitas muat 50 orang dengan tipe Mercedes Benz, sasis panjang OH 1518/60.

#### Spesifikasi Teknik OH 1518/60

Model mesin	: OM 366 A Turbo
Tipe mesin	: Diesel, 6 silinder, segaris, pendingin air, injeksi langsung
Diameter/Langkah	: 97,5 / 133 mm
Total isi silinder	: 5958 cc
Daya mesin (ISO 1585)	: 135 kW / 184 HP pada 2600 rpm
Torsi maksimum (ISO 1585)	: 590 Nm / 60 mkp pada 1600 rpm
<b>Model Kopling</b>	<b>: GMF 350</b>
Tipe	: Pelat kering tunggal dengan pegas spiral
Kontrol	: Hidrolis
<b>Transmisi</b>	<b>: G4/65-6/9,0 (6-kecepatan, sinkromes penuh)</b>
Perbandingan gigi transmisi	: 8,958/5,106/3,071/2,064/1,391/1,00 R=8,42
Kecepatan maksimum	: 102 km/jam
Sudut tanjak maksimum	: 18°

<b>Gandar Depan</b>	<b>: VL 3/7 D-5</b>
Tipe	: Rigid
Beban gandar diijinkan	: 5.000 kg
<b>Gandar Belakang</b>	<b>: HH 4/12 D-10</b>
Tipe	: Banjo axle, gigi hipoid
Beban gandar diijinkan	: 10.000 kg
Perbandingan gigi akhir	: 4,88 (39 : 8)
<b>Suspensi</b>	
Depan	: Pegas daun dilengkapi dengan shock absorber dan stabilizer
Belakang	: Pegas daun dilengkapi dengan shock absorber dan stabilizer
<b>Sistem Rem</b>	<b>: Udara tekan penuh</b>
Rem kaki	: Udara tekan sirkit ganda
Rem parkir	: Tabung gas kendali udara tekan
Rem msin	: Pneumatik
<b>Kemudi</b>	<b>: Power steering ZF 8063</b>
<b>Ukuran Ban / Pelk</b>	<b>: 10.00-20 / 7.00-20</b>
<b>Sistem Kelistrikan</b>	<b>: 24 Volt</b>
Kapasitas baterai	: 2x12 V / 150 Ah
Altenator	: 28 V / 55 A



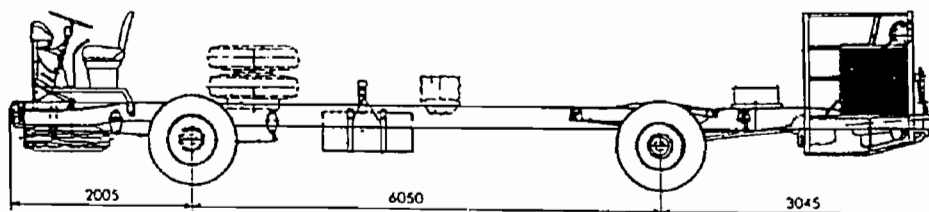
**Kapasitas Tangki Bahan Bakar : 210 liter**

**Ukuran Utama**

Jarak sumbu roda	: 6050 mm
Julur depan	: 2005 mm
Julur belakang	: 3045 mm
Panjang total	: 11100 mm
Lebar	: 2442 mm
Tinggi	: 1946 mm
Lebar jejak depan	: 2136 mm
Lebar jejak belakang	: 1817 mm
Radius putar minimum	: 10600 mm

**Berat Sasis**

Gandar depan	: 1260 kg
Gandar belakang	: 3580 kg
Berat total	: 4840 kg
GVW	: 15000 kg



Gambar 2.1. **BUS OH 1518/60**

Sumber : Main Distributor Daimler Cheyster Distribution Indonesia

Dari data di atas, akan dirancang sebuah sistem suspensi dengan menggunakan pegas spiral guna mengganti pegas daun yang sudah ada.

Berat kosong kendaraan 9.000 kg dengan menentukan berat rata-rata penumpang dan barang yang dibawa sebesar 120 kg per orang maka :

$$50 \text{ orang} \times 120 \text{ kg} = 6.000 \text{ kg}$$

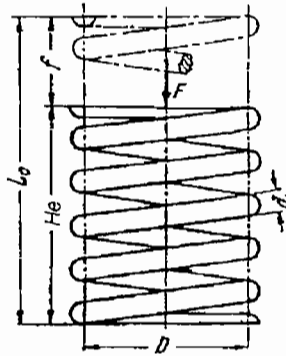
Berat kosong kendaraan ditambah berat penumpang :

$$9.000 \text{ kg} + 6.000 \text{ kg} = 15.000 \text{ kg}$$

## BAB III

### PERHITUNGAN SISTIM SUSPENSI

#### A. PERHITUNGAN PEGAS



Gambar 3.1. PEGAS SPIRAL

Pegas yang digunakan untuk bus ini adalah pegas spiral, dengan berat total bus 150.000 N. Sedangkan beban gandar depan dan belakang yang akan ditopang pegas adalah :

Beban yang diijinkan untuk gandar depan : 50.000 N

Beban yang diijinkan untuk gandar belakang : 100.000 N

Dengan membagi dua beban gandar yang diijinkan maka beban yang harus ditopang oleh setiap pegas adalah :

Pegas pada gandar depan : 25.000 N

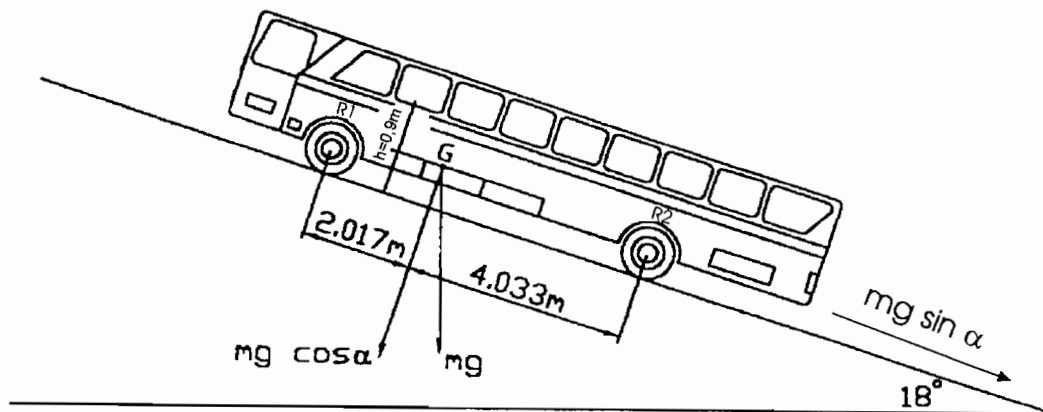
Pegas pada gandar belakang : 50.000 N

Beban ini adalah beban pada saat bus dalam keadaan diam dan berbeban penuh. Sedangkan ketika bus mulai bergerak maka pegas akan mengalami perubahan beban. Perubahan itu adalah sebagai berikut :

### 1. Perhitungan Gaya Pada Bus Saat Melalui Jalan Yang Menanjak

Saat bus diam.

Dari data bus yang ada di Bab II diperoleh sudut tanjak bus adalah  $18^\circ$ .



Gambar 3.2. BUS DALAM KEADAAN MENANJAK

$$\begin{aligned} m \cdot g &= 15000 \cdot 10 \\ &= 150000 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m \cdot g \cdot \cos \alpha &= 15000 \cdot 10 \cdot \cos 18 \\ &= 142658,4 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m \cdot g \cdot \sin \alpha &= 15000 \cdot 10 \cdot \sin 18 \\ &= 46352,54 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$6,05 \cdot R_2 - 4,033 (142658,4) - 0,9 (46352,54) = 0$$

$$6,05 \cdot R_2 - 575341,32 - 41717,28 = 0$$

$$R_2 = \frac{617058,6}{6,05}$$

$$R_2 = 101993,15 \text{ N}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$142658,4 (2,017) - 46352,54 (0,9) - 6,05 \cdot R_1 = 0$$

$$287741,9 - 41717,28 - 6,05 \cdot R_1 = 0$$

$$R_1 = \frac{329459,18}{6,05}$$

$$R_1 = 54456,06 \text{ N}$$

Saat bus bergerak dengan percepatan (a) m/det<sup>2</sup>.

Bus dianggap mampu mencapai kecepatan 60 km/jam dari keadaan diam dengan jarak 100 m.

$$v^2 = 2 \cdot a \cdot s$$

$$3,6 \text{ km/jam} = 1 \text{ m/det.}$$

$$a = \frac{v^2}{2 \cdot s}$$

$$a = \frac{(60/3,6)^2}{2 \cdot 100} = 1,38 \text{ m/det}^2.$$

$$m \cdot a = 15000 \cdot 1,38$$

$$= 20700 \text{ N}$$

$$F = m \cdot a$$

$$h = 0,9 \text{ m}$$

$$\Sigma M_A = F \cdot h$$

$$6,05 \cdot R_2 - 4,033 (142658,4) - 0,9 (46352,54) = 20700 (0,9)$$

$$6,05 \cdot R_2 - 617058,6 = 18630$$

$$R_2 = \frac{635688,6}{6,05}$$

$$R_2 = 105072,49 \text{ N}$$

$$\Sigma M_B = F \cdot h$$

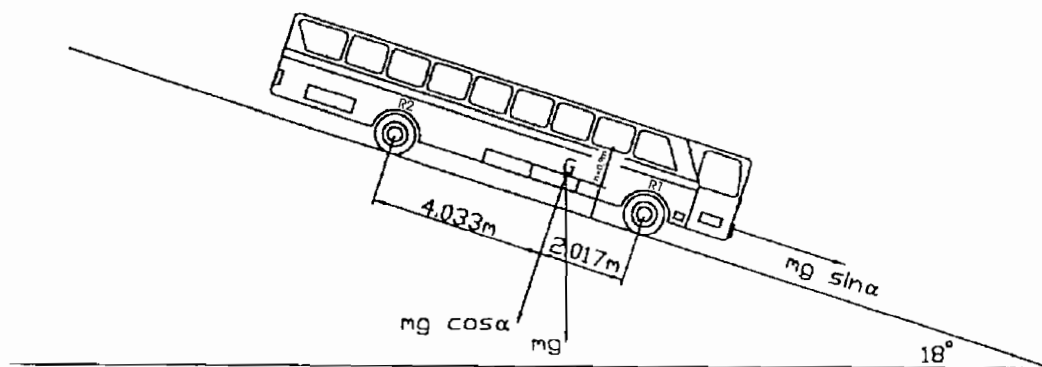
$$142658,4 (2,017) - 46352,54 (0,9) - 6,05 \cdot R_1 = 20700 (0,9)$$

$$6,05 \cdot R_1 = 18630 + 329459,18$$

$$R_1 = \frac{348089,18}{6,05}$$

$$R_1 = 57535,4 \text{ N}$$

## 2. Perhitungan Gaya Pada Bus Saat Melalui Jalan Yang Menurun



Gambar 3.3. BUS DALAM KEADAAN MENURUN

$$\Sigma M_A = 0$$

$$6,05 \cdot R_2 - 2,017 (142658,4) - 0,9 (46352,54) = 0$$

$$6,05 \cdot R_2 - 287741,9 - 41717,28 = 0$$

$$R_2 = \frac{329459,18}{6,05}$$

$$R_2 = 54456,06 \text{ N}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$142658,4 (4,033) - 46352,54 (0,9) - 6,05 \cdot R_1 = 0$$

$$575341,32 - 41717,28 - 6,05 \cdot R_1 = 0$$

$$R_1 = \frac{533624,04}{6,05}$$

$$R_1 = 88202,32 \text{ N}$$

Saat bus menurun dengan perlambatan  $a = -6 \text{ m/dt}^2$ .

$$m \cdot a = 15000 \cdot -6$$

$$= -90000 \text{ N}$$

$$\Sigma M_A = F \cdot h$$

$$6,050 \cdot R_2 - 2,017 (142658,4) - 0,9 \cdot (46352,54) = -90000 \cdot 0,9$$

$$6,050 \cdot R_2 = 329459,18 - 81000$$

$$R_2 = \frac{248459,18}{6,050}$$

$$= 41067,6 \text{ N}$$

$$\Sigma M_B = F \cdot h$$

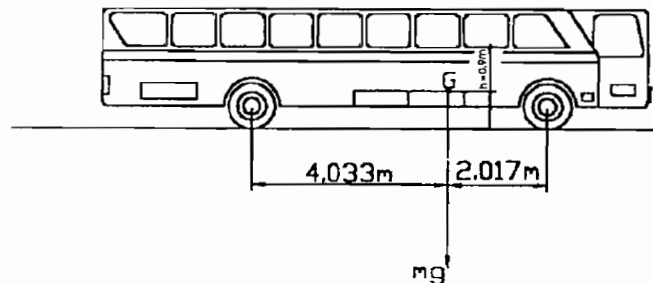
$$-6,050 \cdot R_1 + 142658,4 \cdot 4,033 + 46352,54 \cdot 0,9 = -90000 \cdot 0,9$$

$$-6,050 \cdot R_1 = -617058,61 - 81000$$

$$R_1 = \frac{698058,61}{6,050}$$

$$R_1 = 115381,58 \text{ N}$$

### 3. Perhitungan Gaya Pada Bus Saat Melalui Jalan Datar



Gambar 3.4. BUS PADA JALAN DATAR

$$\Sigma M_A = 0$$

$$R_2 \cdot 6,05 - 150000 \cdot 4,033 = 0$$

$$6,05 \cdot R_2 = 604950$$

$$R_2 = \frac{604950}{6,05}$$

$$R_2 = 99991,7\text{N}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$6,05 \cdot R_1 - 150000 \cdot 2,017 = 0$$

$$6,05 \cdot R_1 = 302550$$

$$R_1 = \frac{302550}{6,05}$$

$$R_1 = 50008,28 \text{ N}$$

Saat bus bergerak dengan percepatan ( $a$ ) =  $1,6 \text{ m/det}^2$ .

$$m \cdot a = 15000 \cdot 1,6$$

$$= 24000 \text{ N}$$



$$\Sigma M_A = F \cdot h$$

$$150000 \cdot 4,033 + R_2 \cdot 6,05 = 24000 \cdot 0,9$$

$$6,05 \cdot R_2 = 604950 + 21600$$

$$R_2 = \frac{626550}{6,05}$$

$$R_2 = 103561,9 \text{ N}$$

$$\Sigma M_B = F \cdot h$$

$$150000 \cdot 2,017 + 6,05 \cdot R_1 = 24000 \cdot 0,9$$

$$6,05 \cdot R_1 = 302550 + 21600$$

$$R_1 = \frac{324150}{6,05}$$

$$R_1 = 53578,5 \text{ N}$$

Saat bergerak dengan perlambatan (a) =  $-6 \text{ m/det}^2$ .

$$m \cdot a = 15000 \cdot -6$$

$$= -90000 \text{ N}$$

$$\Sigma M_A = F \cdot h$$

$$6,05 \cdot R_2 - 150000 \cdot 4,033 = -90000 \cdot 0,9$$

$$6,05 \cdot R_2 = 604950 - 81000$$

$$6,05 \cdot R_2 = 523950$$

$$R_2 = \frac{523950}{6,05}$$

$$R_2 = 86603,3 \text{ N}$$

$$\Sigma M_B = F \cdot h$$

$$150000 \cdot 2,017 + 6,05 \cdot R_1 = -90000 \cdot 0,9$$

$$302550 + 6,05 \cdot R_1 = -81000$$

$$6,05 \cdot R_1 = -81000 - 302550$$

$$R_1 = \frac{383550}{6,05}$$

$$R_1 = 63396,69 \text{ N}$$

#### 4. Perhitungan Pegas Depan

Bahan yang digunakan untuk pegas ini adalah baja pegas tahan karat 67SiCr5 dengan tegangan geser ( $\sigma_d$ ) = 1.670 N/mm<sup>2</sup> dan modulus geser  $G = 80.000 \text{ N/mm}^2$ .

1. Dari perhitungan yang dilakukan, diperoleh gaya maksimal yang harus ditopang oleh pegas pada gandar depan adalah sebesar 115.381,58 N.
2. Karena menggunakan empat buah pegas pada setiap gandar, maka gaya yang harus ditopang oleh setiap pegas  $F = 30000 \text{ N}$ .
3. Perbandingan diameter kawat dengan diameter rata-rata ( $w$ ) = 5.
4. Diameter kawat pegas ( $d$ ) mm.

$$d = \sqrt{\frac{8wF}{\sigma_{d \text{ ijin}} \pi}} \quad 1)$$

$$\sigma_d = \text{tegangan geser}$$

$$\sigma_{d \text{ ijin}} = \sigma_d \cdot 0,4$$

$$= 1670 \cdot 0,4$$

$$= 688 \text{ N/mm}^2.$$

---

<sup>1)</sup> G. Nieman, Elemen Mesin, Ir. Anton Budiman Dipl. Ing. Ir. Bambang Priambodo. 1986, Erlangga, hal. 121

5. Faktor keamanan  $F_c = 2,5$

$$d = \sqrt{\frac{8.5.30000}{688.3,14}} = 23,57 \text{ mm}$$

$$d = 24 \text{ mm}$$

6. Diameter rata-rata pegas (D)

$$w = D/d \quad 2)$$

$$5 = D/24$$

$$D = 120 \text{ mm}$$

7. Menghitung lendutan pegas ( f )

$$f = \frac{8.D^3.n.F}{G.d^4} \quad 3)$$

n = jumlah gulungan yang memegas.

$$n = 6$$

$$f = \frac{8.120^3.6.30000}{80000.24^4}$$

$$= 93,75 \text{ mm}$$

8. Menghitung konstanta pegas ( $K_s$ )

$$K_s = \frac{G.d^4}{8.n.D^3} \quad 4)$$

$$= \frac{80000.24^4}{8.6.120^3}$$

$$= 320 \text{ N/mm}$$

---

<sup>2)</sup> Ibid, hal 222

<sup>3)</sup> Ibid, hal 221

<sup>4)</sup> Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Ir. Sularso, MSME, Kiyokatsu Suga. 1991, PT. Pradnya Paramita, hal. 318

9. Panjang pegas bebas ( $L_o$ )

$$L_o = i_g \cdot d + (0,3 \cdot d \cdot n) + f \quad ^5)$$

$$i_g = n + 2 \quad ^6)$$

$$= 6 + 2$$

$$= 8$$

$$L_o = 8 \cdot 24 + (0,3 \cdot 24 \cdot 6) + 93,75$$

$$= 328,95 \text{ mm}$$

10. Panjang pegas mampat ( $H_c$ )

$$H_c = (1,5 + n) \cdot d \quad ^7)$$

$$H_c = (1,5 + 6) \cdot 24$$

$$= 180 \text{ mm}$$

11. Panjang pegas pada awal terpasang ( $H_s$ )

$$H_s = L_o - \frac{w_o}{K_s} \quad ^8)$$

$w_o$  = berat kosong kendaraan yang harus ditopang oleh pegas.

$$w_o = 7.500 \text{ N}$$

$$H_s = 328,25 - \frac{7500}{320}$$

$$H_s = 305,51 \text{ mm}$$

12. Panjang pegas pada beban maksimum ( $H_e$ ).

$$H_e = H_s - (F - w_o) / K_s \quad ^9)$$

---

<sup>5)</sup> G. Nieman, hal. 222

<sup>6)</sup> G. Niemen, hal. 222

<sup>7)</sup> Sularso, hal. 320

<sup>8)</sup> Sularso, hal. 320

<sup>9)</sup> Sularso, hal. 320

$$\begin{aligned}
 H_e &= 305,51 - (30000 - 7500) / 320 \\
 &= 235,20 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

13. Kelonggaran kawat untuk keadaan awal terpasang ( $C_s$ ) dan kelonggaran pada lendutan maksimum ( $C_e$ ) adalah :

$$\begin{aligned}
 C_s &= (H_s - H_e) / (n + 1,5) \quad ^{10)} \\
 &= (305,51 - 180) / (6 + 1,5) \\
 &= 16,74 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_e &= (H_e - H_c) / (n + 1,5) \quad ^{11)} \\
 &= (235,20 - 180) / (6 + 1,5) \\
 &= 7,36 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

## 5. Perhitungan Pegas Belakang

1. Dari perhitungan yang dilakukan, diperoleh gaya maksimal yang harus ditopang oleh pegas pada gandar belakang adalah sebesar 105.072,49 N.
2. Karena menggunakan empat buah pegas pada setiap gandar, maka gaya yang harus ditopang oleh setiap pegas  $F = 35.000 \text{ N}$ .
3. Perbandingan diameter kawat dengan diameter rata-rata  $w = 5$ .
4. Bahan pegas belakang sama dengan pegas depan.
5. Diameter kawat ( $d$ ).

$$\begin{aligned}
 d &= \sqrt{\frac{8wF}{\sigma_{d \text{ ijin}} \pi}} \\
 \sigma_d &= \text{tegangan geser} \\
 \sigma_{d \text{ ijin}} &= \sigma_d \cdot 0,4 \\
 &= 1670 \cdot 0,4 \\
 &= 688 \text{ N/mm}^2.
 \end{aligned}$$

---

<sup>10)</sup> Sularso, hal. 320

6. Faktor keamanan  $F_c = 2,5$

$$d = \sqrt{\frac{8.5.35000}{688.3,14}} = 26 \text{ mm}$$

$$d = 26 \text{ mm}$$

7. Diameter rata-rata pegas (D)

$$w = D/d$$

$$5 = D/26$$

$$D = 130 \text{ mm}$$

8. Menghitung lendutan pegas ( f )

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

n = jumlah gulungan yang memegas.

$$n = 6$$

$$\begin{aligned} f &= \frac{8.130^3.6.35000}{80000.26^4} \\ &= 100,96 \text{ mm} \end{aligned}$$

9. Menghitung konstanta pegas ( $K_s$ )

$$\begin{aligned} K_s &= \frac{G.d^4}{8.n.D^3} \\ &= \frac{80000.26^4}{8.6.130^3} \\ &= 346,67 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

10. Panjang pegas bebas ( $L_o$ )

$$L_o = i_g . d + (0,3 . d . n) + f$$

$$i_g = n + 2$$

---

<sup>11)</sup> Sularso, hal. 320

$$= 6 + 2$$

$$= 8$$

$$L_o = 8 \cdot 26 + (0,3 \cdot 26 \cdot 6) + 100,96$$

$$= 355,76 \text{ mm}$$

11. Panjang pegas mampat ( $H_c$ )

$$H_c = (1,5 + n) \cdot d$$

$$H_c = (1,5 + 6) \cdot 26$$

$$= 195 \text{ mm}$$

12. Panjang pegas pada awal terpasang ( $H_s$ )

$$H_s = L_o - \frac{w_o}{K_s}$$

$w_o$  = berat kosong kendaraan yang harus ditopang oleh pegas.

$$w_o = 15000 \text{ N}$$

$$H_s = 355,76 - \frac{15000}{346,67}$$

$$H_s = 312,49 \text{ mm}$$

13. Panjang pegas pada beban maksimum ( $H_e$ ).

$$H_e = H_s - (F - w_o) / K_s$$

$$H_e = 312,49 - (35000 - 15000) / 346,67$$

$$= 254,8 \text{ mm}$$

14. Kelonggaran kawat untuk keadaan awal terpasang ( $C_s$ ) dan kelonggaran pada lendutan maksimum ( $C_e$ ) adalah :

$$C_s = (H_s - H_c) / (n + 1,5)$$

$$= (312,49 - 195) / (6 + 1,5)$$

$$= 15,67 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 C_e &= (H_e - H_c) / (n + 1,5) \\
 &= (254,8 - 195) / (6 + 1,5) \\
 &= 7,97 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Pegas tekan pada dasarnya adalah kolom yang sangat lunak. Jika pegas cukup ramping, maka akan mudah terjadi tekukan. Agar tak terjadi tekukan maka :

$$L_o / D < 5^{12)}$$

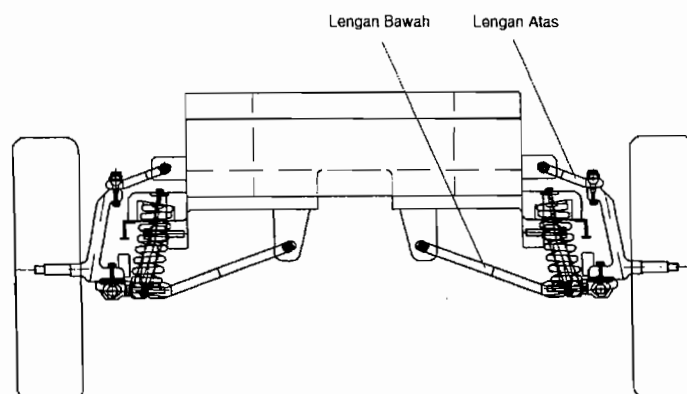
Untuk pegas depan.

$$\begin{aligned}
 L_o / D &< 5 \\
 328,95 / 120 &= 2,74 \\
 2,74 &< 5 \text{ (Baik)}
 \end{aligned}$$

Untuk pegas belakang.

$$\begin{aligned}
 L_o / D &< 5 \\
 328,95 / 130 &= 2,53 \\
 2,53 &< 5 \text{ (Baik)}
 \end{aligned}$$

## B. Perancangan Lengan Suspensi Depan



Gambar 3.5. SUSPENSI DEPAN TIPE WISHBONE

<sup>12)</sup> Sularso, hal. 320



Tipe suspensi yang digunakan dalam perancangan ini adalah tipe Double Wishbone. Model suspensi ini banyak digunakan pada kendaraan-kendaraan penumpang dan truck kecil. Pada tipe suspensi ini terdapat dua lengan, lengan atas dan lengan bawah dengan panjang lengan atas 250 mm dan panjang lengan bawah 750 mm. Bahan yang digunakan pada perancangan lengan suspensi ini adalah St 60 karena bahan tersebut mudah dikerjakan dan dibentuk dengan tegangan tekuk  $\sigma_t$  300 N/mm<sup>2</sup>.

### 1. Perhitungan Lengan Suspensi Atas

Gaya yang diterima oleh lengan suspensi akibat kendaraan melalui jalan yang berbelok.

$$F_y = \frac{m \cdot v^2}{R_j} \quad 13)$$

dengan :

$m$  = Massa kendaraan (kg).

$v$  = Kecepatan kendaraan waktu berbelok (m/det).

$R_j$  = Jari-jari jalan (m).

Tabel 3.1. Jari-jari tikungan yang disarankan.<sup>14)</sup>

Kecepatan rencana km/jam	Jari-jari minimum yang disarankan m
100	700
80	400
60	200
50	150
40	100
30	65
20	30

<sup>13)</sup> Niemann, G, Anton Budiman, Dipl.Ing., Bambang Priambodo, 1994, *Elemen Mesin*, Jakarta, Penerbit Erlangga, hal. 46.

<sup>14)</sup> Artamonov, M.D., Harionov, V.A., Morin, M.M., 1976, *Motor Vehicles Fundamental and Design*, Moscow : MIR Publisher.

$$m = 15000 \text{ kg}$$

$$v = 40 \text{ km/jam}$$

$$R_j = 100 \text{ m}$$

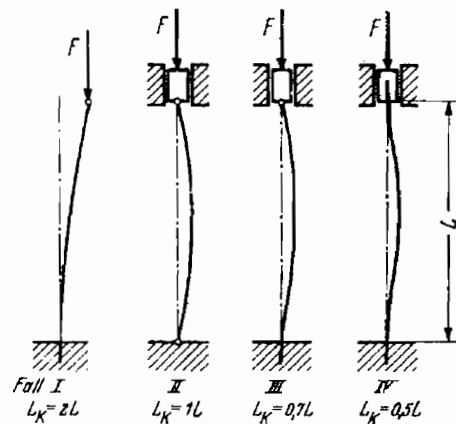
$$F_y = \frac{15000 \text{ kg} \times \left(\frac{40}{3,6} \text{ m/det}\right)^2}{100 \text{ m}}$$

$$= 1666,66 \text{ N}$$

$$\text{Panjang lengan suspensi (L)} = 250 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar lengan suspensi (b)} = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal lengan suspensi (h)} = 30 \text{ mm}$$



Gambar 3.6. Jenis Tumpuan

Sumber : G. Nieman, Ir. Anton Budiman Dipl. Ing. Ir. Bambang Priambodo, *Elemen Mesin*, Erlangga, 1986.

Jenis tumpuan yang digunakan adalah Sendi-Sendi maka :

Panjang tekuk bebas dari batang yang mendapat tekanan ( $L_k$ ) :

$$L_k = L \quad ^{15)}$$

$$= 250 \text{ mm}$$

<sup>15)</sup> Niemann, G, Anton Budiman, Dipl.Ing., Bambang Priambodo, 1994, *Elemen Mesin*, Jakarta, Penerbit Erlangga, hal. 50.

Jari-jari girasi dari penampang ( $r_g$ ) :

$$r_g = \sqrt{I/A} \quad 16)$$

dengan :

$I$  = Momen inersia bidang ( $\text{mm}^4$ )

$A$  = Luas penampang ( $\text{mm}^2$ )

$$I = I_y = \frac{h \cdot b^3}{12} \quad 17)$$

$$= \frac{30 \text{ mm} \times (200 \text{ mm})^3}{12}$$

$$= 20.000.000 \text{ mm}^4$$

$$A = h \cdot b$$

$$= 30 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$$

$$= 6.000 \text{ mm}^2$$

$$r_g = \sqrt{20000000 \text{ mm}^4 / 6000 \text{ mm}^2}$$

$$= \sqrt{3333,333 \text{ mm}^2}$$

$$= 57,735 \text{ mm}$$

Koefisien kelangsingan ( $\lambda$ ) :

$$\lambda = \frac{L_k}{r_g} \quad 18)$$

dengan :

$\lambda$  = Koefisien kelangsingan (tanpa satuan).

$L_k$  = Panjang tekuk bebas (mm).



<sup>16)</sup> Ibid.

<sup>17)</sup> Ibid., hal. 42.

<sup>18)</sup> Ibid., hal. 50.

$r_g$  = Jari-jari girasi dari penampang (mm).

$$\lambda = \frac{250}{57,735}$$

$$= 4,33$$

Tegangan tekuk ( $\sigma_k$ )

$$\sigma_k = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2}$$

dengan :

$\sigma_k$  = Tegangan tekuk ( $N/mm^2$ )

E = Modulus Elastisitas ( $N/mm^2$ )

Tabel 3.2. Harga Minimum  $\lambda$  Untuk Rumus Euler

Bahan	$\sigma_p$ N/mm <sup>2</sup>	E N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_k \cdot \lambda^2 = \pi^2 \cdot E$ N/mm <sup>2</sup>	Rumus $\lambda \geq$	EULER $L_k \geq$	TETMAJER $\sigma_k$ N/mm <sup>2</sup>	
Baja St37	205	$2,1 \cdot 10^5$	$20,7 \cdot 10^5$	100	25 d *	310 – 1,14 $\lambda$ sampai 335 – 0,62 $\lambda$ 776 – 12 $\lambda$ + 0,053 $\lambda^2$ – 29,3 – 0,194 $\lambda$	untuk St37 bis St52
Baja St60	240	$2,1 \cdot 10^5$	$20,7 \cdot 10^5$	93	23 d		
Baja pegas 1	575	$2,1 \cdot 10^5$	$20,7 \cdot 10^5$	60	15 d		
Cor kelabu	154	$1 \cdot 10^5$	$9,87 \cdot 10^5$	80	20 d		
Duralumin	200	$0,7 \cdot 10^5$	$6,9 \cdot 10^5$	59	14,8 d		
Kayu pinus	9	$0,1 \cdot 10^5$	$0,98 \cdot 10^5$	100	25 d		

Sumber : G. Nieman, Ir. Anton Budiman Dipl. Ing. Ir. Bambang Priambodo,  
*Elemen Mesin*, Erlangga, 1986.

Dari tabel diatas diperoleh :

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_k = \frac{3,14^2 \times 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{4,33^2}$$

$$= 110.433,99 \text{ N/mm}^2$$

Karena harga  $\lambda$  tidak memenuhi harga minimum untuk rumus Euler dan  $\sigma_k$  lebih besar dari  $\sigma_p$ , maka persamaan yang digunakan adalah persamaan Tatmajer.

Tegangan tekuk menurut Tatmajer ( $\sigma_{kt}$ ) :

$$\sigma_{kt} = 310 - 1,14 \lambda \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 &= 310 - (1,14 \cdot 4,33) \text{ N/mm}^2 \\
 &= 305,06 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Gaya tekan yang diijinkan ( $F_i$ ) :

$$F_i = \frac{A \cdot \sigma_{k_t}}{S_k}$$

dengan :

$A$  = Luas penampang ( $\text{mm}^2$ )

$\sigma_k$  = Tegangan tekuk menurut Tatmajer ( $\text{N/mm}^2$ )

$S_k$  = Faktor keamanan (3 – 10)

Harga  $S_k$  yang diambil adalah : 10.

$$\begin{aligned}
 F_i &= \frac{6000 \text{ mm}^2 \times 305,06 \text{ N/mm}^2}{10} \\
 &= 183036 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Gaya yang bekerja pada batang ( $F$ ) :

$$F = 1666,66 \text{ N}$$

$F < F_i$ , batang tidak mengalami tekukan.

## 2. Perhitungan Lengan Suspensi Bawah

$$F = 1666,66 \text{ N}$$

Panjang lengan suspensi ( $L$ ) = 750 mm

Lebar lengan suspensi ( $b$ ) = 500 mm<sup>1</sup>

Tebal lengan suspensi ( $h$ ) = 35 mm

Jenis tumpuan yang digunakan adalah : Sendi-sendi.

Dengan menggunakan persamaan yang sama dengan persamaan yang digunakan dalam perancangan lengan suspensi atas, maka :

Panjang tekuk bebas batang ( $L_k$ ) :

$$\begin{aligned} L_k &= L \\ &= 750 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jari-jari girasi dari penampang ( $r_g$ ) :

$$r_g = \sqrt{I/A}$$

Momen inersia bidang ( $I$ ) :

$$\begin{aligned} I &= \frac{h \cdot b^3}{32} \\ &= \frac{35 \text{ mm} \times (500 \text{ mm})^3}{32} \\ &= 136.718.750 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Luas penampang ( $A$ ) :

$$\begin{aligned} A &= b \cdot h \\ &= 500 \text{ mm} \times 35 \text{ mm} \\ &= 17.500 \text{ mm}^2 \\ r_g &= \sqrt{136718750 \text{ mm}^4 / 17500 \text{ mm}^2} \\ &= 88,38 \text{ mm} \end{aligned}$$

Koefisien kelangsingan ( $\lambda$ ) :

$$\lambda = \frac{L_k}{r_g}$$

$$= \frac{750}{88,38}$$

$$= 8,48$$

Tegangan tekuk ( $\sigma_k$ ) :

$$\begin{aligned}\sigma_k &= \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2} \\ &= \frac{3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{8,48^2} \\ &= 28792,99 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$\lambda < 93$  dan  $\sigma_k > \sigma_p$ , Rumus Euler tak berlaku.

Tegangan tekuk  $\sigma_{k_t}$  menurut Tatmajer :

$$\begin{aligned}\sigma_{k_t} &= 310 - (1,14 \cdot \lambda) \text{ N/mm}^2 \\ &= 310 - (1,14 \cdot 8,48) \text{ N/mm}^2 \\ &= 300,33 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

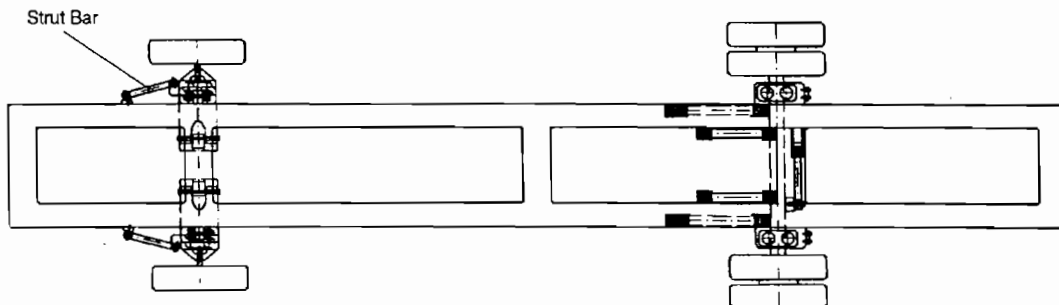
Gaya tekan yang diijinkan ( $F_i$ ) :

$$\begin{aligned}F_i &= \frac{A \cdot \sigma_{k_t}}{S_k} \\ A &= 17500 \text{ mm}^2 \\ S_k &= 10 \\ F_i &= \frac{17500 \text{ mm}^2 \times 300,33 \text{ N/mm}^2}{10} \\ &= 525577,5 \text{ N}\end{aligned}$$

Gaya yang bekerja pada batang ( $F$ ) = 1666,66 N

$F < F_i$ , tidak terjadi tekukan.

### C. Perancangan Strut Bar



Gambar 3.7. STRUT BAR

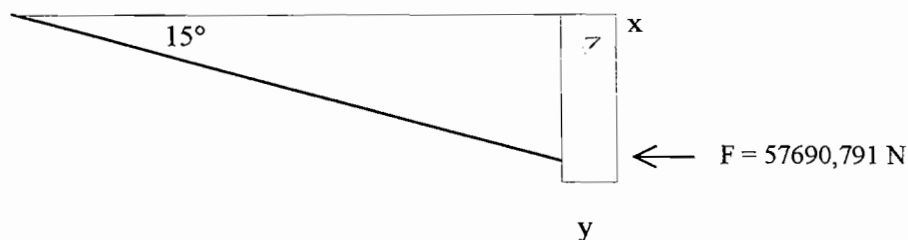
Strut bar berfungsi untuk menahan lengan suspensi bawah agar tidak bergerak maju, mundur pada saat menerima kejutan ketika melewati jalan yang tidak rata atau dorongan akibat terjadinya pengereman. Salah satu ujung strut bar dipasang pada lengan bawah suspensi depan suatu kendaraan dan ujung yang lain dipasang pada body kendaraan. Bahan yang digunakan pada perancangan strut bar ini adalah baja bulat St.60 dengan tegangan tekuk  $\sigma_b = 300 \text{ N/mm}^2$ .

#### 1. Perhitungan Strut Bar

Gaya akibat pengereman ( $F_x$ ) = 115381,58 N (lihat hal. 38).

Karena terdapat dua buah strut bar maka :

$$\begin{aligned} F &= 115381,58 \text{ N} : 2 \\ &= 57690,791 \text{ N} \end{aligned}$$



Gambar 3.8. POSISI STRUT BAR



$$F = 57690,79 \cdot \cos 75^\circ$$

$$F = 14931,47 \text{ N}$$

Panjang strut bar ( L ) = 600 mm.

Diameter strut bar ( d ) = 60 mm.

Jenis tumpuan yang digunakan adalah : Sendi-Sendi, dengan :

Panjang tekuk bebas batang (  $L_k$  ) :

$$\begin{aligned} L_k &= L \\ &= 600 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jari-jari girasi dari penampang (  $r_g$  ) :

$$r_g = \sqrt{I/A}$$

Momen inersia bidang ( I ) :

$$\begin{aligned} I &= \frac{\pi \cdot d^4}{64} \quad 19) \\ &= \frac{3,14 \times (60 \text{ mm})^4}{64} \\ &= 635.850 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Luas penampang ( A ) :

$$\begin{aligned} A &= \pi \frac{d^2}{4} \\ &= 3,14 \times \frac{(60 \text{ mm})^2}{4} \\ &= 2826 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_g &= \sqrt{635850 \text{ mm}^4 / 2826 \text{ mm}^2} \\ &= 15 \text{ mm} \end{aligned}$$

---

<sup>19)</sup> Ibid., hal. 42.

Koefisien kelangsingan ( $\lambda$ ) :

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{L_k}{r_g} \\ &= \frac{600 \text{ mm}}{15 \text{ mm}} \\ &= 40\end{aligned}$$

Tegangan tekuk ( $\sigma_k$ ) :

$$\begin{aligned}\sigma_k &= \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2} \\ &= \frac{3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{40^2} \\ &= 1294,07 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$\lambda < 93$  dan  $\sigma_k > \sigma_p$ , tidak sesuai dengan rumus Euler.

Tegangan tekuk menurut Tatmajer ( $\sigma_{kt}$ ) :

$$\begin{aligned}\sigma_{kt} &= 310 - (1,14 \cdot \lambda) \text{ N/mm}^2 \\ &= 310 - (1,14 \times 40) \text{ N/mm}^2 \\ &= 264,4 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Gaya tekan yang diijinkan ( $F_i$ ) :

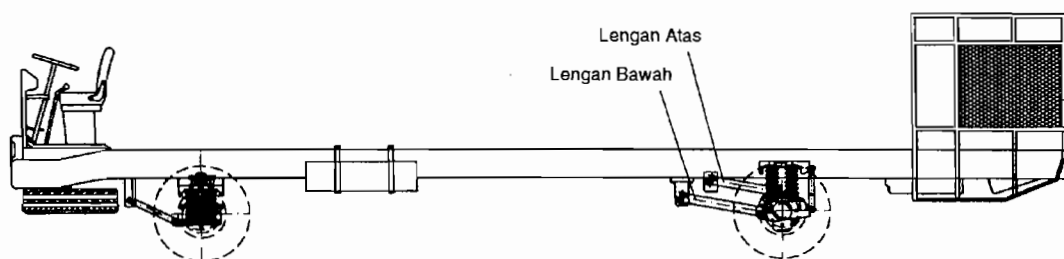
$$\begin{aligned}F_i &= \frac{A \cdot \sigma_{kt}}{S_k} \\ S_k &= 10 \\ F_i &= \frac{2826 \text{ mm}^2 \times 264,4 \text{ N/mm}^2}{10} \\ &= 74719,44 \text{ N}\end{aligned}$$

Gaya yang diterima oleh strut bar (F) :

$$F = 14931,47 \text{ N}$$

$F < F_i$  , tidak terjadi tekukan.

#### D. Perancangan Lengan Suspensi Belakang



Gambar 3.9. LENGAN SUSPENSİ BELAKANG TIPE 4 LINK

Tipe lengan suspensi yang digunakan dalam perancangan ini adalah tipe 4 link, dengan menggunakan bahan baja karbon St 60 dengan tegangan tekuk  $\sigma_b$  300 N/mm<sup>2</sup>. Pada tipe suspensi 4 link ini terdapat dua buah lengan, lengan atas dan lengan bawah.

##### 1. Perhitungan Lengan Suspensi Atas

Dengan cara yang sama dengan cara yang digunakan dalam perhitungan lengan suspensi depan maka :

Gaya akibat pengereman ( $F_x$ ) = 86603,3 N (lihat hal. 40).

Karena terdapat 4 buah lengan suspensi maka :

$$\begin{aligned} F &= 86603,3 \text{ N} : 4 \\ &= 21650,825 \text{ N} \end{aligned}$$

Panjang lengan suspensi ( L ) = 800 mm.

Diameter lengan suspensi ( d ) = 85 mm.

Jenis tumpuan yang digunakan adalah : Sendi-Sendi.

Panjang tekuk bebas batang ( $L_k$ ) :

$$\begin{aligned} L_k &= L \\ &= 800 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jari-jari girasi dari penampang (  $r_g$  ) :

$$r_g = \sqrt{I/A}$$

Momen inersia bidang ( I ) :

$$\begin{aligned} I &= \frac{\pi \cdot d^4}{64} \\ &= \frac{3,14 \times (85 \text{ mm})^4}{64} \\ &= 2.561.033,16 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Luas penampang ( A ) :

$$\begin{aligned} A &= \pi \cdot \frac{d^2}{4} \\ &= 3,14 \times \frac{(85 \text{ mm})^2}{4} \\ &= 5671,625 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_g &= \sqrt{2561093,16 \text{ mm}^4 / 5671,625 \text{ mm}^2} \\ &= 21,24 \text{ mm} \end{aligned}$$

Koefisien kelangsingan ( $\lambda$ ) :

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{L_k}{r_g} \\ &= \frac{800 \text{ mm}}{21,24 \text{ mm}} \\ &= 37,66\end{aligned}$$

Tegangan tekuk ( $\sigma_k$ ) :

$$\begin{aligned}\sigma_k &= \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2} \\ &= \frac{3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{37,66^2} \\ &= 1459,88 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$\lambda < 93$  dan  $\sigma_k > \sigma_p$  maka rumus yang digunakan adalah rumus Tatmajer.

Tegangan tekuk menurut Tatmajer ( $\sigma_{kt}$ ) :

$$\begin{aligned}\sigma_{kt} &= 310 - (1,14 \cdot \lambda) \text{ N/mm}^2 \\ &= 310 - (1,14 \times 37,66) \text{ N/mm}^2 \\ &= 267,03 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Gaya tekan yang diijinkan ( $F_i$ ) :

$$\begin{aligned}F_i &= \frac{A \cdot \sigma_{kt}}{S_k} \\ S_k &= 10 \\ F_i &= \frac{5671,625 \text{ mm}^2 \times 267,03 \text{ N/mm}^2}{10} \\ &= 151449,40 \text{ N}\end{aligned}$$

Gaya yang bekerja pada batang ( $F$ ) = 21650,825 N

$F < F_i$  , tidak mengalami tekukan. Aman.

## 2. Perhitungan Lengan Suspensi Bawah

Panjang lengan suspensi ( $L$ ) = 1.000 mm

Diameter lengan suspensi ( $d$ ) = 95 mm

Jenis tumpuan yang digunakan adalah : Sendi-Sendi.

Panjang tekuk bebas batang ( $L_k$ ) :

$$\begin{aligned} L_k &= L \\ &= 1.000 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jari-jari girasi dari penampang ( $r_g$ ) :

$$r_g = \sqrt{I/A}$$

Momen inersia bidang ( $I$ ) :

$$\begin{aligned} I &= \frac{\pi \cdot d^4}{64} \\ &= \frac{3,14 \times (95 \text{ mm})^4}{64} \\ &= 3.996.171,289 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Luas penampang ( $A$ ) :

$$\begin{aligned} A &= \pi \cdot \frac{d^2}{4} \\ &= 3,14 \times \frac{(95 \text{ mm})^2}{4} \\ &= 7084,625 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$r_g = \sqrt{3996171,284 \text{ mm}^4 / 7084,625 \text{ mm}^2}$$

$$= 23,74 \text{ mm}$$

Koefisien kelangsingan ( $\lambda$ ) :

$$\lambda = \frac{L_k}{r_g}$$

$$= \frac{1000 \text{ mm}}{23,74 \text{ mm}}$$

$$= 42,12$$

Tegangan tekuk ( $\sigma_k$ ) :

$$\sigma_k = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2}$$

$$= \frac{3,14^2 \times 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{42,12^2}$$

$$= 1167,08 \text{ N/mm}^2$$

$\lambda < 93$  dan  $\sigma_k > \sigma_p$  , tidak sesuai dengan Euler.

Tegangan tekuk menurut Tatmajer ( $\sigma_{kt}$ ) :

$$\sigma_{kt} = 310 - (1,14 \times \lambda) \text{ N/mm}^2$$

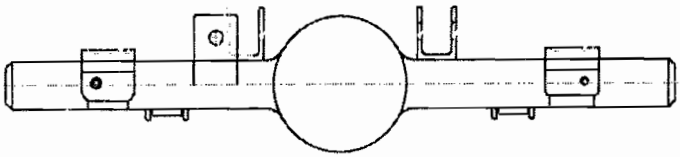
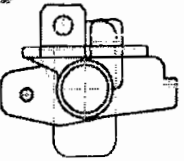
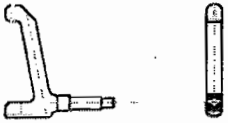
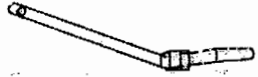
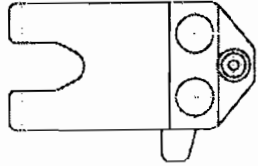
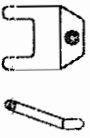
$$= 310 - (1,14 \times 42,12) \text{ N/mm}^2$$

$$= 261,98 \text{ N/mm}^2$$

Gaya tekan yang diijinkan ( $F_i$ ) :

$$F_i = \frac{A \cdot \sigma_{kt}}{S_k}$$

$$S_k = 10$$





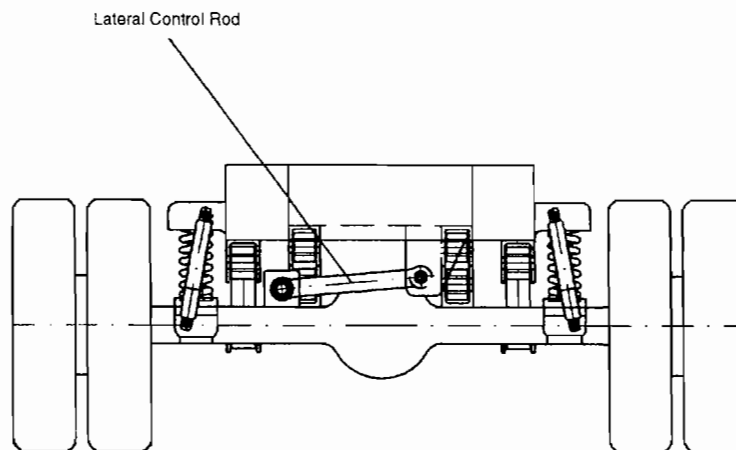

$$F_i = \frac{7084,625 \text{ mm}^2 \times 261,98 \text{ N/mm}^2}{10}$$

$$= 184662,13 \text{ N}$$

Gaya yang bekerja pada lengan ( $F$ ) = 21650,825

$F < F_i$  , tidak terjadi tekukan. Aman.

### E. Perancangan Lateral Control Rod



Gambar 3.10. LATERAL CONTROL ROD

Lateral control rod dipasang diantara lengan suspensi dan body kendaraan. Lateral control rod digunakan untuk menahan lengan suspensi terhadap gaya-gaya dari samping, dan biasanya digunakan pada suspensi bagian belakang suatu kendaraan. Pada perancangan lateral control rod ini bahan yang digunakan adalah baja bulat St 60 dengan tegangan tekuk  $\sigma_b$  300 N/mm<sup>2</sup>. Untuk merancang lateral control rod maka kita perlu mengetahui gaya dari samping yang bekerja pada suatu kendaraan.

### 1. Perhitungan Lateral Control Rod

Gaya dari samping akibat kendaraan yang berbelok ( $F_y$ ) :

$$F_y = \frac{m \cdot v^2}{R_j}$$

$$m = 15000 \text{ kg}$$

$$v = 40 \text{ m/det}$$

$$R_j = 100 \text{ m}$$

$$F_y = \frac{15000 \text{ kg} \times \left( \frac{40}{3,6} \text{ m/det} \right)^2}{100 \text{ m}}$$

$$F_y = 1666,66 \text{ N}$$

Panjang lateral control rod = 650 mm.

Diameter lateral control rod = 70 mm.

Jenis tumpuan yang digunakan adalah : Sendi-Sendi.

Panjang tekuk bebas batang ( $L_k$ ) :

$$\begin{aligned} L_k &= L \\ &= 650 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jari-jari girasi dari penampang ( $r_g$ ) :

$$r_g = \sqrt{I/A}$$

Momen inersia bidang ( $I$ ) :

$$\begin{aligned} I &= \frac{\pi \cdot d^4}{64} \\ &= \frac{3,14 \cdot (70 \text{ mm})^4}{64} \\ &= 1.177.990,62 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Luas penampang ( A ) :

$$\begin{aligned}
 A &= \pi \cdot \frac{d^2}{4} \\
 &= 3,14 \times \frac{(70 \text{ mm})^2}{4} \\
 &= 3846,5 \text{ mm}^2 \\
 r_g &= \sqrt{1177990,62 \text{ mm}^4 / 3846,5 \text{ mm}^2} \\
 &= 17,49 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Koefisien kelangsingan (  $\lambda$  ) :

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \frac{L_k}{r_g} \\
 &= \frac{650 \text{ mm}}{17,49 \text{ mm}} \\
 &= 37,16
 \end{aligned}$$

Tegangan tekuk (  $\sigma_k$  ) :

$$\begin{aligned}
 \sigma_k &= \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2} \\
 &= \frac{3,14^2 \times 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{37,16^2} \\
 &= 1494,43 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$\lambda < 93$  dan  $\sigma_k > \sigma_p$  , Rumus Euler tidak berlaku.

Tegangan tekuk menurut Tatmajer (  $\sigma_{kt}$  ) :

$$\sigma_{kt} = 310 - (1,14 \times \lambda) \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 &= 310 - (1,14 \times 37,16) \text{ N/mm}^2 \\
 &= 267,63 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Gaya tekan yang diijinkan ( $F_i$ ) :

$$F_i = \frac{A \cdot \sigma_{k_i}}{S_k}$$

$$S_k = 10$$

$$\begin{aligned}
 F_i &= \frac{3846,5 \text{ mm}^2 \cdot 267,63 \text{ N/mm}^2}{10} \\
 &= 102943,87 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Gaya yang bekerja pada lateral control rod ( $F$ ) = 1666,66 N.

$F < F_i$  , aman.

## F. Perancangan Gandar

### 1. Perhitungan Gandar Suspensi Depan

Momen lengkung ( $M_l$ ) :

$$M_l = F_v \cdot S$$

dengan  $F_v$  = Gaya vertikal (N).

$S$  = Panjang (mm).

Diameter gandar ( $d$ ) :

$$d = 2,17 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_l}{\sigma_b}} \quad ^{20)}$$

Bahan yang digunakan untuk gandar adalah baja untuk poros St 60

dengan :

---

<sup>20)</sup> Niemann, G, Anton Budiman, Dipl.Ing., Bambang Priambodo, 1994, *Elemen Mesin*, Jakarta, Penerbit Erlangga, hal. 321.

$$\sigma_b = 300 \text{ N/mm}^2.$$

$$\begin{aligned}\sigma_{b \text{ ijin}} &= \sigma_b \times 0,5 \\ &= 300 \text{ N/mm}^2 \times 0,5 \\ &= 150 \text{ N/mm}^2.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_l &= 25.000 \text{ N} \times 100 \text{ mm} \\ &= 2500000 \text{ N.mm}.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}d &= 2,17 \cdot \sqrt[3]{\frac{2.500.000 \text{ N.mm}}{150 \text{ N/mm}^2}} \\ &= 55,49 \text{ mm}.\end{aligned}$$

Diameter gandar untuk suspensi depan = 56 mm.

Sedangkan tegangan geser yang diijinkan ( $\tau_a$ ) :

$$\tau_a = \sigma_B \times 0,4 \dots\dots\dots (1)^{21)}$$

dengan  $\sigma_B$  = kekuatan tarik ( $\text{N/mm}^2$ ).

$$\begin{aligned}\tau_a &= 600 \text{ N/mm}^2 \times 0,4 \\ &= 240 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$$\tau_{\max} = 4/3 \frac{F_v}{A} \dots\dots\dots (2)^{22)}$$

dengan  $F_v$  = Gaya vertikal (N).

$$\begin{aligned}A &= \text{Luas penampang (mm}^2\text{)}. \\ &= \pi r^2\end{aligned}$$

---

<sup>21)</sup> Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Ir. Sularso, MSME, Kiyokatsu Suga. 1991, PT. Pradnya Paramita.

<sup>22)</sup> Niemann, G, Anton Budiman, Dipl.Ing., Bambang Priambodo, 1994, *Elemen Mesin*, Jakarta, Penerbit Erlangga, hal. 46.

$$\begin{aligned}
 &= 3,14 \times (28 \text{ mm})^2 \\
 &= 2461,76 \text{ mm}^2 \\
 \tau_{\max} &= 4/3 \frac{25.000 \text{ N}}{2461,76 \text{ mm}^2} \\
 &= 13,5 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\tau_a > \tau_{\max}$$

$240 \text{ N/mm}^2 \gg 13,5 \text{ N/mm}^2$ , baik.

## 2. Batang Vertikal Kedudukan Gandar Roda

$$F_y = 1666,66 \text{ N}$$

Panjang batang ( L ) = 360 mm.

Diameter batang = 50 mm.

Jenis tumpuan yang digunakan : Sendi-Sendi.

$$\begin{aligned}
 L_k &= L \\
 &= 360 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Jari-jari girasi penampang (  $r_g$  ) :

$$r_g = \sqrt{I/A}$$

Momen inersia bidang ( I ) :

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{\pi \cdot d^4}{64} \\
 &= \frac{3,14 \times (50 \text{ mm})^4}{64} \\
 &= 306.640,625 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Luas penampang ( A ) :

$$\begin{aligned}
 A &= \pi \cdot \frac{d^2}{4} \\
 &= 3,14 \times \frac{(50 \text{ mm})^2}{4} \\
 &= 1962,5 \text{ mm}^2 \\
 r_g &= \sqrt{306640,625 \text{ mm}^4 / 1962,5 \text{ mm}^2} \\
 &= 12,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Koefisien kelangsingan (  $\lambda$  ) :

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \frac{L_k}{r_g} \\
 &= \frac{360 \text{ mm}}{12,5 \text{ mm}} \\
 &= 28,8
 \end{aligned}$$

Tegangan tekuk ( $\sigma_k$ )

$$\begin{aligned}
 \sigma_k &= \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2} \\
 &= \frac{3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{28,8^2} \\
 &= 2469,28
 \end{aligned}$$

$\lambda < 93$  dan  $\sigma_k > \sigma_p$  , Rumus Tatmajer.

Tegangan tekuk menurut Tatmajer ( $\sigma_{kt}$ ) :

$$\begin{aligned}
 \sigma_{kt} &= 310 - (1,14 \cdot \lambda) \text{ N/mm}^2 \\
 &= 277,168 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Gaya tekan yang diijinkan ( $F_i$ ) :

$$F_i = \frac{A \cdot \sigma_{k_i}}{S_k}$$

$$S_k = 10$$

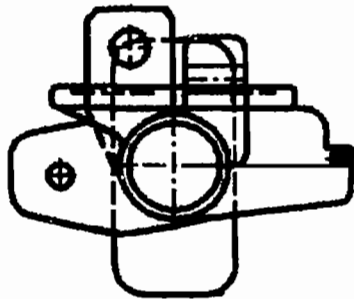
$$\begin{aligned} F_i &= \frac{1962,5 \text{ mm}^2 \cdot 277,168 \text{ N/mm}^2}{10} \\ &= 54394,22 \text{ N} \end{aligned}$$

Gaya yang bekerja pada batang ( $F$ ) :

$$F = 1666,66 \text{ N}$$

$$F < F_i, \text{ baik.}$$

### 3. Perhitungan Dudukan Pegas Gandar Belakang



Gambar 3.11. **DUDUKAN PEGAS**

Momen lengkung yang terjadi ( $M_l$ )

$$\begin{aligned} M_l &= 35.000 \times 150 \text{ mm} \\ &= 5250000 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Momen tahanan ( $W_b$ ) :

$$W_b = \frac{b \cdot h^2}{6}$$



$$b = 150 \text{ mm}$$

$$h = 35 \text{ mm}$$

$$W_b = \frac{150 \text{ mm} \times (35 \text{ mm})^2}{6}$$

$$= 30.625 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_t = \frac{M_1}{W_b}$$

$$= \frac{5250000 \text{ Nmm}}{30625 \text{ mm}^3}$$

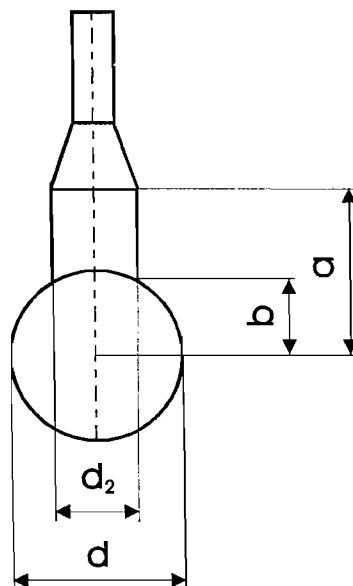
$$= 171,42 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{b \text{ ijin}} = 480 \times 0,4$$

$$= 192 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t < \sigma_{b \text{ ijin}} , \text{ baik.}$$

### G. Ball Joint



Gambar 3.12. BALL JOINT

Dalam perancangan ball joint gaya-gaya yang perlu diperhatikan adalah :

Gaya akibat pengereman ( $W_h$ ).

$$W_h = \sqrt{\left(\frac{W_f}{2}\right)^2 + \left(\frac{0,65 W}{2}\right)^2}$$

dengan  $W_f$  = Berat kendaraan bagian depan (N).

$W$  = Berat kendaraan (N).

$$\begin{aligned} W_h &= \sqrt{\left(\frac{50000 \text{ N}}{2}\right)^2 + \left(\frac{0,65 \cdot 150000 \text{ N}}{2}\right)^2} \\ &= 54786,5 \text{ N} \end{aligned}$$

Gaya akibat beban dari Samping ( $W_l$ )

$$W_l = W_h \cdot \frac{x}{y}$$

dengan  $x$  = 400 mm (Jarak ball joint terhadap tanah).

$y$  = 360 mm (Jarak ball joint atas dan bawah).

$$\begin{aligned} W_l &= 54786,5 \text{ N} \cdot \frac{400 \text{ mm}}{360 \text{ mm}} \\ &= 60873,9 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Gaya akibat jalan yang tak rata ( $W_v$ )

$$W_v = W_f \cdot \frac{3}{2}$$

$$\begin{aligned} W_v &= 50000 \text{ N} \cdot \frac{3}{2} \\ &= 75000 \text{ N} \end{aligned}$$

Tegangan yang terjadi pada join ( $\sigma$ )

$$\sigma = W_i \cdot b \cdot \frac{32}{\pi (d_2)^2} + W_v \cdot \frac{4}{\pi (d)^2}$$

$$\sigma = 60873,9 \text{ N} \cdot 20 \cdot \frac{32}{3,14 (20)^2} + 75000 \text{ N} \cdot \frac{4}{3,14 (40)^2}$$

$$= 31018,54 + 59,71$$

$$= 31078,25 \text{ N/mm}^2.$$

Bahan yang digunakan pada perancangan ball joint adalah baja inset Ck 15

dengan kekuatan tarik  $\sigma_B 650 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ .

$$\sigma_B = 650 \times 10^3 \text{ N/mm}^2.$$

$$\sigma = 31078,25 \text{ N/mm}^2.$$

$$\sigma_B \gg \sigma, \text{ baik.}$$

## BAB IV

### PENUTUP

#### A. KESIMPULAN

Dari perhitungan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa untuk mengganti pegas daun pada bus dengan berat total 15.000 kg diperlukan pegas spiral dengan ukuran sebagai berikut :

Untuk gandar depan pada setiap roda terdapat dua buah pegas dengan ukuran pegas :

Diameter pegas (d) = 24 mm

Diameter rata-rata pegas (D) = 120 mm

Konstanta pegas (k) = 320 N/mm

Panjang pegas ( $L_o$ ) = 328,95 mm

Panjang pegas pada saat diberi beban penuh ( $H_e$ ) = 235,20 mm

Panjang pegas pada saat mampat ( $H_c$ ) = 180 mm

Peredam kejut :

Shock absorber yang digunakan dalam sistem suspensi gandar depan pada bus ini adalah shock absorber dengan koefisien redaman ( $c$ ) = 4.800 Ns/mm.

Lengan suspensi :

Lengan suspensi atas :

Panjang lengan suspensi (L) = 250 mm

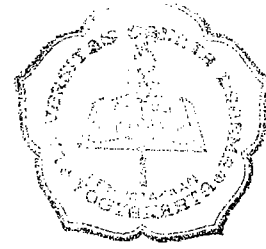
Lebar lengan suspensi (b) = 200 mm

Tebal lengan suspensi (h) = 30 mm

Bahan yang digunakan = St 60

Lengan suspensi bawah :

Panjang lengan suspensi	(L) =	750 mm
Lebar lengan suspensi	(b) =	500 mm
Tebal lengan suspensi	(h) =	35 mm
Bahan yang digunakan	=	St 60



Strut Bar :

Panjang strut bar	(L) =	600 mm
Diameter strut bar	(d) =	60 mm
Bahan yang digunakan	=	St 60

Untuk gandar belakang pada setiap roda terdapat dua buah pegas dengan ukuran pegas :

Diameter pegas	(d) =	26 mm
Diameter rata-rata pegas	(D) =	130 mm
Konstanta pegas	(k) =	346,67 mm
Panjang pegas	(L <sub>o</sub> ) =	355,76 mm
Panjang pegas pada saat diberi beban penuh	(H <sub>e</sub> ) =	254,8 mm
Panjang pegas pada saat mampat	(H <sub>c</sub> ) =	195 mm

Peredam kejut :

Shock absorber yang digunakan dalam sistem suspensi gandar depan pada bus ini adalah shock absorber dengan koefisien redaman (c) = 7.065,44 Ns/mm.

Lengan suspensi :

Lengan suspensi atas :

Panjang lengan suspensi (L) = 800 mm

Diameter lengan suspensi (d) = 85 mm

Bahan yang digunakan = St 60

Lengan suspensi bawah :

Panjang lengan suspensi (L) = 1000 mm

Diameter lengan suspensi (d) = 95 mm

Bahan yang digunakan = St 60

Lateral Control Rod :

Panjang lateral control rod (L) = 650 mm

Diameter lateral control rod (d) = 70 mm

Bahan yang digunakan = St 60

## **B. PERAWATAN**

Perawatan pegas :

- Menjaga kebersihan pegas.
- Menghindarkan pegas dari zat-zat yang dapat membuat pegas mengalami korosi.
- Tidak memberi beban berlebih.

Perawatan lengan suspensi :

- Melakukan pelumasan pada bagian-bagian sambungan lengan suspensi.

## DAFTAR PUSTAKA

G. Nieman, Anton Budiman, Bambang Priambodo, *Elemen Mesin*, Erlangga, 1986.

Jornsen Reimpell, Nelmut Stoll, *The Automotive Chasis*.

Mukasman, Boentarno, *Teknik Chasis Mobil*, CV. Aneka, 1995.

Sularso, Kiyokatsu Suga, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, PT. Pradnya Paramita, 1991.

Toyota Astra Motor, *New Step I Training Manual*, PT Toyota Astra Motor, 1995.

Wiliam W. Seto, Darwin Sebayang, *Seri Buku SCHAUM, Teori dan Soal-Soal*, Erlangga, 1992.

# LAMPIRAN



c2345678

```

    real n,d,t,c,W1,Ks,Lo,Hs,Hc,He,Cs,Ce
    OPEN (1, FILE='PEGAS.HSL')
    write (*,2)
2   format ('beban maksimum           (W1) = ',/)
    read (*,*) w1
    write (*,4)
4   format ('tegangan geser maksimum   (td) = ',/)
    read (*,*) td
    write (*,8)
8   format ('modulus geser           (G) = ',/)
    read (*,*) G
    write (*,12)
12  format ('berat kosong           (wo) = ',/)
    read (*,*) wo
100 write (*,14)
14  format ('indek pegas           (c) = ',/)
    read (*,*) c
    write (*,16)
16  format ('pegas aktif           (n) = ',/)
    read (*,*) n
c menghitung diameter kawat pegas
    phi=3.14
    a=phi*td
    ds=((8*c*w1)/(a))**0.5
c menghitung diameter rata-rata pegas
    D=c*ds
c menghitung lendutan pegas
    f=(8*(D**3)*n*w1)/(G*(ds**4))
c menghitung konstanta pegas
    Ks=(G*(ds**4))/(8*n*(D**3))
c panjang pegas bebas
    ig=n+2
    Lo=ig*ds+(0.3*ds*n)+f
    IF(Lo.GT.800) GOTO100
    IF(Lo.LT.800) GOTO110
110 CONTINUE
c panjang pegas mampat
    Hc=(1.5+n)*ds
c panjang pegas pada awal terpasang
    Hs=Lo-(wo/Ks)
c panjang pegas pada beban maksimum
    He=Hs-((W1-wo)/Ks)
c kelonggaran kawat pada awal terpasang
    Cs=(Hs-Hc)/(n+1.5)
c kelonggaran kawat pada lendutan maksimum
    Ce=(He-Hc)/(n+1.5)

write(*,20)W1,c,td,G,ks,wo,ds,D,n,f,Lo,Hs,Hc,He,Cs,Ce

write(1,20)W1,c,td,G,ks,wo,ds,D,n,f,Lo,Hs,Hc,He,Cs,Ce
20 format (/

```

```

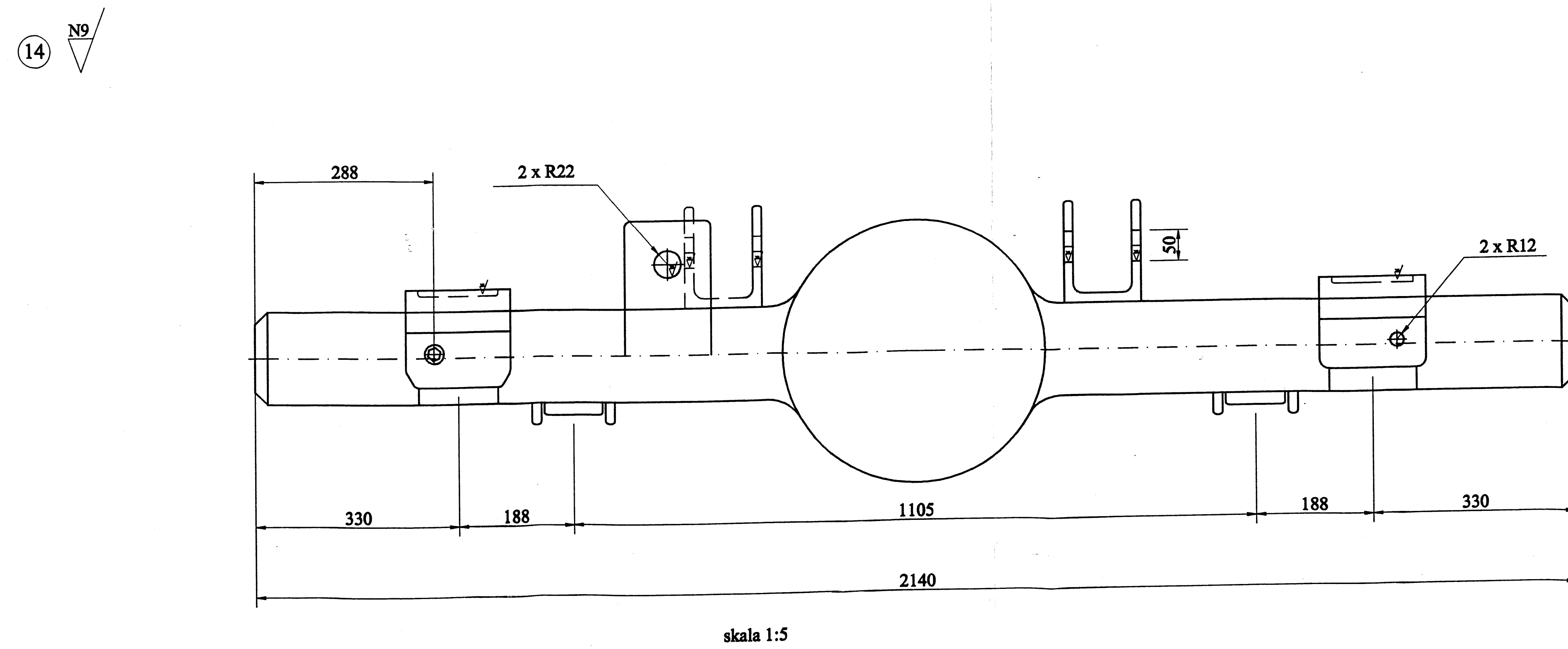
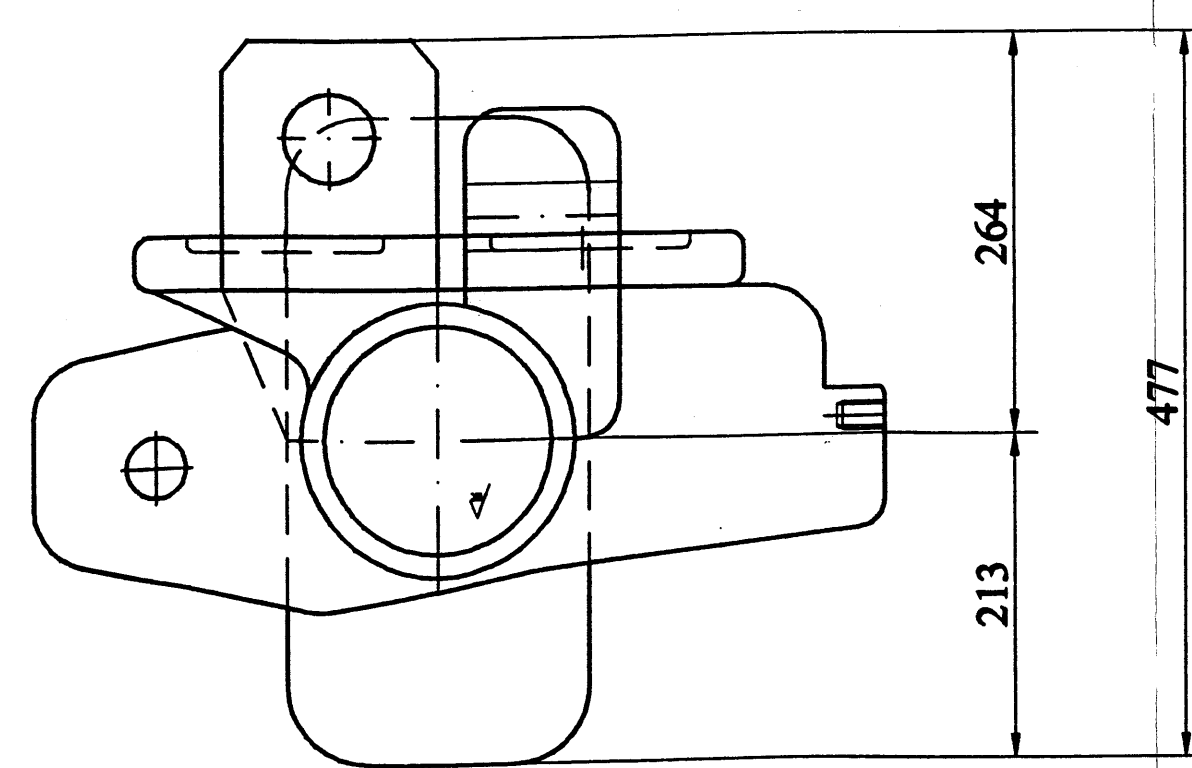
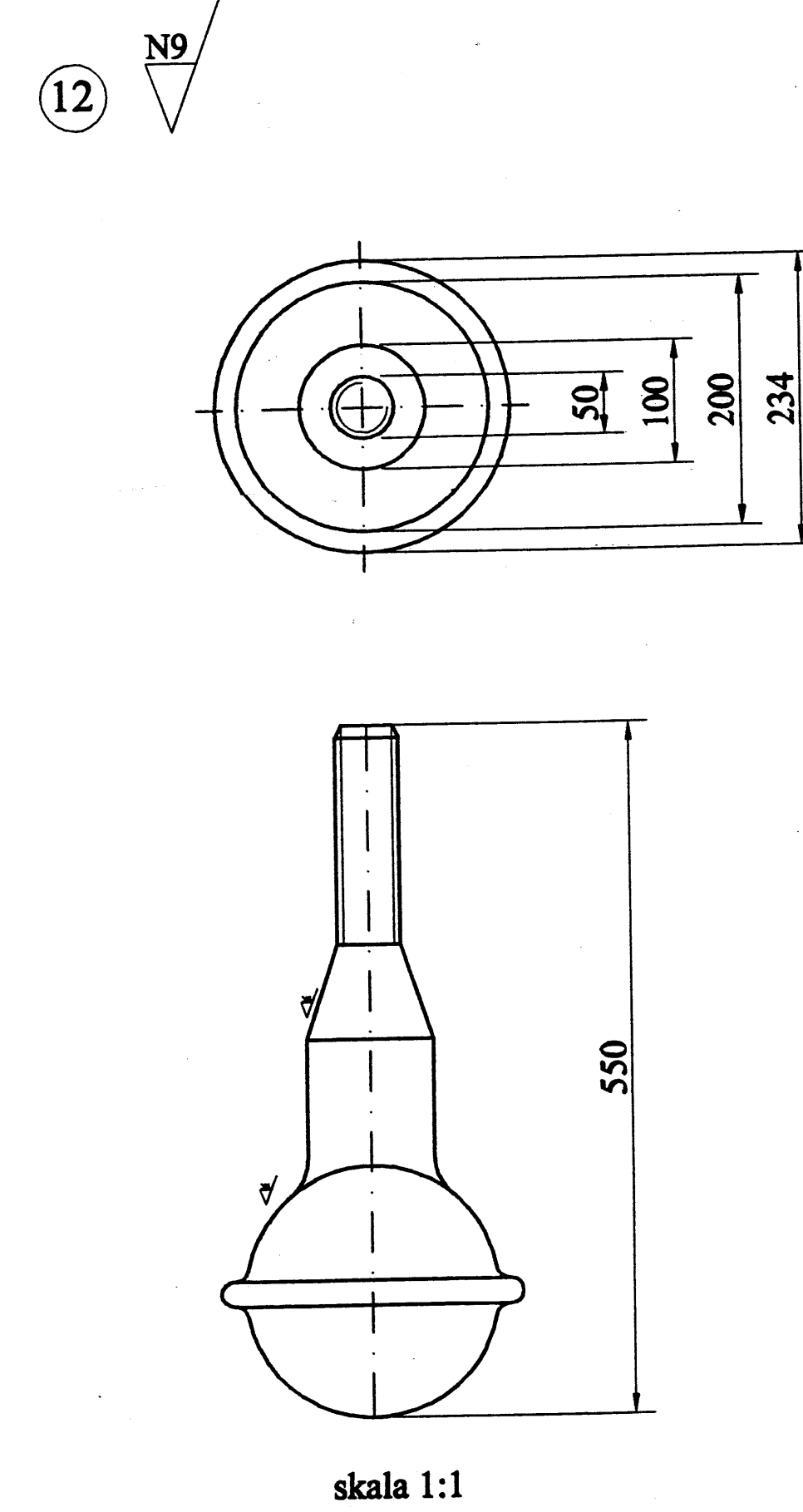
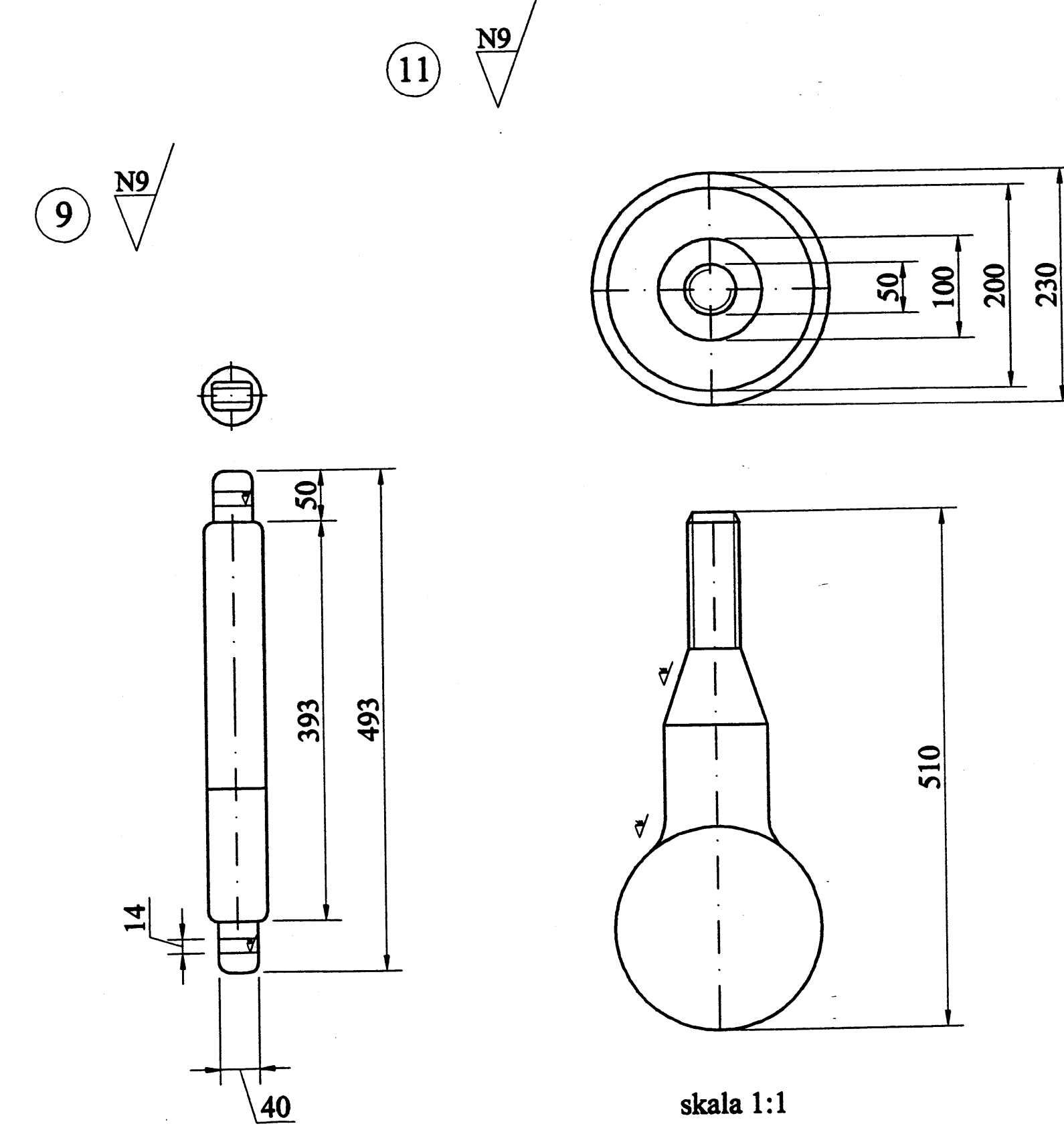
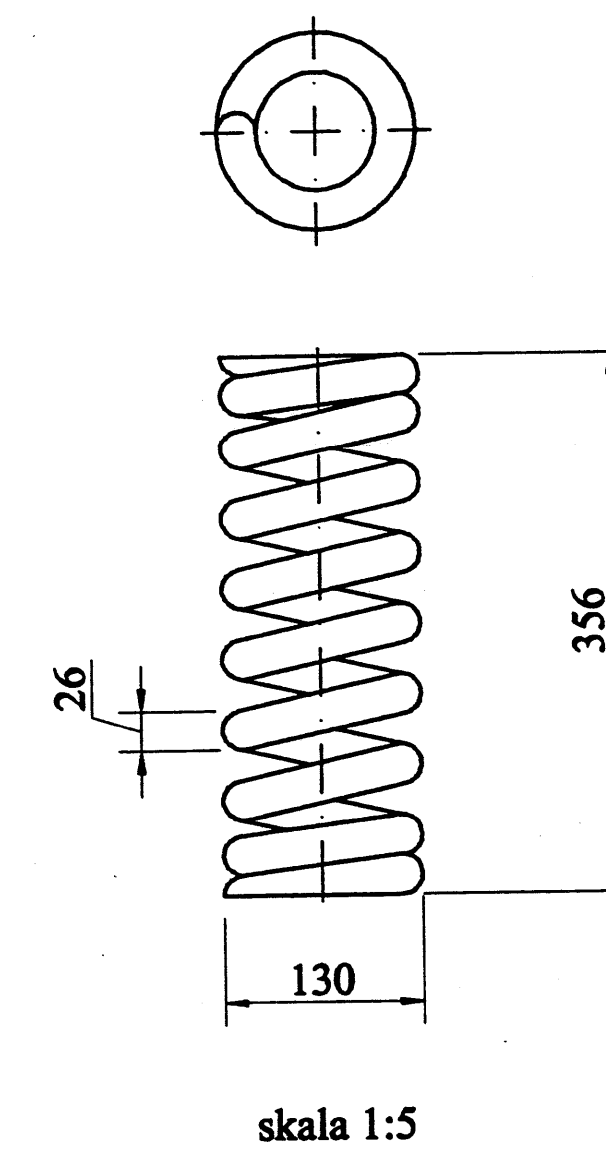
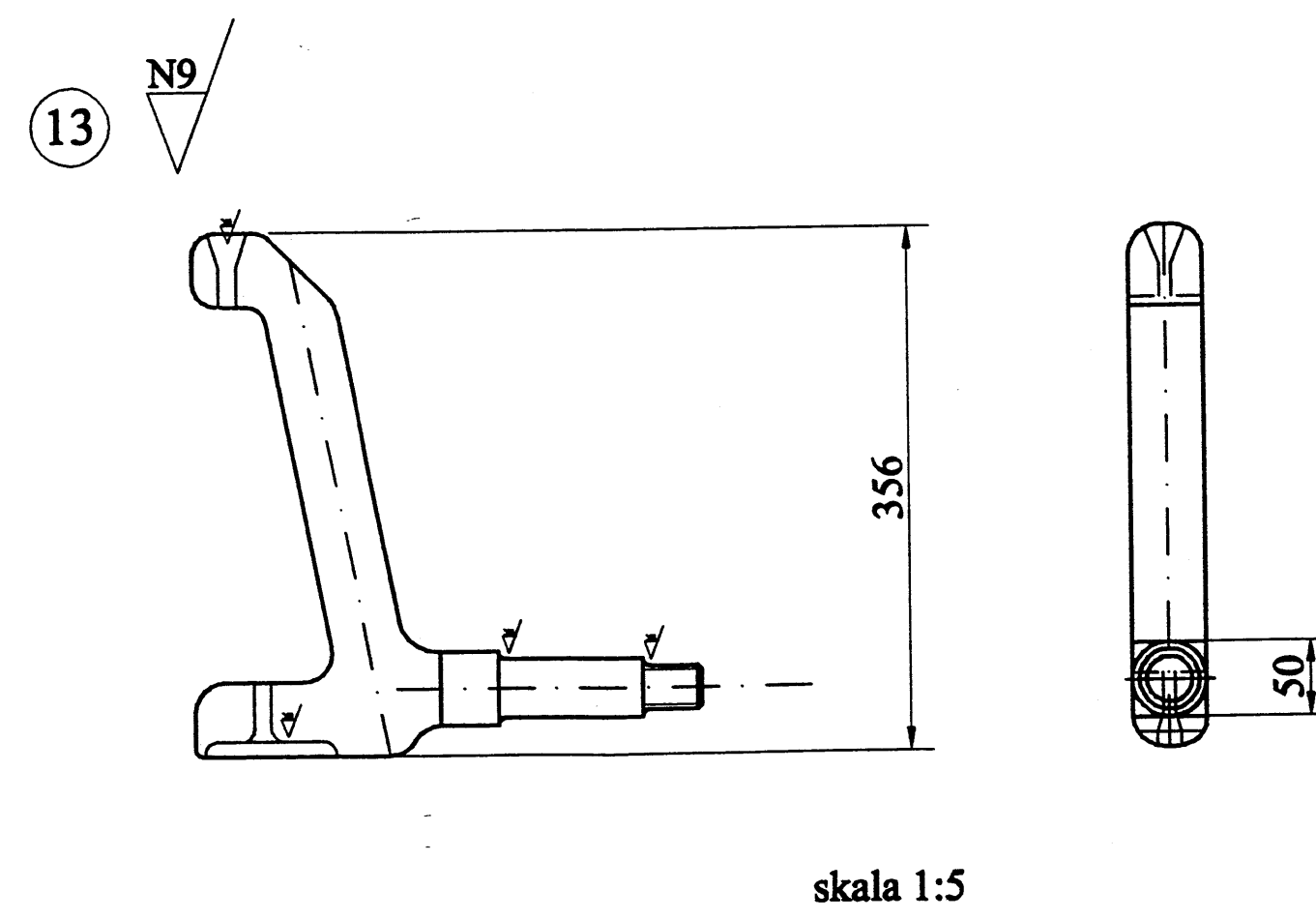
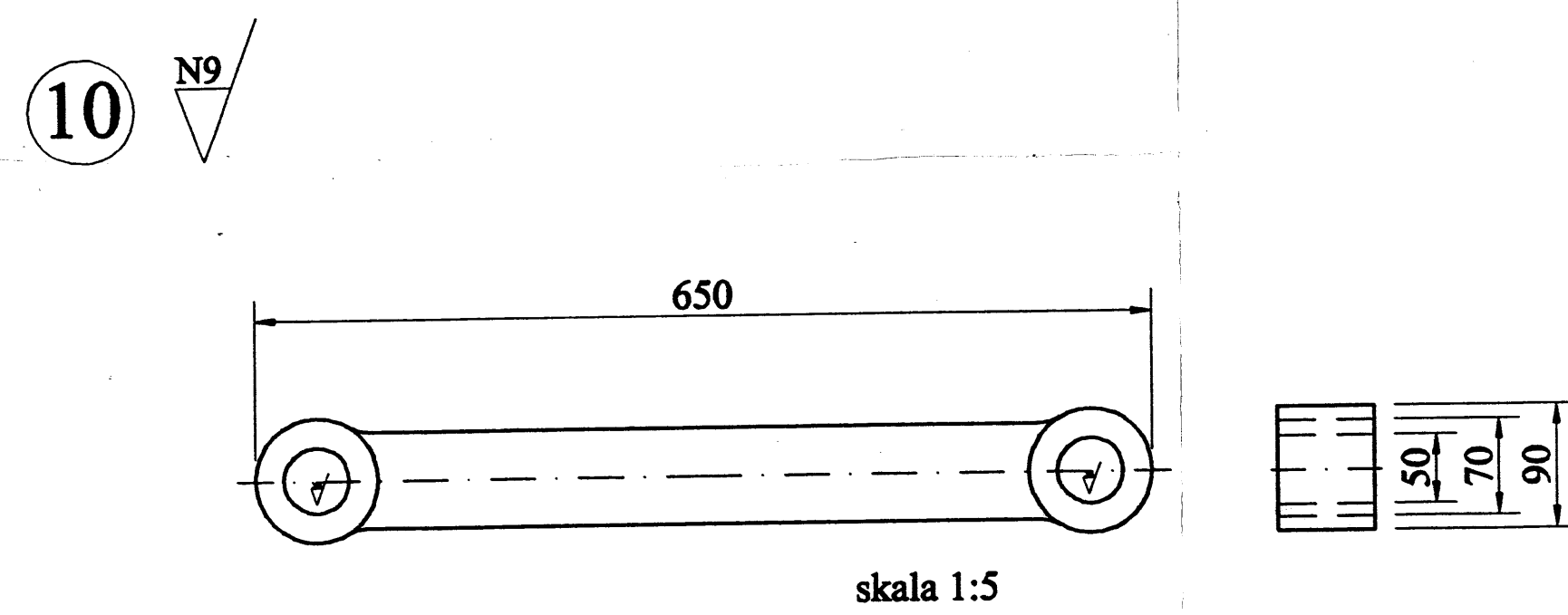
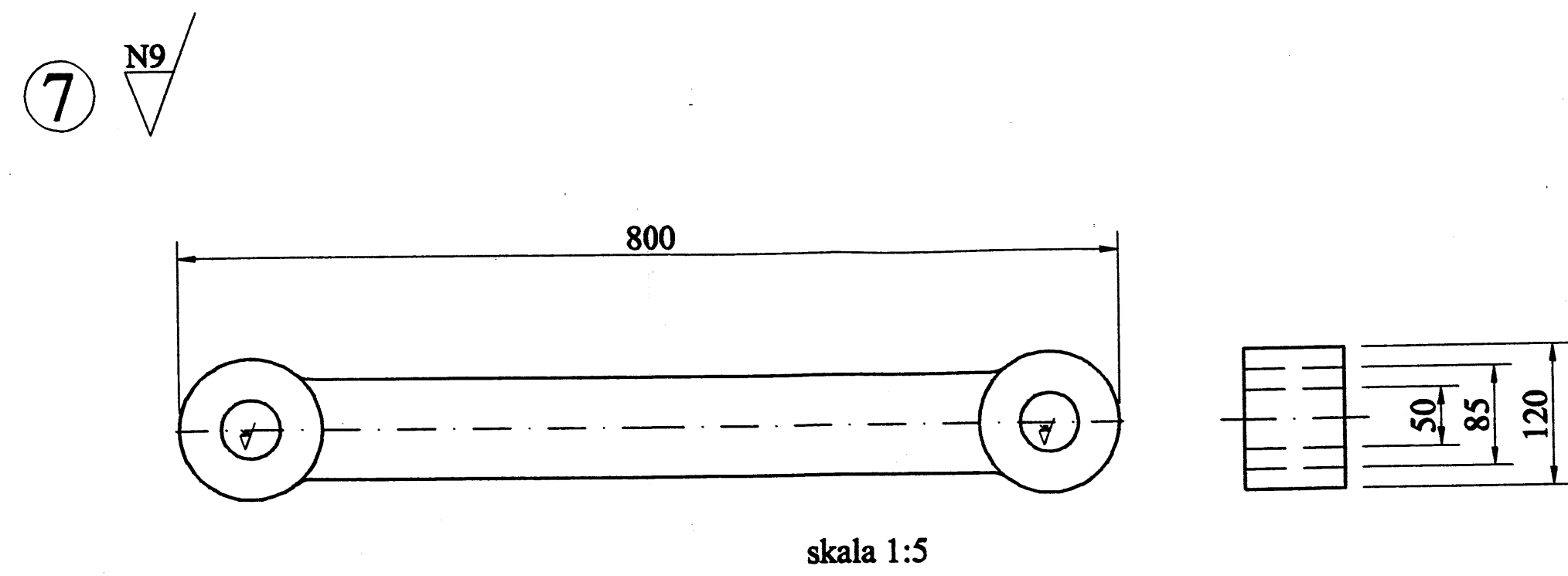
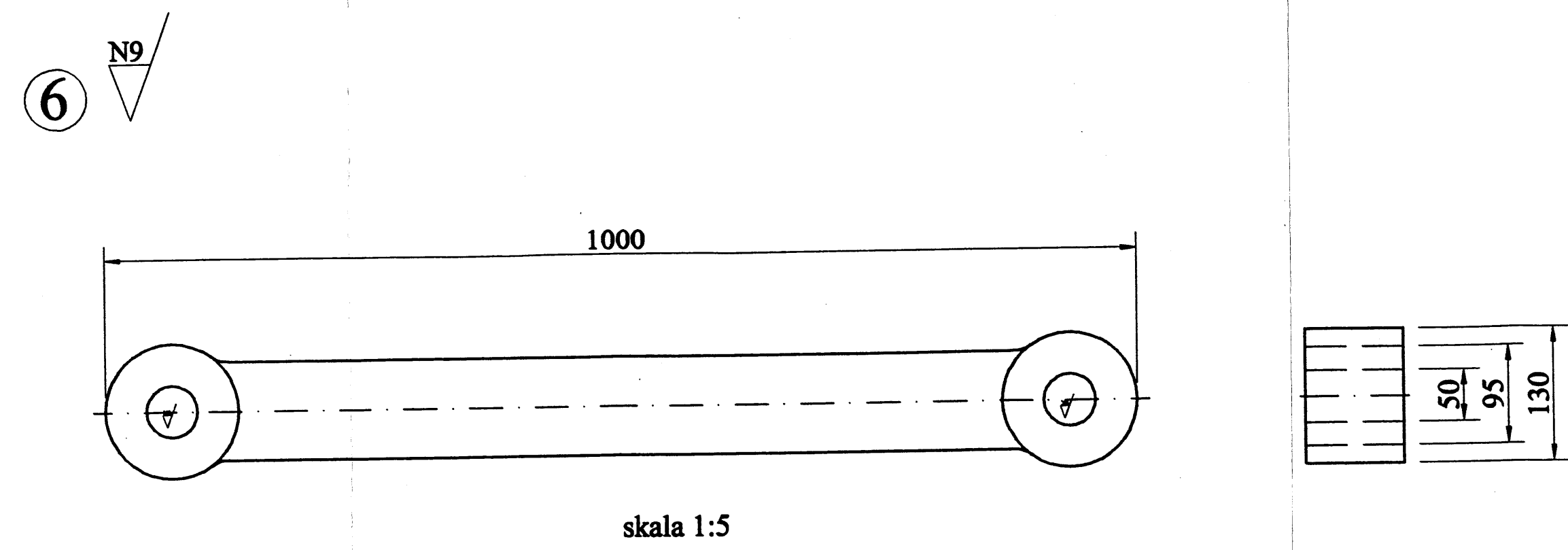
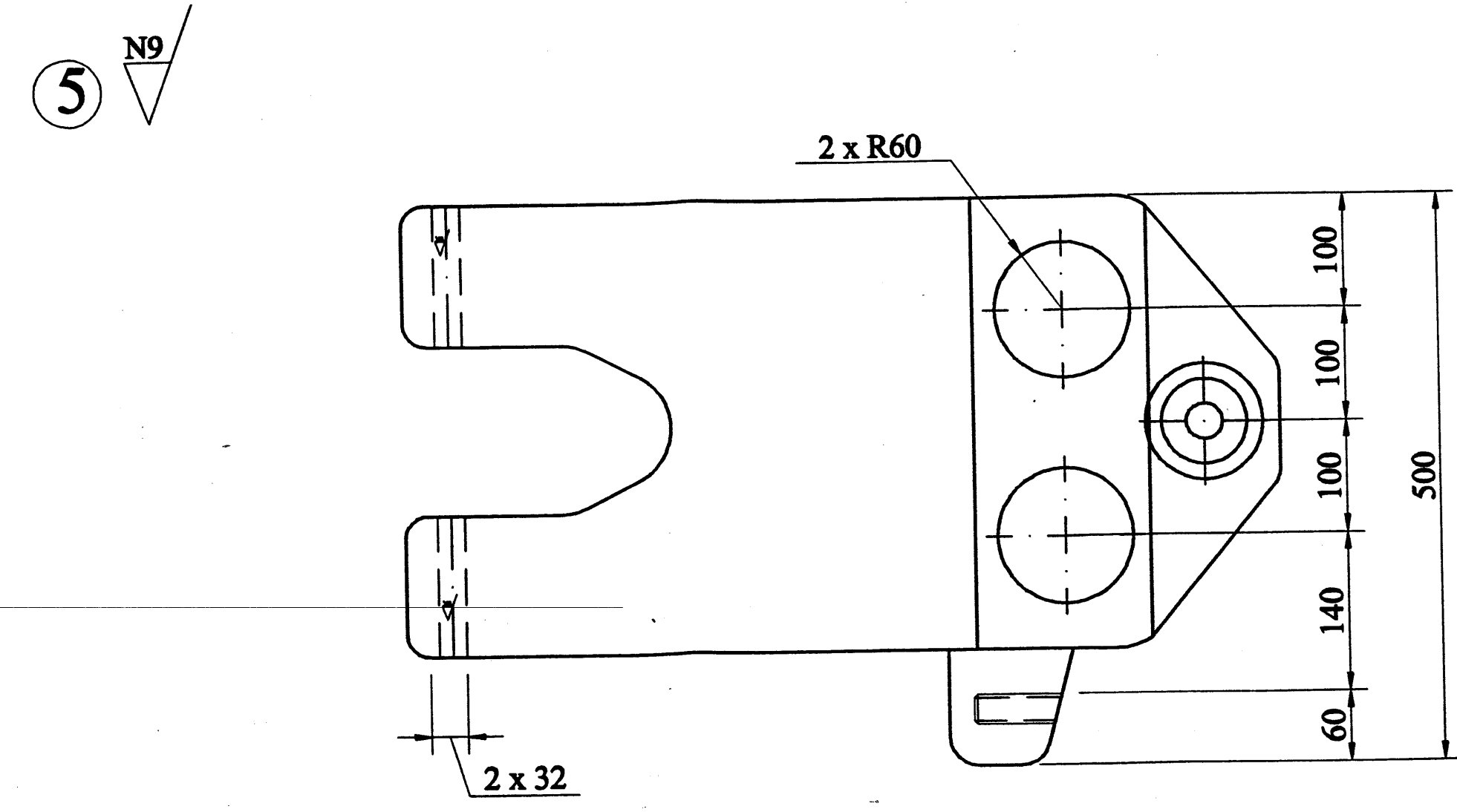
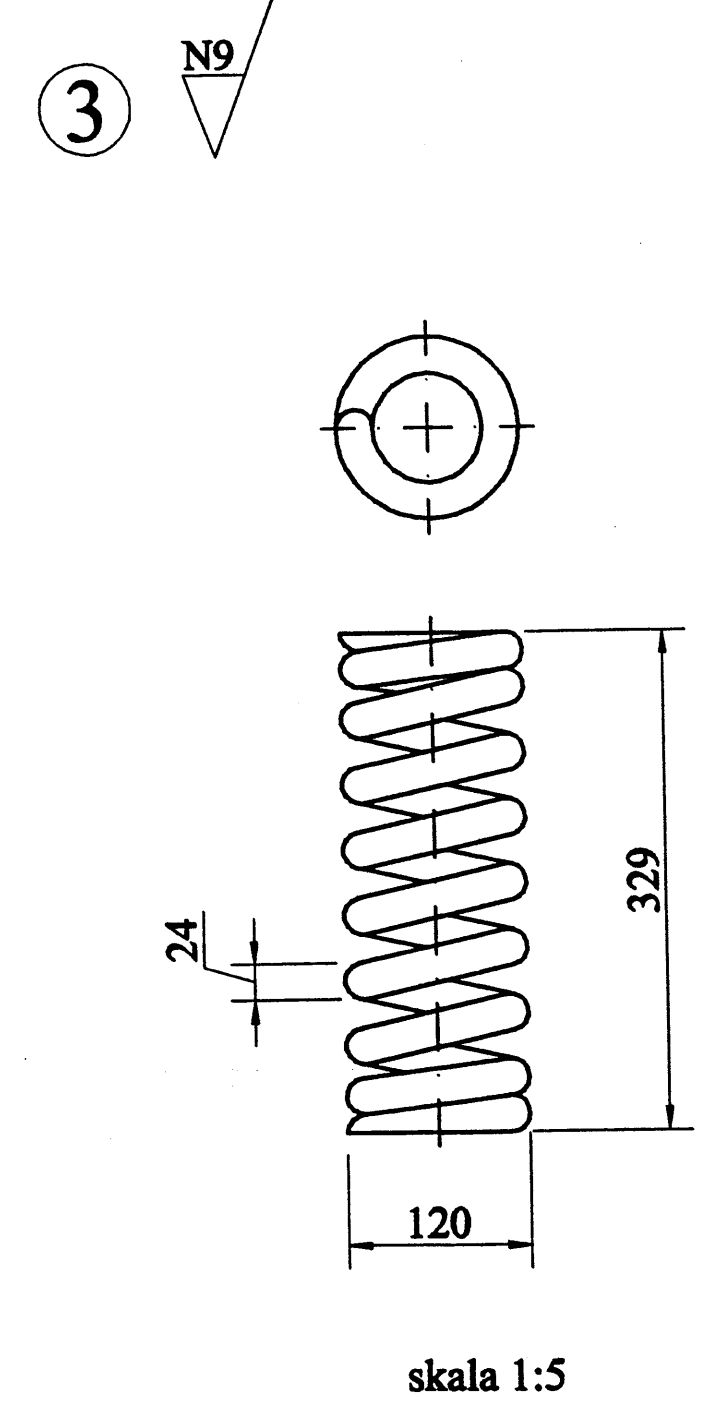
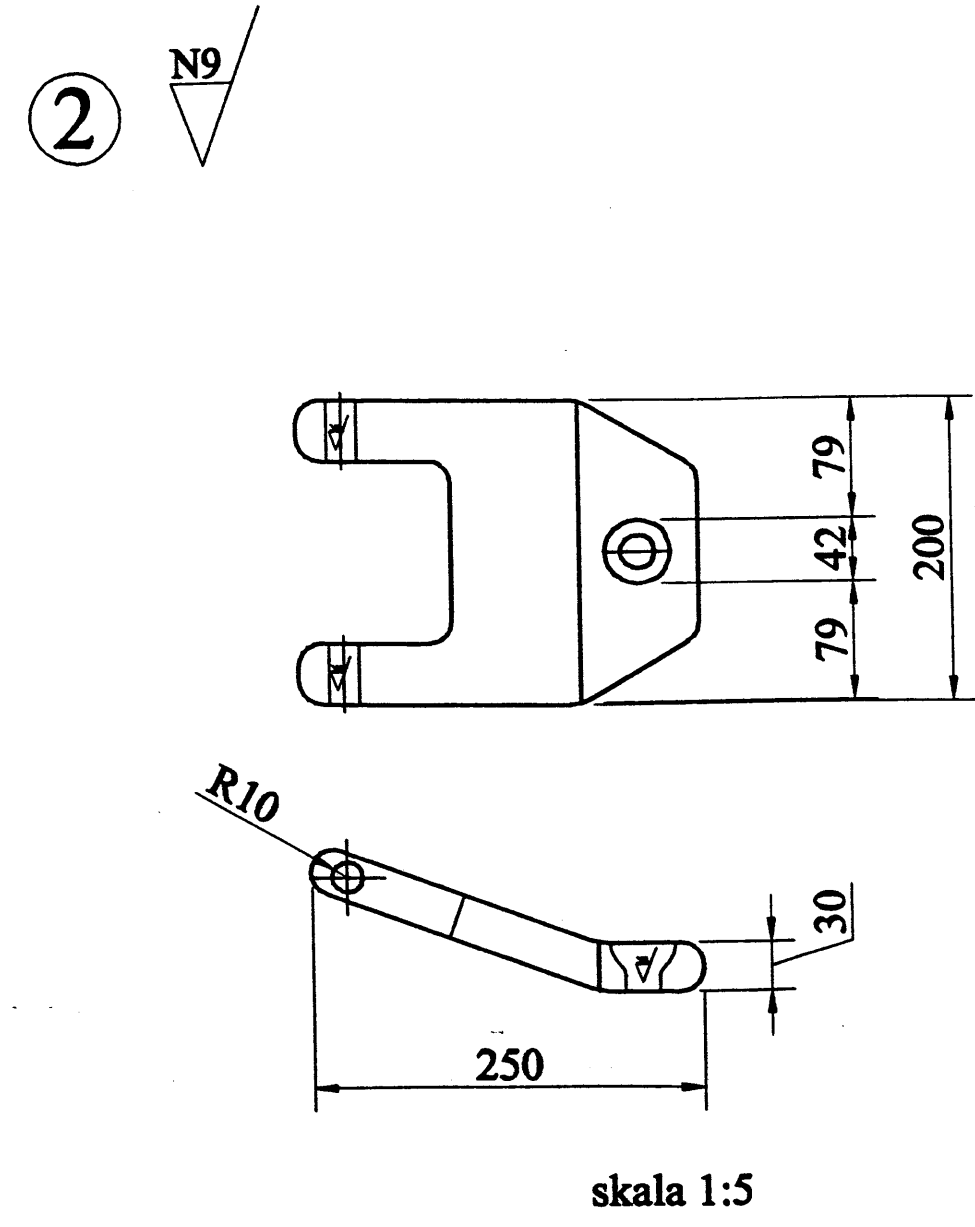
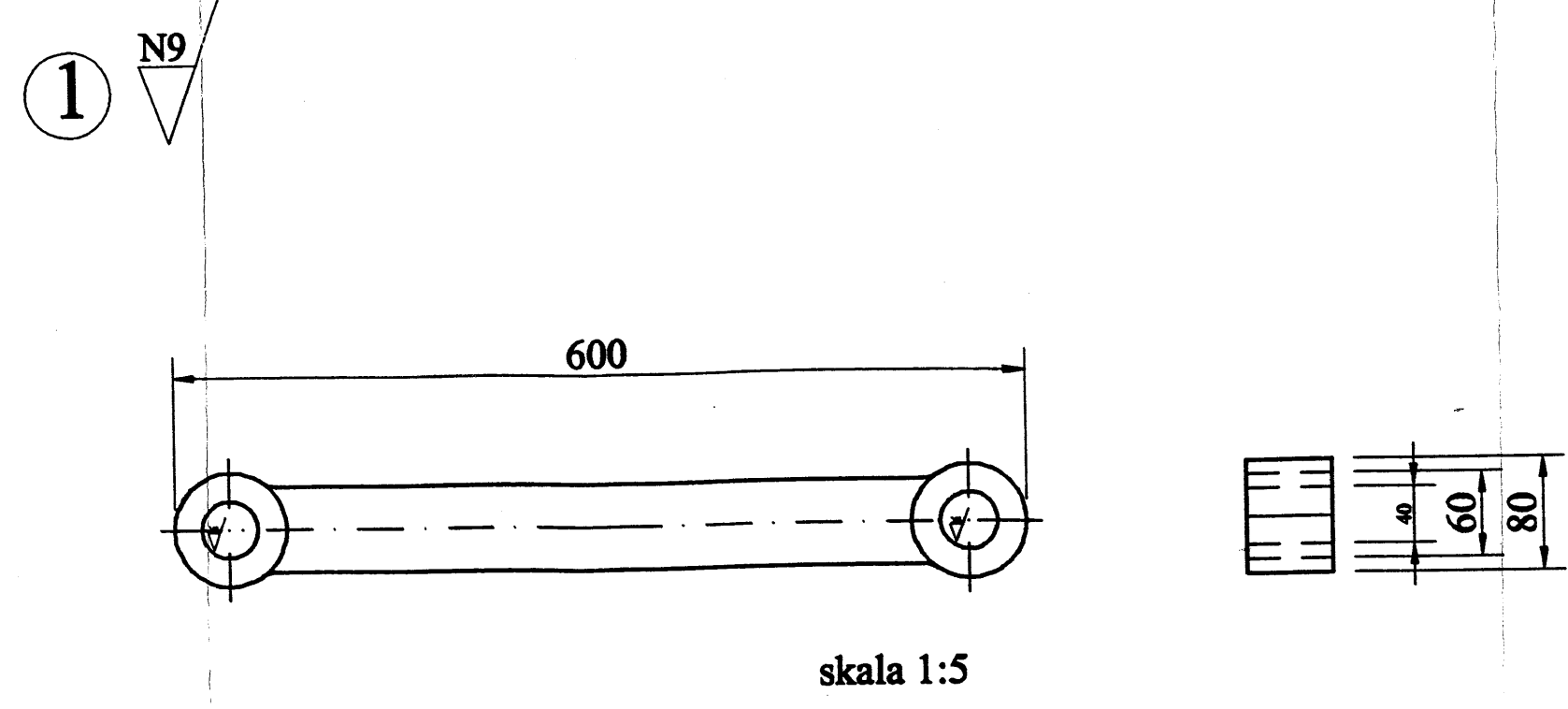
    '$'beban maksimum                               W1 =',f10.2,
'N',/
    '$'indek pegas                                   c =',f8.2,/
    '$'tegangan geser maksimum                     td =',f8.2,
'N/mm',/
    '$'modulus geser                               G =',f8.2,
'N/mm',/
    '$'angka pegas                                 ks =',f8.2,
'N/mm',/
    '$'berat kosong                                  wo =',f8.2,
'N',/
    '$'diameter kawat pegas                        ds =',f8.2,
'mm',/
    '$'diameter rata-rata pegas                   D =',f8.2,
'mm',/
    '$'gulungan yang memegas                      n =',f8.2,/
    '$'lendutan pegas                             f =',f8.2,
'mm',/
    '$'panjang pegas bebas                        Lo =',f8.2,
'mm',/
    '$'panjang pegas pada awal terpasang          Hs =',f8.2,
'mm',/
    '$'panjang pegas mampat                       Hc =',f8.2,
'mm',/
    '$'panjang pegas pada beban maksimum          He =',f8.2,
'mm',/
    '$'kelonggaran kawat awal terpasang           Cs =',f8.2,
'mm',/
    '$'kelonggaran kawat lendutan maksimum        Ce =',f8.2,
'mm')
    close(1, FILE='PEGAS.HSL')
    stop
    end

```

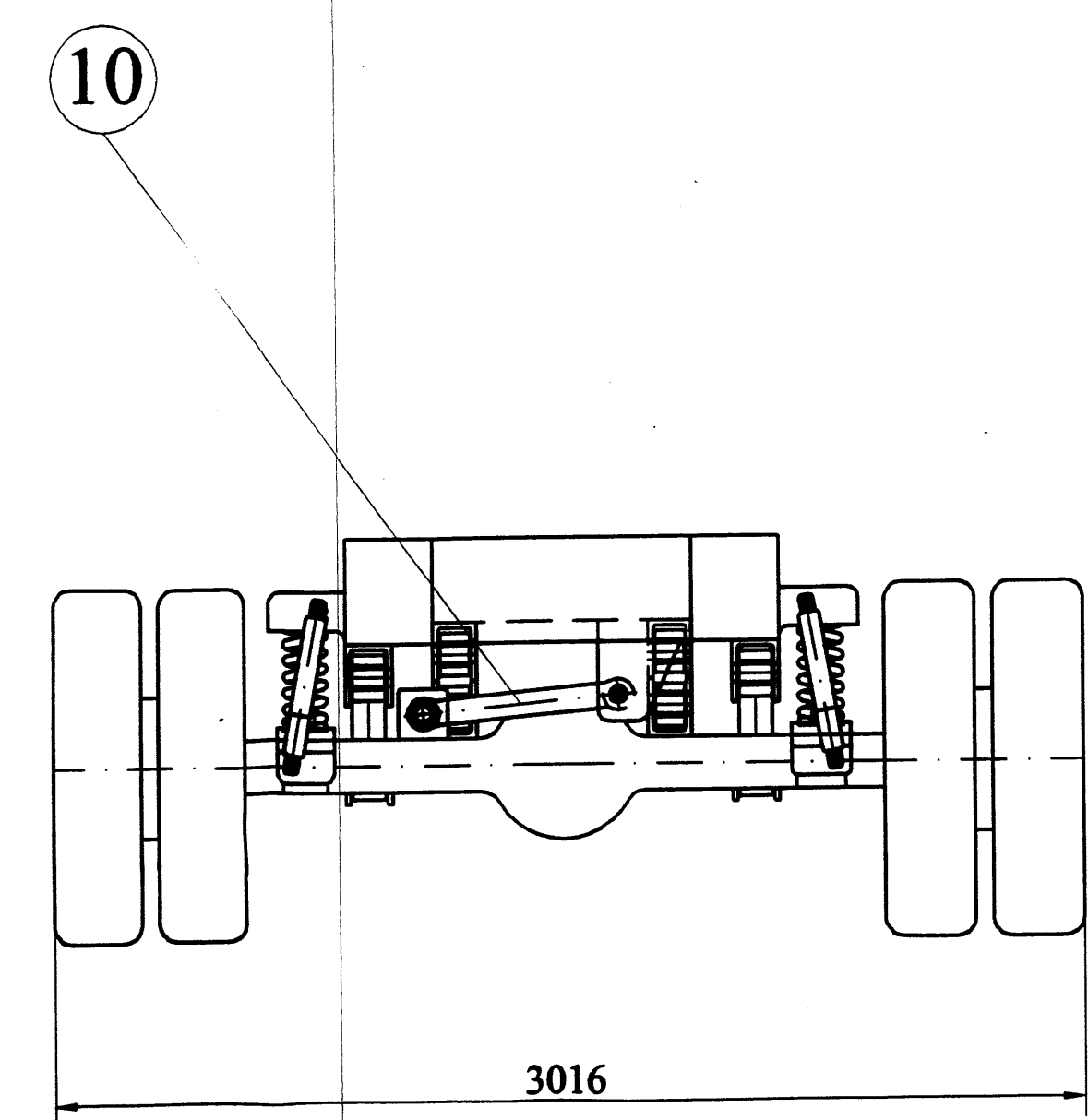
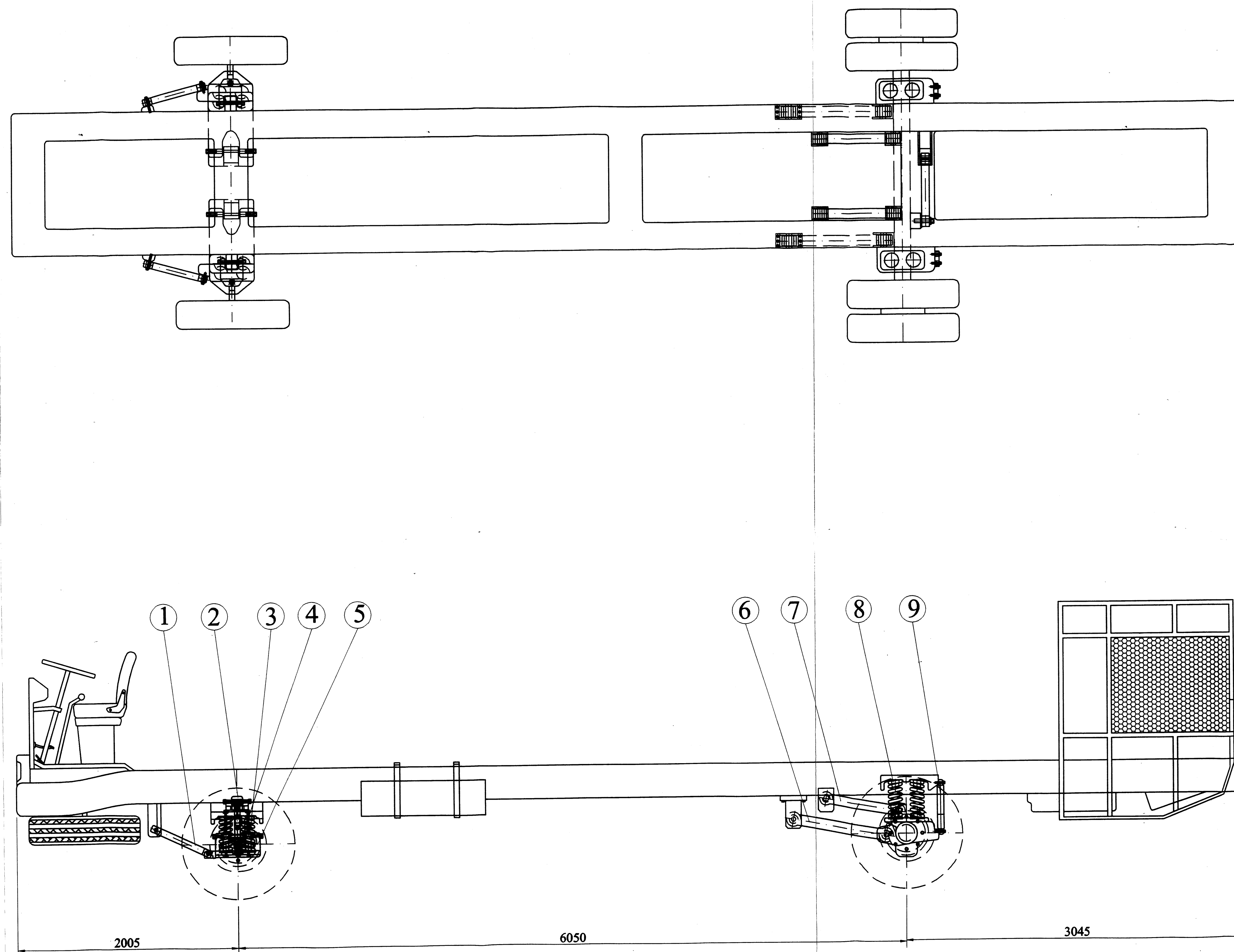
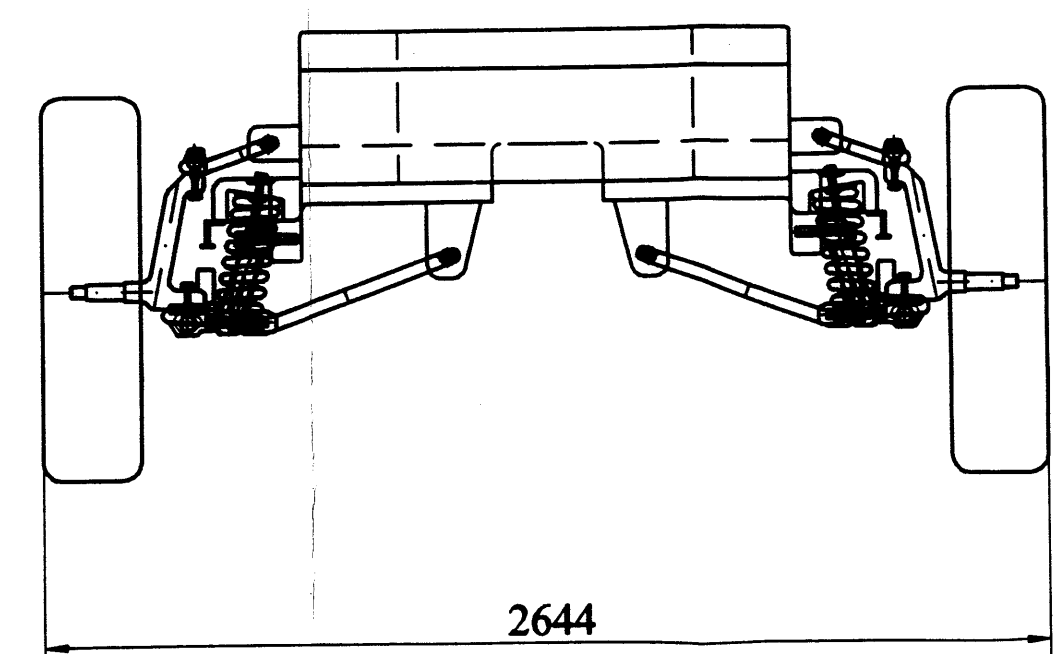
beban maksimum	W1 = 30000.00N
indek pegas	c = 5.00
tegangan geser maksimum	td = 688.00N/mm
modulus geser	G = 80000.00N/mm
angka pegas	ks = 314.25N/mm
berat kosong	wo = 7500.00N
diameter kawat pegas	ds = 23.57mm
diameter rata-rata pegas	D = 117.84mm
gulungan yang memegas	n = 6.00
lendutan pegas	f = 95.47mm
panjang pegas bebas	Lo = 326.44mm
panjang pegas pada awal terpasang	Hs = 302.57mm
panjang pegas mampat	Hc = 176.76mm
panjang pegas pada beban maksimum	He = 230.97mm
kelonggaran kawat awal terpasang	Cs = 16.77mm
kelonggaran kawat lendutan maksimum	Ce = 7.23mm

beban maksimum	W1 = 35000.00N
indek pegas	c = 5.00
tegangan geser maksimum	td = 688.00N/mm
modulus geser	G = 80000.00N/mm
angka pegas	ks = 339.42N/mm
berat kosong	wo = 15000.00N
diameter kawat pegas	ds = 25.46mm
diameter rata-rata pegas	D = 127.28mm
gulungan yang memegas	n = 6.00
lendutan pegas	f = 103.12mm
panjang pegas bebas	Lo = 352.59mm
panjang pegas pada awal terpasang	Hs = 308.40mm
panjang pegas mampat	Hc = 190.93mm
panjang pegas pada beban maksimum	He = 249.48mm
kelonggaran kawat awal terpasang	Cs = 15.66mm
kelonggaran kawat lendutan maksimum	Ce = 7.81mm





No.	Jml.	Nama	Bahan	Normalisasi	Keterangan
14	1	gandar belakang	st 60		
13	2	dudukan roda depan	st 60		
12	2	ball joint bawah	Cr 15		
11	2	ball joint atas	Cr 15		
10	1	lateral control rod	st 60		
9	2	Shockabsorber			Beli
8	2	Pegas belakang	67 Si Cr 4		
7	2	lengan atas belakang	st 60		
6	2	lengan bawah belakang	st 60		
5	2	lengan bawah depan	st 60		
4	2	Shockabsorber			Beli
3	2	Pegas depan	67 Si Cr 4		
2	2	lengan atas depan	st 60		
1	2	strut bar	st 60		



10	1	lateral control rod	st 60		
9	2	Shockabsorber			Beli
8	2	Pegas belakang	67 Si Cr 4		
7	2	lengan atas belakang	st 60		
6	2	lengan bawah belakang	st 60		
5	2	lengan bawah depan	st 60		
4	2	Shockabsorber			Beli
3	2	Pegas depan	67 Si Cr 4		
2	2	lengan atas depan	st 60		
1	2	strut bar	st 60		
No.	Jml.	Nama	Bahan	Normalisasi	Keterangan

	Skala : 1:20 Satuan : mm Tanggal : 03-09-03	Disambar : Anwar Okky w NIM : 985214077 Diserahi : E.B DWISENO WIHADLM.SI	Keterangan : pegas spiral pada bus	A0
--	---	---	---------------------------------------	----