

**TUGAS RANCANGAN ELEMEN MESIN**  
**KOPLING TOYOTA AVANZA**

**DENGAN SPESIFIKASI**

**DAYA (N) : 92 PS**

**PUTARAN (N) : 6000 rpm**



**Disusun Oleh :**

**ANDA LESMANA**

**15 813 0005**

**TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MEDAN AREA**



TUGAS RANCANGAN ELEMEN MESIN

# KOPLING TOYOTA AVANZA

DENGAN SPESIFIKASI

DAYA (N) : 92 PS

PUTARAN (N) : 6000 rpm



Disusun Oleh :

ANDA LESMANA

15 813 0005

TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA UNIVERSITAS MEDAN AREA

2019

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS RANCANGAN**  
**PERENCANAAN KOPLING MOBIL TOYOTA AVANZA**  
**DENGAN MENGGUNAKAN TRANSMISI MANUAL**



**Disusun Oleh :**

**NAMA : ANDA LESMANA**  
**NIM : 15 813 0005**  
**FAKULTAS/JURUSAN : TEKNIK MESIN**

**DISETUJUI OLEH :**  
**KETUA JURUSAN**



**(Bobby Umroh ST, MT)**

**DOSEN PEMBIMBING**



**KOORDINATOR TUGAS RANCANGAN**



UNIVERSITAS MEDAN AREA

**(Ir.H.Amru Siregar, MT)**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

FAKULTAS TEKNIK MESIN

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

TUGAS RANCANGAN : I (SATU)  
NO : ..../MT/2019/  
NAMA : ANDA LESMANA  
NIM : 15 813 0005  
SPESIFIKASI TUGAS : PERENCANAAN KOPLING MOBIL  
TOYOTA AVANZA DENGAN  
MENGUNAKAN TRANSMISI  
MANUAL  
DENGAN SPESIFIKASI : DAYA (N) : 92 PS  
PUTARAN (N) : 6000 rpm  
RANCANGAN MELIPUTI : 1. HITUNG DAN PILIH KOMPONEN-  
KOMPONEN UTAMA  
2. GAMBAR PENAMPANG  
SPESIFIKASI KOPLING  
DIBERI TANGGAL : 28 JANUARI 2019  
DITERIMA TANGGAL :

MEDAN,

DISETUJUI OLEH :

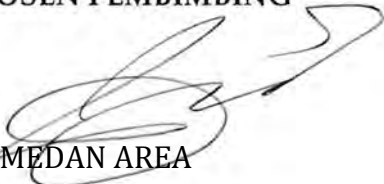
KETUA PROGRAM STUDI



(Bobby Umroh ST, MT)

DOSEN PEMBIMBING

KOORDINATOR TUGAS RANCANGAN



UNIVERSITAS MEDAN AREA

(Ir.H.Darianto, MSc)



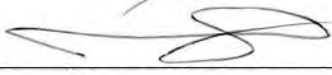


(Ir.H.Amru Siregar, MT)

## DATA ASISTENSI

Nama : Anda Lesmana  
 Nomor Pokok Mahasiswa : 15 8130005  
 Tugas : 1 KOPLING Toyota Avanza  
        2 .....

Kegiatan Asistensi :

No.	Tanggal	Keterangan / Pembahasan	T. Tangan Pembimbing
	9/12	Pelajari tentang Kopleng	
	23/12	Gambar Kopleng di kertas A3	
	30/12	see jilid	

# KATA PENGANTAR

Berdasarkan kurikulum jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Medan Area, maka setiap mahasiswa diwajibkan untuk menyelesaikan tugas rancang elemen mesin. Pada tugas rancang elemen mesin I, mahasiswa diberikan tugas untuk merancang kopling. Adapun syarat untuk mengikuti tugas rancang ini adalah sudah pernah mengikuti kuliah elemen mesin I.

Pada tugas rancang elemen mesin I ini, penulis memilih jenis kendaraan Toyota Avanza yang mempunyai daya 92 PS dan putaran 6000 rpm. Untuk itu penulis telah berusaha untuk menyelesaikan tugas rancang ini dengan sebaik-baiknya. Namun demikian, penulis menyadari bahwa hasil rancangan ini jauh dari sempurna dan oleh karena itu, penulis mengharapkan koreksi dan saran-saran dari pembaca yang sifatnya membangun agar tugas rancang ini bisa bertambah baik dan lebih sempurna bagi pembaca.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir.H.Dariantio,MSc yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan menuntun penulis untuk menyelesaikan tugas rancang ini. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Medan,

Penulis



ANDA LESMANA

## DAFTAR ISI

BAB I .....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1.PERIHAL MENGENAI KOPLING .....	1
1.2.BERBAGAI JENIS DAN MODEL KOPLING.....	1
1.2.1 Kopling Tetap.....	1
1.2.2    Kopling Tidak Ttetap .....	5
1.3.  PERPILIHAN JENIS KOPLING.....	8
2.    BAGIAN - BAGIAN KOPLING .....	8
3.    DASAR PEMILIHAN KOPLING.....	12
4.    MEKANISME PENGGERAK KOPLING.....	13
5.    CARA KERJA KOPLING.....	15
6.    PERANCANGAN.....	16
BAB II.....	17
PERENCANAAN POROS .....	17
BAB III.....	22
PERHITUNGAN SPLINE .....	22
BAB IV .....	25
PERHITUNGAN PLAT GESEK.....	25
BAB V .....	32
PERHITUNGAN TEMPERATURE .....	32
BAB VI .....	35
PERHITUNGAN PEGAS .....	35
BAB VII .....	43
BANTALAN.....	43
BAB VIII.....	47
PERHITUNGAN BAUT.....	47
BAB IX .....	51
KESIMPULAN.....	51
UNIVERSITAS MEDAN AREA LITERATURE.....	52

## DAFTAR ISI

BAB I .....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1.PERIHAL MENGENAI KOPLING .....	1
1.2.BERBAGAI JENIS DAN MODEL KOPLING.....	1
1.2.1 Kopling Tetap.....	1
1.2.2    Kopling Tidak Ttetap .....	5
1.3.  PERPILIHAN JENIS KOPLING.....	8
2.    BAGIAN - BAGIAN KOPLING .....	8
3.    DASAR PEMILIHAN KOPLING.....	12
4.    MEKANISME PENGGERAK KOPLING .....	13
5.    CARA KERJA KOPLING.....	15
6.    PERANCANGAN.....	16
BAB II.....	17
PERENCANAAN POROS .....	17
BAB III.....	22
PERHITUNGAN SPLINE.....	22
BAB IV .....	25
PERHITUNGAN PLAT GESEK.....	25
BAB V .....	32
PERHITUNGAN TEMPERATURE .....	32
BAB VI .....	35
PERHITUNGAN PEGAS.....	35
BAB VII .....	43
BANTALAN.....	43
BAB VIII.....	47
PERHITUNGAN BAUT.....	47
BAB IX .....	51
KESIMPULAN .....	51
UNIVERSITAS MEDAN AREA LITERATURE.....	52



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. PERIHAL MENGENAI KOPLING**

Kopling merupakan salah satu elemen mesin yang berfungsi sebagai penerus dan pemutus daya dan putaran, dari poros penggerak kepada poros yang digerakkan tanpa adanya slip.

Tujuan dari sistem penyambungan atau penerusan daya dan putaran dengan menggunakan sistem kerja kopling adalah untuk :

- Memperoleh poros yang sesuai dan efisien dalam suatu rancangan kopling.
- Memindahkan daya dan putaran dari suatu mesin/motor penggerak agar dapat melepas atau memutuskan hubungan/terusan putaran poros yang digerakkan tanpa menghentikan putaran atau gerak dari poros penggerak dalam sistem mekanisme mesin.

### **1.2. BERBAGAI JENIS DAN MODEL KOPLING**

Dalam perkembangannya jenis dan model kopling banyak mengalami kemajuan teknologi, baik dalam bahan, bentuk, maupun sistem kerja dan bagian-bagiannya. Oleh karena itulah sekarang ada banyak jenis dan model dari kopling yang digunakan roda kendaraan bermotor atau mesin-mesin penggerak lainnya dengan faktor efisiensi dan tujuan memakai kopling tertentu. Selanjutnya kita akan mengenal hal jenis dan model kopling.

Kopling secara umum terbagi atas dua jenis yaitu :

- A. Kopling tetap
- B. Kopling tak tetap

#### **1.2.1 Kopling Tetap**

Kopling tetap adalah suatu sistem penyambungan antara dua poros yang sifatnya tetap dan putarannya dapat diputuskan dan disambung apabila

poros penggerak dihentikan.

Sifat-sifat kopling antara lain :

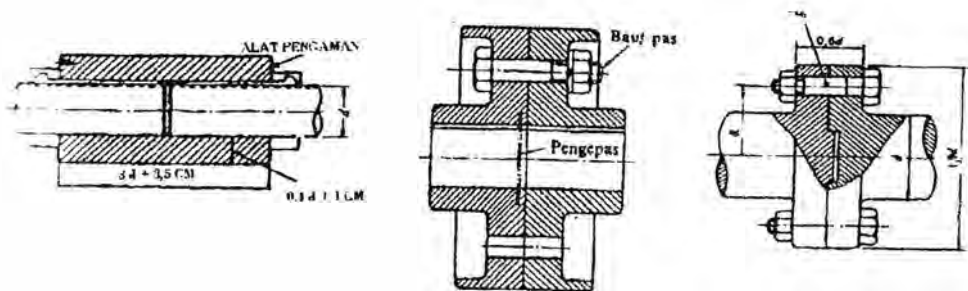
- o Sumbu kedua poros adalah terletak pada garis lurus
- Pemutusan dan penyambungan kedua poros dilakukan pada saat kedua poros tidak bekerja
- Pada putaran kedua tidak sama

Kopling tetap mencakup kopling kaku yang tidak mengizinkan sedikit ketidaklurusan kedua sumbu poros. Kopling Luwes (flexible) yang mengizinkan sedikit ketidaklurusan sumbu poros. Dan kopling Universal dipergunakan apabila kedua poros akan membentuk sudut yang cukup besar.

Kopling terpasang secara tetap pada kedua poros yang disambung, oleh sebab itu kopling tidak bisa dilepas pada saat berputar. Kopling ini terdiri dari bermacam-macam jenis antara lain:

- a. Kopling Kaku
  - b. Kopling Luwes
  - c. Kopling Universal
  - d. Kopling Fluids
- a. Kopling Kaku

Kopling Kaku dipergunakan jika kedua poros yang dihubungkan dengan Sumbu sejenis atau segaris, Kopling ini dipakai pada poros mesin transmisi, umumnya banyak dipergunakan di pabrik-pabrik.



## b. Kopling Luwes

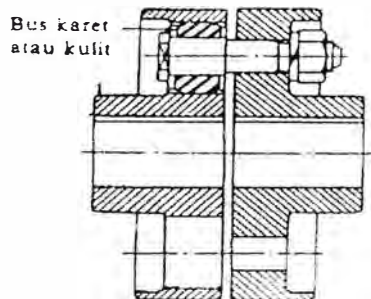
Kopling Luwes ini digunakan apabila kedua poros akan di sambung dengan sedikit ketidaklurusan sumbu kedua poros.

Macam-macam Kopling Luwes:

### ■ Kopling Flens Luwes

Kopling ini adalah kopling tetap yang menggunakan baut untuk menghubungkan kedua poros dimana dilengkapi dengan bus karet atau kulit sehingga memungkinkan poros tidak pada satu garis.

Kopling flens luwes seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1 Kopling Flens Luwes

### ■ Kopling Karet Bintang

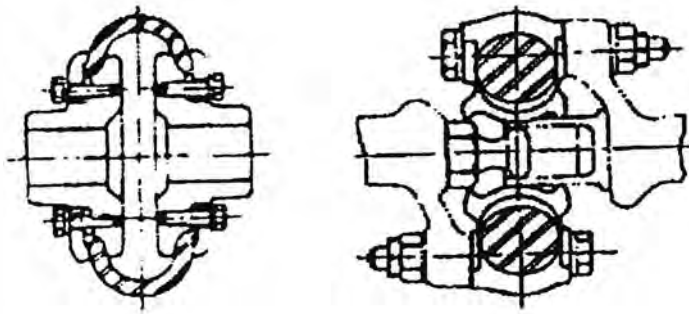
Kopling ini juga hampir sama kerjanya dimana digunakan karet sehingga memungkinkan poros ikut berputar tidak pada satu garis seperti yang terlihat pada gambar 2.

### ■ Kopling Karet Ban

Kopling ini dihubungkan oleh suatu lapisan karet pada bagian luarnya. Pada lapisan karet ini diperkuat oleh rangkaian kawat dan dipasang oleh baut pada sekeliling poros. Dengan adanya karet ban ini memungkinkan poros tidak pada satu garis lurus.

Kopling karet ban seperti terlihat pada gambar 2.

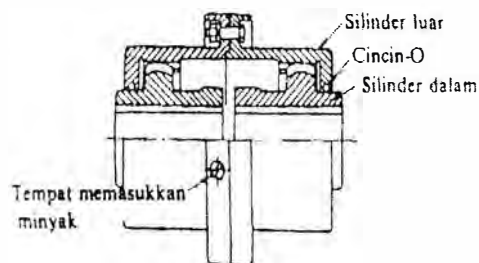




Gambar 2. Kopling Karet Ban dan kopling karet bintang

### ■ Kopling Gigi

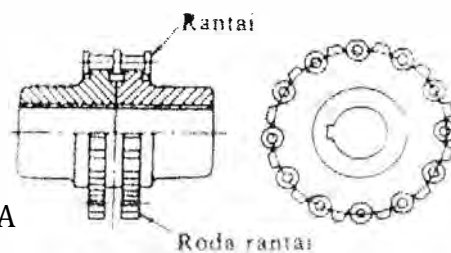
Kopling ini pada bagian silinder dalam terdapat gigi-gigi yang dihubungkan dengan silinder luar. Silinder luar ini dihubungkan dengan menggunakan baut. Pada kopling ini terdapat tempat untuk memasukkan minyak. Kopling gigi seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Kopling Gigi

### ■ Kopling Rantai

Sesuai dengan namanya kopling ini menggunakan rantai untuk menghubungkan kedua buah poros seperti terlihat pada gambar 4.

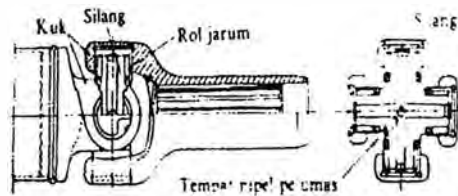


Gambar 4. Kopling Rantai

### c. Kopling Universal

Kopling ini digunakan bila kedua poros yang dihubungkan dengan ketidaklurusan akan membentuk sudut yang cukup besar. Adapun contoh kopling universal adalah sebagai berikut :

- Kopling Universal Hook
- Kopling Universal Kecepatan tetap



### 1.2.2 Kopling Tidak Tetap

Kopling tidak tetap adalah suatu elemen mesin yang menyambungkan poros yang digerakkan dari poros penggerak dengan putaran yang sama dalam meneruskan daya, dan putaran, serta dapat melepaskan hubungan kedua poros tersebut baik dalam keadaan diam maupun dalam keadaan bergerak atau berputar.

Kopling tidak tetap ini terbagi atas beberapa macam, antara lain:

- Kopling Cakar
- Kopling Plat
- Kopling Kerucut
- Kopling Fly Wheel

#### a. Kopling Cakar

Kopling ini digunakan untuk meneruskan momen dengan kontak mementum positif, tidak dengan perputaran bidang gesek sehingga tidak terjadi slip.

untuk kopling cakar spiral dapat dihubungkan dalam keadaan berputar dengan putaran yang sangat kecil kurang dari 50 rpm.

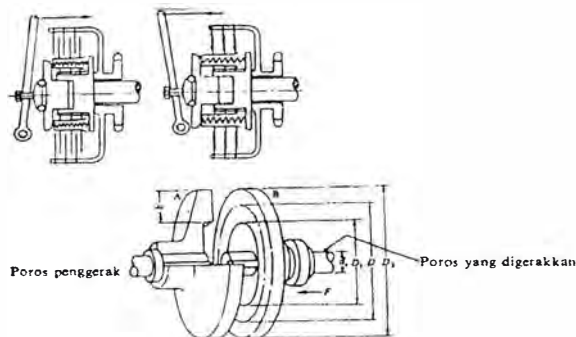


Gambar. Kopling Cakar

#### b. Kopling Plat

Kopling ini sangat sering digunakan karena konstruksinya cukup sederhana, dan fungsinya yang dapat menghubungkan, serta memutuskan daya dan putaran pada saat mesin berputar. Kopling ini terbagi atas :

- Kopling Plat Tunggal
- Kopling Plat Banyak



Gambar. Kopling Plat

#### ○ Kopling Plat Tunggal

Adalah kopling gesek yang mempunyai banyak bidang gesek.

#### ○ Kopling Plat Banyak

Adalah kopling gesek yang mempunyai banyak bidang gesek. Kopling plat menurut kondisi kerjanya dapat digolongkan menjadi:



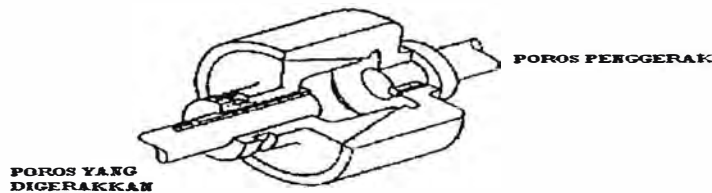
- a. Kopling Plat Kering
- b. Kopling Plat Basah

Kopling menurut cara pelayanannya dapat dibagi menjadi empat bagian, yaitu:

- a. Kopling cara manual
- b. Kopling cara hidrolik
- c. Kopling cara elektromagnetik
- d. Kopling cara pneumatic

c. Kopling Kerucut

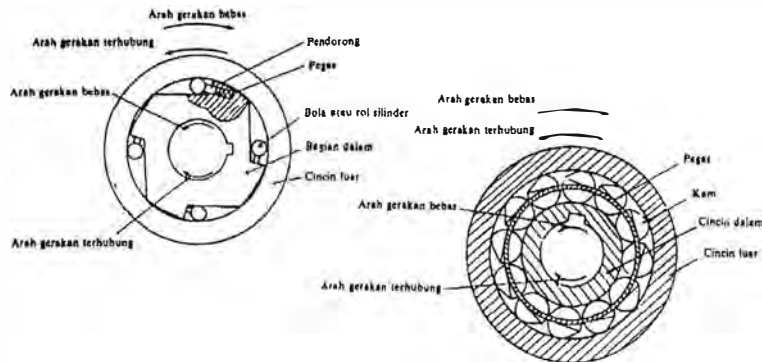
Kopling kerucut adalah kopling gesek yang konstruksinya sederhana dan mempunyai keuntungan dimana dengan gaya aksial yang kecil dapat mentransmisikan momen yang besar. Kopling ini tidak banyak digunakan karena gaya yang diteruskan tidak seragam dan kopling ini memiliki konstruksi yang sederhana. Meskipun dalam keadaan dimana bentuk plat tidak dikehendaki dan ada kemungkinan pemakaian minyak kopling kerucut lebih menguntungkan.



Gambar. Kopling Kerucut

d. Kopling Friwil

Kopling friwil adalah kopling yang dipergunakan agar dapat dilepas dengan sendirinya, poros penggerak mulai berputar dengan lambat atau dalam keadaan berlawanan arah dari poros yang digerakkan seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini



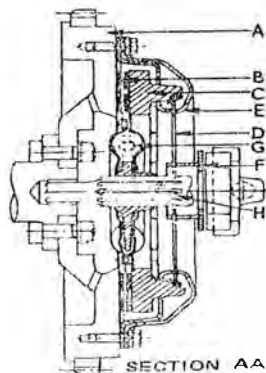
Gambar. Kopling Friwil

### 1.3. Pemilihan Jenis Kopling

Kopling yang direncanakan dalam Tugas Rancang ini adalah kopling kendaraan roda empat jenis Double Cabin Nissan Frontier Navara, dimana kopling yang digunakan bekerja dengan meneruskan momen dengan perantara gesek, tepatnya menggunakan kopling plat Tunggal.

Untuk itu akan dijelaskan lebih lanjut mengenai Kopling Plat Tunggal khususnya yang digunakan oleh kendaraan roda empat (Mobil, Minibus, Truk dsb) sebagai berikut :

### 2. BAGIAN – BAGIAN KOPLING



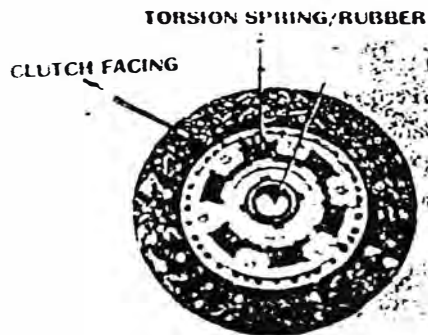
- A = Roda penerus (flywheel)
- B = Friction plate
- C = Plate penekan (pressure plate)
- D = Diaphragm spring
- E = Fulcrum ring
- F = Clutch release bearing
- G = Radial Torque spring
- H = Gear box input shaft

Fungsi Kopling adalah untuk menghubungkan dan melepaskan hubungan antara mesin dengan transmisi. juga berfungsi memindahkan tenaga mesin ke roda belakang secara perlahan-lahan, sehingga dapat mencegah terjadinya hentakan dan getaran, kendaraan dapat bergerak dengan lembut pada saat tenaga mesin dipindahkan ke transmisi.

### 1. Plat Kopling ( Clutch Disc )

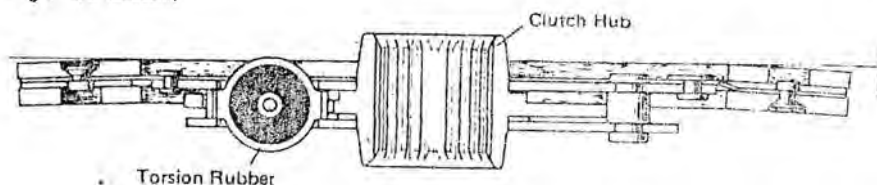
Fungsi Plat Kopling adalah memindahkan tenaga putar mesin ke input shaft melalui gesekan antara roda penerus, permukaan Plat kopling dan plat penekan. Plat kopling ini ditempatkan antara roda penerus dengan pelat penekan dan dapat bergerak maju mundur pada input shaft. Alur yang terdapat pada plat kopling berhubungan dengan alur pada input shaft.

TORSION RUBBER berfungsi meredam getaran yang timbul pada saat kopling mulai berhubungan dan mencegah kebengkokan atau pecahnya plat kopling.

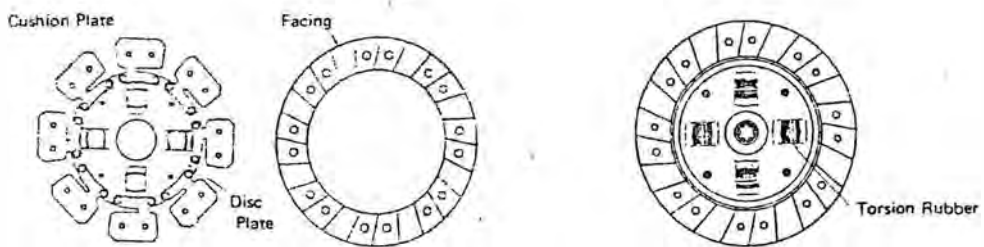


ESTITA

GBR: TORSION RUBBER





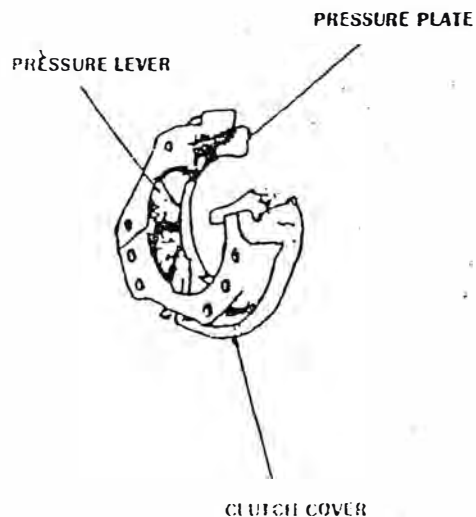


Gambar. Plat Kopling, Torsion Rubber dan Bagian-bagian dari Plat Kopling

## 2. Plat Penekan dan Tutup Kopling

Plat Penekan (PRESSURE PLATE) berfungsi menekan pelat kopling pada permukaan roda penerus (flywheel dengan adanya tegangan dan pegas membran(diagram spring).

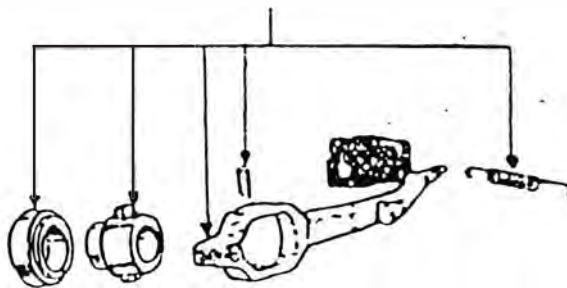
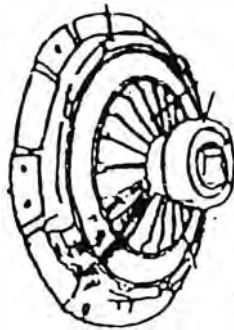
Tutup Kopling (CLUTCH COVER) berfungsi sebagai tempat kedudukan pelat penekan dan juga sebagai bidang kerja. Release bearing pada waktu penekanan pedal kopling.



Gbr. Plat Penekan dan Tutup Kopling

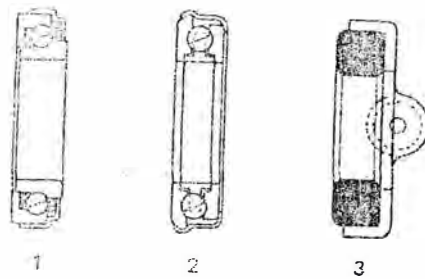
Tutup kopling ada dua macam., yaitu:

- a. Model pegas membran (Diaphragma Spring Type)
  - b. Model pegas ulir (Coil Spring Type)
3. Diaphragma Spring berfungsi menekan clutch pressure lever.
  4. Pegas (Spring) berfungsi menekan Plat Penekan
  5. Release Bearing dan Hub berfungsi meneruskan tenaga penekanan gaya pembebas yang selanjutnya menekan diaphragm spring tuas penekan.



Gambar. Diaphragma Spring, Pegas (Spring), Release Bearing dan Hub  
Macam-macam Release Bearing adalah :

1. Tipe angular ball bearing mampu menerima beban aksial dan menyudut.
2. Tipe Thrust ball bearing hanya mampu menerima beban aksial.
3. Tipe Graphite Thrust bearing dibuat dari solid graphite (Karbon) sehingga tidak diperlukan pelumasan.



Gambar. Macam-macam Release Bearing

### 3. DASAR PEMILIHAN KOPLING

Dalam merencanakan kopling untuk kendaraan bermotor, maka yang sering dipakai adalah jenis kopling tidak tetap, yaitu kopling cakar, kopling plat, kopling kerucut dan juga kopling friwil. Perhatikan tabel 2.1 berikut ini.

Tabel Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Kopling

No	Nama Kopling	Kelebihan	Kekurangan
1.	Kopling Cakar	Dapat meneruskan momen dalam dua arah putaran	Tidak dapat dihubungkan dalam keadaan berputar Hanya dapat memutar sekitar 50 rpm
2.	Kopling Plat	Dapat dihubungkan dalam keadaan berputar Terjadinya slip sangat kecil	
3.	Kopling Kerucut	Gaya aksial kecil menghasilkan momen torsi besar	Dayanya tidak seragam
	Kopling Friwil	Kopling ini dapat lepas dengan sendirinya bila poros penggerak mulai lambat	Tidak dapat dihubungkan dalam keadaan berputar kencang.



Dengan pertimbangan diatas, maka dalam perancangan ini yang dipilih adalah kopling plat. Berikut ini hal-hal yang harus diperhatikan yaitu:

- Gaya yang dibutuhkan kopling untuk memisahkan hubungan mesin ke transmisi tidak terlampau besar.
- Koefisien gesekan dapat dipertahankan dibawah kondisi kerja.
- Permukaan gesek harus cukup keras untuk menahan keausan.
- Konduktifitas panas untuk permukaan dapat dipertanggungjawabkan dan juga dapat menghindari perubahan struktur dari komponennya.
- Material tidak hancur pada temperatur dan beban apit kerja.

#### **4. MEKANISME PENGGERAK KOPLING**

##### **A. Sistem Mekanis (Wive type)**

Pada sistem ini tenaga peninjakan pedal Untuk membebaskan kopling diteruskan ke release fork melalui Release Cable (kabel pembebas). Sehingga konstruksinya lebih sederhana. Akan tetapi sistem ini kurang kuat bila dipergunakan untuk beban yang besar. Karena itu sistem ini hanya digunakan untuk kendaraan-kendaraan kecil saja.

##### **B. Sistem Hydraulic**

Pada sistem ini mekanisme pemindah tenaga dari pedal kopling ke release fork, digunakan tenaga hidrolik (dalam hal ini menggunakan minyak rem) sehingga diperlukan komponen-komponen yang lebih banyak bila dibandingkan dengan sistem mekanisme. Tetapi mampu memindahkan tenaga yang lebih besar, sehingga cocok untuk kendaraan-kendaraan besar.

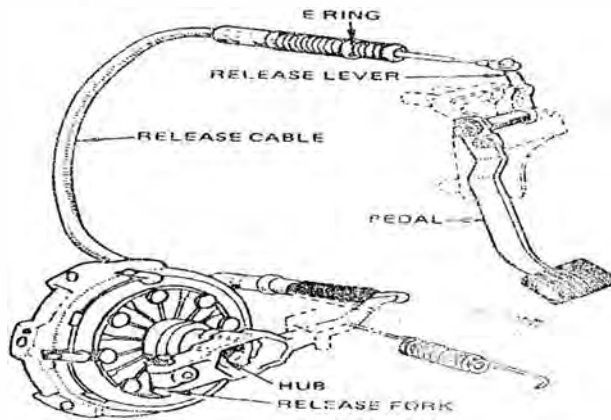
Keuntungannya:

Kehilangan tenaga karena gesekan lebih kecil sehingga penekanan pedal kopling lebih ringan.

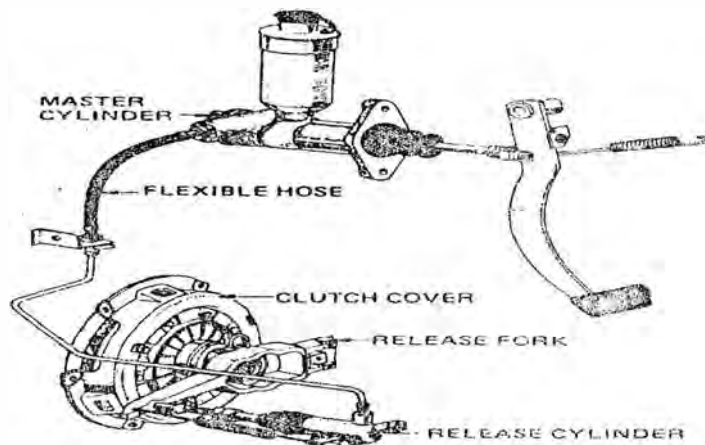
- b. Pemindahan tenaga pedal kopling lebih cepat sehingga kerja dari kopling lebih baik
- c. Penempatan dari pedal kopling dan master silinder mudah dapat ditempatkan sesuai dengan keadaan.

Kerugiannya :

- 1. Konstruksinya sulit
- 2. Kerja dari pada kopling tidak akan baik apabila terjadi kebocoran atau terdapat udara pada sistem kopling.

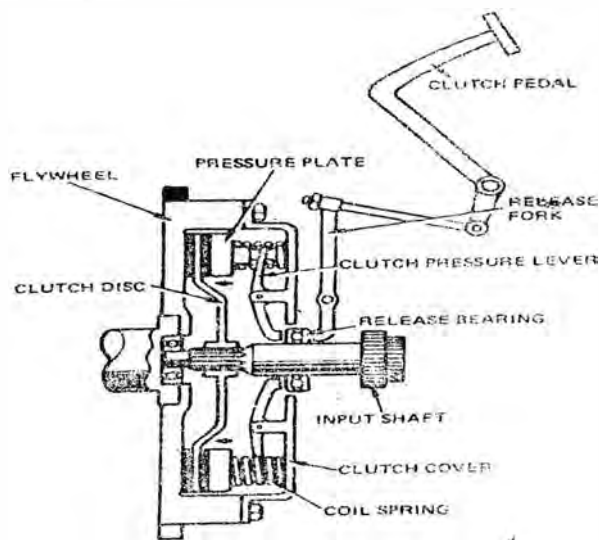


Gambar. Kopling Sistem Mekanis



Gambar. Kopling Sistem Hidrolik

## 5. CARA KERJA KOPLING



Gambar. Cara Kerja Kopling

Seperti telah diuraikan terdahulu, kopling memindahkan tenaga dari roda penerus ke input shaft dengan adanya gesekan. Hal ini dilakukan dengan jalan menghubungkan roda penerus dan plat penekan (yang pada poros engkol) ke disc Clutch (yang dipasangkan pada plat penekan) secara bertahap. Hubungan antara roda penerus, plat penekan dan disc clutch diatur oleh pegas kopling dan dikontrol oleh pengemudi melalui pedal kopling dan mekanismenya.

Bila pedal kopling ditekan sebagian, tekanan pegas pada plat penekan berkurang, sehingga gesekan yang terjadi antara roda penerus, plat penekan dan plat kopling kecil dan kopling akan slip, dengan demikian tenaga mesin yang dipindahkan ke input shaft hanya sebagian. Dan bila kopling ditekan penuh (lihat gambar), gesekannya akan hilang dan input shaft akan bebas (tidak dipengaruhi oleh putaran mesin). Sewaktu pedal dilepas, tegangan pegas pada plat penekan bertambah, sehingga gesekannya pun bertambah dan slip berkurang. Dan bila pedal dilepas penuh, semua tekanan pegas menekan plat penekan. Akibatnya pada plat kopling tidak terjadi slip sama sekali dan putaran input shaft menjadi sama dengan putaran mesin. Dengan demikian seluruh tenaga mesin dipindahkan langsung ke input shaft.

## **6. PERANCANGAN**

Pada Laporan Tugas Rancang ini penulis merancang/merencanakan kembali sebuah Kopling dari kendaraan roda empat jenis merek TOYOTA Avanza dengan data spesifikasi sebagai berikut :

- Daya (P) = 92 PS
- Putaran (n) = 6.000 rpm

Dimana  $1 \text{ PS} = 0,735 \text{ KW}$ , sehingga  $92 \text{ PS} = 0,735 \text{ KW} \times 92 \text{ PS}$   
 $= 67.62 \text{ KW}$



## BAB II

### PERENCANAAN POROS

#### 2.1 Pengertian

Poros adalah suatu manajemen pada mesin yang dimaksudkan untuk dapat mentransmisikan daya, maka dari itulah perhitungan poros pada perencanaan ulang ini sangatlah penting, karena daya yang akan dipindahkan/ditransmisikan adalah berupa putaran, maka poros ini mengalami puntiran atau momen torsi/momen puntir.

#### 2.3 Macam – Macam Poros

Menurut pembebanannya poros diklasifikasikan menjadi :

- a. poros transmisi
- b. poros spindle
- c. poros gandar

Dalam perancangan kopling ini dipilih jenis ‘poros transmisi’. Poros ini mendapat beban puntir murni atau gabungan beban puntir dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, pully, dll.

Dalam perencanaan poros transmisi ini, perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- Kekuatan poros

Suatu poros transmisi harus dapat menahan beban seperti puntiran, lenturan, tarikan dan tekanan. Oleh karena itu, poros harus dibuat dari bahan pilihan yang kuat dan tahan terhadap beban-beban tersebut.

- Kekakuan poros

Walaupun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup tinggi tetapi jika lenturan atau defleksi puntirnya terlalu besar, akan mengakibatkan terjadinya getaran dan suara. Oleh karena itu disamping kekuatan poros, kekakuannya juga harus dipertimbangkan sesuai dengan jenis mesin yang dilayani.

- Putaran Kritis

Suatu mesin bila putarannya dinaikkan, maka pada harga putaran tertentu akan terjadi getaran yang sangat besar dan disebut putaran kritis. Putaran ini harus dihindari dengan membuat putaran kerja lebih rendah dari putaran kritisnya.

- Bahan Poros

Bahan poros transmisi biasa dibuat dari bahan yang ditarik dingin dan difinishing seperti baja karbon yang dioksidasikan dengan ferra silicon dan dicor. Pengerjaan dingin membuat poros menjadi keras dan kekuatannya menjadi besar.

Ada beberapa jenis faktor koreksi sesuai dengan daya yang akan ditransmisikan sesuai dengan table.

**Tabel Jenis-jenis faktor koreksi berdasarkan daya yang ditransmisikan**

Daya yang ditransmisikan	$f_c$
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 - 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 - 1,2
Daya normal	1,0 - 1,5

Dimana hal ini akan direncanakan dan dirancang kembali sebuah poros mampu mentransmisikan daya (P) sebesar 86,73 KW pada putaran 6000 rpm.

Selanjutnya untuk daya rencana (Pd) dari rumus :

$$Pd = f_c \cdot P \text{ (KW)} \dots\dots\dots(1.1) / \text{hal 7}$$

Lit

dimana :  $f_c$  = Faktor koreksi, yaitu daya normal  $\rightarrow$  1,0 – 1,5  
 $=$  1,2 (diambil)

Maka :  $Pd$  = 1,2 . 86,73  
 $=$  104,076 KW

Dengan demikian selanjutnya akan dicari perhitungan :

- Momen Puntir = T (kg . mm)

$$T = 9,74 \times 10^5 \cdot \frac{Pd}{n}, \text{ dimana } n = \text{Putaran}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \cdot \frac{104.076}{6600} = 15359 \text{ kg.mm}$$

Selanjutnya bahan poros yang direncanakan yaitu bahan yang terbuat dari baja batang yang ditarik dingin dan difinis, baja karbon konstruksi mesin (disebut bahan S-C) yang dihasilkan dari ingot yang di "Kil" (baja yang dideoksidasikan dengan ferrosilikon dan di cor).

Jenis-jenis baja S-C beserta dengan sifat-sifatnya dapat dilihat dari tabel

**Tabel Baja karbon untuk konstruksi mesin dan baja batang yang difinis dingin untuk poros**

Standar dan Macam	Lambang	Perlakuan Panas	Kekuatan Tarik (kg/mm <sup>2</sup> )	Keterangan
Baja karbon konstruksi mesin JIS G 4501	S 30 C	Penormalan	48	
	S 35 C	Penormalan	52	
	S 40 C	Penormalan	55	
	S 45 C	Penormalan	58	
	S 50 C	Penormalan	62	
	S 55 C	Penormalan	66	
Batang baja yang difinis dingin	S 35 C-D	-	53	Ditarik dingin, digerinda, dibubut, atau gabungan antara hal-hal tersebut.
	S 45 C-D	-	60	
	S 55 C-D	-	72	

Dan untuk poros akan digunakan bahan S 35 C-D yang mempunyai kekuatan tarik 53 kg/mm<sup>2</sup> maka :

- Untuk tegangan geser izin ( $\tau_0$ )

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{SF1 \times SF2} \dots\dots\dots(1.5) / \text{hal. 8}$$

lit

dimana :  $\sigma_B$  = Kekuatan tarik

SF1 = Faktor keamanan, pengaruh massa dan baja paduan = 6,0

SF2 = Faktor keamanan, pengaruh bentuk poros (1,3 – 3,0)

= 2.0 (diambil)

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{SF1 \times SF2}$$

$$= \frac{53 \text{ kg/mm}^2}{6,0 \times 2,0}$$

$$\tau_a = 4,42 \text{ kg/mm}^2$$

- Untuk diameter poros :

$$\text{Dari rumus, } ds = \left[ \frac{5,1}{\tau} Kt.Cb.T \right]^{1/3} \dots\dots\dots(1.6)$$

dimana : ds = diameter poros (mm)

Kt = faktor koreksi tumbukan

= 1,0 (diambil)

Cb = pemakaian beban lentur masa mendatang

= 1,2 (diambil)

$$\text{maka : } ds = \left[ \frac{5,1}{\tau} Kt.Cb.T \right]^{1/3}$$

$$= \left[ \frac{5,1}{4,42} \times 1,0 \times 1,2 \times 15359 \right]^{1/3}$$

$$= 27,7 \text{ mm}$$



Dan sesuai dari tabel diameter poros, diambil  $d_s = 28 \text{ mm}$

- Untuk tegangan geser ( $\tau_0$ ) yang terjadi :

$$\tau_{\text{terjadi}} = \frac{5,1 \cdot T}{(d_s)^3} (\text{kg} / \text{mm})^2$$

$$\tau_{\text{terjadi}} = \frac{5,1 \times 15359}{(28)^3}$$

$$\tau_{\text{terjadi}} = 3,5 \text{ kg/mm}^2$$

Sesuai syarat dari keamanan poros adalah  $\tau_a \geq \tau_{\text{terjadi}}$

Dimana :  $\tau_a = 4,42$  dan  $\tau_{\text{terjadi}} = 3,5$

Maka :  $4,42 \geq 3,5$

Dan dalam hal ini bahan poros yang dibuat dari S 35 C-D dengan diameter 30 mm, cukup aman digunakan.

### BAB III

#### PERHITUNGAN SPLINE

Spline adalah suatu elemen mesin yang fungsinya serupa dengan pasak dan gerigi, yang dipakai untuk menetapkan bagian-bagian mesin seperti roda gigi, sproket, puli, kopling dan lain-lain pada poros. Momen diteruskan dari poros ke naf atau naf ke poros.

Pada spline dan gerigi yang mempunyai gigi luar para poros dan gigi dalam dengan jumlah gigi yang sama pada naf dan saling terkait yang satu dengan yang lain. Hanya pada spline mempunyai gigi yang besar-besar dengan jarak bagi yang sama pula, serta dapat digeser secara maksimal pada waktu meneruskan daya.

Dalam perencanaan ini akan dirancang ulang spline dengan jumlah gigi sebanyak 8 (delapan) buah.

Dan untuk perhitungan perencanaan spline ini perlu diketahui hal-hal berikut :

N = Jumlah alur yang direncanakan, dalam hal ini ada 8 buah.

U = Jarak alur  
=  $(0,156 \cdot ds)$

H = Tinggi alur  
=  $(0,095 \cdot ds)$

b = Lebar spline  
=  $(ds / 4)$

Dimana  $ds$  = diameter poros, diperoleh 35 mm, maka :

- Untuk jarak alur (W)

$$\begin{aligned} W &= 0,156 \cdot ds \\ &= 0,156 \cdot 28 \text{ mm} \\ &= 4,36 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Untuk tinggi alur (h)

$$\begin{aligned} h &= 0,095 \cdot ds \\ &= 0,095 \cdot 28 \text{ mm} \\ &= 2,66 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Untuk panjang spline (L), dengan 1 diambil 1,8

$$\begin{aligned} L &= 1,5 \cdot ds \\ &= 1,5 \cdot 28 \text{ mm} \\ &= 42 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Untuk lebar spline (b)

$$\begin{aligned} b &= ds / 4 \\ &= \frac{28}{4} \text{ mm} \\ &= 7 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Untuk diameter dalam (d<sub>i</sub>)

$$\begin{aligned} d_i &= 0,81 \cdot ds \\ &= 0,81 \cdot 28 \text{ mm} \\ &= 22,68 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk perencanaan spline ini diketahui diameter poros sama dengan diameter luar spline. Maka, gaya radial pada spline :

$$P = Mtd/rm \text{ (kg)}$$

dimana :

P = Gaya radial spline

Mtd = Momen torsi design (T)

rm = Jari-jari rata-rata antara poros dengan spline

Untuk mencari rm, dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} rm &= ds + \frac{d_i}{4} \text{ (mm)} \\ &= 28 + \frac{22,68}{4} \\ &= 28 + 5,67 \\ &= 33,67 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Gaya radial spline (P)

$$\begin{aligned}
 P &= Mtd/rm \\
 &= 15378 / 33,67 \\
 &= 456,72 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Tegangan geser yang terjadi ( $\tau_g$ )

$$\tau_g = \frac{P}{F} \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

$$\text{dimana : } F = \frac{\pi}{4} \cdot (ds^2 - d^2)$$

$$\begin{aligned}
 \tau_g &= \frac{P}{F} \\
 &= \frac{456.16}{\pi / 4 \cdot (28)^2 - (22.68)^2} \\
 &= \frac{456.16}{3,14 / 4(784 - 514.38)} = \frac{456.16}{0,785(269.62)} = \frac{456.16}{211.65} = 2.15 \text{ Kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

Dikarenakan bahan spline sama dengan poros, maka tegangan geser izinnnya adalah :

$$\tau_{\alpha} = \frac{53}{6,0 \cdot 2,0} = 4,42 \text{ kg/mm}^2$$

Dari perhitungan diatas diperoleh  $\tau_{\text{terjadi}}$  dari spline = 2.15 kg/mm<sup>2</sup> dan  $\tau_{\alpha}$  spline = 4,42 kg/mm<sup>2</sup>.

Sesuai syarat keamanannya,  $\tau_{\alpha} \geq \tau_{\text{terjadi}}$

$$\text{Maka : } 4,42 \geq 2.15$$

Jadi bahan dan konstruksi perencanaan spline ini aman untuk dipakai.



## BAB IV PERHITUNGAN PLAT GESEK

Plat gesek adalah suatu elemen mesin yang berfungsi sebagai media penerus daya dari putaran penggerak kepada yang akan digerakkan. Ini terjadi karena adanya gaya gesekan antara plat gesek ashes dengan *plat* gesek baja, dan gaya yang terjadi akibat tekanan dari pegas. Maka dari rumus momen torsi yang terjadi pada plat gesek adalah :

$$Mtd = \frac{2\pi.P.b.F.rm^2}{\beta} \dots\dots\dots kg / cm^2$$

Dimana :

P = Tekanan bidang gesek  
= diambil = / 3,5

b = lebar bidang gesek

rm = Jari-jari bidang gesek

F = koefisien gesek (0,1 – 0,2)  
= diambil = 0,2

Z = jumlah pasangan permukaan gesek = 1 buah

$\beta$  = Faktor over load (1,2 – 1,5)  
= 1,3 (diambil)

dan  $\frac{b}{rm} = (0,2 - 0,5)$  Mtd = 15359 kg . mm

= diambil (0,5) 0,5 rm

b = 0,5 rm

Maka Mtd =  $\frac{2\pi.P.b.F.rm^2.Z}{\beta}$

$$15359 = \frac{2.3,14.3,5.0,5 rm.0,2.rm^2.1}{1,3}$$

$$15359 = \frac{2,198}{1,3} rm^3$$

$$15359 = 1,69 rm^3$$

$$r_m = \sqrt[3]{\frac{15359}{1,69}}$$

$$r_m = 4,49 \text{ cm} \rightarrow 44,9 \text{ mm, menjadi } 55 \text{ mm}$$

- Dan lebar bidang gesek (b) :

$$b = 0,5 r_m$$

$$= 0,5 \cdot 55$$

$$= 27,5 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{- Jari-jari dalam bidang gesek (r}_1\text{)} &= r_m + \frac{b}{2} \\ &= 55 + \frac{27,5}{2} \\ &= 68,75 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Diameter dalam bidang gesek (d}_1\text{)} &= 2 \cdot r_1 \\ &= 2 \cdot 68,75 \text{ mm} \\ &= 137,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Jari-jari luar bidang gesek (r}_2\text{)} &= r_1 + b \\ &= 68,75 + 27,5 \\ &= 96,25 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Diameter luar bidang gesek (d}_2\text{)} &= 2 \cdot r_2 \\ &= 2 \cdot 96,25 \text{ mm} \\ &= 192,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Akibat dari aksi plat gesek tersebut, timbullah gaya atau beban yang menimbulkan tekanan (gaya F). Dari rumus,  $F = \frac{\pi}{4}(d_2^2 - d_1^2) Pa$

Dimana :  $p_a$  = Tekanan rata-rata pada bidang gesek 0,007 – 0,07, karena bahan yang diambil asbes.

$$= 0,07 \text{ (diambil)}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } F &= \frac{\pi}{4} (d_2^2 - d_1^2) Pa \\ &= \frac{\pi}{4} ((192,5)^2 - (137,5)^2) \cdot 0,07 \\ F &= 997,3425 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Momen percepatan mesinnya (Mpm)

Dari rumus,

$$M_{pm} = \frac{2 \cdot AP}{W \cdot t}$$

Dimana : AP = Kerja Kopling

$$= \frac{N \cdot t \cdot 75}{2} \text{ (kg cm)} \rightarrow N = \text{Daya rencana (86,73 KW)}$$

t = Waktu Penyambungan Kopling  
= 2 detik

$$AP = \frac{86,73 \cdot 2 \cdot 75}{2}$$

$$AP = 6504,75 \text{ kg cm}$$

$\omega$  = Kecepatan Sudut

$$\omega = \frac{2 \pi \cdot n}{60} \text{ (rad / s)} = \frac{(2 \cdot 3,14) \cdot 6600 \text{ rpm}}{60}$$

$$\omega = 690,8 \text{ rad / s}$$

$$\text{Jadi, } M_{pm} = \frac{2 \cdot AP}{W \cdot t}$$

$$= \frac{2 \times 6504,75}{690,8 \times 2} = \frac{13009,5}{1381,6} = 9,41 \text{ kg.cm / rad}$$

- Momen puntir (Mt) yang terjadi pada plat gesek :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

$$M_t = 71620 \cdot \frac{\rho}{n}$$

dimana  $\rho = 9,8$

$$= 71620 \cdot \frac{9,8}{6600}$$

$$n = 6000 \text{ rpm}$$

$$= 106.34 \text{ kg cm}$$

Sehingga didapatlah momen gesek total (Mgt) yang terjadi :

$$\begin{aligned} \text{Mgt} &= \text{Mt} + \text{MPm} \\ &= 106.34 + 9.41 \\ &= 115.79 \text{ kg} \cdot \text{cm} \\ &= 1.15 \text{ kg} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

- Untuk perhitungan daya gesek

Daya gesek disini adalah merupakan kegiatan akibat kecepatan plat gesek yang belum sempurna.

Dengan rumus :

$$\text{Ng} = \frac{\text{Mgt} \cdot \omega \cdot t \cdot Z}{2.75 \cdot 3600}$$

Dimana :

$$\text{Ng} = \text{Daya gesek (HP)}$$

$$\text{Mgt} = \text{Momen gesek total}$$

$$= 1,15 \text{ kg.m}$$

$$\omega = \text{Kecepatan sudut} = 690.8 \text{ rad/s}$$

$$t = \text{Waktu yang dibutuhkan untuk penyambungan kopling} = 2 \text{ detik}$$

$$Z = \text{Kerja kopling / jam (5-30)}$$

$$= 30 \text{ kali per jam (3000 detik)} = 30 \text{ diambil}$$

Maka :

$$\text{Ng} = \frac{\text{Mgt} \cdot \omega \cdot t \cdot Z}{2.75 \cdot 3600}$$

$$\text{Ng} = \frac{1,15 \cdot 690.8 \cdot 2 \cdot 30}{2.75 \cdot 3600}$$

$$\text{Ng} = 0,088 \text{ HP}$$



- Untuk Perhitungan Umum Plat Gesek

Umur plat gesek ini sangat tergantung pada jenis bahan geseknya, tekanan konstant, kecepatan keliling (kopling), temperatur dan lain-lain.

Maka dari itulah sukar untuk menentukan umur plat gesek secara teliti. Dan berdasarkan tafsiran kasar untuk umur plat gesek, dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Nml = \frac{L^3}{E.W}$$

Dimana :

$$L = \text{Volume keausan yang diizinkan } 63,5 \text{ cm}^3$$

$$W = \text{Laju keausan permukaan bidang gesek } (6-12) \times 10^{-7} \text{ cm}^3 / \text{kg cm.}$$

$$= 8 \times 10^{-7} \text{ cm}^3 / \text{kg cm (diambil)}$$

$$= \frac{2.T.P}{12} \rightarrow T = \text{Momen Torsi Rencana} = 15359 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$= \frac{2.15359.86.73}{12} \quad P = \text{Daya Rencana} = 86.73 \text{ KW}$$

$$= 222303.44 \text{ kg} \cdot \text{cm} / \text{hubungan}$$

Maka diperoleh :

$$Nml = \frac{L^3}{E.W}$$

$$Nml = \frac{(63,5)^3}{222303.44.8 \times 10^{-7}}$$

$$Nml = 1506163 \text{ (hb)}$$

Seumpamanya kopling dianggap rata-rata 10 jam/kali, diambil frekuensi penghubung  $Fr = 6,0$  /menit, dengan 300 hari hitungan untuk tiap tahun.

Jadi umur kopling dalam jumlah tahun :

$$N_{md} = \frac{Nml}{6.60.10.300}$$

$$N_{md} = \frac{1506163}{1080000} = 1,39 \text{ (tahun)}$$

Jadi umur plat gesek diperkirakan 1 tahun dengan pemakaian kopling rata-rata 10 jam per hari.

- Tebal Plat Gesek :

Dengan rumus :

$$a = \frac{Ng \cdot L}{Ag \cdot Ak}$$

Dimana : L = Lama pemakaian plat gesek, (direncanakan 21600 Jam)

Ag = Luas bidang yang bergesek pada kopling

$$= \frac{\pi}{4}(d_2^2 - d_1^2)$$

$$= 0,785 [(192,1)^2 - (137,5)^2]$$

$$= 14247,75 \text{ mm}^2$$

$$Ag = 14,24 \text{ cm}^2$$

Ak = Faktor kopling yang menyatakan rusak

(5-8) HP/cm<sup>2</sup>, jam

$$= 6 \text{ (diambil)}$$

Ng = Daya gesek

$$= 0,088 \text{ HP}$$

$$\text{Maka : } a = \frac{Ng \cdot L}{Ag \cdot Ak}$$

$$a = \frac{0,088 \cdot 21600}{20,41 \cdot 6}$$

$$\text{UNIVERSITAS MEDAN AREA} = 0,15 \text{ cm} = 1,5 \text{ mm}$$

Jadi tebal plat = 1,5 mm

- Besar daya maksimum (Pmax) :

P maksimum dengan tebal 3,2 mm, adalah :

$$P_{\max} = \frac{Mtd \cdot n}{71620} \quad \rightarrow n = 6000 \text{ rpm}$$

$$Mtd = 15359 \text{ kg, mm}$$

$$P_{\max} = \frac{15359 \cdot 6600}{71620}$$

$$= 1415,37 \text{ dk (HP)}$$

- Besar daya mekanis (Pm)

Dengan rumus :

$$P_m = \frac{P_{\max} \cdot Z \cdot t / 2 + N (3600 - Z \cdot t)}{3600}$$

Dimana :  $z = 30$  kali (kerja kopling / jam)

$t = 2$  menit

$n = 109$  PS

Maka :

$$P_m = \frac{1415,37 \cdot 2 \cdot 30 \cdot \left(\frac{2}{2}\right) + 86,73 [3600 - (30 \cdot 2)]}{3600}$$

$$P_m = 108,86 \text{ HP}$$

Jadi besar daya mekanis pada kopling dengan tebal plat 3 mm = 108,86 HP

Dengan efisiensi daya yang terjadi ( $\eta$ )

$$\eta = \frac{P_m - N_g}{P_m} \times 100\%$$

$$= \frac{108,86 - 0,088}{108,86} \times 100\%$$

$$= 0,99 \times 100\%$$

## BAB V PERHITUNGAN TEMPERATURE

Kerja penghubung pada plat gesek menimbulkan panas, dan panas ini harus diperhitungkan pengaruhnya terhadap kekuatan plat gesek serta bahan yang digunakan. Adapun persamaannya dalam perhitungan panas ini adalah :

$$N_g = \frac{A_g \cdot \Delta t \cdot \alpha}{632/n}$$

dimana :  $N_g$  = Gaya gesek yang diperoleh = 0,088 Dk

$A_g$  = Luas bidang gesek = 14247,75 mm<sup>2</sup>

$\Delta t$  = Beda temperature

$\alpha$  = Faktor perpindahan panas yang tergantung pada kecepatan rata-rata

Dan besar kecepatan rata-rata :

$$V_r = W \cdot r_m \dots\dots\dots \left(\frac{m}{s}\right)$$

Dimana :  $V_r$  = Kecepatan rata-rata kopling

$W$  = Kecepatan sudut

= 690,8 rad/s

$r_m$  = Jari-jari rata-rata

= 33,67 mm

= 0,033 m

Maka diperoleh :

$$\begin{aligned} V_r = W \cdot r_m &= 690,8 \times 0,033 \\ &= 22,79 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Berikut ini adalah tabel hubungan antara  $V_r$  dan  $\alpha$

$V_r$ (m/s)	$\alpha$ (K.Kal / m <sup>0</sup> C)
0	4,5
5	24
10	46
15	57
20	62
25	72
35	90
40	102
45	114
50	135
60	155

Dari tabel diatas diperoleh :

$$\alpha = 155 + \frac{(53,16 - 60) \cdot (155 - 135)}{60 - 50}$$

$$\alpha = 155 + \frac{(-6,84) \cdot (20)}{10}$$

$$\alpha = 155 + (-13,68)$$

$$\alpha = 141,32 \text{ kkal} / \text{m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Dengan demikian T dapat diketahui, dari rumus daya gesek ( $N_g$ ) :

$$N_g = \frac{A_g \cdot \Delta t \cdot \alpha}{632/n}$$

$$\Delta t = \frac{204194,56 \times 0,088}{0,07 \times 141,32 \times 6600}$$

$$= \frac{17969}{65289,84}$$

$$\Delta t = 0,27 \text{ } ^\circ\text{C}$$



Maka, dengan temperatur kamar ( $T_k$ ) adalah  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , didapat temperatur kerja kopling yang terjadi :

$$\begin{aligned} T_w &= \Delta t + T_k \\ &= 0,27 + 30 \\ &= 30,27\text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Temperatur kerja itu untuk asbes adalah  $150\text{ }^{\circ}\text{C} - 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tapi untuk keseluruhan kopling pada umumnya dijaga agar suhunya tidak lebih tinggi dari  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Dan dari kerja diatas :

$$T_w \leq T$$

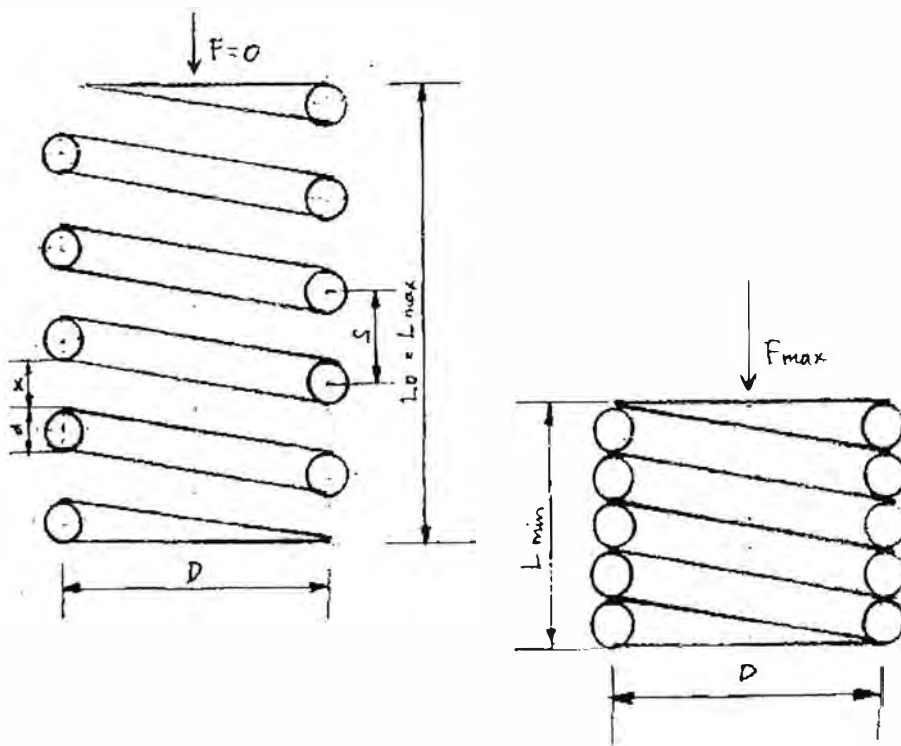
Dengan  $T_w = 30,27$  dan  $T = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , maka  $30,27\text{ }^{\circ}\text{C} \leq 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Dalam hal ini kerja kopling aman pada temperatur yang terjadi.

## BAB VI

### PERHITUNGAN PEGAS

Dalam perencanaan ini pegas yang dipakai adalah jenis pegas penekan. Fungsi dari pegas jenis ini adalah sebagai media penekan untuk melepaskan plat gesek dengan menggunakan mediator atau alat bantu lain, sehingga kecuali keposisi semula (berhubungan kembali).

Penggunaan pegas ini juga sebagai pengatur gaya supaya normal dan merata pada plat pembaut sehingga gaya yang diterima plat gesek juga merata. Untuk jelasnya dalam mencari perhitungannya, berikut adalah sekilas sketsa ukuran utama pegas.



Keterangan Gambar :

$L_{max}$  = Panjang pegas awal, tanpa adanya gaya ( $F = 0$ )

$L_{min}$  = Panjang pegas akhir, setelah mengalami lendutan akibat gaya maksimal yang diterima pegas.

$D$  = Diameter pegas

- d = Diameter kawat  
 k = Kisar atau jarak antar kawat  
 s = Kisar putar

- Bahan yang dipilih

Tabel Baja Pegas JIS G 4801

Lambang	Perlakuan panas (°C)		Batas mulur (kg/mm <sup>2</sup> )	Kekuatan tarik (kg/mm <sup>2</sup> )	Kekerasan (H <sub>b</sub> )
	Celup dingin	Temper			
SUP 4	830-860	450-500	90	65	352-415
SUP 5	Pendinginan minyak	480-530	90	65	363-429
SUP 6		490-540	110	115	363-429
SUP 7		460-510	110	125	363-429
SUP 10		470-540	110	125	363-429
SUP 11		460-510	110	125	363-429

Bahan	Lambang	Modulus geser G (kg/mm <sup>2</sup> )
Baja pegas	SUP	8 X 10 <sup>3</sup>
Kawat baja keras	SW	8 X 10 <sup>3</sup>
Kawat piano	SWP	8 X 10 <sup>3</sup>
Kawat ditemper dengan minyak	----	8 X 10 <sup>3</sup>
Kawat kuningan	SUS	7,5 X 10 <sup>3</sup>
Kawat perak nikel	BsW	4 X 10 <sup>3</sup>
	NSWS	4 X 10 <sup>3</sup>

Bahan untuk pegas adalah jenis baja pegas (SUP) dengan harga modulus geser ( $G$ ) =  $8 \times 10^3$  kg/mm.

Jumlah lilitan yang bekerja direncanakan sebanyak 3 buah

- Beban maksimum ( $F_{max}$ ) yang diterima pegas

$$F_{max} = P_a \cdot A_g$$

Dimana :

$P_a$  =  $N_g$  = daya gesek (tekanan rata-rata pada bidang gesek)

$$= 0,088 \text{ HP (didapat dari plat gesek).}$$

$A_g$  = luas plat gesek

$$= 14247,75 \text{ mm}^2 = 14,24 \text{ cm}^2$$

Maka  $F_{max} = P_a \cdot A_g$

$$= 0,088 \cdot 14,24$$

$$= 1,25 \text{ kg}$$

- Gaya yang diterima tiap-tiap pegas :
- Untuk diameter kawat ( $d$ )

$$d = \sqrt[3]{\frac{P \cdot K \cdot C \cdot F^1}{\pi \cdot \tau_g}}$$

- Dimana  $K$  = Maka faktor tegangan Wahl

$$= 1,32 \text{ (diambil)}$$

$$C = \text{Indeks pegas} = \frac{D}{d} = 4-10$$

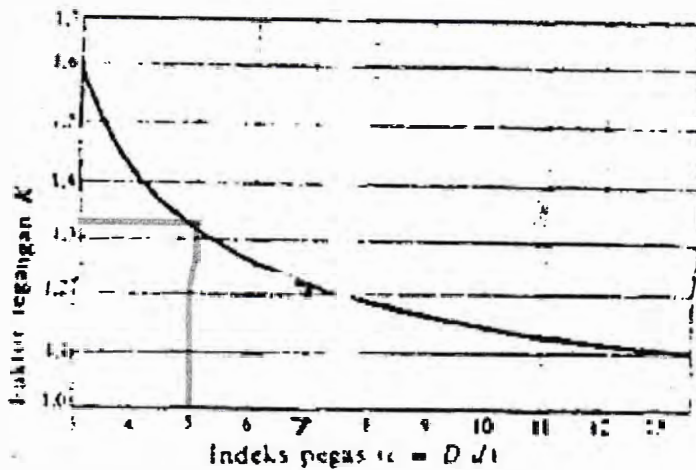
$$= 7 \text{ (diambil)}$$

$F^1$  = beban yang diterima tiap-tiap pegas

$\tau_a$  = tegangan geser izin

$$= 90000 \text{ kg/cm}^2 \text{ (diambil)}$$

Tabel Faktor Tegangan Dari Uali>l ;



Maka :

$$d = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot k \cdot C \cdot F1}{\pi \cdot \tau}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 1,32 \cdot 7 \cdot 188,52}{3,14 \cdot 9000}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{13935,40}{282600}}$$

$$= \sqrt[3]{0,49}$$

$$d = 0,7 \text{ cm}$$

$$d = 7 \text{ mm}$$

$$= 7 \text{ mm (diambil)}$$

- Untuk Diameter pegas (D) :

$$\frac{D}{d} = 7 \text{ (dari indeks pegas)}$$

$$\text{Maka : } D = 7 \cdot d$$

$$= 7 \cdot 7$$

$$D = 49 \text{ mm}$$



- Untuk jarak lilitan (k) :

$$K = \frac{D}{2} - \frac{D}{3}$$

$$= \frac{D}{3} \text{ (diambil)}$$

$$= \frac{49}{3} \text{ (diambil)}$$

$$= 16,3 \text{ mm}$$

- Untuk jumlah seluruh lilitan (N)

$$N = n + 2 \rightarrow n = \text{jumlah lilitaan efektif}$$

$$= 3 \text{ (yang direncanakan)}$$

$$N = 3 + 2$$

$$= 5 \text{ buah}$$

- Lendutan (defleksi) yang terjadi (S) :

$$S = \frac{8 \cdot n \cdot D^3 \cdot F \max}{d^4 \cdot G}$$

Dimana :

N = Jumlah lilitan efektif

G = Modulus geser  
 $= 8 \times 10^3 \text{ kg/mm}^2$

Maka :

$$S = \frac{8 \cdot n \cdot D^3 \cdot F^1}{d^4 \cdot G}$$

$$S = \frac{8 \cdot 3 \cdot (49)^3 \cdot 188,52}{(7)^4 \cdot 8 \times 10^3}$$

$$S = \frac{532300547}{19208000}$$

$$S = 27,7 \text{ mm}$$

Untuk panjang pegas maksimum :

$$L_{\max} = (n \cdot d) + [(N - 1) k]$$

Dimana :

n = jumlah lilitan efektif

d = diameter kawat

N = jumlah total lilitan

k = jarak / kisar lilitan

Maka :

$$\begin{aligned} L_{\max} &= (3 \cdot 7) + [(5-1) \cdot 16,3] \\ &= 21 + 65,2 \\ &= 86,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Panjang pegas setelah menerima gaya F :

$$\begin{aligned} L &= (\max - (S)) \\ &= 86,2 - 27,7 \\ &= 58,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Untuk panjang pegas minimum ( $L_{\min}$ ) :

$$L_{\min} = L - \text{total}$$

$$\text{Dimana : } \gamma_{\text{total}} = \varepsilon - S_1$$

$$\begin{aligned} S_1 &= \text{Kelonggaran plat gesek dengan plat penekan} \\ &= 2 \text{ mm (direncanakan)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } S_{\text{total}} &= 27,7 + 2 \\ &= 29,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi : } L_{\min} &= 58,5 - 29,7 \\ &= 28,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Besarnya gaya untuk melepas hubungan antara plat gesek dan plat penekan :

$$F = \frac{f.G.d^3}{8.n.C^3} \dots\dots\dots(kg)$$

Dimana : C = indek pegas

$$f = \delta + (x) \dots\dots\dots(cm) \quad x = \text{keterangan plat}$$

$$= 1,21 + 0,2 \quad = 2 \text{ mm (diperkirakan)}$$

$$= 1,41 \text{ cm} \quad = 0,2 \text{ cm}$$

Sehingga :

$$F = \frac{1,41.8000.(7)^3}{8.3.(7)^3}$$

$$= \frac{3869040}{8232} = 470 \text{ kg}$$

maka gaya yang diterima untuk sebuah pegas ( $F^1$ )

$$F^1 = \frac{F}{4} = \frac{470}{4}$$

$$F^1 = 117,5 \text{ kg}$$

Dan pemeriksaan pegas dapat dilihat dari tegangan geser ( $\tau_g$ ) yang timbul :

$$\tau_g = \frac{8.k.F.D}{d^3} \dots\dots\dots(kg / cm^2)$$

$$= \frac{8.16,3.470.49}{(0,7)^3}$$

$$= \frac{3003112}{0,343} = 87554 \text{ kg / cm}^2$$

Ternyata dari perhitungan diatas, terbukti bahwa konstruksi pegas aman dipergunakan, dimana  $\tau_a \geq \tau_{\text{terjadi}}$

$$90000 \text{ kg/cm}^2 \geq 87554 \text{ kg/cm}^2$$

Diameter standar dari kawat baja keras dan kawat musik

0,08	0,50	2,90	* 6,50
0,09	0,55	3,20	* 7,00
0,10	0,60	3,50	* 8,00
0,12	0,65	4,00	* 9,00
0,14	0,70	4,50	* 10,00
0,16	0,80	5,00	
0,18	0,90	5,50	
0,20	1,00	6,00	
0,23	1,20		
0,26	1,40		
0,29	1,60		
0,32	1,80		
0,35	2,00		
0,40	2,30		
0,45	2,60		

## BAB VII BANTALAN

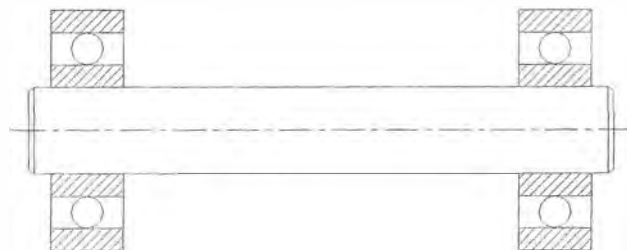
Dalam rancangan ini akan digunakan adalah jenis bantalan gelinding, adapun bantalan ini berguna untuk menumpu poros berbeban sehingga putaran dapat berlangsung secara halus, aman dan awet. Dimana bantalan gelinding yang akan digunakan berupa bantalan radial alur dalam yang menggunakan bola baja sebagai media gelindingnya. Cincin dan elemen gelinding pada bantalan dibuat dari baja bantalan kurom karbon tinggi.

Pada konstruksi kopling digunakan dua jenis bantalan yaitu:

1. Bantalan pendukung poros, berupa bantalan bola radial untuk menahan poros pada tempatnya.
2. Bantalan pembebas (release bearing), berupa bantalan bola aksial untuk menekan pegas matahari saat pedal kopling ditekan.

- **Bantalan Pendukung Poros**

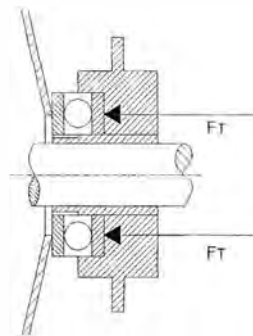
Bantalan yang digunakan untuk mendukung poros adalah bantalan bola radial beralur dalam tunggal (*single row deep groove radial ball bearing*), sebanyak dua buah, masing-masing pada kedua ujung poros. Sketsa bantalan pendukung poros ini beserta komponen-komponen lain yang terhubung dengannya ditunjukkan pada gambar berikut.





- **Bantalan Pembebas**

Bantalan yang digunakan sebagai bantalan pembebas (*release bearing*) adalah bantalan bola aksial satu arah dengan bidang rata (*single direction thrust ball bearing with flat back face*). Diagram benda bebas untuk bantalan ini beserta komponen-komponen lain yang terhubung dengannya ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar. Bantalan pembebas

Bantalan ini menerima gaya radial ( $P_r$ ), sebesar gaya untuk melepaskan hubungan antara plat gesek dengan gaya penekan ( $P_2$ ) yaitu :

$$P_r = F$$

$$P_r = 526,18 \text{ kg}$$

Gaya ekuivalensi yang bekerja pada bantalaan ( $P_o$ ) :

$$P_o = X \cdot U \cdot P (Y P_r) \cdot \text{tg} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

$X$  = Faktor kecepatan

= 0,43 (diambil)

$P$  = Gaya aksial = 0 kg

$V$  = Faktor kecepatan keliling

= 1,2 (diambil)

$\alpha$  = Sudut tekan pada bantalan =  $20^0$

Maka :

$$\begin{aligned}Pr &= \text{Gaya radial} \\Y &= \text{Faktor aksial} \\&= 1,0 \text{ (diambil)}\end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}Po &= Y \cdot Pr \cdot \text{tg } \alpha \\&= 1,0 \cdot 526,18 \cdot \text{tg } 20^\circ \\&= 191,51 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Kapasitas beban dinamis (C) dengan bantalan L (ranting Jife) Hubungan rating life dengan umur permukaan pada bantalan.

$$L = \left( \frac{C}{Po} \right)^a$$

Dimana : a = Konstanta bantalan radial  
= 3 (direncanakan)

Dengan :  $\left( \frac{C}{Po} \right)^a$  = perbandingan beban dinamis dengan beban total

$$\left( \frac{C}{Po} \right)^a = \frac{60 \cdot n \cdot Lh}{10^6}$$

Dimana : Lh = umur permukaan bantalan  
= 25000 jam (direncanakan)  
n = 6600 rpm  
Po = 191,51 kg

Sehingga kapasitas beban dinamis :

$$C = P_0 \sqrt[3]{\frac{60 \cdot n \cdot Lh}{10^6}}$$

$$C = 191,51 \sqrt[3]{\frac{60 \cdot 6600 \cdot 25000}{10^6}}$$

$$C = 191,51 \sqrt[3]{9900}$$

$$C = 191,51 \cdot (21,47)$$

$$C = 4111,71 \text{ kg}$$

Setelah (C), didapat maka ukuran-ukuran bantalan dapat dicari pada tabel (lihat pada Buku Sularso, halaman 143)

Dengan  $C = 4111,71 \text{ kg}$  yang mendekati adalah  $C = 4150 \text{ kg}$

Maka dari tabel dilihat :

d = diameter dalam

= 45 mm

D = diameter luar

= 100 mm

B = lebar bantalan

= 25 mm

r = radius sudut = 2,5 mm

## BAB VIII

### PERHITUNGAN BAUT

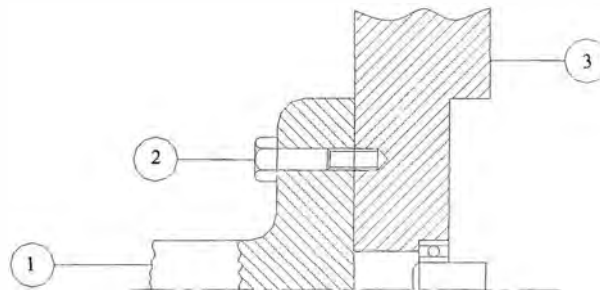
Dalam hal ini baut berfungsi sebagai penahan/pengikat antara pegas dan rumah bantalan, jadi baut yang direncanakan hanya menerima gaya yang besarnya sama dengan gaya yang ditimbulkan oleh masing-masing pegas.

Pada konstruksi kopling digunakan tiga jenis baut pengikat, yaitu:

1. Baut pengikat poros penggerak dengan flywheel
2. Baut pengikat pegas matahari dengan plat penekan
3. Baut pengikat flywheel dengan penutup (*cover*) kopling.

Perancangan dari ketiga jenis baut tersebut akan diuraikan dalam bagian berikut.

#### **Baut Pengikat Poros Penggerak dengan Flywheel**



Gambar. Baut pengikat poros penggerak dengan flywheel

Keterangan:

1. poros penggerak
2. baut pengikat poros penggerak dengan flywheel
3. flywheel

Banyaknya baut pengikat pada rancangan ini ada 4 (empat) buah, maka gaya yang diterima oleh rumah bantalan adalah 4 kali gaya yang ditimbulkan baut

$$P_o = 4 F^1$$

Dimana :

$P_o$  = gaya yang ditimbulkan total baut

$F^1$  = gaya pada masing-masing baut

= gaya maksimum pada masing-masing pegas

$$= 188,52 \text{ kg}$$

Maka :  $P_o = 4 \cdot 188,52$

$$= 754,08 \text{ kg}$$

Dengan baut yang direncanakan dibuat dari bahan baja S 30 C dengan faktor keamanan (5+) = ID, dan kekuatan tarik = 4800 kg. Maka tegangan tarik ( $V_t$ ) izin

$$\begin{aligned}\tau_\alpha &= \frac{4800}{10} \\ &= 480 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Karena tegangan geser yang terjadi  $\leq$  tegangan geser izin adalah :

Maka :

$$\tau_g = 0,8 \cdot \tau$$

$$\tau_g = 0,8 \cdot 480$$

$$\tau_g = 384 \text{ kg/mm}^2 = 38400 \text{ kg/cm}^2$$

Karena tegangan geser yang terjadi  $\leq$  tegangan geser izin

Maka :

$$\tau_\alpha \geq \tau_{\text{terjadi}}$$

$$\text{Dimana : } \tau_g = \frac{F^1}{A}$$

$$P^1 = \text{gaya pada masing-masing pegas / baut} = 188,52 \text{ kg}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA  $A$  = Luas penampang baut

$$= \frac{\pi}{4 d_o^2}$$



do = diameter baut

$$\text{Maka : } \tau_g \geq \frac{F^1}{A}$$

$$38,4 \geq \frac{188,52}{\pi / 4 do^2}$$

Distribusikan :

$$do = \sqrt{\frac{188,52}{3,14 \cdot 38,4}}$$

$$do = \sqrt{\frac{188,52}{120,58}}$$

$$do = \sqrt{1,56}$$

$$do = 1,25 \text{ cm} = 12,5 \text{ mm}$$

Maka untuk menghitung diameter baut standard dipakai :

$$12,5 \approx 12 \text{ mm (diambil)}$$

Jadi do = 12 mm atau ukuran M 12 (untuk ulir baut)

Dari tebal baut :

- PITCH (P) = 1,75 mm
- Diameter Luar (d) = 12mm
- Diameter Efektif (d<sub>2</sub>) = 10,863 mm
- Diameter Dalam (d<sub>1</sub>) = 10,106 mm

Selanjutnya untuk pemeriksaan terakhir pada baut akan dicari tegangan tarik yang timbul pada setiap batang baut dengan rumus :

$$\tau = \frac{F^1}{A}$$

Dengan :

UNIVERSITAS MEDAN AREA  $F^1 = 188,52 \text{ kg}$

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot (13)^2$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{3,14}{4} \cdot 144 \\
 &= 0,785 \cdot 144 \\
 &= 113,04 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 \tau_t &= \frac{F^1}{A} \\
 &= \frac{188,52}{113,04} = 1,67 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 1,67 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Dengan demikian batang baut dalam keadaan aman untuk digunakan karena

$$\begin{aligned}
 \tau_g &\geq \tau_{\text{terjadi}} \\
 38,4 \text{ kg/cm}^2 &\geq 1,67 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

## BAB IX

### KESIMPULAN

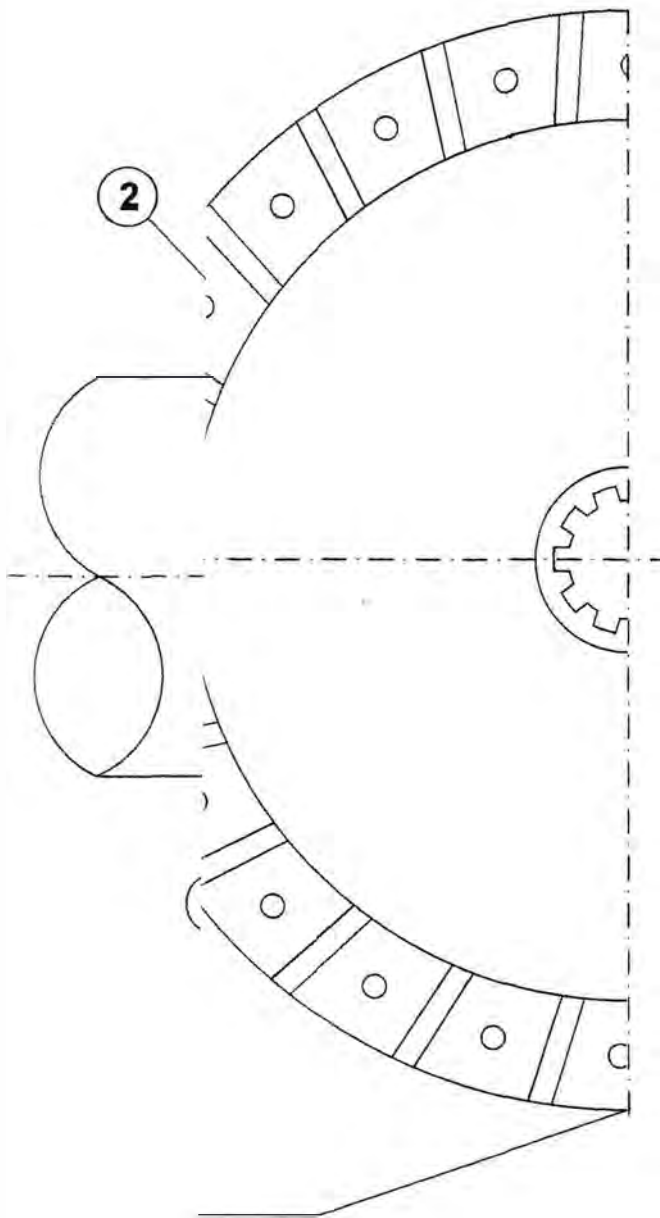
Dalam perencanaan kopling ini diambil kesimpulan dari ukuran-ukuran benda kerja :

Hasil-hasil perancangan dan perhitungan :

- a. Diameter poros = 28 mm
- b. Diameter spline (diameter dalam ) = 22,68 mm
  - Lebar spline = 7 mm
  - Panjang spline = 42 mm
  - Gaya radial spline = 456,16 kg
  - Tinggi alur spline = 2,66 mm
  - Jarak alur spline = 4,36 mm
- c. Tebal plat gesek = 1,5 mm
  - Jari-jari bidang gesek = 55 mm
  - Jari-jari luar = 96,25 mm
  - Jari-jari dalam = 68,75 mm
- d. Temperature kerja = 30,27 °C
- e. Diameter pegas = 49 mm
  - Diameter kawat pegas = 7 mm
  - Jarak lilitan = 86,2 mm
  - Jumlah lilitan = 5 lilitan
  - Panjang pegas = 86,2 mm
  - Gaya kerja pada pegas = 188,52 kg
- f. Diameter luar bantalan = 100 mm
  - Diameter dalam bantalan = 45 mm
  - Lebar bantalan = 25 mm
  - Radius sudut = 2,5 mm

## LITERATURE

1. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin Sularso  
Oleh, Kiyakatsu Suga.Penerbit, Pradya Paramita, Jakarta, 1991.
2. Pemindah Daya , TOYOTA MOBIL
3. Chasis Mobil , TOYOTA MOBIL



30	Paku Keling	aluminium	4					
	Baut dan Mur	Baja Liat	6					
	Pegas	SUP 4	2					
	Spline dan Naaf	S 35 C	1					
	Banjaran	Gelinding	4					
	Poros	S 35 C	1					
	Plat Gesek		2					
	Nama Bagian	Bahan	Jumlah					

UNIVERSITAS MEDAN AREA  
 Dosen Pembimbing : ANDA LESMANA  
 Dosen Pembimbing : Ir. DARIANTO ST, MT  
 Dosen Pembimbing : Ir. AMRU SIREGAR, MT

Keterangan:  
 Daya : 92 PS  
 Putaran : 6000 rpm

## KOPLING TOYOTA AVANZA