

**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**PEMBUATAN ANIMASI SISTEM TRANSMISI OTOMATIS**



Disusun dan Diajukan Untuk Memenuhi Tugas dan Syarat  
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik Mesin Otomotif  
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Disusun oleh :

**Indra Wahyu Perdana**

**I.8606012**

**PROGRAM DIPLOMA III TEKNIK MESIN OTOMOTIF**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**  
**SURAKARTA**

**2009**

## **LEMBAR PERSETUJUAN**

Tugas Akhir dengan Judul “PEMBUATAN ANIMASI SISTEM TRANSMISI OTOMATIS” telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi D-III Teknik Mesin Otomotif Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Pada Hari :

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II

**Didik Djoko Susilo, ST. MT.**

**NIP. 19720313.199702.1.001**

**Heru Sukanto, ST. MT.**

**NIP. 19720731.199702.1.001**

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi D-III Teknik Mesin Otomotif Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta dan diterima untuk memenuhi syarat guna memperoleh gelar Ahli Madya Teknik Mesin Otomotif.

Pada Hari : Rabu

Tanggal : 5 Agustus 2009

Tim Penguji Tugas Akhir :

	Nama Terang	Tanda Tangan
Ketua / Penguji I	<b><u>Didik Djoko Susilo, ST. MT.</u></b> NIP. 19720313.199702.1.001	.....
Penguji II	<b><u>Heru Sukanto, ST. MT.</u></b> NIP. 19720731.199702.1.001	.....
Penguji III	<b><u>Purwadi Joko W, ST. MKom.</u></b> NIP. 19730126.199702.1.001	.....
Penguji IV	<b><u>Ir. Augustinus Sujono, MT.</u></b> NIP. 19511001.198503.1.001	.....

Mengetahui,  
Ketua Program D3 Teknik Mesin

**Zainal Arifin, ST. MT.**  
NIP. 19730308.200003.1.001

Disahkan Oleh,  
Koordinator Tugas Akhir

**Jaka Sulistya Budi, ST.**  
NIP. 19671019.199903.1.001

## **MOTTO**

- Barang siapa yang bersungguh-sungguh ia akan dapat yang ia inginkan.
- Tidak ada kamus tidak bisa, tetapi yang ada belum bias.
- Jadilah orang yang kakinya menapakkan di tanah tetapi cita-citanya setinggi bintang.
- Jangan mengulang kesalahan yang sama, dan jadikan hari ini lebih baik dari hari kemarin.
- Kegagalan itu biasa, tetapi kesuksesan adalah luar biasa.

## PERSEMBAHAN

*Kenalilah Allah diwaktu lapang, pasti Dia akan mengenalmu diwaktu sempit, ketahuilah!  
Sesungguhnya apa yang ditetapkan tidak mengenaimu pasti tidak akan menimpamu, sebaliknya apa  
saja yang ditetapkan meimpamu, kamu pasti tidak akan dapat menghindarinya.*

*Sesungguhnya pertolongan itu datangnya bersama kesabaran,  
kesenangan bersama kesusahan dan sesungguhnya  
beserta kesulitan adalah kemudahan.*

*(HR. Muttafaq' alaih)*

*Teruntuk:*

*Kedua Orang Tuaku*

*Atas kasih sayang, cinta dan pengorbanan dalam hidupku*

*Adik-adikku yang selalu hadir untukku*

*Teman-teman yang terus membantuku*

*Almamaterku*

**THE FINAL PROJECT**  
**THE MAKING OF ANIMATION OF AUTOMATIC TRANSMISSION**  
**SYSTEM**

**Indra Wahyu Perdana**

**I 8606012**

**ABSTRACT**

The main purpose of this study is to build an animation of the working principle of the automatic transmission for automotive application. The animation contains the explanation of each component of the automatic transmission, the working principle of each section and the working principle of the whole system. Several softwares are employed to integrate all data in constructing the animation such as Vector Works 11, Autocad 2006, 3DS Max 9, Corel Rave 3, Photoshop CS2, Cool Record Edit Pro 5.4 and movie edit pro 14.

Building the animation begins from the planetary gear mechanism using 3dsmax 9, followed by development of the hydraulic control system animation using Corel rave 3. The results are then joined with the auxiliary data such as the partial section of the automatic transmission pictures and narration audio as the animation video description. Movie Edit pro 14 is used to perform this stage.

As the results, the animation can be used as a reference in order to easy understand the student in studying the working principle of the automotive automatic for automotive application.

# **TUGAS AKHIR PEMBUATAN ANIMASI SISTEM TRANSMISI OTOMATIS**

**Indra Wahyu Perdana**

**I 8606012**

## **ABSTRAK**

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah pembuatan animasi tentang cara kerja sistem transmisi otomatis pada mobil. Animasi ini menjelaskan bagian-bagian penyusun dari sistem transmisi otomatis, cara kerja setiap bagian dan cara kerja keseluruhan sistem yang terdapat pada transmisi otomatis. Dalam pembuatan animasi *software* yang digunakan adalah Vector Works 11, AutoCAD 2006, 3DS Max 9, Corel RAVE 3, Photoshop CS2, Cool Record Edit Pro 5.4, Movie Edit Pro 14 digunakan dalam penggabungan keseluruhan data.

Pembuatan animasi dimulai dari animasi *planetary gear unit* dengan *software* 3DS Max 9, dilanjutkan pembuatan animasi *hydraulic control system* dengan *software* Corel RAVE 3, kemudian digabungkan dengan data-data lain seperti foto-foto bagian transmisi otomatis dan audio narasi sebagai penjelasan pada video animasi ini. Penggabungan dilakukan dengan *software* Movie Edit Pro 14.

Animasi ini dapat dijadikan sebagai referensi agar lebih mudah dalam mempelajari cara kerja sistem transmisi otomatis pada mobil.

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT berkat rahmat serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Maksud dari penulisan Laporan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan kelulusan mencapai derajat Ahli Madya (A.Md) Program Diploma III Jurusan Teknik Mesin Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis banyak menemui kesulitan-kesulitan, akan tetapi berkat hidayah-Nya serta bantuan dan dukungan dari berbagai pihak maka kesulitan tersebut dapat teratasi. Maka dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayahanda, Ibunda, dan Segenap Keluarga tersayang, yang selalu memberi dukungan baik secara moral maupun material.
2. Bapak Zainal Arifin, ST. MT., selaku Ketua Program D-III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta.
3. Bapak Didik Djoko Susilo, ST.MT., selaku Pembimbing Tugas Akhir 1
4. Bapak\_Heru Sukanto, ST. MT., selaku Pembimbing Tugas Akhir 2.
5. Jaka Sulistya Budi, ST., selaku Koordinator Tugas Akhir.
6. Seluruh Dosen, Asisten, dan Keluarga Besar Fakultas Teknik Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta.
7. Teman-teman serta seluruh pihak yang telah memberikan bantuan yang berguna bagi kelancaran penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari atas keterbatasan yang dimiliki dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, sehingga masih ditemui kekurangan dan ketidaksempurnaan, Maka dari itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Surakarta, Juni 2009

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
MOTTO.....	iv
PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar belakang masalah.....	1
1.2. Perumusan masalah.....	2
1.3. Pembatasan masalah.....	2
1.4. Tujuan dan Manfaat .....	2
1.5. Metodologi penyusunan proyek akhir.....	3
1.6. Sistematika penulisan.....	4
<b>BAB II. DASAR TEORI</b>	
2.1. Transmisi Otomatis ( <i>Automatic Transmission</i> ).....	5
2.2. Unit Roda Gigi Planet ( <i>Planetary Gear Unit</i> ).....	8
2.3. Alat-alat Penahan ( <i> Holding Device</i> ).....	10
2.4. Pemilihan Roda Gigi dan Fungsinya.....	16
2.5. Aliran Tenaga ( <i>Power Flow</i> ).....	20
<b>BAB III. ANIMASI SISTEM TRANSMISI OTOMATIS</b>	
3.1. Alur Pembuatan Animasi Sistem Transmisi Otomatis.....	29
3.2. Pembuatan Gambar 3D <i>Planetary Gear Unit</i> .....	30
3.3. Persiapan Sebelum Penganimasian Dengan 3DS Max.....	43
3.4. Pembuatan Animasi <i>Planetary Gear Unit</i> .....	46

3.5.	Pembuatan Animasi <i>Hydraulic Control Unit</i> .....	61
3.6.	<i>Rendering dan Editing</i> .....	72
3.7.	Penyusunan Animasi.....	75
BAB IV. HASIL PEMBUATAN ANIMASI		
4.1.	Sistem Transmisi Otomatis Mobil.....	84
4.2.	<i>Planetary Gear Unit</i> .....	84
4.3.	<i>Hydraulic Control System</i> .....	85
4.4.	Cara Kerja Sistem Transmisi Otomatis.....	85
4.5.	Rumus Perbandingan Roda Gigi.....	86
4.6.	Analisa Perbandingan Putaran <i>Input</i> dan <i>Output</i> .....	90
BAB V. PENUTUP		
5.1.	Kesimpulan.....	97
5.2.	Saran.....	97

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Selaras dengan semakin berkembangnya zaman dan semakin bertambahnya kebutuhan manusia akan mobilitas yang semakin tinggi menjadi alasan yang tepat guna mengembangkan penemuan-penemuan dibidang transportasi yang lebih handal, baik dalam hal keamanan, efisiensi, serta kemudahan tanpa mengesampingkan kenyamanan dalam penggunaannya.

Kendaraan sebagai sarana transportasi yang paling efektif saat ini dituntut memiliki karakteristik nilai jual yang handal, kuat dan tangguh. Kendaraan dalam hal ini adalah yang menggunakan sistem transmisi otomatis, bila menggunakan sistem transmisi otomatis tidak perlu menginjak pedal kopling dan tidak perlu memindahkan gigi kecepatan secara manual karena pada sistem transmisi ini perpindahan gigi kecepatan sudah teratur secara otomatis. Sistem transmisi otomatis tersusun dari *Torque Converter*, *Planetary Gear Unit*, dan *Hydraulic Control System*. Semua sistem tersebut harus dapat bekerja dengan baik agar didapatkan kinerja sistem transmisi otomatis yang handal dan bagus.

Dalam Tugas Akhir ini akan dibuat Animasi Sistem Transmisi Otomatis dengan memperlihatkan komponen-komponen apa saja yang ada dalam sistem transmisi otomatis tersebut. Sehingga hasil dari pembuatan animasi ini dapat memperlihatkan bagaimana mekanisme kerja dari komponen-komponen yang ada dalam sistem transmisi otomatis. Pembuatan animasi ini dilatarbelakangi dengan sangat minimnya referensi berupa buku atau visualisasi berupa video animasi tentang transmisi otomatis dibandingkan dengan referensi untuk transmisi manual yang sudah cukup banyak, seperti kita ketahui dalam dunia otomotif dikenal ada 3 jenis transmisi, yaitu : transmisi manual, transmisi otomatis dan transmisi semi otomatis.

Dari Tugas Akhir yakni Pembuatan Animasi Sistem Transmisi Otomatis ini dapat dihasilkan visualisasi sistem transmisi otomatis yang mudah dipahami dan dengan hasil yang optimal sehingga dapat bermanfaat sebagai acuan pengembangan teknologi yang lebih maju dengan memahami mekanisme kerja sistem transmisi otomatis.

## 1.2 Perumusan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini masalah dapat dirumuskan sebagai berikut :

Bagaimana membuat animasi cara kerja Sistem Transmisi Otomatis mobil?

## 1.3 Pembatasan Masalah

Studi kasus sebagai batasan masalah dalam Tugas Akhir ini :

- a. Animasi yang dibuat adalah untuk menjelaskan bagaimana cara kerja Sistem Transmisi Otomatis mobil yang menggunakan sistem *planetary gear unit*.
  1. Animasi 3D bagian *Planetary Gear Unit* untuk kecepatan 1, 2, 3 dan R dalam posisi tuas pemindah *Drive (D)*, *Reverse (R)*, *Manual Second (2)*, dan *Manual Low (L)* dengan menggunakan program 3DS Max 9.
  2. Animasi 2D bagian *Hidraulic Control System* untuk kecepatan 1, 2, 3 dan R dalam posisi tuas pemindah *Drive (D)*, *Reverse (R)*, *Manual Second (2)*, dan *Manual Low (L)* dengan menggunakan program Corel RAVE 3.
- b. *Software* yang digunakan :
  1. Vector Works 11
  2. Auto CAD 2006
  3. 3D Studio Max 9
  4. Corel RAVE 3
  5. Photoshop CS2
  6. Cool Record Edit Pro 5.4
  7. Movie Edit Pro 14

## 1.4 Tujuan dan Manfaat

- a. Tujuan  
Membuat animasi cara kerja Sistem Transmisi Otomatis mobil.
- b. Manfaat
  1. Secara Teoritis  
Dapat memperoleh pengetahuan tentang sistem transmisi otomatis, desain CAD dan pembuatan animasi.

## 2. Secara Praktis

Mengetahui karakteristik setiap komponen yang digunakan beserta cara kerjanya, terutama pada sistem *Planetary Gear Unit*. Hasil dari tugas akhir ini dapat dimanfaatkan oleh mahasiswa lain untuk dijadikan bahan belajar ataupun sebagai bahan referensi agar lebih mudah memahami sistem transmisi otomatis.

### 1.5 Metodologi Penyusunan Tugas Akhir

Sistematika dalam penyusunan Tugas Akhir Pembuatan Animasi Sistem Transmisi Otomatis ini adalah :

- a. Mencari referensi berupa buku, foto, gambar atau data melalui internet yang berhubungan dengan sistem transmisi otomatis 3 kecepatan.
- b. Mengajukan Proposal Perencanaan Tugas Akhir ke dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II.
- c. Menggambar dasar 2D bagian *Planetary Gear Unit* dengan menggunakan *software* Vector Works 11 yang dilanjutkan pada *software* Auto CAD 2006.
- d. Mengubah gambar 2D bagian *Planetary Gear Unit* menjadi 3D dengan menggunakan *software* Auto CAD 2006.
- e. Meng-*import* gambar 3D dari Auto CAD 2006 kemudian menganimasikan sesuai cara kerja *Planetary Gear Unit* sistem transmisi otomatis 3 kecepatan dan me-*render* dalam bentuk video (AVI).
- f. Membuat animasi *Hydraulic Control System* dengan menggunakan *software* Corel RAVE 3, dan me-*render* dalam bentuk video (AVI).
- g. Membuat narasi dalam bentuk audio (Wave) yang menjelaskan tentang operasi dasar Sistem Transmisi Otomatis 3 kecepatan dengan menggunakan *software* Cool Record Edit Pro 5.4.
- h. Menggabungkan video (AVI), audio narasi (Wave) yang telah dibuat beserta foto-foto sistem transmisi otomatis dengan menggunakan *software* Movie Edit Pro 14.
- i. Membuat laporan tertulis berupa Laporan Tugas Akhir Pembuatan Animasi Sistem Transmisi Otomatis berdasarkan data-data yang telah dihimpun pada saat pengerjaan Tugas Akhir.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Pada bagian ini penulis menyajikan tentang latar belakang, perumusan masalah, serta maksud dan tujuan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

### **BAB II. DASAR TEORI**

Membahas tentang bagaimana prinsip dasar dan komponen-komponen transmisi otomatis.

### **BAB III. PEMBUATAN ANIMASI SISTEM TRANSMISI OTOMATIS**

Membahas dan menjelaskan tentang perancangan dan pembuatan Animasi Transmisi Otomatis mobil 3 kecepatan.

### **BAB IV. HASIL PEMBUATAN ANIMASI**

Menjelaskan tentang Animasi Sistem Transmisi Otomatis mobil 3 kecepatan yang telah dibuat.

### **BAB V. PENUTUP**

Berisi kesimpulan dan saran dari analisis hasil kerja Animasi Sistem Transmisi Otomatis.

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Transmisi Otomatis (*Automatic Transmission*)**

Pada kendaraan bertransmisi otomatis tidak dijumpai pedal kopling, perpindahan ke gigi yang lebih tinggi atau yang lebih rendah dilakukan secara otomatis, sesuai dengan besarnya penekanan pada pedal akselerator dan kecepatan kendaraan.

Transmisi otomatis pada dasarnya dibagi menjadi 2 macam, yaitu :

- a. Transmisi otomatis penggerak roda belakang.



Gambar 2.1. Transmisi otomatis penggerak roda belakang.

([http://public.fotki.com/wackydave/car\\_related\\_reference/manufacturers-media-pics/gm\\_media\\_pics/x06pt\\_at005.html](http://public.fotki.com/wackydave/car_related_reference/manufacturers-media-pics/gm_media_pics/x06pt_at005.html))

- b. Transmisi otomatis penggerak roda depan.

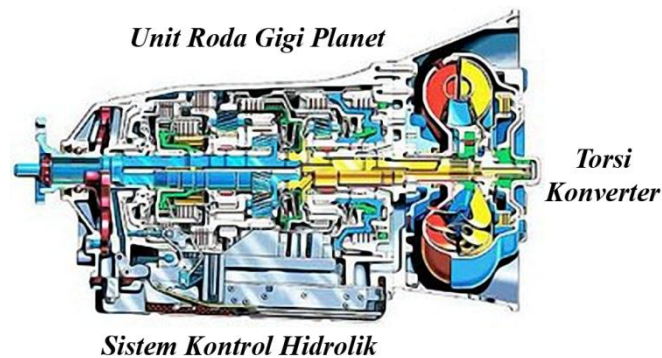


Gambar 2.2. Transmisi otomatis penggerak roda depan.

(<http://www.autotrends.org/technology/transmissions/>)

Kedua transmisi ini terlihat berbeda tetapi cara kerjanya sama, keduanya mempunyai disain rangkaian roda gigi planet (*planetary gear train*) yang digunakan dalam semua transmisi otomatis.

Sebuah transmisi otomatis terdiri dari 3 bagian utama yang masing-masing mempunyai fungsi khusus tersendiri.



Gambar 2.3. Bagian-bagian utama pada transmisi otomatis.  
([http://martin1948.blogspot.com/2007\\_11\\_05\\_archive.html](http://martin1948.blogspot.com/2007_11_05_archive.html))

a. Torsi Konverter (*Torque Converter*)

Torsi konverter berfungsi sebagai pengubah tenaga putar yang dihasilkan oleh mesin yang selanjutnya disalurkan ke unit roda gigi planet (*planetary gear unit*). Torsi konverter juga bertindak sebagai kopling otomatis sehingga mesin diijinkan untuk *idle* ketika kendaraan berhenti atau pada saat putaran mesin rendah.



Gambar 2.4. Torsi konverter.

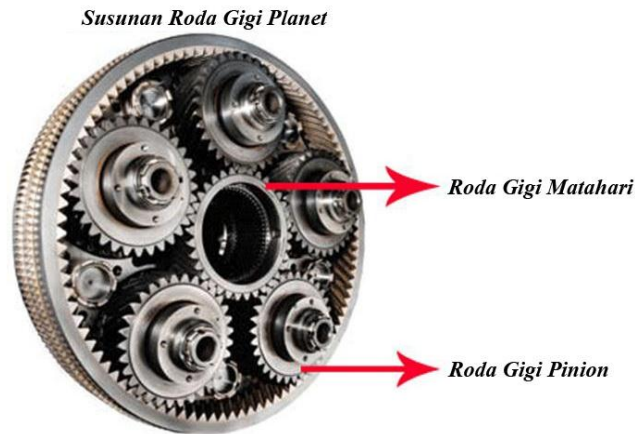
(<http://www.turbodiy.com/Mopar%20Pages/Tranny%20upgrades%20detail.htm>)

b. Unit Roda Gigi Planet (*Planetary Gear Unit*)

Unit roda gigi planet berfungsi sebagai penerima *input* dari torsi konverter dan pengubah kecepatan serta tenaga putar sesuai dengan kondisi pengendaraan. Berbagai perbandingan roda gigi dalam arah maju (*forward*) dan satu arah mundur (*reverse*) dibuat oleh unit roda gigi planet. Disain unit roda gigi planet meliputi 2 susunan roda gigi planet (*planetary gear set*) berupa roda gigi matahari (*sun gear*), roda gigi pinion (*pinion gear*) yang dihubungkan oleh *planetary carrier* dan sebuah



roda gigi cincin (*ring gear*). Bagian-bagian roda gigi planet ditahan dengan alat penahan (*holding device*) agar tidak bergerak, alat-alat penahan ini dapat berupa kopling multiplat (*multiplate clutches*) atau rem-rem (*brakes*), pita rem (*brake band*) dan kopling-kopling satu arah (*one way clutches*).

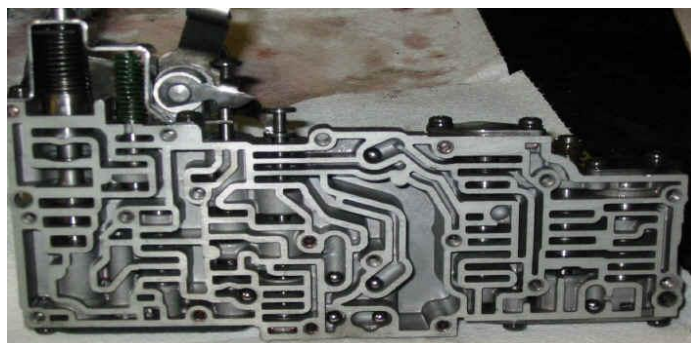


Gambar 2.5. Susunan roda gigi planet.

(<http://machinedesign.com/article/green-technology-jets-gear-up-to-fly-greener-0619>)

c. Sistem Kontrol Hidrolik (*Hydraulic Control System*)

Operasi dari unit roda gigi planet dikontrol oleh sistem kontrol hidrolik. Tekanan hidrolik dan titik-titik perpindahan gigi (*shift*) juga diatur oleh sistem hidrolik berdasarkan kecepatan kendaraan dan posisi *throttle*. Kopling-kopling dan rem-rem diatur oleh fluida yang mengalir karena tekanan dari pompa oli (*oil pump*) melalui *valve body* sehingga perbandingan putaran dari susunan roda gigi planet dapat dikontrol.

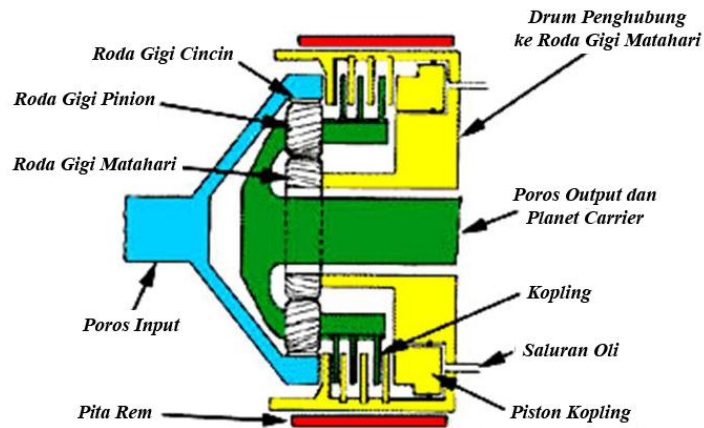


Gambar 2.6. Sistem Control hidrolik.

(<http://www.turbodiy.com/Mopar%20Pages/Tranny%20upgrades%20detail.htm>)

## 2.2 Unit Roda Gigi Planet (*Planetary Gear Unit*)

*Planetary gear unit* terdiri dari beberapa *planetary gear set* dan beberapa *clutches* serta *brakes*, sebuah *planetary gear set* terdiri dari sebuah roda gigi matahari (*sun gear*), roda gigi pinion (*pinion gear*) yang dihubungkan oleh *planetary carrier* dan sebuah roda gigi cincin (*ring gear*).



**SISTEM RODA GIGI PLANET**

Gambar 2.7. Layout susunan roda gigi planet.

(<http://www.precisiontransmission.biz/HowTransWork.htm>)

Roda gigi matahari terletak di pusat, sementara roda gigi pinion berputar di sekelilingnya, dan sebuah roda gigi cincin di sekitar roda gigi pinion. Susunan roda gigi ini disebut roda gigi “*planetary*” karena roda gigi pinion nampak seperti planet-planet yang berputar di sekeliling matahari.

Dalam sebuah disain roda gigi planet, didapat perbandingan roda gigi yang berbeda untuk gerakan maju (*forward*) dan gerakan mundur (*reverse*), meskipun poros-poros roda gigi terletak pada sumbu yang sama.

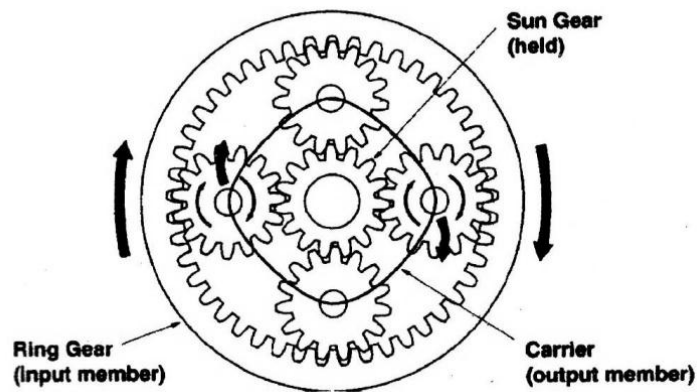
Tabel 2.1. Cara kerja roda gigi planet sederhana.

Tetap/diam (Fixed)	Power Input	Power Output	Putaran		Arah Putaran
			Kecepatan	Torsi	
Ring Gear	Sun Gear	Carrier	Turun	Naik	Sama dengan arah penggerak
	Carrier	Sun Gear	Naik	Turun	
Sun Gear	Ring Gear	Carrier	Turun	Naik	Sama dengan arah penggerak
	Carrier	Ring Gear	Naik	Turun	
Carrier	Sun Gear	Ring Gear	Turun	Naik	Berlawanan arah dengan penggerak
	Ring Gear	Sun Gear	Naik	Turun	

### Arah Maju (*Forward Direction*)

Ketika roda gigi cincin atau roda gigi matahari dipegang/ditahan dalam sebuah posisi yang tetap, dan anggota-anggota yang lain sebagai anggota *input*, arah putaran roda gigi *output* selalu sama dengan arah putaran roda gigi *input*.

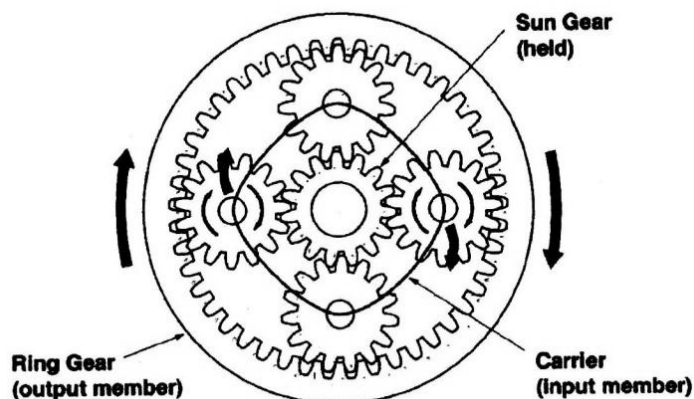
Ketika roda gigi cincin berputar searah jarum jam (*clockwise*), roda gigi pinion berjalan searah jarum jam di sekeliling roda gigi matahari yang diam. Akibatnya *planetary carrier* berputar pada kecepatan yang diperlambat (kecepatan turun).



Gambar 2.8. Mekanisme reduksi pada susunan roda gigi planet.

(Tri Istanto, 2007)

Ketika *planetary carrier* berputar searah jarum jam (*clockwise*), roda gigi pinion menyebabkan roda gigi cincin berputar searah jarum jam dan dipercepat pada kecepatan yang lebih besar daripada kecepatan *planetary carrier*.

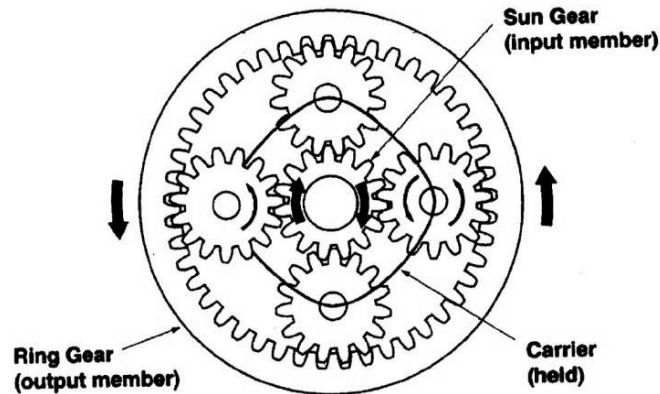


Gambar 2.9. Mekanisme *overdrive* pada susunan roda gigi planet.

(Tri Istanto, 2007)

### Arah Mundur (*Reverse Direction*)

Ketika *planetary carrier* diam dan roda gigi-roda gigi yang lain adalah sebagai *input*, roda gigi *output* akan berputar dalam arah berkebalikan. Dengan *planetary carrier* diam, ketika roda gigi matahari berputar searah jarum jam, roda gigi pinion *idle* dan roda gigi cincin digerakkan dalam arah berkebalikan (berlawanan arah jarum jam).



Gambar 2.10. Mekanisme *reverse* (gigi mundur) pada susunan roda gigi planet.

(Tri Istanto, 2007)

### 2.3 Alat-Alat Penahan (*Holding Devices*) Susunan Roda Gigi Planet

Alat-alat penahan (*Holding Devices*) yang digunakan dalam susunan roda gigi planet ada tiga jenis, yaitu meliputi; kopling-kopling multiplat (*multiplate clutches*), pita rem (*brake band*), dan kopling-kopling satu arah (*one way clutches*).

- a. Kopling multiplat → menahan komponen *planetary gear* agar ikut berputar.
- b. Rem → menahan komponen *planetary gear unit* agar tidak berputar.
  1. Rem-rem multiplat (*multiplate brakes*)
  2. Pita rem (*brake band*)
- c. *Roller* atau *Sprag One Way Clutches* → menahan komponen *planetary gear* dalam satu arah putaran.

Kopling multiplat dan rem multiplat adalah yang paling biasa dipakai dari 3 jenis alat-alat penahan, karena mempunyai banyak kegunaan dan fungsi. Pita rem (*brake band*) membutuhkan ruang yang sedikit dalam rumah transmisi (*transmission case*) dan mempunyai luas permukaan yang lebar agar gaya penahan (*holding force*) besar/kuat. Kopling satu arah mempunyai ukuran yang kecil dan mudah untuk dilepas atau dipasang.

a. Kopling-kopling Multiplat (*Multiplate Clutches*).

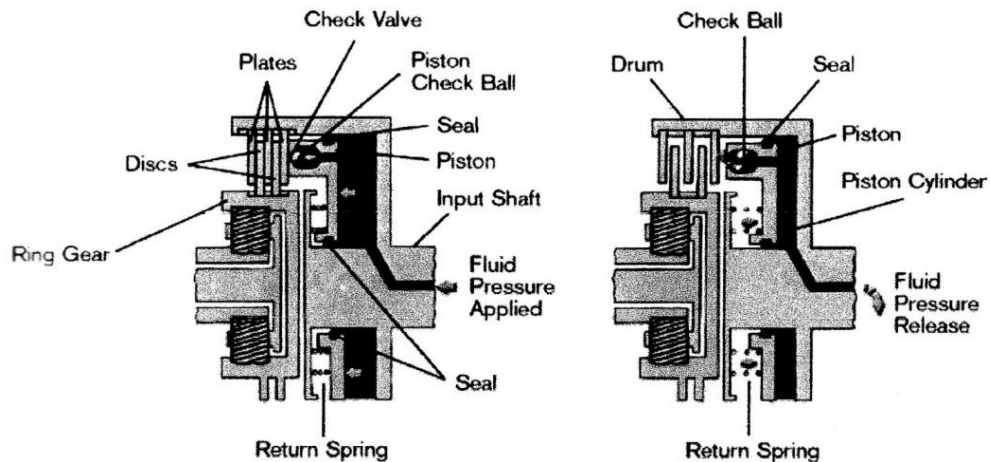
Kopling-kopling multiplat menghubungkan dua komponen berputar dari susunan roda gigi planet. *Planetary gear unit* menggunakan beberapa kopling multiplat, yaitu kopling maju (*forward clutch*) (C1) dan kopling langsung (*direct clutch*) dan kopling mundur (*reverse clutch*) (C2).



Gambar 2.11. Kopling multiplat (*multiplate clutches*).

(<http://www.turbodiy.com/Mopar%20Pages/Tranny%20upgrades%20detail.htm>)

Susunan *clutch* yang berputar saat kendaraan berjalan.



Gambar 2.12. Cara kerja kopling multiplat.

(*Tri Istanto, 2007*)

*Piston* mempunyai sebuah perapat (*seal*) pada diameter dalam dan pada diameter luarnya, dimana *piston* dicegah dari kebocoran fluida. Sebuah katup pengaman jenis bola (*relief ball valve*) ditempatkan di bodi *piston* dari kopling multiplat. Katup ini mempunyai fungsi yang penting dalam melepaskan tekanan fluida hidrolik. Ketika kopling terlepas, sedikit fluida masih berada di belakang *piston*. Karena teromol

berputar, gaya sentrifugal akan mendorong fluida ke sisi luar dari teromol, dimana akan mencoba kontak dengan kopling. Tekanan ini tidak sepenuhnya menghubungkan kopling, tetapi dapat mengurangi ruang bebas (*clearance*) antar *disc* dan *metal plates*. Katup pengaman jenis bola didisain untuk melepaskan fluida setelah tekanan terlepas. Gaya sentrifugal menyebabkan bola bergerak menjauh dari kedudukan katup (*valve seat*) dan fluida terlepas keluar.

Karena rem multiplat tidak berputar, fenomena ini tidak terjadi. Pegas pembalik (*return spring*) mendorong fluida keluar dari silinder, dan rem bebas. Tekanan hidrolis menggerakkan *piston* dan pegas pembalik mengembalikan *piston* ke posisi istirahat (*rest position*) di dalam teromol kopling ketika tekanan dilepaskan. Cakram-cakram gesek (*friction discs*) adalah plat-plat baja yang dilekatkan dengan material gesek. Diameter dalam dari cakram diberi celah untuk memasukkan pasak dari *hub* kopling.

b. Rem (*Brake*)

Ada 2 jenis rem, yaitu :

1. Jenis pita (*brake band*) → untuk rem luncur kedua (*second coast brake*) B1 pada beberapa model transmisi.

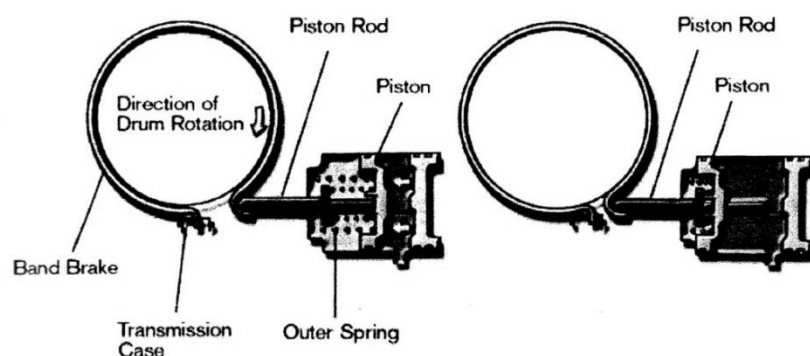


Gambar 2.13. pita rem (*brake band*).

<http://www.turbodiy.com/Mopar%20Pages/Tranny%20Upgrades%20detail.htm>

Pita rem ditempatkan di luar sekitar dari teromol kopling langsung (*direct clutch drum*). Salah satu ujung pita rem ini diletakkan ke *casing* transmisi dengan sebuah pena (*pin*), sedangkan ujung yang lain melekat dengan *piston* rem (*brake piston*) dimana dioperasikan dengan tenaga hidrolis.

## Cara Kerja Pita Rem



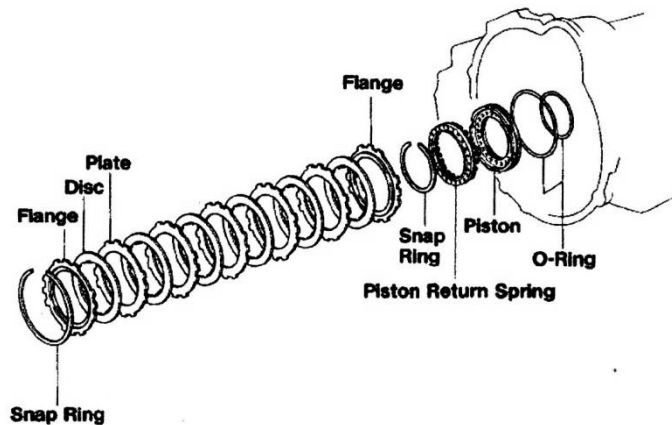
Gambar 2.14. Cara Kerja Pita Rem.

(Tri Istanto, 2007)

Pada *brake* tipe *brake band*, *brake band* menjepit *brake drum* yang dihubungkan dengan anggota *planetary gear set* sehingga mencegah anggota untuk berputar. Ketika tekanan hidrolis dikenakan ke *piston*, *piston* bergerak ke kiri dalam silinder *piston*, menekan pegas bagian luar (*outer spring*). Pegas bagian dalam (*inner spring*) memindahkan gerakan ke batang *piston* (*piston rod*), menggerakkan ke kiri dengan *piston*, dan menekan salah satu pita rem, mengurangi pertautan pita. Ketika pegas bagian dalam menekan, *piston* berhubungan langsung dengan bahu batang *piston* dan gaya gesek yang tinggi ditimbulkan antara pita rem dan teromol. Karena ujung yang lain dari pita rem tetap pada *casing* transmisi dan diameter pita berkurang. Pita rem mengklaim dengan keras teromol, memegang agar tidak dapat bergerak, dimana menyebabkan teromol dan susunan dari roda gigi planet dibuat tetap ke *casing* transmisi. Ketika fluida bertekanan dibuang dari silinder, *piston* dan batang *piston* didorong kembali oleh pegas sehingga teromol terbebas dari pita rem.

2. Jenis multiplat → digunakan pada rem *second coast brake* pada beberapa model dan pada *brake B2 & B3*.

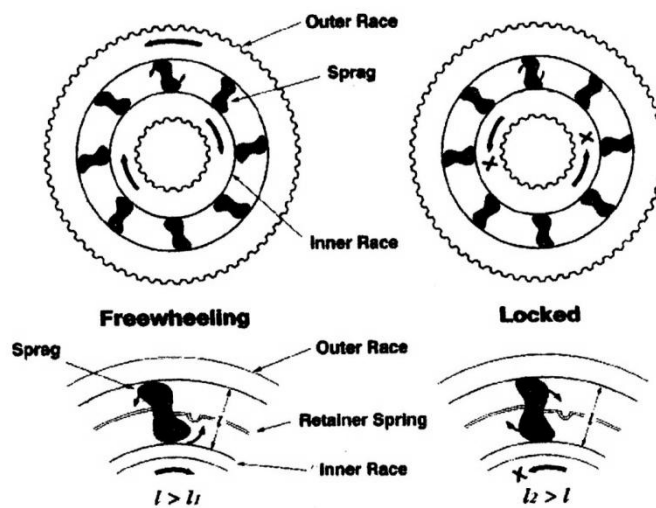
Mempunyai fungsi yang sama seperti pita rem dan dibuat dengan cara yang sama dengan kopling multiplat. Rem multiplat mengunci atau menahan sebuah komponen putar dari susunan roda gigi planet ke *casing* transmisi.



Gambar 2.15. Rem Multiplat.  
(Tri Istanto, 2007)

c. Kopling Satu Arah (*One way Clutch*)

Sebuah alat pemegang/penahan yang tidak memerlukan perapat (*seals*) atau tekanan hidrolis. Kopling satu arah dapat berupa sebuah kopling rol (*roller clutch*) atau *sprag clutch*. Cara kerjanya hampir sama tergantung pada logam tipis (*wedging metal*) diantara dua saluran (*race*). Dua kopling satu arah digunakan dalam *planetary gear unit*. Kopling satu arah No.1 digunakan pada gigi kedua dan kopling satu arah No.2 digunakan pada gigi pertama.



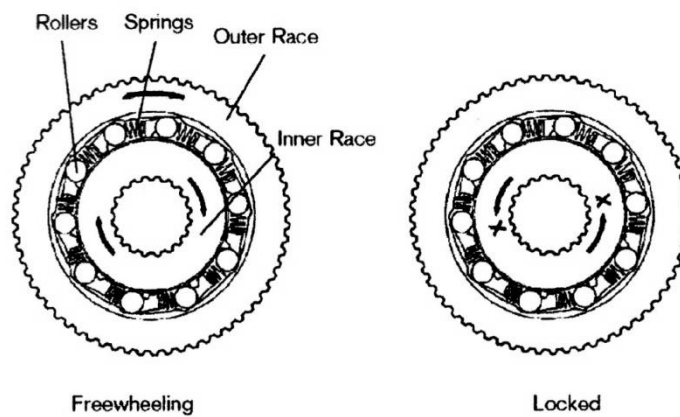
Gambar 2.16. Kopling satu arah tipe *sprag*.  
(Tri Istanto, 2007)



Kopling satu arah tipe *sprag* terdiri dari sebuah *hub* sebagai saluran dalam (*inner race*) dan sebuah teromol sebagai saluran luar (*outer race*). Kedua saluran dipisahkan oleh *sprag*.

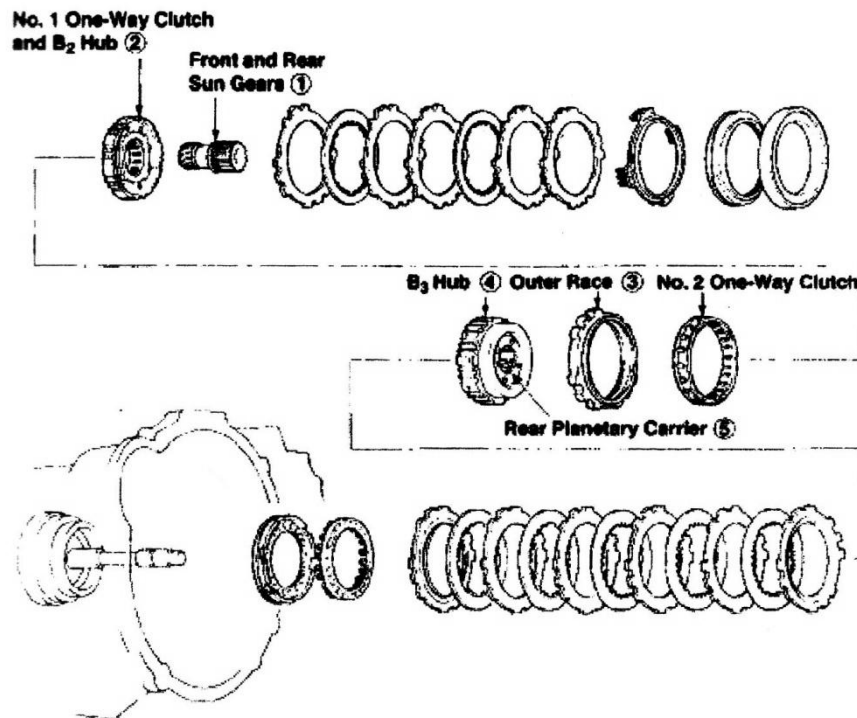
Untuk membantu *sprag* dalam mendesak, dipasang sebuah pegas penahan (*retainer spring*), dimana menjaga *sprag* miring (beberapa derajat) pada setiap waktu dalam arah mengunci saluran putar.

Kopling satu arah jenis rol (*one-way roller clutch*) terdiri dari sebuah *hub*, *roller* (rol), dan pegas-pegas yang dikelilingi oleh tromol bergerigi (*cam cut drum*). Ketika saluran dalam (*inner race*) berputar searah jarum jam, *roller* menekan pegas dan saluran di ijin untuk berputar. Jika saluran berputar dalam arah sebaliknya, gaya dari *roller* akan mengunci saluran.



Gambar 2.17. Kopling satu arah tipe rol (*one way roller clutch*).

(Tri Istanto, 2007)



Gambar 2.18. Kopling satu arah No.1 dan No.2.

(Tri Istanto, 2007)

Kopling satu arah No.1 (F1) bekerja dengan rem kedua (*second brake*) B2 mencegah roda gigi matahari berputar berlawanan arah jarum jam (*counterclockwise*). Kopling satu arah No.2 (F2) mencegah *planetary carrier* belakang berputar berlawanan arah jarum jam.

## 2.4 Pemilihan Roda Gigi dan Fungsinya



Gambar 2.19. Tuas Pemindah (*shift lever*).

(<http://rajufebrian.wordpress.com/2008/08/28/hppm-produksi-sejuta-transmisi-at/>)

Tuas pemindah (*shift lever*) mempunyai 6 posisi untuk mengindikasikan posisi roda gigi yang dipilih. Posisi-posisi roda gigi ini menentukan kombinasi yang berbeda dari *holding devices*.

### *Gear Selector*

#### *Positions*

— P

— R

— N

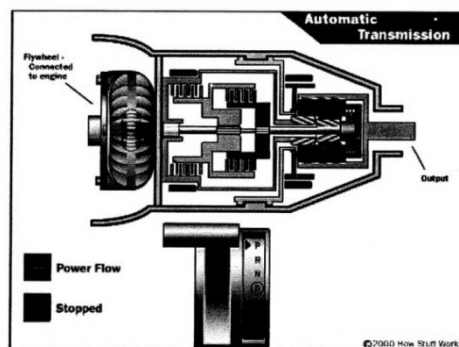
— D

— 2

— L

a. *Park (P)*

Posisi roda gigi ini adalah sebuah bentuk keamanan dimana mengunci poros output ke rumah transmisi. Pengaruhnya adalah mengunci roda-roda penggerak, mencegah kendaraan bergerak maju ataupun mundur. Posisi ini seharusnya dipilih jika kendaraan tidak berhenti sempurna. Pada posisi *park (P)*, mesin dapat dinyalakan dan dapat diuji unjuk kerjanya.

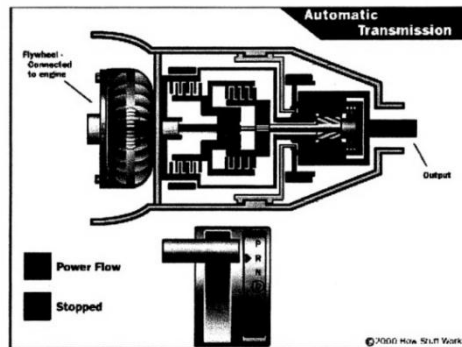


Gambar 2.20. Posisi gigi *park (P)*.

(Tri Istanto, 2007)

b. *Reverse (R)*

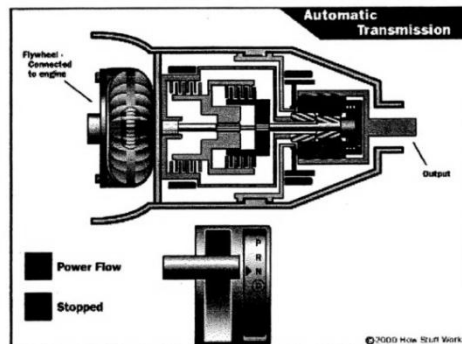
Posisi gigi *reverse* memungkinkan kendaraan untuk bergerak mundur. Dapat digunakan untuk menguji tekanan pompa oli maksimum selama tes *stall*. Sebagai catatan mesin jangan di-*start* pada posisi ini.



Gambar 2.21. Posisi gigi *reverse* (R).  
(Tri Istanto, 2007)

c. *Neutral* (N)

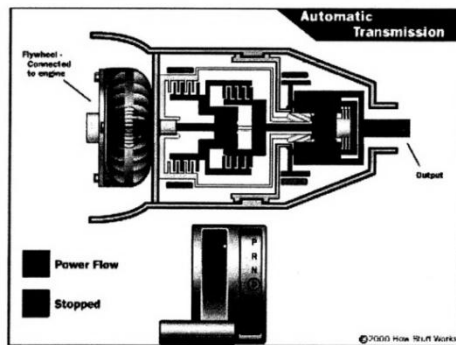
Posisi gigi *neutral* ini mengijinkan kendaraan untuk di-*start* dan beroperasi tanpa menjalankan kendaraan. Kendaraan dapat digerakkan dengan atau tanpa mesin berputar. Mesin dapat di-*start* ulang (*restart*) ketika kendaraan sedang bergerak.



Gambar 2.22. Posisi gigi *neutral* (N).  
(Tri Istanto, 2007)

d. *Manual Low* (L)

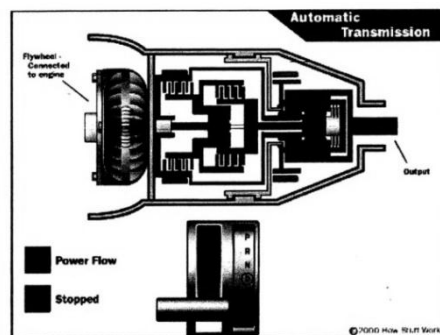
Posisi ini dapat dipilih pada sembarang kecepatan kendaraan, ini menyebabkan secara langsung transmisi berpindah ke gigi yang lebih rendah (*downshift*) masuk ke gigi pertama sampai mendekati kecepatan 29-39mph tergantung pada modelnya. Jangkauan gigi ini menyediakan untuk pengereman mesin maksimum dan mencegah kendaraan berpindah ke gigi yang lebih tinggi seperti gigi ketiga atau kedua.



Gambar 2.23. Posisi gigi *manual low* (L).  
(Tri Istanto, 2007)

e. *Manual Second* (2)

Posisi ini dapat dipilih pada sembarang kecepatan kendaraan dan akan *downshift* ke gigi kedua. Dalam beberapa seri transmisi tertentu dengan *D-2 Downshift Timing valve*, transmisi memindahkan gigi dari *OverDrive* (OD) ke gigi ketiga dan kemudian ke gigi kedua. Jangkauan roda gigi ini menyediakan pengereman mesin yang kuat dan mencegah kendaraan berpindah ke gigi yang lebih tinggi ke *overdrive* dan gigi ketiga. Tetapi ada pengecualian pada seri transmisi tertentu, pada kecepatan yang lebih tinggi, mendekati 64mph, kendaraan akan berpindah ke gigi ketiga ketika tuas dipilih ke *manual second*.

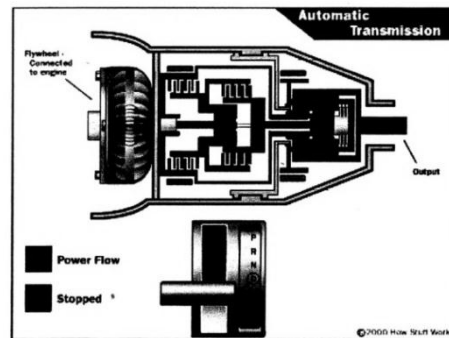


Gambar 2.24. Posisi gigi *manual second* (2).  
(Tri Istanto, 2007)

f. *Drive* (D)

Pada posisi ini transmisi dalam keadaan otomatis penuh (*full automatic*), yaitu perpindahan roda gigi yang lebih besar (*upshift*) atau yang lebih kecil (*downshift*) berdasarkan pada kecepatan kendaraan dan beban pada mesin. Kenaikan beban

dirasakan melalui naiknya bukaan *throttle*, dan transmisi berpindah ke gigi yang lebih rendah (*downshift*). Dengan penurunan bukaan *throttle*, beban berkurang dan transmisi berpindah ke gigi yang lebih besar (*upshift*). Sebagai catatan mesin jangan di-*start* pada posisi gigi ini.



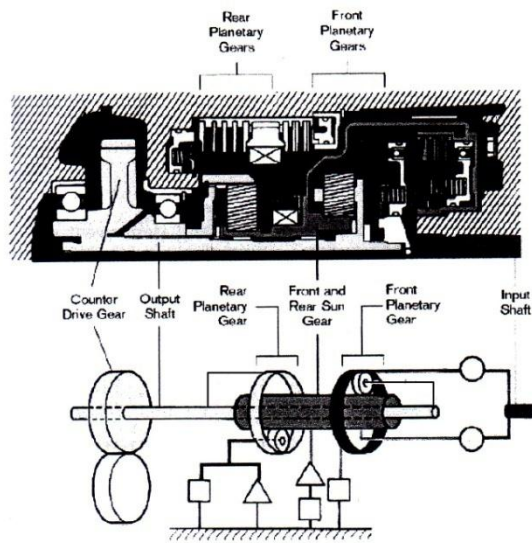
Gambar 2.25. posisi gigi *Drive* (D).

(Tri Istanto, 2007)

## 2.5 Aliran Tenaga (*Power Flow*)

### a. Poros-poros Susunan Roda Gigi Planet

Ada tiga poros dalam susunan roda gigi planet, yaitu : poros *input*, roda gigi matahari (*sun gear*) dan poros *output*. Poros *input* digerakkan dari turbin dalam torsi konverter. Poros *input* dihubungkan ke bagian depan roda gigi cincin *planetary gear* melalui kopling multiplat. Roda gigi matahari biasanya menghubungkan bagian depan (*front planetary gear*) dan bagian belakang susunan roda gigi planet (*rear planetary gear*), memindahkan torsi dari roda gigi planet ke bagian belakang susunan roda gigi planet. Poros *output* dipasak ke *carrier* dari bagian depan susunan roda gigi planet dan menyediakan torsi putar ke roda-roda belakang atau ke unit *overdrive*.



Gambar 2.26. poros-poros roda gigi planet.  
(Tri Istanto, 2007)

b. *Holding Devices*

*Holding devices* untuk susunan roda gigi planet dapat diidentifikasi di tabel di bawah ini dengan komponen yang dikontrol sebagai berikut :

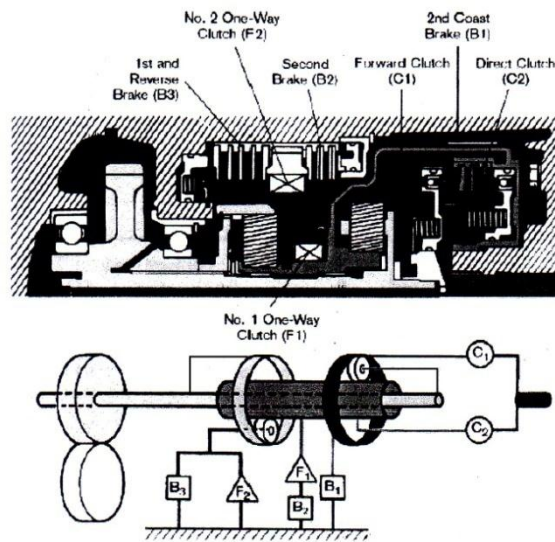
Tabel 2.2. *Holding Devices*

<i>Holding Device</i>		Fungsi
C1	<i>Forward Clutch</i>	Menghubungkan/memutuskan <i>input shaft</i> dengan <i>front ring gear</i> .
C2	<i>Direct Clutch</i>	Menghubungkan/memutuskan <i>input shaft</i> dengan <i>sun gear</i> (bagian depan dan belakang).
B1	<i>2<sup>nd</sup> Coast Brake</i>	Menahan/mengunci <i>sun gear</i> (bagian depan dan belakang) supaya tidak berputar.
B2	<i>2<sup>nd</sup> Brake</i>	Menahan lintasan luar ( <i>outer race</i> ) <i>one way clutch</i> F1 agar tidak berputar searah jarum jam maupun berlawanan jarum jam, sehingga mencegah bagian depan dan belakang <i>sun gear</i> berputar berlawanan arah jarum jam.
B3	<i>1<sup>st</sup> dan Reverse Brake</i>	Mencegah <i>rear planetary carrier</i> agar tidak berputar searah jarum jam maupun berlawanan jarum jam.
F1	<i>One-way clutch 1</i>	Menahan bagian depan dan belakang <i>sun gear</i> agar tidak berputar berlawanan arah jarum jam. Ketika <i>brake</i> B2 bekerja.
F2	<i>One-way clutch 2</i>	Mencegah bagian <i>rear planetary carrier</i> berputar berlawanan arah jarum jam.

1<sup>st</sup> dan *reverse brake* (B3) dan *one-way clutch* F2 mengatur *planetary carrier* bagian belakang secara paralel. Bersama-sama menyediakan sebuah gaya penahan yang besar pada *planetary carrier* untuk mencegahnya berputar selama gigi pertama.

*Second brake* (B2) dan *one-way clutch* F1 mengatur roda gigi matahari secara seri. Sehingga memungkinkan roda gigi matahari berputar searah jarum jam hanya ketika B2 digunakan/dipakai.

*Second coast brake* (B1) menahan roda gigi matahari, mencegah berputar dalam arah manapun. Ini menyebabkan pengereman mesin ketika dalam jangkauan roda gigi kedua.



Gambar 2.27. *Planetary holding devices.*

(Tri Istanto, 2007)

c. Tabel Penggunaan Kopling Tiga Kecepatan.

Tabel mendiskripsikan *holding device* mana yang digunakan untuk setiap posisi roda gigi. Jika pada sisi sebelah kiri tabel, kolom posisi tuas pemindah (*shift lever position*) pada “D” dan pada posisi gigi pertama (*1st gear position*), kotak-kotak yang diberi warna abu-abu di sebelah kanan posisi roda gigi (*gear position*) menyatakan *holding device* yang digunakan dalam roda gigi pertama. Pada kolom atas dari kotak berwarna abu akan ditemukan kode untuk *holding device*, sebagai contoh pada posisi “D” gigi pertama (*1st gear*), *forward clutch* (C1) dan *No. 2 One way clutch* (F2) digunakan untuk gigi pertama.




Tabel penggunaan kopling menunjukkan bahwa jika transmisi berpindah ke gigi yang lebih tinggi (*upshift*) ke roda gigi berikutnya, sebuah *holding device* tambahan dipasangkan melalui kopling atau rem yang digunakan. Sebagai contoh, jika pada posisi “D” gigi pertama berpindah ke gigi kedua, B2 digunakan sementara C1 tetap digunakan dan ketika berpindah ke gigi ketiga, C2 digunakan sementara B2 dan C1 tetap digunakan. Kopling-kopling satu arah (*one way clutches*) adalah *holding device* untuk membebaskan ketika sebuah perpindahan gigi ke yang lebih tinggi (*upshift*) terjadi, tetapi tetap siap digunakan secara otomatis ketika bagian yang berputar dalam arah berlawanan jarum jam.

Tabel 2.3. Penggunaan kopling 3 kecepatan

Shift Lever Position	Gear Position	C1	C2	B1	B2	B3	F1	F2
<b>P</b>	<b>Parking</b>							
<b>R</b>	<b>Reverse</b>							
<b>N</b>	<b>Neutral</b>							
<b>D</b>	<b>1<sup>st</sup></b>							
	<b>2<sup>nd</sup></b>							
	<b>3<sup>rd</sup></b>							
<b>2</b>	<b>1<sup>st</sup></b>							
	<b>2<sup>nd</sup></b>							
<b>L</b>	<b>1<sup>st</sup></b>							
	<b>2<sup>nd*</sup></b>							

\*Down-shift in L range, 2nd gear only-no up-shift.

 Indicates that holding device is applied but not a function of the current gear position.

Tabel penggunaan kopling adalah kunci dalam diagnosis. Ketika dalam transmisi terjadi *malfunction* (tidak berfungsi) dan diagnosa mengarahkan ke sebuah roda gigi tertentu berdasarkan referensi tabel ini untuk mengidentifikasi *holding device* mana yang rusak.

d. Aliran Tenaga (*Power Flow*) Susunan Roda Gigi Planet.

Setiap posisi tuas pemindah mengindikasikan kombinasi yang berbeda dari *holding devices* (*clutch* dan *brake*) yang digunakan dan menentukan posisi roda gigi yang dipilih, posisi-posisi roda gigi ini secara otomatis membuat kombinasi putaran yang berbeda pada *planetary gear unit* yang menyebabkan torsi dan kecepatan putar yang

berbeda antara *input shaft* dan *output shaft*. Berikut adalah tabel kombinasi *holding devices* yang digunakan untuk mempengaruhi arah putaran roda gigi pada *planetary gear unit* :

Tabel 2.4. Kombinasi putaran *Planetary Gear Unit*.

<i>Shift Level Position</i>	<i>Gear Position</i>	<i>Holding Devices</i>		Planetary Depan	Planetary Belakang
D	1 <sup>st</sup>	C1, F2	<i>Sun Gear</i> <i>Planetary Carrier</i> <i>Ring Gear</i> <i>Planetary gear</i>	CCW CW CW CW	CCW DIAM CW CW
	2 <sup>nd</sup>	C1, B2 & F1	<i>Sun Gear</i> <i>Planetary Carrier</i> <i>Ring Gear</i> <i>Planetary gear</i>	DIAM CW CW CW	DIAM CW (idle) CW CW
	3 <sup>rd</sup>	C1, C2, B2	<i>Sun Gear</i> <i>Planetary Carrier</i> <i>Ring Gear</i> <i>Planetary gear</i>	CW CW CW DIAM	CW CW CW DIAM
2	1 <sup>st</sup>	C1, F2	<i>Sun Gear</i> <i>Planetary Carrier</i> <i>Ring Gear</i> <i>Planetary gear</i>	CCW CW CW CW	CCW DIAM CW CW
	2 <sup>nd</sup>	C1, B1, B2, F1	<i>Sun Gear</i> <i>Planetary Carrier</i> <i>Ring Gear</i> <i>Planetary gear</i>	DIAM CW CW CW	DIAM CW (idle) CW CW
L	1 <sup>st</sup>	C1, B3, F2	<i>Sun Gear</i> <i>Planetary Carrier</i> <i>Ring Gear</i> <i>Planetary gear</i>	CCW CW CW CW	CCW DIAM CW CW
R	<i>Reverse</i>	C2, B3	<i>Sun Gear</i> <i>Planetary Carrier</i> <i>Ring Gear</i> <i>Planetary gear</i>	CW CCW CCW CCW	CW DIAM CCW CCW

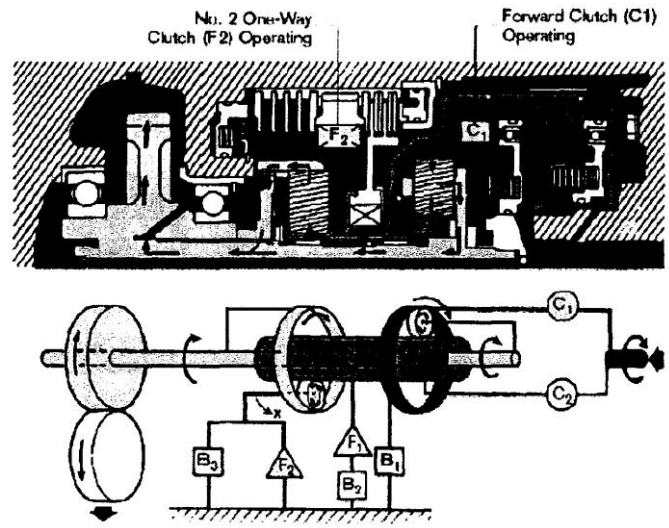
CW : *Clockwise* (Searah jarum jam)

CCW : *Counterclockwise* (Berlawanan Jarum Jam)

1. Gigi Pertama (*First Gear*).

Gigi pertama menggunakan bagian depan dan bagian belakang susunan roda gigi planet, *forward clutch* (C1) digunakan dalam semua gigi maju (*forward*) untuk menggerakkan roda gigi cincin dan susunan roda gigi planet. Ketika roda gigi cincin berputar searah jarum jam, menyebabkan pinion-pinion berputar searah jarum jam, karena roda gigi matahari tidak ditahan diam, roda gigi matahari berputar dalam arah berlawanan jarum jam. Bagian *planetary carrier* depan, dimana dihubungkan ke poros *output*, berputar, tetapi lebih lambat daripada roda gigi cincin, sehingga berfungsi sebagai unit penahan.

Pada bagian belakang roda gigi planet, *carrier* dikunci ke *casing* oleh No. 2 *one way clutch* (F2). Torsi dipindahkan ke *planetary* bagian belakang oleh roda gigi matahari, dimana berputar berlawanan arah jarum jam. Dengan tahanan *carrier*, roda gigi-roda gigi pinion belakang berputar dalam arah searah jarum jam dan menyebabkan roda gigi cincin bagian belakang berputar searah jarum jam. Roda gigi cincin bagian belakang dihubungkan ke poros *output* dan memindahkan torsi ke roda-roda penggerak.



<i>Shift Lever Position</i>	<i>Gear Position</i>	C1	C2	B1	B2	B3	F1	F2
<b>D</b>	<b>1<sup>st</sup></b>							

Gambar 2.28. Aliran tenaga gigi pertama set D.

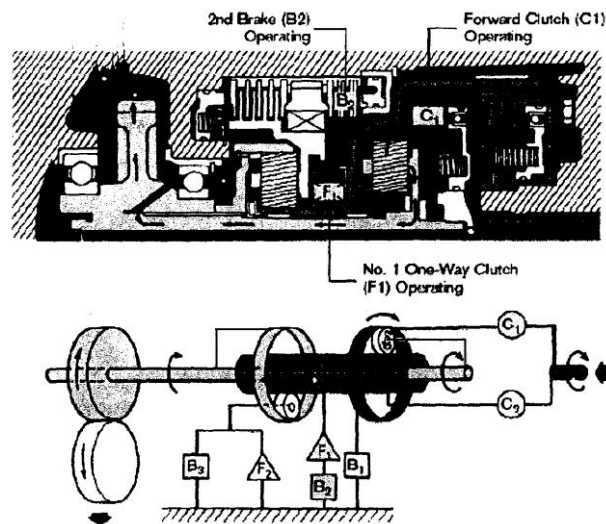
(Tri Istanto, 2007)

2. Gigi Kedua (*Second Gear*).

*Forward clutch* (C1) menghubungkan poros *input* ke bagian depan roda gigi cincin. Roda gigi matahari digerakkan dalam arah berlawanan arah jarum jam pada gigi pertama dan dengan menggunakan *second brake* (B2) roda gigi matahari dihentikan oleh No. 1 *one way clutch* (F1) dan ditahan ke *casing*. Ketika roda gigi matahari ditahan diam, roda gigi-roda gigi pinion depan yang telah digerakkan oleh roda gigi cincin berjalan di sekitar roda gigi matahari dan *carrier* memutar poros *output*.

Keuntungan dari No.2 *one way clutch* (F2) adalah dalam otomatisasi perpindahan gigi ke gigi yang lebih besar (*upshift*) dan perpindahan gigi ke gigi yang lebih rendah (*downshift*). Hanya satu kopling multiplat digunakan atau dibebaskan untuk mencapai *upshift* ke gigi kedua atau *downshift* ke gigi pertama.

*Second brake* (B2) dan *one way clutch* (F1) keduanya menahan roda gigi matahari secara seri. *Second brake* menahan lintasan luar (*outer race*) dari *one way clutch* ke *casing* transmisi ketika digunakan. *One way clutch* mencegah roda gigi matahari berputar berlawanan arah jarum jam hanya ketika *second brake* digunakan.



<i>Shift Lever Position</i>	<i>Gear Position</i>	C1	C2	B1	B2	B3	F1	F2
<b>D</b>	1 <sup>st</sup>							
	2 <sup>nd</sup>							

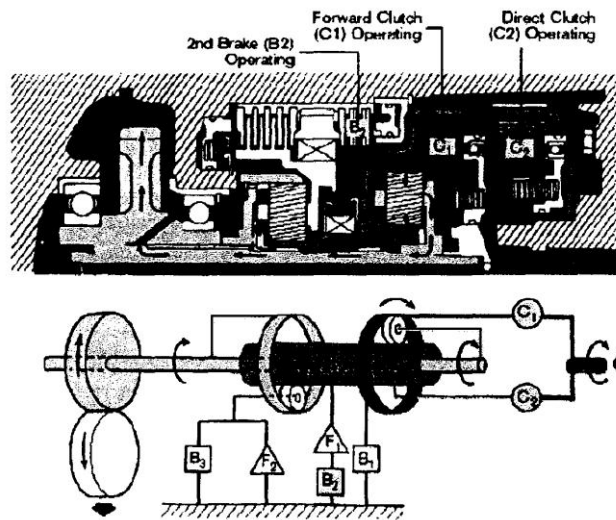
Gambar 2.29. Aliran tenaga gigi kedua set D.

(Tri Istanto, 2007)

### 3. Gigi Ketiga (*Third Gear*).

*Forward clutch* (C1) digunakan untuk semua gigi maju dan menghubungkan poros *input* ke roda gigi cincin bagian depan. *Direct clutch* (C2) menghubungkan poros *input* ke roda gigi matahari. Dengan menggunakan *direct clutch* dan *forward clutch*, maka roda gigi cincin dan roda gigi matahari terkunci melalui tromol *direct clutch* dan tromol *input* roda gigi matahari. Kapanpun kedua anggota susunan roda gigi planet ini terkunci bersama akan menghasilkan *direct drive* (*gear ratio* 1:1).

*Second brake* (B2) juga digunakan pada gigi ketiga, karena No 1 *one way clutch* (F1) tidak menahan roda gigi matahari dalam arah searah jarum jam, *second brake* tidak mempunyai pengaruh dalam gigi ketiga. *Second brake* digunakan dalam gigi ketiga karena pada proses *downshift* ke gigi kedua, yang diperlukan adalah membebaskan *direct clutch* (C2). Roda gigi cincin menyediakan torsi *input* dan roda gigi matahari dibebaskan. *Carrier* dihubungkan ke poros *output* dan penggerak akhir sehingga poros *output* melambatkan *carrier*. Roda gigi-roda gigi pinion berputar searah jarum jam memutar roda gigi matahari berlawanan arah jarum jam sampai dihentikan oleh No 1 *one way clutch*. *Carrier* menyediakan *output* ke penggerak akhir (*final drive*).



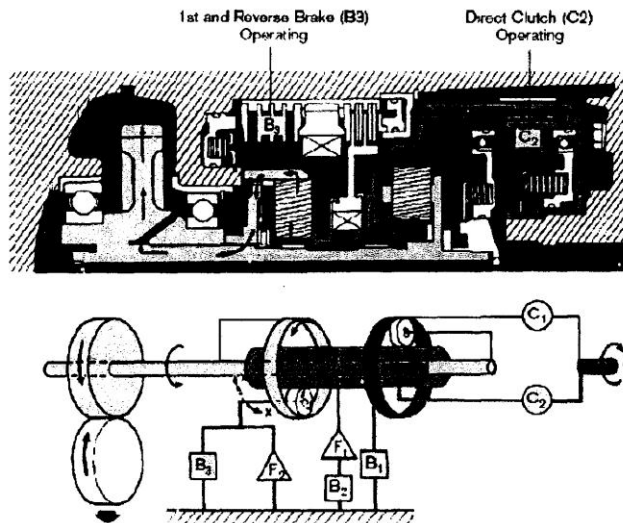
<i>Shift Lever Position</i>	<i>Gear Position</i>	C1	C2	B1	B2	B3	F1	F2
D	1 <sup>st</sup>							
	2 <sup>nd</sup>							
	3 <sup>rd</sup>							

Gambar 2.30. Aliran tenaga gigi ketiga set D.

(Tri Istanto, 2007)

4. Gigi Mundur (*Reverse Gear*).

*Direct clutch* (C2) digunakan dalam gigi mundur, dimana menghubungkan poros *input* ke roda gigi matahari. *First* dan *reverse brake* (B3) juga digunakan, mengunci *carrier* belakang ke *casing*. Dengan *carrier* dalam posisi terkunci, roda gigi matahari berputar searah jarum jam menyebabkan roda gigi-roda gigi pinion berputar berlawanan arah jarum jam. Roda gigi-roda gigi pinion kemudian menggerakkan roda gigi cincin dan poros *output* berlawanan arah jarum jam.



<i>Shift Lever Position</i>	<i>Gear Position</i>	C1	C2	B1	B2	B3	F1	F2
P	<i>Parking</i>							
R	<i>Reverse</i>							

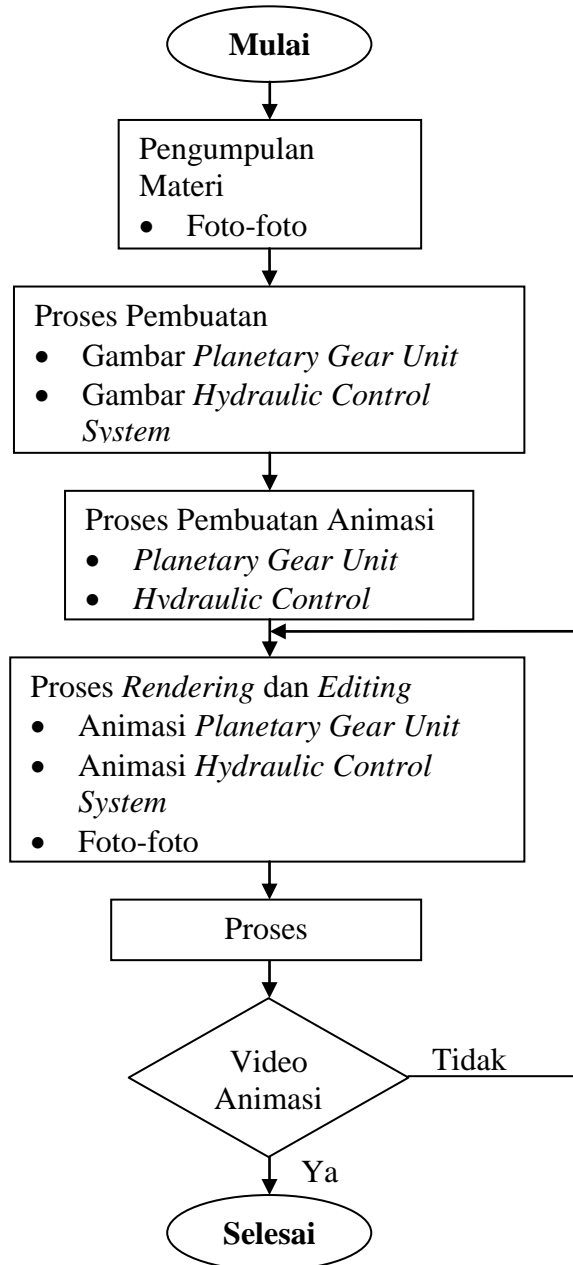
Gambar 2.31. Aliran tenaga gigi mundur.

(Tri Istanto, 2007)

# BAB III

## PEMBUATAN ANIMASI SISTEM TRANSMISI OTOMATIS

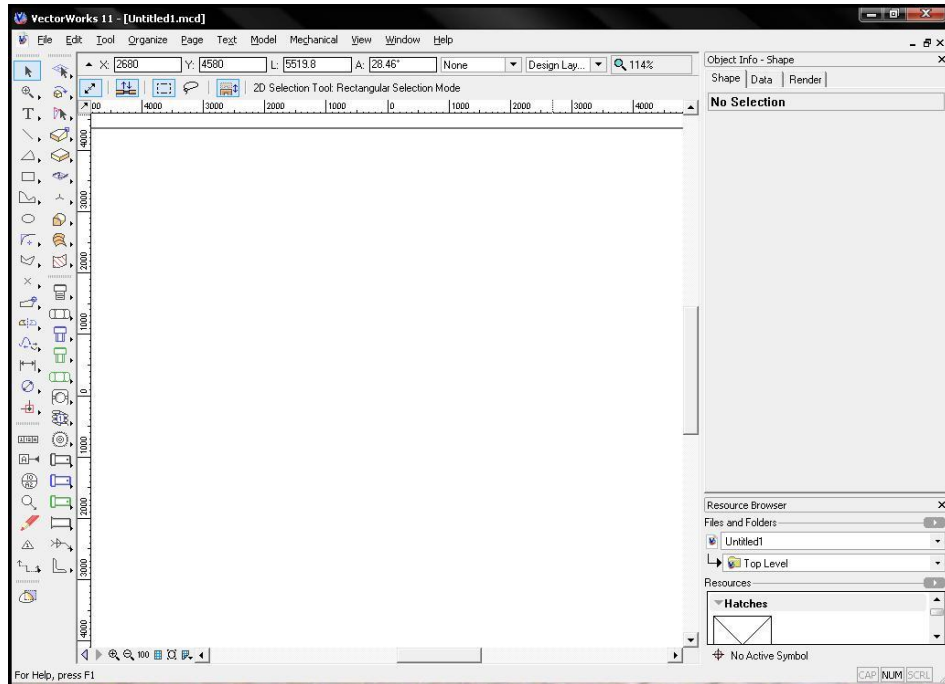
### 3.1 Alur Pembuatan Animasi Sistem Transmisi Otomatis.





Gambar 3.1. Diagram Alur Pembuatan Animasi Sistem Transmisi Otomatis.

### 3.2 Pembuatan Gambar 3D *Planetary Gear Unit*.

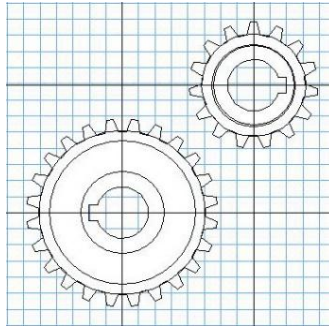
- a. Dimulai dari gambar roda gigi 2D yang dibuat dengan Vector Works 11 :



Gambar 3.2. Bidang kerja Vector Works 11.

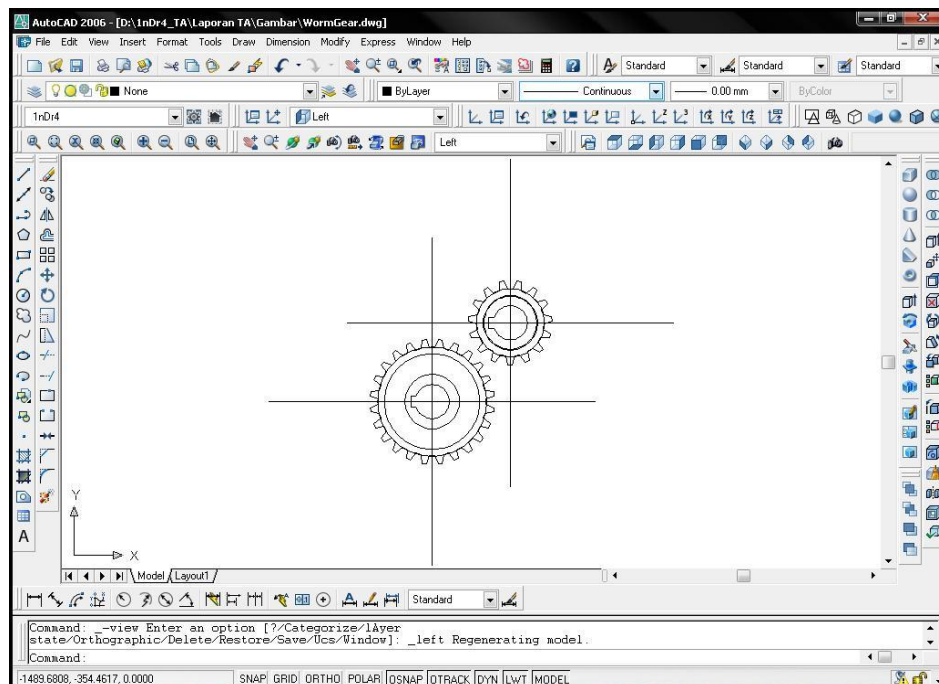
1. Mengatur *workspaces mechanical* dengan cara klik **menu bar File ► Workspaces ► Mechanical**.
2. Mengatur *units drawing* dengan cara klik **menu bar Page ► Units**, kemudian atur *Unit Name* dalam *Millimeters*.
3. Untuk membuat gear klik kanan  kemudian pilih *worm gear* , letakkan 2D *worm gear* pada *viewport* dan atur *Number of Teeth* menjadi 24.
4. Membuat sebuah *gear* dengan langkah yang sama tetapi ubah *Number of Teeth* menjadi 15.





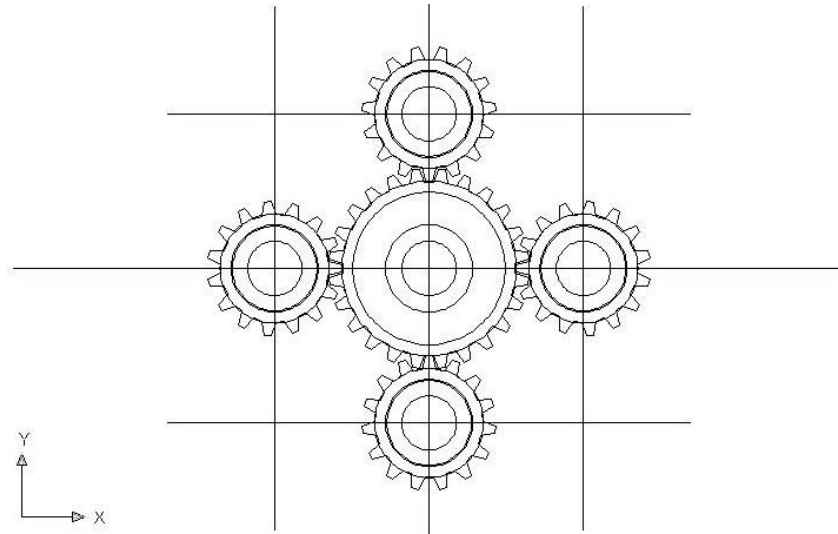
Gambar 3.3. Roda gigi 2D hasil dari Vector Works 11.

5. *Export file* dalam bentuk DWG (AutoCAD *file*) dengan cara klik **File** ► **Exports** ► **Export DXF/DWG**, klik OK. Mengatur *format* menjadi DWG dan *version* menjadi 2004, klik OK. Pilih lokasi, beri nama *file* dan tekan **Save**.
- b. Membuat gambar *Planetary Gear* dengan AutoCAD.
1. Membuka program AutoCAD.
  2. Ubah *drawing units* dengan cara klik menu **Format** ► **Units** dan atur *insertion scale* dalam *Millimeter*.
  3. Membuka *file* gear 2D yang telah dibuat dengan cara klik menu **File** ► **Open**.
  4. **Cut** kedua *object gear* kemudian ubah *view* menjadi **Left** dan **Paste** untuk meletakkan *object*.



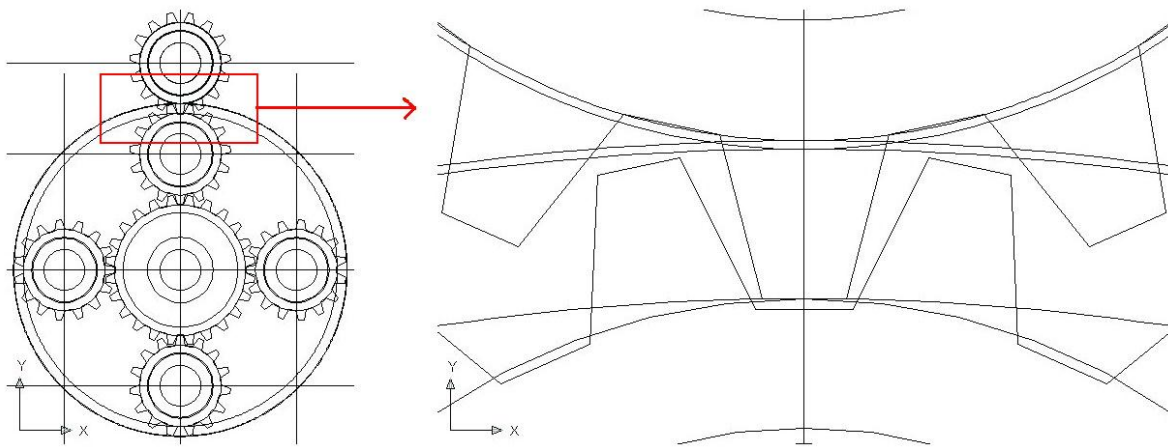
Gambar 3.4. Hasil *import* pada AutoCAD.

5. Select pada kedua *gear* dan klik menu **Modify ► Explode**. Kemudian *copy*/hapus/ubah dan atur *gear* menjadi seperti dibawah ini



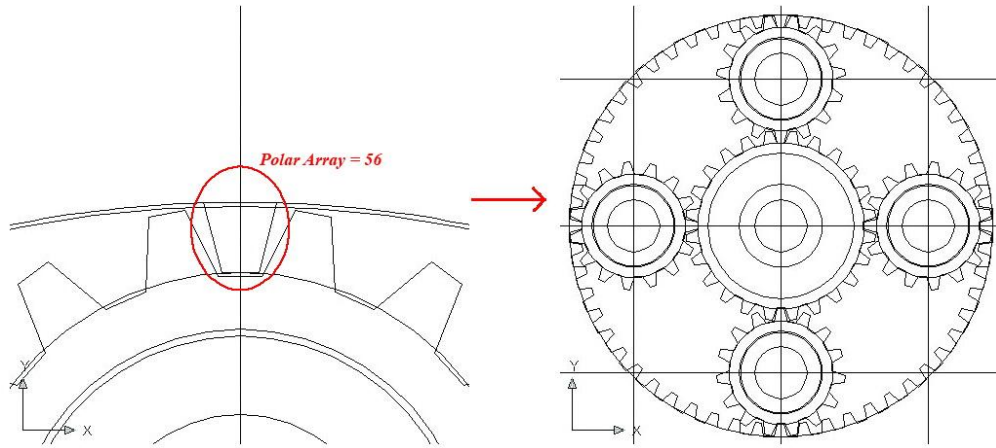
Gambar 3.5. Susunan roda gigi.

6. Membuat *ring gear*, *copy* sebuah *gear* dan atur menjadi seperti dibawah ini :



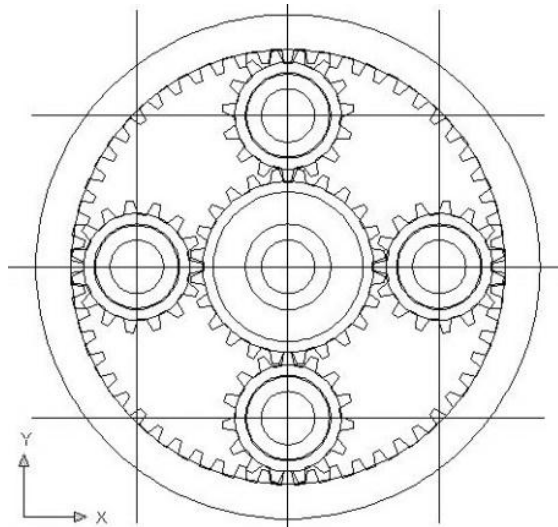
Gambar 3.6. Membuat *ring gear*.

7. Hapus bagian yang tidak perlu dan sisakan hanya satu buah *teeth* dari gear tersebut. *Copy teeth gear* tersebut dengan menggunakan **Polar Array** sejumlah 56 dengan titik pusat pada gear besar di tengah.



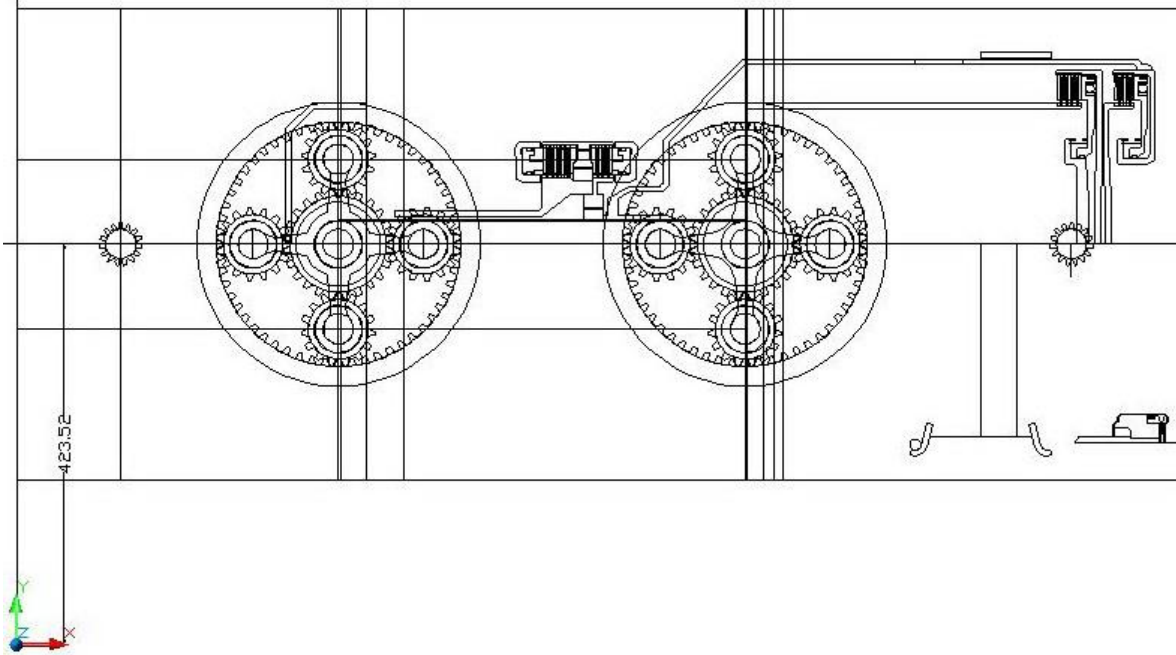
Gambar 3.7. Membuat *ring gear*.

8. Membuat sebuah lingkaran dengan radius 150 mm.



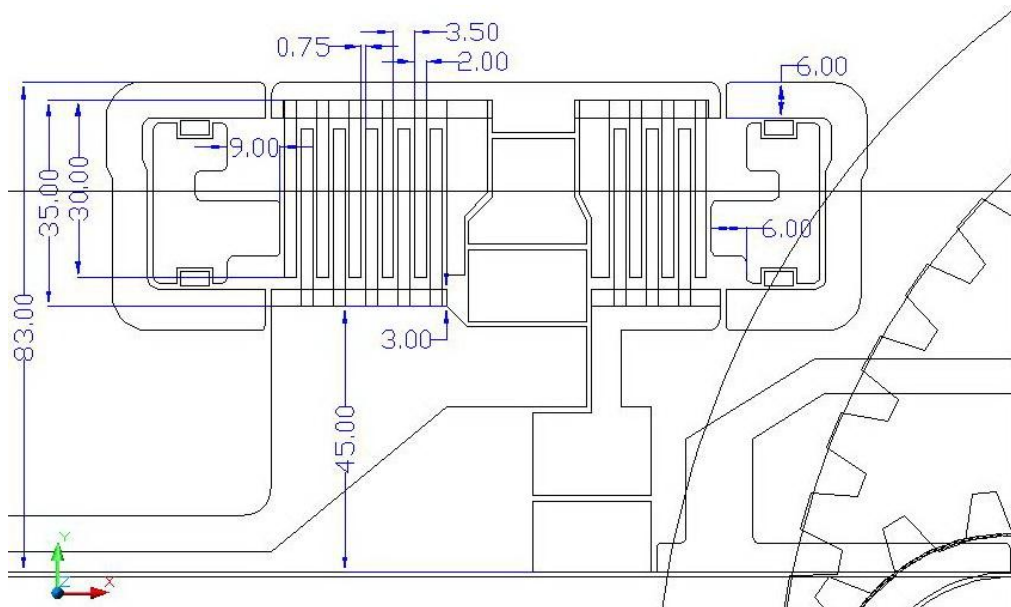
Gambar 3.8. *Ring gear* yang sudah jadi.

9. Membuat gambar dasar *planetary gear unit* 2D.

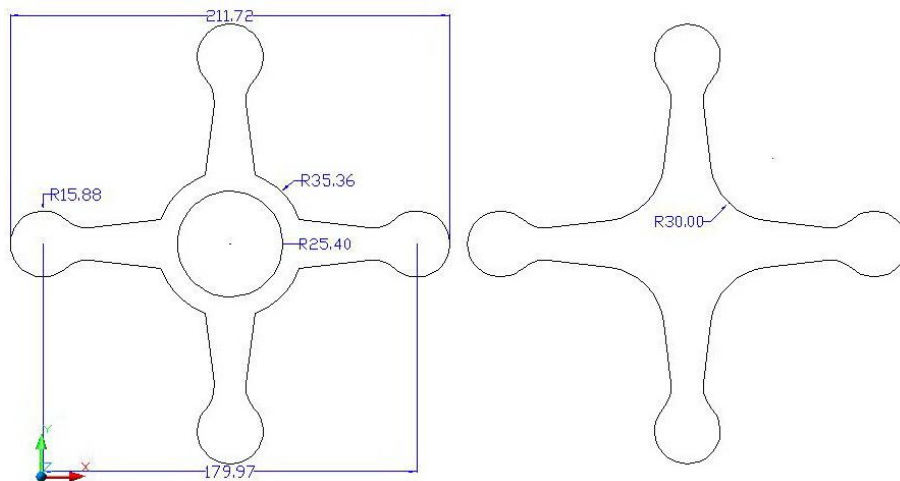


Gambar 3.9. Gambar dasar *Planetary Gear Unit*.

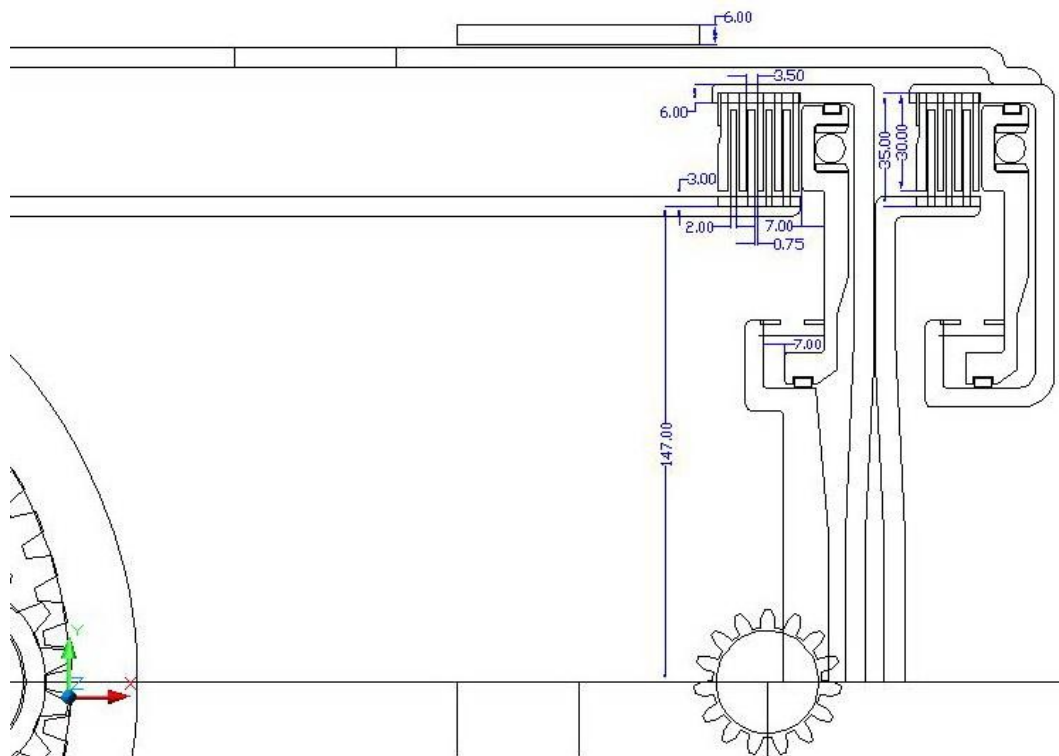
Dengan ketentuan sebagai berikut :



Gambar 3.10. Gambar dasar bagian B2, B3, F1 dan F2.

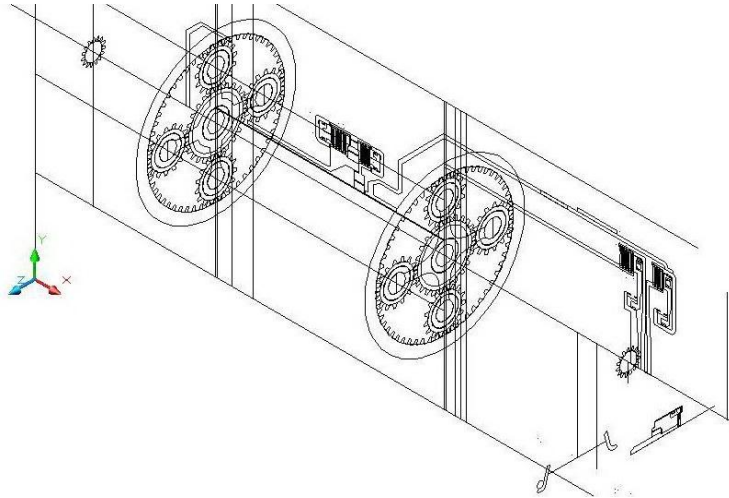


Gambar 3.11. Gambar dasar *Planetary Carrier* depan dan belakang.



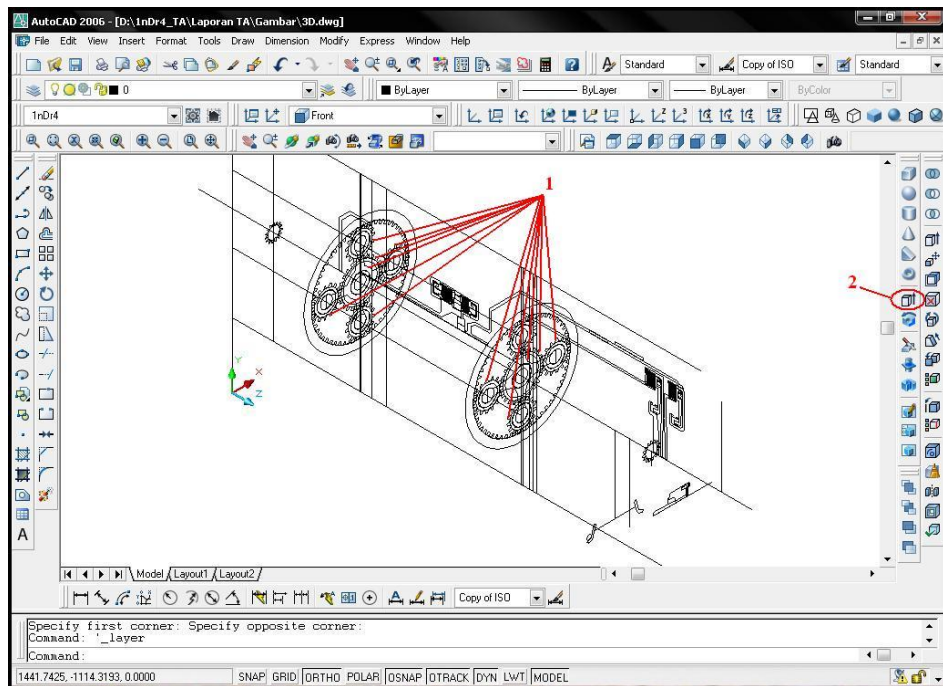
Gambar 3.12. Gambar dasar bagian *Clutch C1* dan *C2*.

10. Memutar bagian *front planetary gear* dan *rear planetary gear* sesuai dengan poros vertikalnya sehingga dalam pandangan isometric terlihat sebagai berikut :



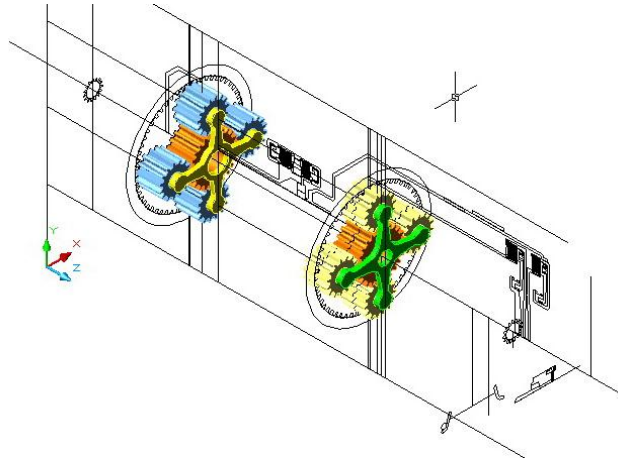
Gambar 3.13. Gambar dasar *Planetary Gear Unit*.

- c. Membuat bagian 3D *pinion gear* dan *sun gear* depan dan belakang dengan cara meng-*extrude* gambar 2D yang telah dibuat. Dengan langkah sebagai berikut :
1. Select object 2D yang akan di-*extrude*.
  2. Klik tombol **Extrude** dan isi ketebalan benda.



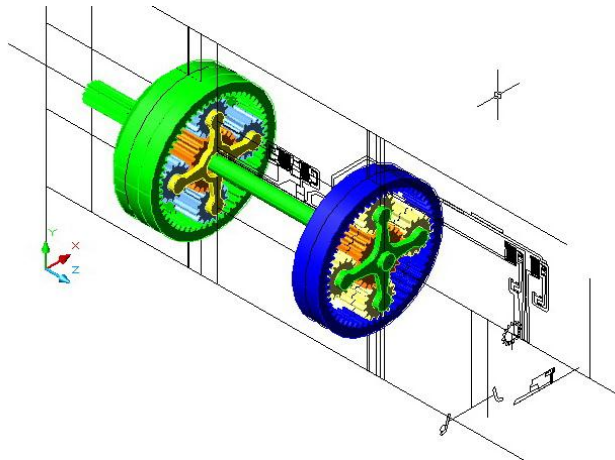
Gambar 3.14. Gambar dasar *Planetary Gear Unit* yang akan di-*extrude*.

3. Atur susunan benda sebagai berikut dan memberi setiap benda sebuah *layer* sesuai dengan namanya.



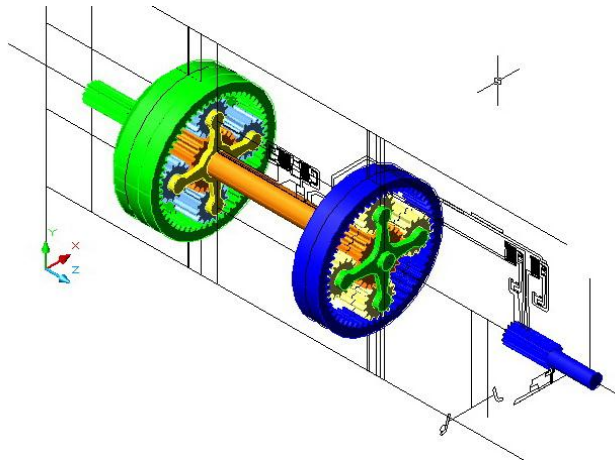
Gambar 3.15. Hasil dari perintah *extrude*.

- d. Membuat bagian *output shaft*, *ring gear* depan dan belakang dengan langkah yang sama.



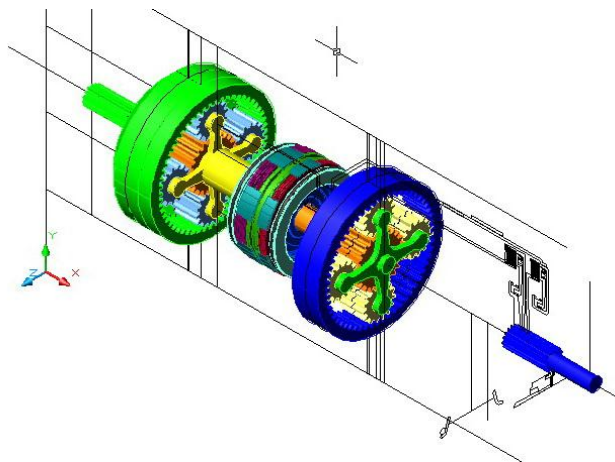
Gambar 3.16. Hasil dari perintah *extrude*.

- e. Menghubungkan bagian depan dan belakang *sun gear* dengan sebuah poros dan membuat *input shaft* dengan cara meng-*extrude object* 2D-nya.



Gambar 3.17. Hasil dari perintah *extrude*.

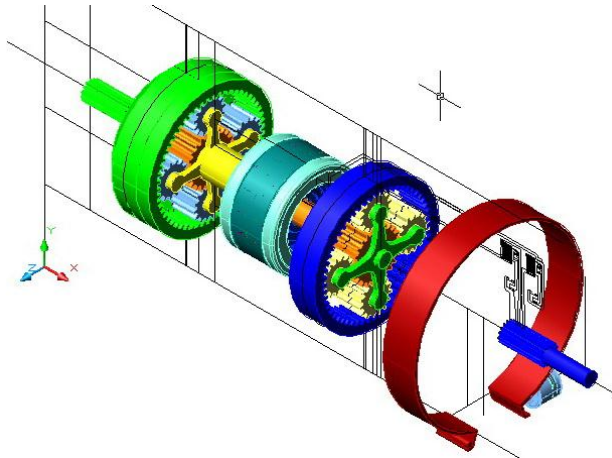
- f. Membuat bagian *brake* B2, B3, *piston* B2, B3, *one way clutch* F1, F2 dan poros yang berhubungan dengan *rear planetary carrier* dengan cara me-*revolve* gambar 2D yang telah dibuat.



Gambar 3.18. Hasil dari perintah *revolve*.

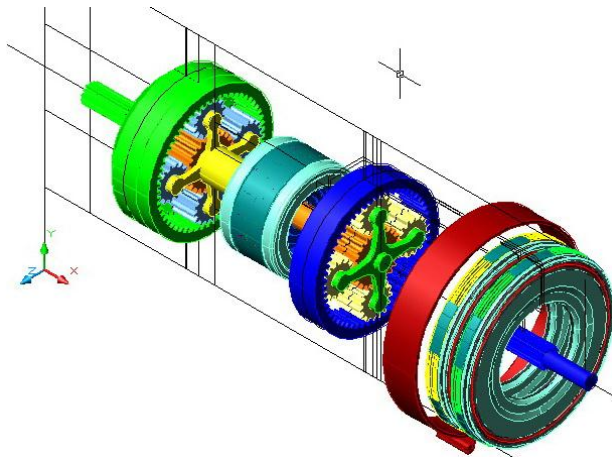


g. Membuat *brake* B1 beserta *piston*.



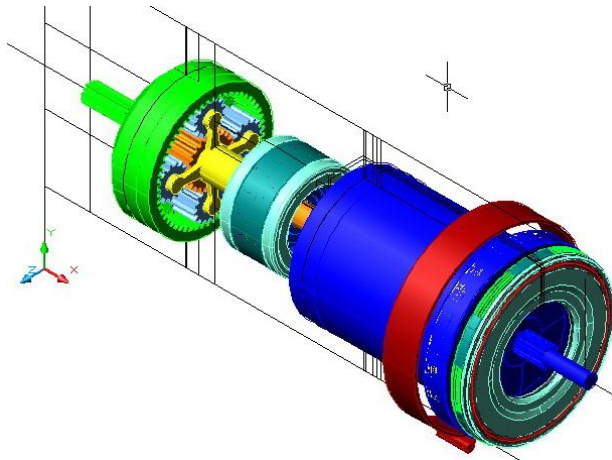
Gambar 3.19. Hasil dari perintah *revolve*.

h. Membuat *disc clutch* C1 dan C2 dengan *piston*.



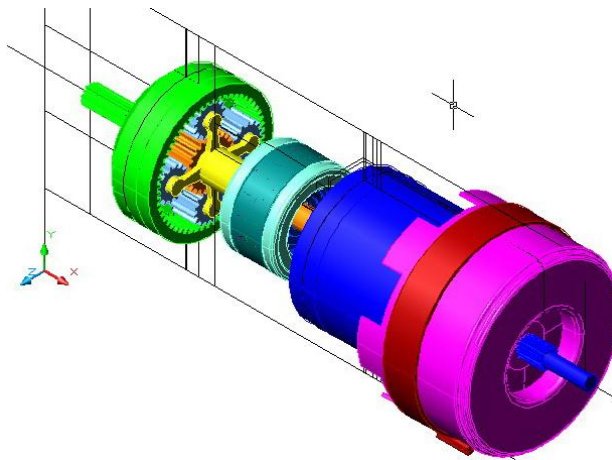
Gambar 3.20. Hasil dari perintah *revolve*.

- i. Membuat *input C1* yang berhubungan dengan *input shaft* dan *output C1* yang berhubungan dengan *front ring gear*.



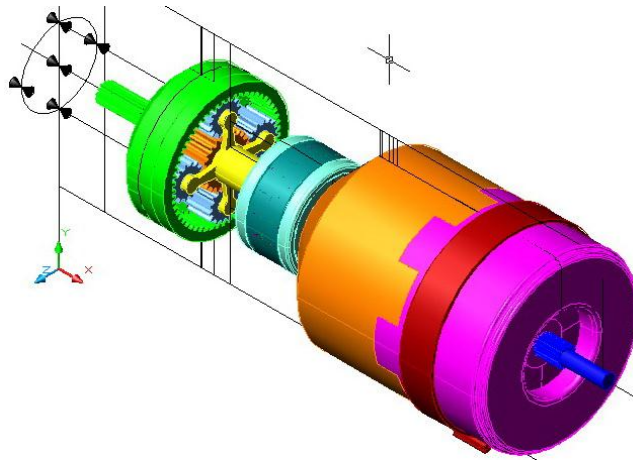
Gambar 3.21. Hasil dari perintah *revolve*.

- j. Membuat poros *input C2* yang berhubungan dengan *input shaft* dan poros *output C2*.



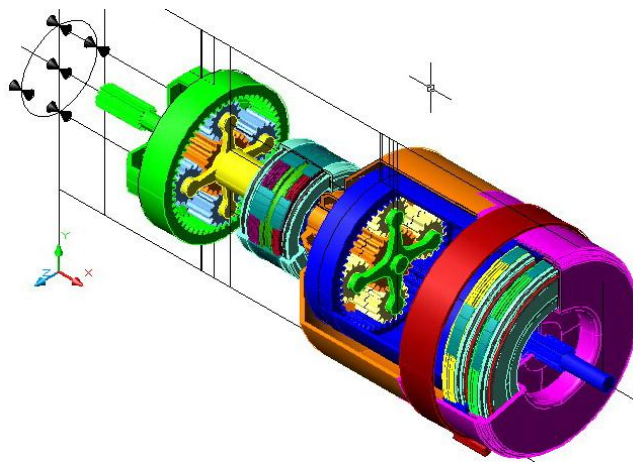
Gambar 3.22. Hasil dari perintah *revolve*.

- k. Membuat poros yang menghubungkan poros *sun gear* dengan poros *output* dari *clutch C2*, dan membuat titik acuan 0,0 yang akan digunakan untuk proses selanjutnya.



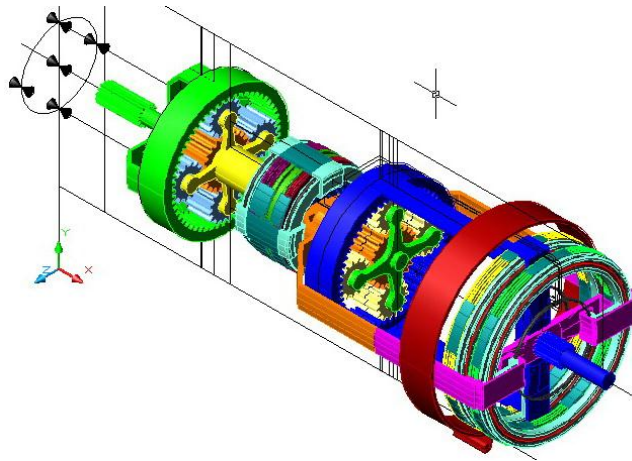
Gambar 3.23. Hasil dari perintah *revolve* dan membuat titik acuan (*center*).

- l. Memotong bagian yang utuh sebagai berikut dan memberi nama pada *layer* bagian-bagian tersebut dengan menambahkan kata “potongan” sebelum nama benda :



Gambar 3.24. Hasil dari perintah *subtract*.

- m. Membuat bagian utuh yang sebelumnya telah dibuat menjadi seperti di bawah ini dan memberi nama masing-masing benda pada *layer* dan simpan gambar ini dalam sebuah *file*.



Gambar 3.25. *Planetary Gear Unit* 3D.

- n. Meng-*export* seluruh gambar pada *layer* dalam bentuk *file* 3D Studio dengan cara klik **File ► Export**, member nama dan ubah *files of type* menjadi 3D Studio dan klik **Save** kemudian pilih semua *object* dan klik **OK**.

