TUGAS AKHIR

PERAKITAN SISTEM KEMUDI *POWER STEERING* TIPE *RACK AND PINION* PADA MOBIL LISTRIK

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Progam Diploma 3

Untuk Menyandang Sebutan Ahli Madya

Disusun Oleh :

Nama : Rindang Aditya

NIM : 5211311012

PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2016

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ABSTRAK

Rindang Aditya,2015, **"Perakitan Sistem Kemudi *Power Steering* Tipe *Rack And Pinion* Pada Mobil Listrik".** Program Studi Teknik Mesin D3 Otomotif, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
Dosen pembimbing : Drs. Suwahyo, M.Pd.

Perkembangan teknologi yang sangat cepat mendorong manusia mempelajari ilmu pengetahuan dan teknologi terbaru. Di era modern saat ini banyak diciptakan teknologi baru yang efisien dan ramah lingkungan. Dari kendaraan yang menggunakan sistem karburator, kemudian dikeluarkan EFI atau *Electronic Fuel Injection* dan saat ini muncul teknologi terbaru yaitu kendaraan listrik. Tugas akhir ini berupa proyek mobil listrik, dan penulis mendapat bagian sistem kemudi. Kendaraan listrik tidak menggunakan bahan bakar minyak seperti sistem karburator dan sistem EFI yang masih diproduksi sampai saat ini, melainkan sistem kerja dari kendaraan listrik berpusat pada sistem penggerak yang disuplai dari baterai atau aki.

untuk mendukung kinerja pada mobil listrik yang ramah lingkungan, sistem kemudi *power steering* mampu bekerja secara efisien. Sistem kemudi adalah untuk mengatur arah kendaraan dengan cara membelokkan roda depan. Bila roda kemudi diputar, *steering column* akan meneruskan tenaga putarnya ke *steering gear*, *steering gear* memperbesar tenaga putar sehingga dihasilkan momen yang lebih besar untuk menggerakkan roda depan melalui *steering lingkage*.

Proyek tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui cara membuat konstruksi, mengetahui nama dan fungsi serta dapat mengetahui prinsip kerja sistem kemudi *power steering tipe rack and pinion* pada mobil listrik. Cara kerja *power steering* adalah dengan cara membantu memperingan beloknya roda depan dengan sistem hidrolis. Sistem *power steering* kerjanya mengandalkan tekanan *fluida*, sehingga momen yang didapat besar. Sistem power steering mempunya beberapa komponen utama yang terdiri dari tangki reservoir, vane pump, gear book, power piston, steering gear, pipa-pipa *fluida* dan selang-selang fleksibel.

Kesimpulan yang didapat dari sistem kemudi bahwa sistem kemudi memerlukan adanya sistem *power steering* yang dapat meringankan dalam mengemudi, walaupun *power steering* terjadi kerusakan, mobil masih dapat dikendalikan secara manual(tanpa *power steering*).

Kata kunci: Latar belakang, metode pengumpulan data, simpulan

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Setiap manusia mempunyai perjalanan hidup yang berbeda. Tetap semangat optimis dan pantang menyerah.
2. Sesuatu yang belum dikerjakan seringkali tampak sulit dan mustahil, tetapi kita baru yakin ketika kita telah berhasil melakukannya dengan baik.
3. Tuhan membuat sesuatu segala sesuatu indah pada waktunya.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucap syukur kepada Allah SWT dan Muhammad SAW, tugas akhir ini kupersembahkan untuk :

1. Bapak, ibu dan adik tercinta yang selalu memberikan dukungan, semangat dan do'anya.
2. Semua teman-teman seperjuangan D3 Teknik Mesin 2011
3. Mutiara Aileen A.N tersayang yang selalu menemani bimbingan.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur kepada Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **PERAKITAN SISTEM KEMUDI *POWER STEERING* TIPE *RACK AND PINION* PADA MOBIL LISTRIK** dapat selesai dengan baik.

Laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberikan motivasi dan bantuan moral spiritual. Oleh karena itu dengan tersusunnya laporan Tugas Akhir ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Nur Qudus, M.T, Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Bapak Rusiyanto, S.Pd., M.T, Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Ketua Program Studi D3 Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Bapak Dr. Rahmat Doni W. ST. MT, Sekertaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
4. Bapak Drs. Suwahyo, M.Pd. Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak R. Ambar Kuntoro, M. G., A. Pd., Dosen Pembimbing Lapangan tugas akhir.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

ABSTRAK iii

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN iv

KATA PENGANTAR v

DAFTAR ISI vii

DAFTAR GAMBAR x

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR LAMPIRAN xiv

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang 1

B. Permasalahan 3

C. Tujuan 3

D. Manfaat 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori 5

1. Pengertian Sistem Kemudi 5

2. Jenis Sistem Kemudi Pada Mobil 7

B. Komponen Sistem Kemudi *Tipe Rack And Pinion* 14

1. *Steering Wheel* 14

2. *Steering Column* 14

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

3. *Steering Gear* 16

4. *Steering Lingkage* 20

C. Konstruksi Sistem *Power Steering* Tipe *Rack And Pinion*..... 22

1. *Gear Housing* 23

2. *Power Silinder* 24

3. *Katub Rotary* 25

4. *Vane Pump* 30

D. Prinsip Kerja *Power Steering* 34

1. Posisi Netral 34

2. Posisi Saat Membelok 35

BAB III SISTEM KEMUDI *POWER STEERING* TIPE *RACK AND PINION* PADA MOBIL LISTRIK

A. Desain *Chassis* Mobil Listrik 37

B. Alat dan Bahan 37

1. Alat 37

2. Bahan 38

C. Proses Pelaksanaan (Pekerjaan Lapangan) 38

1. Pemotongan Besi *Chassis* 38

2. Pembuatan Sistem Roda 41

3. Pembuatan Lengan Ayun Suspensi 42

4. Pembuatan Tempat Dudukan Kemudi di *Chassis* 43

5. Pemasangan Komponen Sistem Kemudi Pada *Chassis*..... 45

D. Hasil Pelaksanaan..... 48

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

1. Perhitungan Gigi *Rack And Pinion* 48
2. Pengukuran Panjang Dan Sudut *Steering Arm* 53
3. Pengukuran Panjang Sistem Kemudi 53
4. Proses Pengujian Menggunakan *Turning Radius*..... 54

E. Hasil Kemudi Yang Sudah Terpasang Pada *Chassis*..... 57

BAB IV PENUTUP

A. Simpulan 59
B. Saran 60

DAFTAR PUSTAKA 62

LAMPIRAN..... 63

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Konstruksi Sistem Kemudi Tipe *Recirculating Ball*	8
Gambar 2	Konstruksi Sistem Kemudi Tipe *Rack And Pinion*	10
Gambar 3	Kemudi *Power Steering* Tipe *Rack And Pinion*	12
Gambar 4	Kemudi *Power Steering* Semi *Hidrolik*	13
Gambar 5	Kemudi *Power Steering Elektrik*	14
Gambar 6	*Steering Gear* Tipe *Rack And Pinion*	18
Gambar 7	*Steering Gear* Tipe *Recirculating Ball*	19
Gambar 8	*Steering Lingkage* Suspensi *Rigid*	20
Gambar 9	*Steering linkage* suspensi *Independen*t	21
Gambar 10	Komponen *Gear Housing* Dan *Power Silinder*	23
Gambar 11	*Konstruksi Rotary Valve*	25
Gambar 12	Pengaturan Sirkuit Minyak	27
Gambar 13	*Rotary Valve* Posisi Netral	28
Gambar 14	*Rotary Valve* Posisi Belok Kanan	29
Gambar 15	*Rotary Valve* Posisi Belok Kiri	30
Gambar 16	*Vane Pump*	31
Gambar 17	Peralatan *Idle Up*	33
Gambar 18	Posisi Netral	35
Gambar 19	Posisi Saat Belok	36
Gambar 20	Desain *Chassis* Mobil Listrik	37
Gambar 21	Proses Pemotongan Besi *Chasis*	39
Gambar 22	Pengelasan Kerangk	39

Gambar 23 Proses Pemotongan Poros Roda 40
Gambar 24 Proses Pembubutan Poros Roda 41
Gambar 25 Pemotongan Besi Lengan Ayun..... 42
Gambar 26 Lengan Ayun Dan Bantalan Suspensi..... 43
Gambar 27 Pemotongan Dudukan Plat Kemudi 43
Gambar 28 Pembentukan Dudukan Plat Kemudi 44
Gambar 29 Pemasangan Kemudi..... 45
Gambar 30 Pemasangan *Tie Rod* 46
Gambar 31 Pemasangan *Universal Joint*..... 46
Gambar 32 Pemasangan *Steering Column*..... 47
Gambar 33 Pemasangan *Steering Wheel* 47
Gambar 34 Batang Gigi *Rack* 48
Gambar 35 Batang Gigi *Pinion* 48
Gambar 36 Roda Gigi Saat Berputar 49
Gambar 37 Gigi *Rack And Pinion* 50
Gambar 38 Pengukuran Panjang Dan Sudut *Steering Arm* 53
Gambar 39 Pengukuran *Rack And Pinion* 54
Gambar 40 Roda Kanan Belok Kanan 55
Gambar 41 Roda Kanan Belok Kiri 56
Gambar 42 Roda Kiri Belok Kanan..... 56
Gambar 43 Roda Kiri Belok Kiri..... 56
Gambar 44 Tampak Depan 57
Gambar 45 Tampak Samping 57

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Gambar 46 Tampak Belakang..... 58

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Pengujian Menggunakan *Turning Radius* 55

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Penetapan Dosen Pembimbing..... 63

Lampiran 2 Foto Kegiatan 64

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang sangat cepat mendorong manusia mempelajari ilmu pengetahuan dan teknologi terbaru. Di era modern saat ini banyak diciptakan teknologi baru yang efisien dan ramah lingkungan. Dari kendaraan yang menggunakan sistem karburator, kemudian dikeluarkan EFI atau *Electronic Fuel Injection* dan saat ini muncul teknologi terbaru yaitu kendaraan listrik. Tugas akhir ini berupa proyek mobil listrik, dan penulis mendapat bagian sistem kemudi. Kendaraan listrik tidak menggunakan bahan bakar minyak seperti sistem karburator dan sistem EFI yang masih diproduksi sampai saat ini, melainkan sistem kerja dari kendaraan listrik berpusat pada sistem penggerak yang disuplai dari baterai atau aki. Komponen pada mobil listrik terdiri dari sistem kemudi, transmisi, kelistrikan bodi, suspensi, roda dan ban.

Kendaraan listrik seperti halnya kendaraan lainnya membutuhkan sistem kemudi untuk menggerakan roda-roda depan kendaraan agar dapat berjalan sesuai dengan arah jalan yang dikehendaki. Penggunaan sistem kemudi sangat berperan penting pada semua kendaraan karena kemudi berfungsi untuk mengendalikan arah gerak roda-roda depan kendaraan, sesuai dengan keinginan pengemudi. Pengendalian arah gerak ini dilakukan oleh pengemudi dengan jalan memutarkan atau mengubah roda kemudi sesuai dengan arah yang dikehendaki. Pada dasarnya perancangan sistem kemudi dilakukan untuk

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

memungkinkan pengemudi dapat mengendalikan arah kendaraan dengan tepat dan tenaga seminimal mungkin. Bila roda kemudi diputar, batang kemudi akan meneruskan tenaga putar ini sehingga dihasilkan momen yang lebih besar untuk menggerakkan roda depan melalui *steering linkage*.

Sistem kemudi yang umum digunakan pada mobil yaitu model *Recirculating Ball* dan *Rack and Pinion*. Pada tipe *recirculating ball* komponen utamanya adalah *steering wheel*, *steering column*, *steering gear* dan *steering lingkage*. Sedangkan pada tipe *rack and pinion* komponen utamanya *steering wheel*, *steering column* dan *steering gear*. Ada beberapa jenis roda gigi kemudi yang dapat digunakan, jenis *recirculating ball* dan *rack and pinion* yang banyak digunakan pada mobil. Jenis *recirculating ball* digunakan pada mobil penumpang ukuran sedang sampai besar dan mobil komersial, sedangkan jenis *rack and pinion* digunakan pada mobil penumpang ukuran kecil sampai sedang. Seiring berkembangnya teknologi, sistem kemudi pada mobil sekarang banyak menggunakan tipe kemudi *power steering* karena dapat meringankan pengemudi ketika memutarkan kemudi kendaraan pada kecepatan rendah dan menyesuaikan pada kecepatan menengah serta atas.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Dalam perkembangannya, dunia otomotif telah menciptakan berbagai inovasi yang dapat kita pelajari dan kita rasakan manfaatnya, namun banyak dari pengguna produk otomotif yang belum mengetahui detail kegunaan dan manfaat perkembangan inovasi tersebut.

Untuk itu, saya bermaksud melakukan pengkajian tentang "PERAKITAN SISTEM KEMUDI *POWER STEERING* TIPE *RACK AND PINION* PADA MOBIL LISTRIK" sebagai tugas akhir.

B. Permasalahan

Adapun permasalahan yang timbul dari uraian latar belakang diatas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana konstruksi dari sistem kemudi *power steering* tipe *rack and pinion* pada mobil listrik ?
2. Apa nama dan fungsi komponen sistem kemudi *power steering* tipe *rack and pinion* pada mobil listrik ?
3. Bagaimana cara kerja sistem kemudi *power steering* tipe *rack and pinion* pada mobil listrik ?

C. Tujuan

Adapun tujuan yang ingin saya capai dari permasalahan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Membuat konstruksi sistem kemudi *power steering* tipe *rack and pinion* pada mobil listrik ?
2. Mengetahui nama dan fungsi komponen sistem kemudi *power steering* tipe *rack and pinion* pada mobil listrik ?
3. Mengetahui prinsip kerja sistem kemudi *power steering* tipe *rack and pinion* pada mobil listrik ?

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

D. Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari pembuatan sistem kemudi power steering tipe rack and pinion pada mobil listrik antara lain:

1. Menambah pengetahuan tentang sistem kemudi khususnya bagi penulis dan pembaca umumnya.
2. Mempunyai keterampilan tentang langkah sistem kemudi *power steering* tipe *rack and pinion.*
3. Melakukan perbaikan jika tarjadi kerusakan pada sistem kemudi *power steering* tipe *rack and pinion.*

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Pengertan Sistem Kemudi

Sistem kemudi berfungsi untuk memungkinkan perubahan arah kemana kendaraan itu bergerak, pengarahan ini dilakukan oleh kemudi dengan jalan memutarkan roda kemudi untuk merubah arah roda-roda depan. Perputaran roda kemudi memutarkan poros utama yang berhubungan dengan roda kemudi, roda gigi kemudi yang terdapat pada bagian bawah poros utama merubah gerak poros utama menjadi gerakan mendatar dan gerakan ini dipindahkan ke lengan *pitmen* yang berhubungan dengan roda-roda depan bantuan sambungan-sambungan, bila sebuah roda terdorong maka roda lainya akan tertarik dan memungkinkan roda-roda berputar mengelilingi *king pin* atau sambungan roda (Daryanto, Sudarto, 2009 : 44).

Sistem kemudi adalah untuk mengatur arah kendaraan dengan cara membelokkan roda depan. Bila roda kemudi diputar, *steering column* akan meneruskan tenaga putarnya ke *steering gear*, *steering gear* memperbesar tenaga putar sehingga dihasilkan momen yang lebih besar untuk menggerakkan roda depan melalui *steering lingkage* (*New Step 1*, 1994 : 5-26).

Kemudi berfungsi untuk membelokkan roda-roda depan mobil sehingga arah jalan mobil sesuai dengan yang diinginkan pengemudi.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Karena kemudi selalu digunakan maka kemudi harus dapat dicapai dengan mudah tanpa mengakibatkan kelelahan, untuk itu kemudi harus ringan digerakkan. Agar kemudi ringan untuk digerakkan maka perubahan dari arah gerak kemudi roda-roda depan diubah oleh roda kemudi (Boentarto, 1992 : 3-25).

Suatu sistem kemudi harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

a. Posisi kemudi harus dengan mudah dikemudikan agar tidak mengakibatkan letih pengemudi.
b. Pembelokan roda depan harus ringan meskipun kendaraan berjalan dengan pelan.
c. Selama kendaraan berjalan melalui tikungan roda depan harus dalam keadaan dapat berputar dengan sempurna.
d. Pada saat kemudi diputar maka roda depan harus dapat kembali pada posisi semula
e. Sistem kemudi tidak diperbolehkan mempunyai gerak bebas putar terlalu besar melebihi 10 derajat.
f. Roda depan tidak boleh berputar dengan bergetar karena dapat mempengaruhi jalanya kendaraan dan sistem kemudi.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Tipe sistem kemudi yang digunakan tergantung dari model mobil (sistem pemindah daya dan suspensinya, apakah mobil penumpang atau komersil dan seterusnya). Tipe sistem kemudi yang banyak digunakan sekarang adalah tipe *recirculating ball* dan *rack and pinion*.

2. Jenis Sistem Kemudi Pada Kendaraan

a. Sistem Kemudi Mekanik

Dengan berkembangnya teknologi sekarang ini penggunaan sistem kemudi mekanik sudah mulai ditinggalkan. Karena pada sistem ini dibutuhkan tenaga yang besar untuk mengemudikannya, akibatnya pengemudi akan cepat lelah saat mengendarai kendaraan terutama pada jarak jauh.

Tipe sistem kemudi mekanik yang banyak digunakan adalah :

1) Tipe *Recirculating Ball*

Cara kerjanya yaitu pada saat pengemudi memutar roda kemudi, poros utama yang dihubungkan dengan roda kemudi langsung membelok. Di ujung poros utama kerja dari gigi cacing dam mur pada bak roda gigi kemudi menambah tenaga dan memindahkan gerak putar dari roda kemudi ke gerakan mundur maju *lengan pitman* (*pitman arm*). Lengan penghubung (*linkage*), batang penghubung (*relay rod*), *tie rod,* lengan *idler* (*idler arm*) dan lengan nakel arm dihubungkan dengan ujung pitman arm. Cara kerjanya memindahkan gaya putar dari kemudi ke roda-roda depan dengan memutar *ball joint* pada lengan bawah (*lower arm*) dan bantalan atas untuk peredam kejut. Jenis ini biasanya digunakan pada mobil penumpang atau komersial.

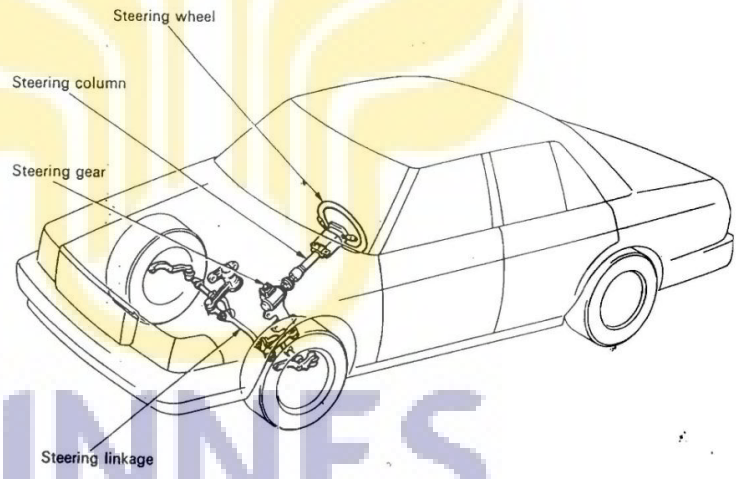
Keuntungan :

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

a) Komponen gigi kemudi relative besar, bisa digunakan untuk mobil ukuran sedang, mobil besar dan kendaraan komersial.
b) Keausan relative kecil dan pemutaran roda kemudi relative ringan.

Kerugian :

a) Konstruksi rumit karena hubungan antara gigi sector dan gigi pinion tidak langsung.
b) Biaya perbaikan lebih mahal



Gambar 1. Konstruksi Sistem Kemudi Tipe *Recirculating Ball*

(*New Step 1*, 1994 : 5-26)

2) Tipe *Rack And Pinion*

Cara kerjanya yaitu pada waktu roda kemudi diputar, pinion pun ikut berputar. Gerakan ini akan menggerakkan *rack* dari samping ke samping dan dilanjutkan melalui *tie rod*

ke lengan nakel pada roda-roda depan sehingga satu roda depan didorong sedangkan satu roda tertarik, hal ini menyebabkan roda-roda berputar pada arah yang sama.

Kemudi jenis *rack and pinion* jauh lebih efisien bagi pengemudi untuk mengendalikan roda-roda depan. *Pinion* yang dihubungkan dengan poros utama kemudi melalui poros intermediate, berkaitan dengan *rack.*

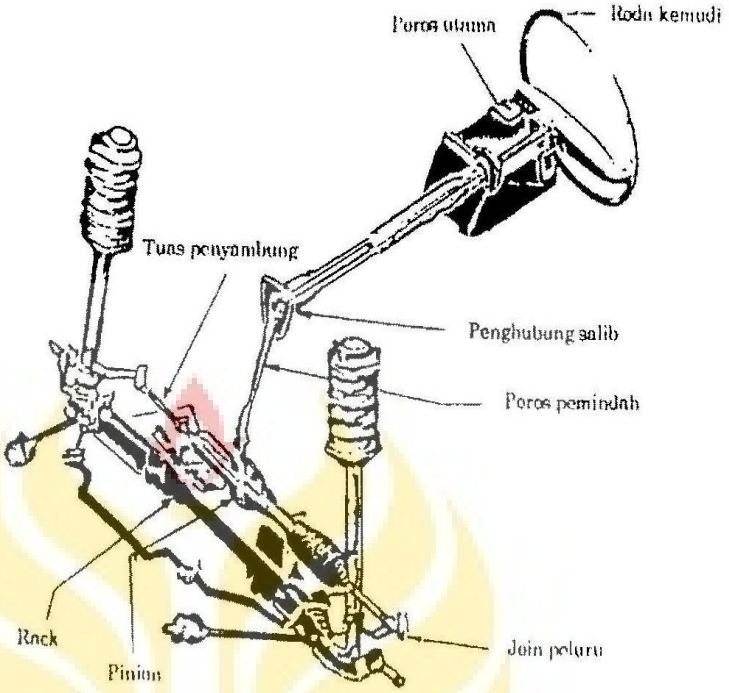
Keuntungan :

a) Konstruksi ringan dan sederhana.
b) Persinggungan antara gigi *pinion* dan *rack* secara langsung.
c) Pemindahan momen relatif lebih baik, sehingga lebih ringan.

Kerugian :

a) Bentuk roda gigi kecil, hanya cocok digunakan pada mobil penumpang ukuran kecil atau sedang.
b) Lebih cepat aus.
c) Bentuk gigi *rack* lurus, dapat menyebabkan cepatnya keausan.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



Gambar 2. Kontruksi Sistem Kemudi Tipe *Rack And Pinion*

(Boentarto, 1992 : 3-27)

b. Sistem Kemudi Hidrolik (*power steering*)

Demi menunjang kenyamanan berkendara, kini *power steering* merupakan sebuah sarana yang semakin umum dijumpai pada sistem kemudi setiap mobil. Jika dahulu seorang pengemudi membutuhkan tenaga ekstra untuk membelokan kemudi, kini dengan adanya *power steering* pengemudi dapat membelokan kemudi hanya dengan menggunakan satu tangan.

Sistem *power steering* memiliki sebuah boster hidrolis dibagian tengah dengan tujuan agar mekanisme kemudi menjadi

lebih ringan. Dalam keadaan normal beratnya putaran putaran roda kemudi adalah 2-4 kg. Sistem ini dirancang untuk mengurangi usaha pengemudian kendaraan pada saat melaju dalam kecepatan rendah maupun kecepatan tinggi (New Step 1, 1994: 5-34).

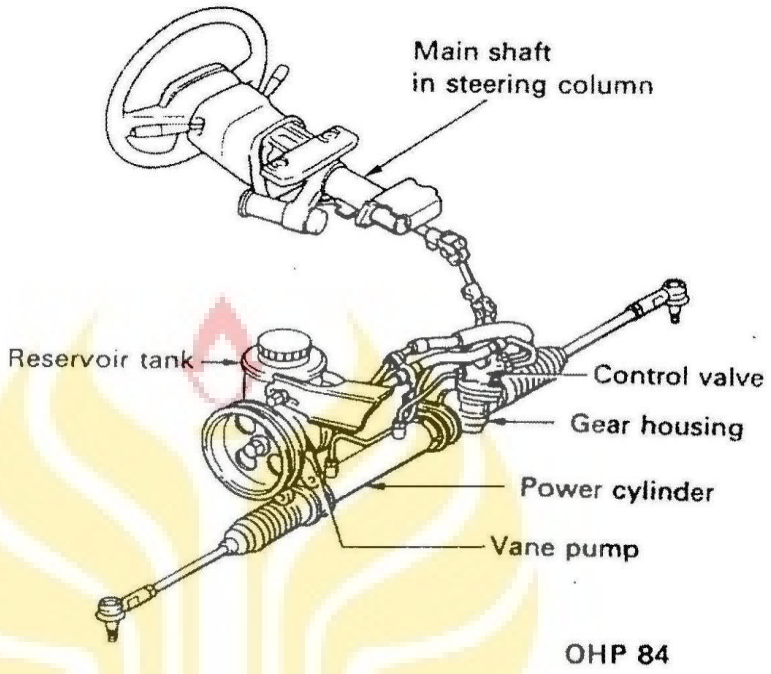
Sejauh ini ada 3 jenis *power steering* yang umum digunakan, yaitu :

1. *Power Steering Hidrolik*

   Power Steering jenis ini menggunakan pompa hidrolis berisi oli yang berfungsi meningkatkan tenaga yang mendorong roda untuk membelok ke kiri atau ke kanan saat pengemudi memutar setir. *Power Steering Hidrolik* adalah jenis *Power Steering* yang paling banyak digunakan, dua diantaranya adalah Toyota Avanza dan Daihatsu Xenia.

   Power steering hidrolik terdiri atas sebuah pompa minyak, beberapa saluran minyak, dan tabung penampung minyak. Di samping memperingan pengemudi, *power steering* juga menambah kenyamanan mengemudi karena kejutan-kejutan jalan, ketidakstabilan, getaran, dan gangguan lainnya tidak akan sampai ke tangan pengemudi. Kekurangan kemudi *power steering* sistem hidrolik adalah apabila motor tidak dihidupkan *power steering* tidak bekerja (Boentarto, 1992:3-32).

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



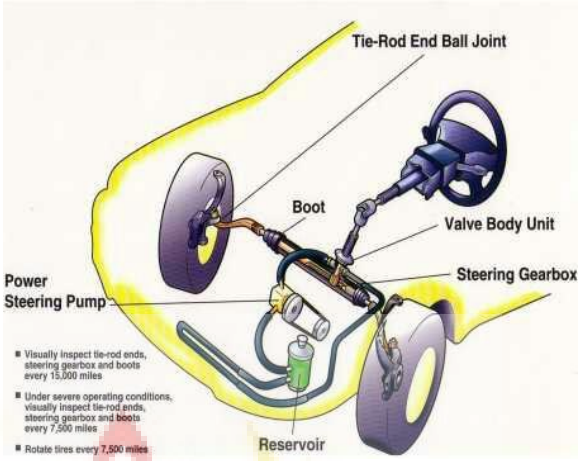
Gambar 3. Kemudi *Power Steering* Tipe *Rack And Pinion*

(*New Step 1*, 1994 : 5-35)

2. *Power Steering* Semi *Hidrolik*

Power steering jenis ini menggunakan perpaduan pompa hidrolik dan motor listrik (dinamo) untuk dapat menghasilkan tekanan pada pompa hidrolik. Penggunaan *Power Steering Semi Hidrolik* ini dapat dijumpai pada mobil Mercedes Benz A Class.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

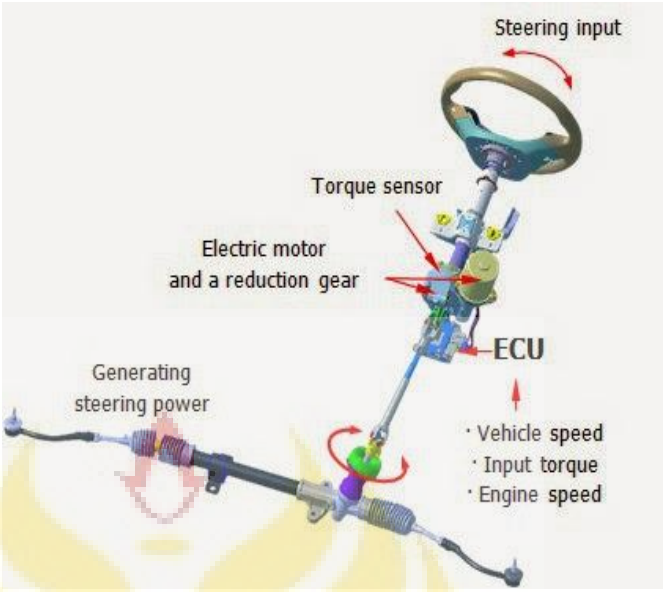


Gambar 4. Kemudi *Power Steering* Semi *Hidrolik*

3. *Power Steering Elektrik*

Power steering jenis ini hanya menggunakan motor listrik (dinamo) tanpa pompa hidrolik, dan dikenal dengan sebutan *Electric Power Steering* (EPS). Penggunaan EPS umum dijumpai pada mobil-mobil baru. Walaupun sudah diperkenalkan sejak tahun 90an, namun kepopulerannya mulai beranjak pada tahun 2000. Beberapa mobil yang menggunakan EPS ini antara lain adalah Honda Jazz, Toyota Yaris, Mazda 2, Suzuki Splash, Suzuki Karimun, dan lain-lain.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



Gambar 5, Kemudi *Power Steering Elektrik*

B. Komponen Sistem Kemudi *Power Stering* Tipe *Rack And Pinion*

1. *Steering Wheel*

Steering wheel berfungsi mengatur arah kendaraan dengan cara membelokkan roda depan. Bila roda kemudi diputar, kolom kemudi meneruskan putaran ke roda gigi kemudi. Roda gigi kemudi ini memperbesar momen putar, sehingga menghasilkan tenaga yang lebih besar untuk menggerakkan roda depan melalui sambungan-sambungan kemudi (*steering linkage*).

2. *Steering Column*

Steering column atau batang kemudi merupakan tempat poros utama. *Steering column* terdiri dari *steering main shaft* yang memindahkan putaran roda kemudi ke *steering gear*, dan *column tube* yang terpasang

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

pada *steering main shaft* ke bodi. Bagian atas *steering main shaft* berbentuk tirus dan bergerigi, tempat roda kemudi dipasangkan dengan sebuah mur.

Steering column juga berperan sebagai mekanisme peredam benturan yang menyerap *thrust force* yang terjadi dan dirasakan oleh pengemudi pada saat terjadi benturan. *Steering column* dipasang pada bodi melalui *break away* tipe *column braket* sehingga *steering column* dapat terlepas dengan mudah pada saat terjadi tabrakan. Bagian ujung bawah dari *steering main shaft* dihubungkan dengan *steering gear* (*New Step 2*, 1994: 3).

Mekanisme peredam benturan *steering column*, cara kerjanya yaitu:

a. Bila kendaraan membentur dan *thrust force* yang cukup kuat diteruskan ke *main shaft ke streering gear*, kejutan (kejutan primer) mematahkan pen plastik pada *main shaft*. *Lower main shaft* bergeser ke atas ke dalam *upper main shaft* mencegah seluruh roda kemudi membentur dan membahayakan pengemudi.
b. Bila badan pengemudi membentur roda kemudi (kemudi sekunder), maka *break away braket* akan keluar dari kapsul melepaskan pen plastik. *Steering column* secara keseluruhan juga berpindah dengan *bending bracket* (*impact absorbing bracket*) akan membengkok, dan dengan demikian meredam gaya. Karena *bending bracket* berubah bentuk dan *steering column* secara keseluruhan bergeser, *steering main shaft* (bagian atas) juga bergeser (*New Step 2*, 1994 : 5).

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

3. *Steering Gear*

Steering gear berfungsi untuk mengarahkan roda depan dan dalam waktu yang bersamaan juga berfungsi sebagai gigi reduksi untuk meningkatkan momen agar kemudi menjadi ringan. *Steering gear* ada beberapa tipe dan yang banyak di gunakan adalah tipe *recirculating ball* dan *rack and pinion*. Berat ringannya kemudi ditentukan oleh besar kecilnya perbandingan *steering gear* dan umumnya berkisar antara 18 sampai 20:1. Perbandingan *steering gear* yang semakin besar akan menyebabkan kemudi semakin ringan akan tetapi jumlah putarannya semakin banyak, untuk sudut belok yang sama (*New Step 1*, 1994 : 5-30).

Selain untuk mengarahkan roda depan, *steering gear* juga berfungsi sebagai gigi reduksi untuk meningkatkan momen agar kemudi menjadi ringan. Untuk itu diperlukan perbandingan reduksi yang disebut perbandingan *Steering Gear*.

Rumus Perbandingan *Steering Gear*:

Untuk tipe *recirculating ball*, perbandingan *Steering gear* diperoleh dengan cara membagi jumlah putaran roda kemudi dengan jumlah gerakan *pitmen arm:*

$$\frac{Jumlah\ putaran\ roda\ kemudi\ (derajat)}{Jumlah\ gerakan\ pitman\ arm\ (derajat)}$$

Untuk *tipe rack and pinion,* perbandingan s*teering gear* diperoleh dengan cara membagi jumlah putaran roda kemudi dengan sudut kemudi roda depan:

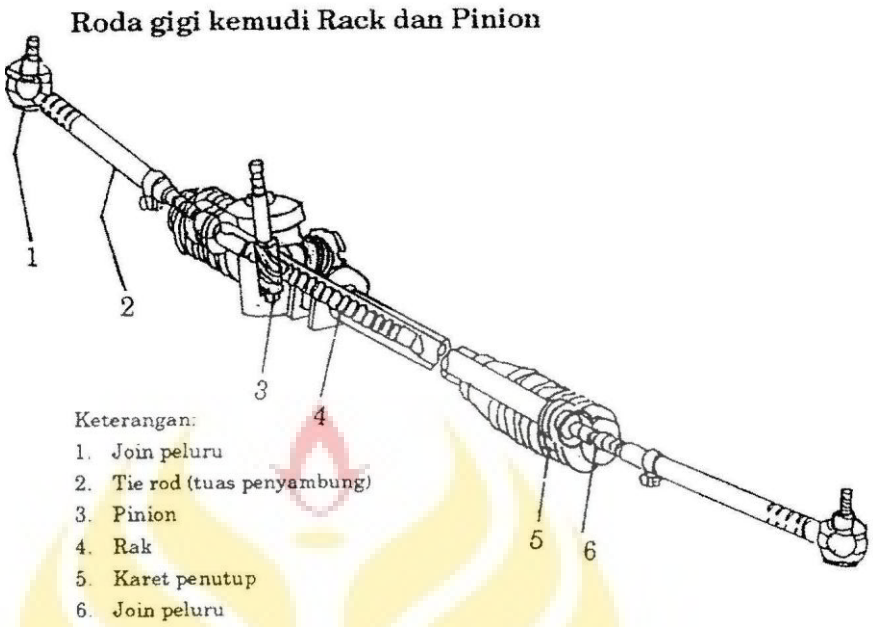
$$\frac{Jumlah\ putaran\ roda\ kemudi\ (derajat)}{Besaran\ sudut\ belok\ roda\ depan\ (derajat)}$$

Perbandingan yang semakin besar akan menyebabkan kemudi menjadi semakin ringan, tetapi jumlah putarannya akan bertambah banyak, untuk sudut belok yang sama.

Ada beberapa tipe *steering gear* yang banyak digunakan diantaranya:

1. *Steering Gear* Tipe *Rack And Pinion*

   Pada *steering gear* tipe *rack* and *pinion* gerakan putar pinion diubah langsung oleh *rack* menjadi gerakan mendatar. Model *rack* and *pinion* mempunyai konstruksi sederhana, sudut belok yang tajam dan ringan, tetapi goncangan yang diterima dari permukaan jalan mudah diteruskan ke roda depan. Bila roda kemudi diputar, maka gerakan diteruskan ke roda gigi *pinion*. Roda gigi *pinion* selanjutnya akan menggerakkan roda gigi *rack* searah mendatar. Gerakan *rack* diteruskan ke *steering knuckle* melalui *tie rod* sehingga roda dapat membelok.

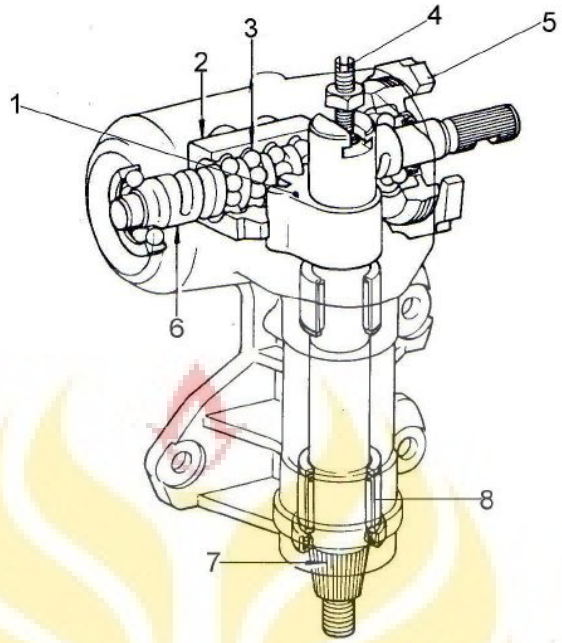


Gambar 6. *Steering Gear* Tipe *Rack And Pinion*

(*Boentarto*, 1992 : 3-28)

2. *Steering Gear* tipe *Recirculating Ball*

Jenis *steering gear* tipe *recirculating ball* digunakan pada kendaraan menengah sampai besar seperti pick-up, truk, jeep dan lain sebagainya. Kelebihan dari steering gear tipe ini adalah mampu meredam getaran dan pengemudian ringan dan lembut. Cara kerjanya bila roda kemudi diputar, maka gerakan ini diteruskan ke *worm shaft*/poros cacing, sehingga Nut (mur) kemudi akan bergerak mendatar kekiri atau kanan. Sementara nut bergerak, *sektor shaft* juga akan ikut berputar menggerakkan pitman arm yang diteruskan ke roda depan melalui batang-batang kemudi/*steering linkage*.



Gambar 7. *Steering Gear* Tipe *Recirculating* ***ball***

Keterangan gambar

1 Roda gigi sector

2 Mur kemudi

3 Bola baja

4 Penyetel celah kontak

5 Penyetel preload bantalan

6 Baut kemudi

7 Poros sector

8 Bantalan poros sector

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

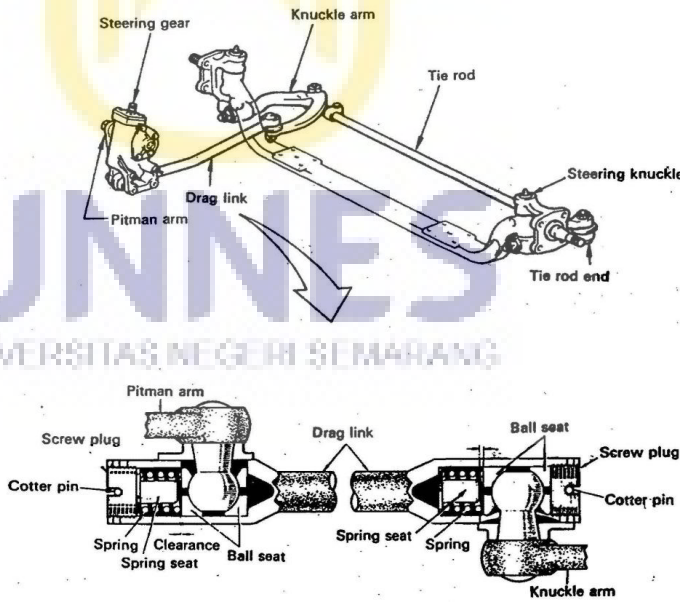
4. *Steering Linkage*

Steering linkage terdiri dari *rod* dan *arm* yang meneruskan tenaga gerak dari *steering gear* ke roda depan. Walaupun mobil bergerak naik-turun, gerakan roda kemudi harus dapat diteruskan ke roda-roda dengan sangat tepat (akurat) setiap saat. Ada beberapa tipe *steering linkage* dan konstruksi *joint* yang dirancang untuk tujuan tersebut. Bentuk *steering linkage* yang tepat sangat mempengaruhi kestabilan pengendaraan.

Tipe Steering Linkage

1. *Steering Linkage* untuk *Suspensi Rigid*

Steering linkage tipe ini terdiri *pitman arm, drag link, knuckle arm, tie-rod end.*

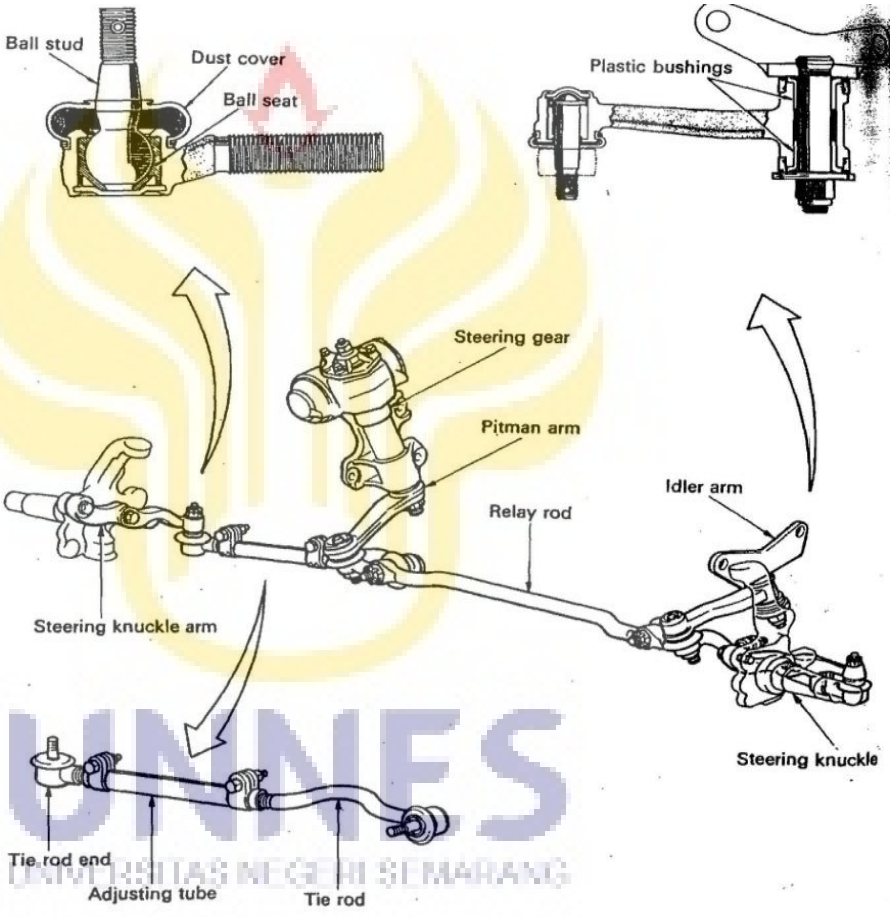


Gambar 8. *Steering linkage* Suspensi *Rigid*

(*New Step 1, 1995: 5-31*)

2. *Steering Linkage* untuk Suspensi *Independent*

Pada tipe ini terdapat sepasang *tie rod* yang disambungkan dengan *relay rod* (pada *tipe rack and pinion*, *rack* berfungsi sebagai *relay rod*). Sebuah pipa terpasang diantara *tie rod* dan *tie rod end* untuk menyetel panjangnya *rod.*



Gambar 9. *Steering Lingkage* Suspensi *Independent*

(*New Step 1*, 1994 : 5-32)

Tipe yang pertama, digunakan pada mobil penumpang ukuran sedang sampai besar dan mobil komersial. Sedangkan tipe kedua digunakan pada mobil penumpang ukuran kecil sampai sedang.

C. Konstruksi Sistem *Power Steering* Tipe *Rack and Pinion*

Sistem *power steering* konstruksinya tidak jauh beda dengan sistem kemudi manual dengan komponen *steering wheel* (roda kemudi), *Steering column* (batang kemudi) dan *steering linkage*, hanya ditambah mekanis hidrolis yang bertujuan membantu mendorong piston pada *power silinder*. Untuk tipe *rack and pinion* ini mempunyai komponen-komponen yang penting yaitu *gear housing, power silinder, control valve* dan *vane pump.*

Komponen-komponen *power steering* sebagai berikut:

1. *Gear Housing*

   Gear housing pada *power steering* menggunakan roda gigi tipe *rack and pinion*. Dimana *steering pinion* bagian ujung pada poros utama kemudi bersinggungan dengan *steering rack*, sehingga pada saat *steering wheel* diputar dan diikuti *shaft pinion* akan menggerakkan *steering rack* kekiri atau kekanan. Gerakan *steering rack* diteruskan *rack end* dan *tie rod end* ke roda depan kiri dan kanan.

   Roda gigi *rack and pinion* mempunyai keuntungan sebagai berikut:

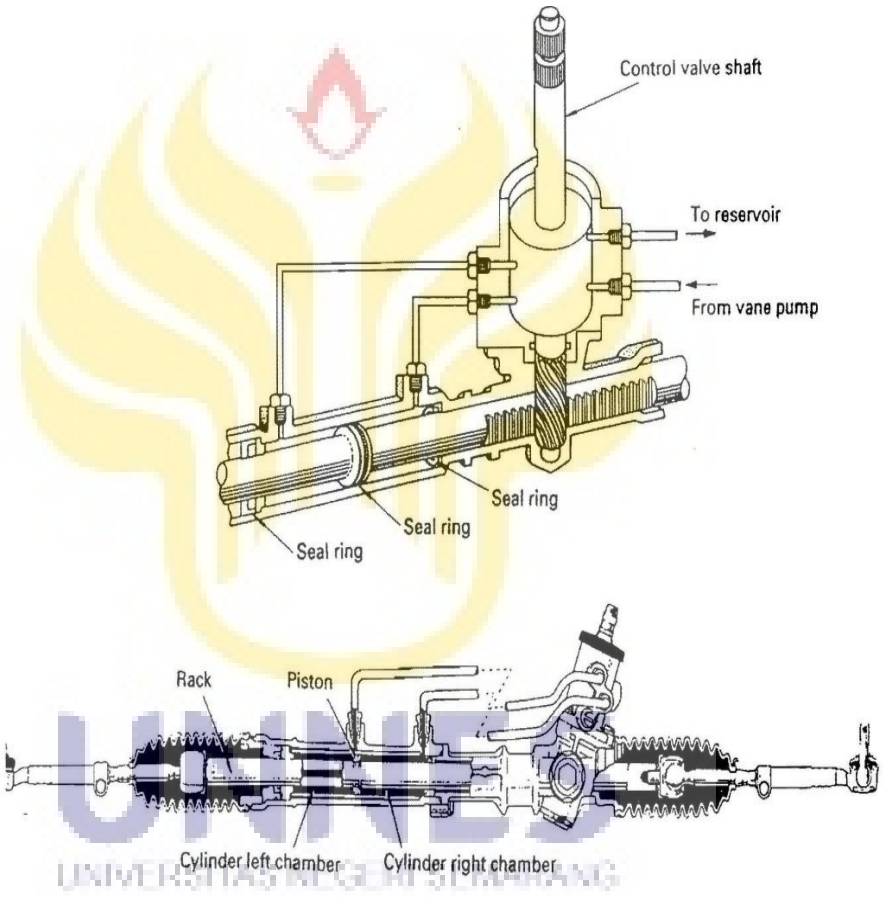
   a. Konstruksinya sederhana, ringan karena *gear box* kecil, *rack end* sebagai *steering linkage.*

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

b. Gigi reduksinya lebih besar maka momen untuk menggerakkan roda lebih ringan.

c. Persinggungan giginya langsung sehingga respon pengemudian sangat tajam.

d. Rakitan *steering* tertutup sehingga tidak memerlukan perawatan.



Gambar 10. Komponen *Gear Housing* dan *Power silinder*

(*Toyota Astra Motor*, 1994 : 63)

2. *Power silinder*

Power silinder adalah tempat *piston* bekerja dan ditempatkan pada *rack, rack* bergerak karena tekanan minyak yang dihasilkan oleh tekanan *vane pump* yang bekerja pada *power piston*. Kebocoraan minyak dicegah *oil seal* pada kedua ruangan silinder dan bagian ujung *power silinder* juga dicegah *oil seal* untuk mencegah kebocoran fluida. Minyak yang digunakan dextron dengan SAE 10. *Steering wheel* dihubungkan dengan *steering main shaft* untuk menggerakkan *control valve.*

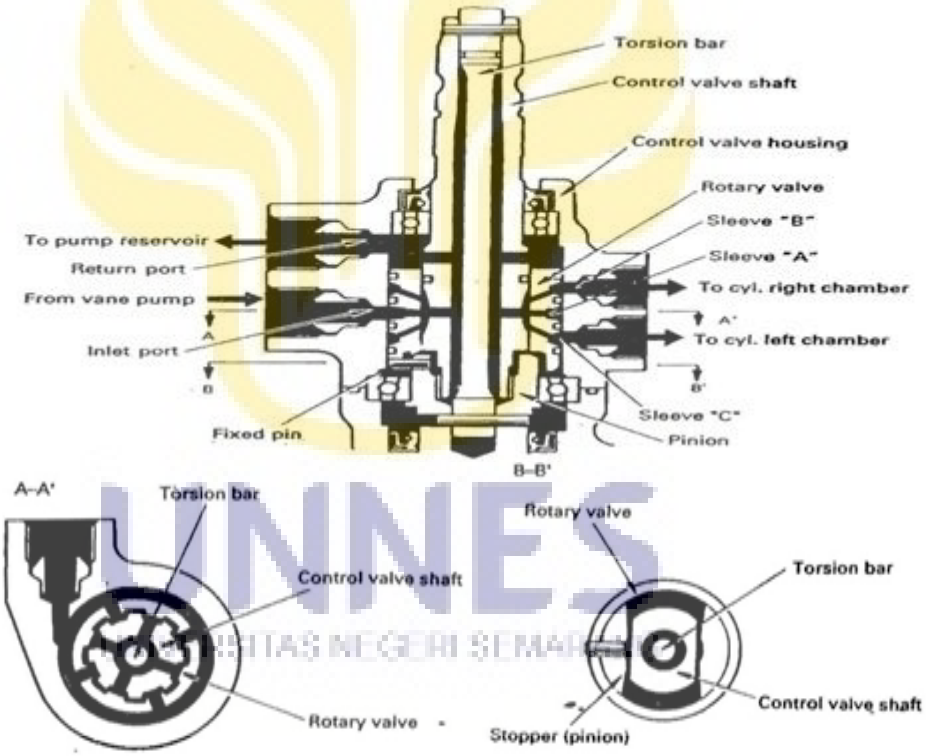
Pada saat *steering wheel* dalam posisi lurus *control valve* pada posisi netral sehingga minyak dan *vane pump* tidak bekerja dikedua ruangan tetapi dialirkan ke *reservoir tank*. Jika *steering wheel* diputar kesalah satu arah, maka *control valve* merubah saluran *fluida* sehingga *vane pump* bekerja kesalah satu ruangan dan minyak pada salah satu ruangan akan kembali ke *reservoir tank.*

Tipe *rack* and *pinion* yang mengatur perubahan saluran ada dua macam alat, yaitu *spool valve* dan *rotary valve.* Pada masing-masing jenis terdapat *torsion bar* yang terletak diantara *control valve* dan *pinion*. Bekerjanya *control valve* tergantung besarnya puntiran yang diterima *torsion bar*. Pada saat tidak ada tekanan minyak, *torsion bar* berputar sampai titik tertentu sehingga *control shaft stopper* langsung memutar *pinion* dan menggerakan *rack* seperti pada sistem kemudi manual (Toyota, 1994 63).

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

3. *Katup Rotary*

Arah aliran minyak dan pompa ditentukan oleh *control valve* (*rotary valve*) yang ada dalam rumah gigi *(gear housing). Control valve shaft* yang menerima momen dan *steering wheel* dengan *pinion gear* dihubungkan oleh pasak dan berputar bersama-sama. Bila tidak ada tekanan minyak dari *vane pump*, *torsion bar* akan terpuntir sepenuhnya. *Control valve shaft* dengan *pinion gear* berhubungan dengan *stopper*, sehingga momen dari *control valve* diteruskan langsung ke *pinion gear* (*New Step 2*, 1994 ; 64).



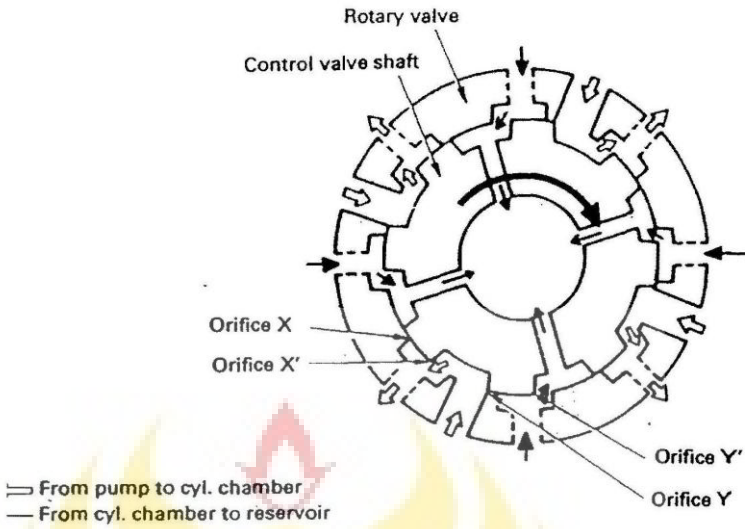
Gambar 11 . *Kontruksi Rotary Valve*
(*New Step 2*, 1994 : 64).

Cara Kerja Pengaturan Minyak:

Pembatasan dalam sirkuit hidrolis dilakukan oleh gerakan putar dan *control valve shaft* dalam kaitanya dengan *rotary valve*. Pada saat membelok ke kanan, tekanan ditutup *orifice* X dan Y pada saat membelok ke kiri pembatasan dilakukan oleh *orifice* X' dan Y'.

Pada saat *steering wheel* diputar, maka *control shaft valve* berputar memutarkan *pinion gear* melalui *torsion bar*. Pada saat ini *control valve* terpuntir berlawanan dengan *pinion gear* sesuai dengan gaya permukaan jalan, *control valve shaft* berputar hanya sebatas puntiran dan bergerak ke kiri atau ke kanan mengikuti *rotary valve.* Akibatnya, *orifice* X dan Y (X'dan Y') terbentuk dan perbedaan tekanan hidrolis terjadi pada ruang silinder kiri atau kanan. Dengan cara ini putaran *control valve* melakukan perubahan saluran untuk merubah pengaturan tekanan minyak. Minyak dalam *vane pump* dan lingkaran luar *rotary valve* akan kembali ke tangki *reservoir* melalui celah antara *torsion bar* dan *control valve shaft* (toyota, 1994:65).

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

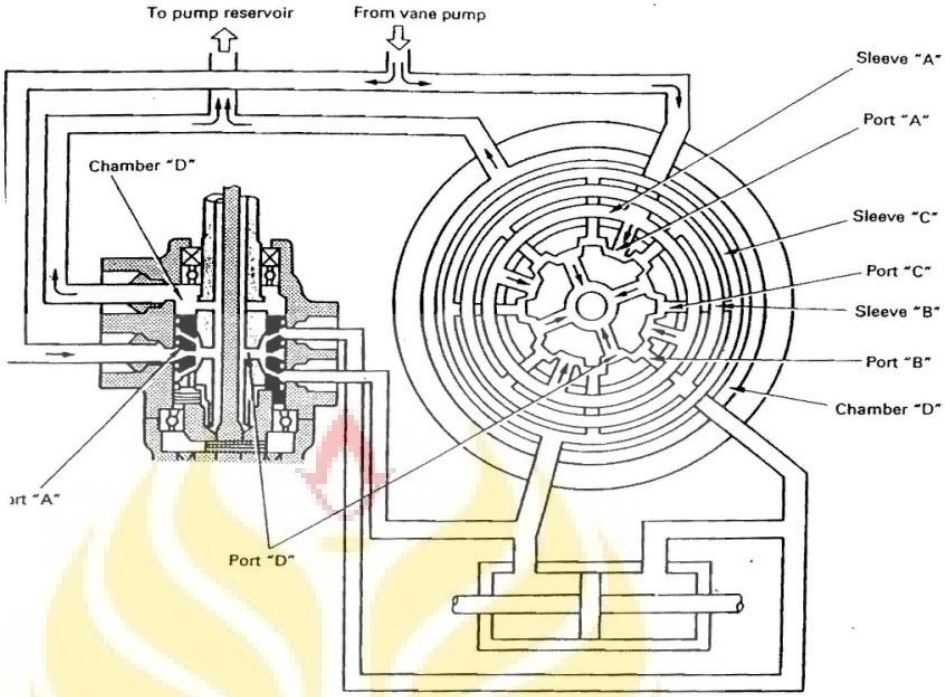


Gambar 12 . Pengaturan Sirkuit Minyak

(*New Step 2*, 1994 : 65)

a) Posisi Netral

Selama *control valve shall* dan katup rotari *(rotary valve)* tidak berputar, maka dalam posisi netral. Posisi ini terjadi saat berjalan lurus tanpa memutar roda kemudi. Minyak yang dialirkan dari pompa kembali ke tangki reservoir melalui lubang D pada ruang D. Ruangan sebelah kiri dan kanan dalam silinder mulai bertekanan tetapi keduanya tidak ada perbedaan maka tidak terjadi bantuan *power steering* (*New Step 2*, 1994 : 66).



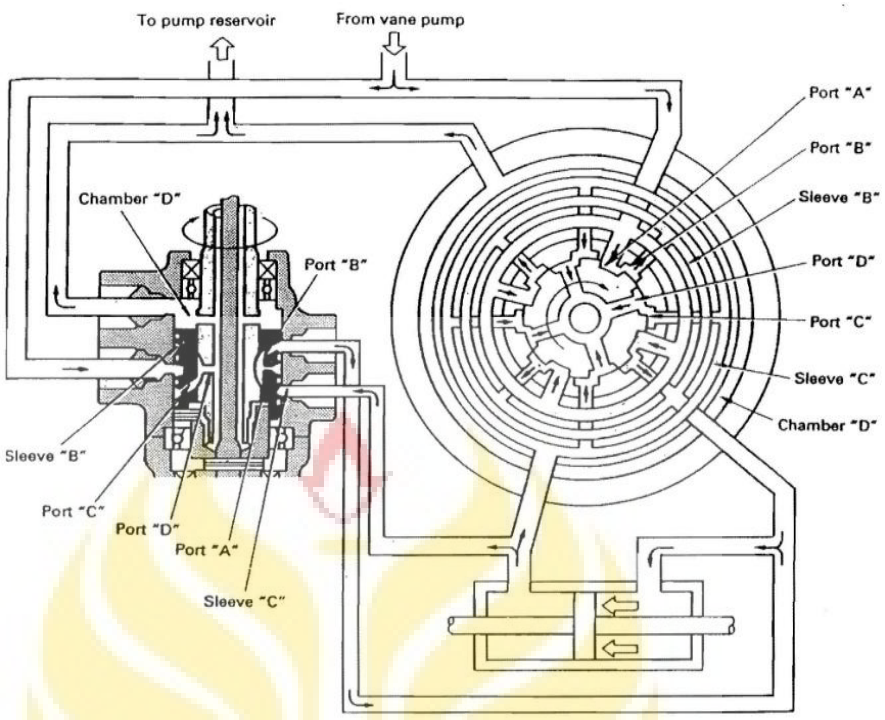
Gambar 13. *Rotary Valve* Posisi Netral.

(*Toyota Astra Motor*, 1994 : 66)

b) Posisi Belok Kanan

Pada saat membelok ke kanan, *Torsion bar* terpuntir dan *control valve* berputar ke kanan. Minyak dan pompa ditahan oleh *orifice* X dan Y dari *control edge* untuk menghentikan aliran kelubang C dan D. Akibatnya minyak mengalir ke lubang B ke *sleeve* B dan kemudian ke silinder kanan, menyebabkan *rack pinion* bergerak ke kiri dengan bantuan *power steering*. Pada saat bersamaan minyak dari ruang silinder kiri kembali ke *reservoir tank* melalui *sleeve* C- lubang C- lubang D ruang D.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

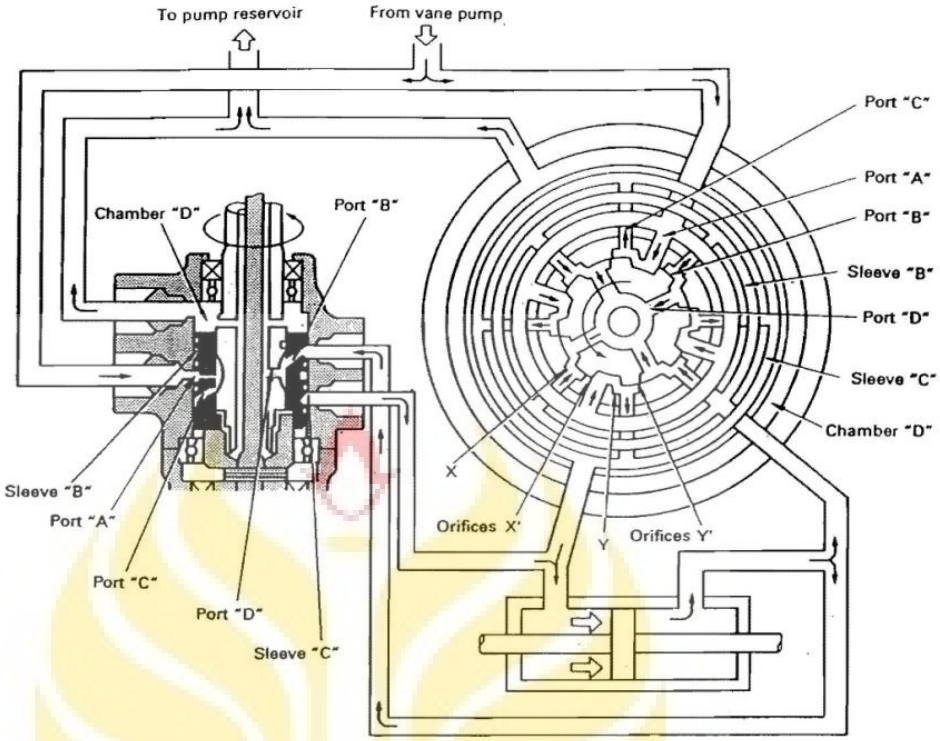


Gambar 14. *Rotary Valve* Posisi Belok Kanan

(*New Step 2*, 1994 : 67)

c) Posisi Belok Kiri

Sama halnya dengan membelok kekanan, kendaraan membelok ke kiri *torsian bar* terpuntir dan *control shaft* berputar ke kiri. Minyak yang dialirkan dari pompa ditahan oleh *orifice* X' dan Y' dan menutup aliran ke lubang B dan D. Akibatnya minyak mengalir dari lubang C ke *Sleeve* C dan kemudian ke ruang silinder kiri memberikan bantuan *power steering*. Pada waktu yang sama, minyak pada silinder kanan mengalir kembali ke *reservoir tank* melalui *sleeve* C- lubang B- lubang D- ruang D.

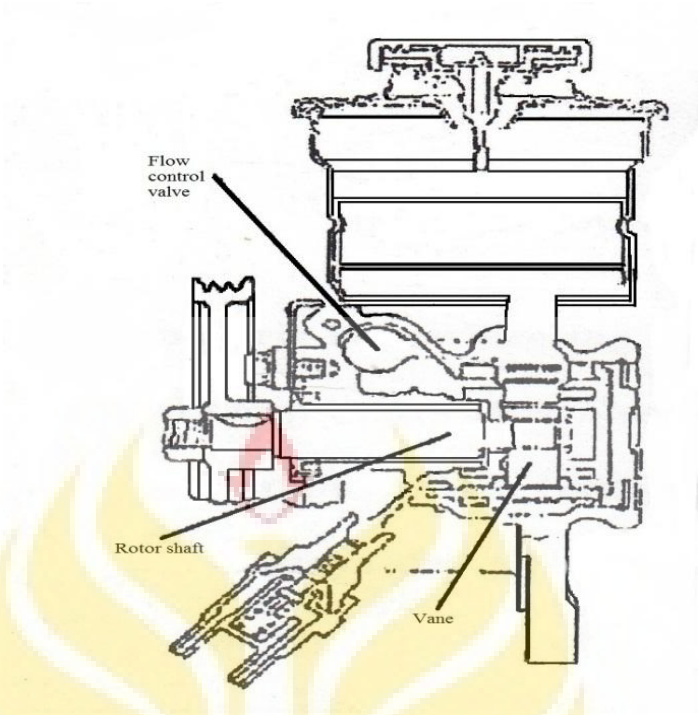


Gambar 15. *Rotary Valve* Posisi Belok Kiri

(*New Step 2*, 1994 : 68)

4. *Vane Pump*

Vane pump adalah bagian utama dari sistem *power steering* berfungsi menghasilkan tekanan tinggi dan debit yang besar. *Vane pump* juga berfungsi untuk mengatur jumlah aliran *fluida* yang diperlukan sesuai dengan putaran mesin, dilengkapi dengan *idle up* untuk mencegah kondisi mesin tidak mati pada saat *steering wheel* di putar maksimal. *Vane pump* termasuk jenis pompa *rotary*. Pompa *rotary* ini digunakan *vane* yang berbentuk *sliding blide*, karena didalam rotornya berbentuk *blide* yang bekerja karena gaya sentrifugal (putar) dan tipe ini banyak digunakan pada *power steering*. Adapun komponen yang ada dalam *vane pump*.



Gambar 16. *Vane Pump*

(*Toyota Astra Motor*, 1994 : 56)

a. *Resrevoir Tank*

Reservoir tank berfungsi untuk tampungan *fluida power steering*. Penempatan *reservoir* dapat disatukan dengan *pump body* dan dapat terpisah, dengan penambahan pipa penyambungan. Tutup tangki dilengkapi dengan stick ukur yang berfungsi mengetahui jumlah *fluida* pada tangki, apabila ketinggian minyak kurang dari tanda yang ditentukan maka ada udara yang masuk pada sistem tersebut, akan mengurangi kerja dari pompa atau kerja pompa menjadi tidak normal.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

b. *Pump Body*

Pump body adalah rumah dari *rotor blade* dan pompa digerakan oleh puli poros engkol mesin dengan *drive belt*, dan mengalirkan tekanan *fluida* ke *gear housing.* Volume *fluida* dari pompa adalah sebanding dengan putaran mesin, banyaknya minyak yang dialirkan ke *gear housing* akan diatur oleh *flow control valve* sehingga bila kelebihan *fluida* akan dialirkan ke sisi hisap (*suction side*).

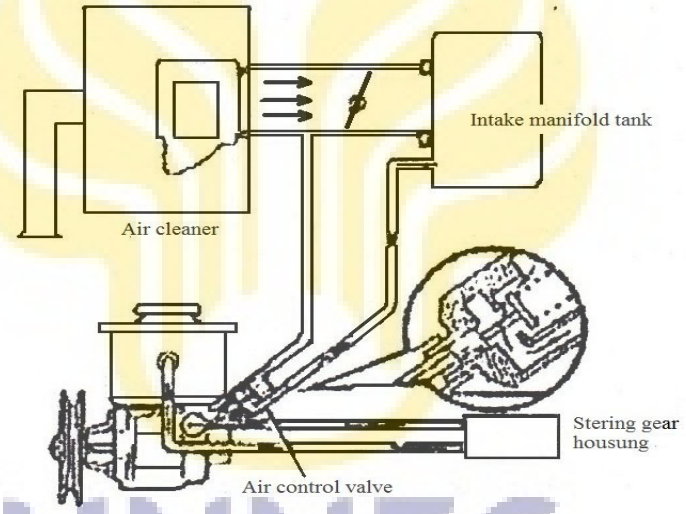
c. *Flow Control Valve*

Katup pengaturan aliran (*Flow Control Valve*) mengatur volume aliran minyak dari pompa ke *gear housing* dan menjaga agar volumenya tetap pada rpm pompa yang berubah-ubah. Sekarang banyak pompa *power steering* yang menggunakan *control spool* bersama dengan *flow control valve* untuk menurunkan volume aliran minyak pada saat pompa mencapai kecepatan tertentu. Jenis tersebut sering disebut *rpm sensing type power steering*. Dengan tujuan memperoleh gaya kemudi yang sesuai meskipun mobil dikemudikan dengan kecepatan tinggi.

Pompa *power steering* juga mempunyai *relief valve* yang dipasang didalam *flow control valve* untuk mengatur tekanan minyak maksimum. Tekanan maksimum tercapai pada saat roda kemudi diputar sepenuhnya kekiri atau kekanan, kemudian *control valve* menutup rapat saluran balik (*return port*).

d. *Peralatan Idle-Up*

Pompa memproduksi tekanan maksimum, bila roda kemudi diputar sepenuhnya kekiri atau kekanan sehingga pompa memperoleh beban maksimum yang mengakibatkan penurunan *rpm idle* mesin. Untuk mengatasi masalah ini, kendaraan dilengkapi peralatan *idle-up* yang bekerja menaikan *rpm* mesin pada saat pompa memperoleh beban maksimum.



Gambar 17. Peralatan *Idle up*.

(*Toyota Astra Motor*, 1994 : 58)

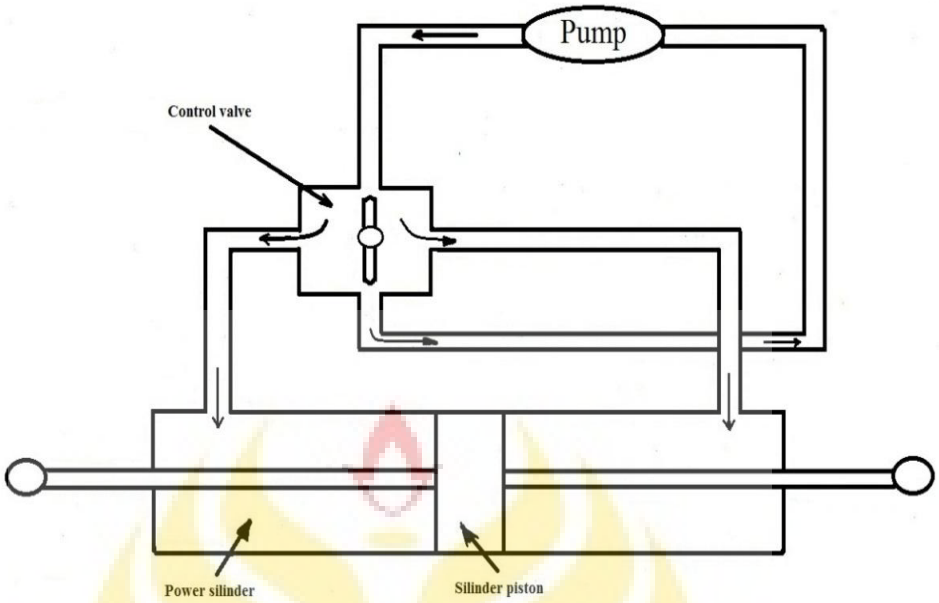
D. Prinsip Kerja Power Steering

Prinsip kerja *power steering* dari sistem kemudi yang menggunakan peralatan hidrolis adalah bekerja untuk meringankan pengemudian, sumber tenaga berasal dari pompa yang digerakan putaran mesin. Pompa pada *power steering* digerakan mesin bertujuan membangkitkan tekanan *fluida*. *Fluida* yang bertekanan menekan torak dalam *power silinder* yang membantu tenaga gerak pada *pinion* dan batang *rack*. Besarnya tenaga bantu yang dihasilkan tergantung pada tekanan hidrolis yang bekerja pada torak. Oleh karena itu diperlukan tenaga pengemudian yang besar, maka tekanan harus ditingkatkan. Tekanan *fluida* ini diatur oleh katup pengontrol (*control valve*) yang dihubungkan dengan *steering main shaft*. Katup pengontrol (*control valve*) menurut cara kerjanya dibedakan menjadi dua, yaitu :

1) Posisi Netral.

Minyak dari pompa dialirkan ke katup pengontrol (*control valve*). Bila katup pengontrol berada pada posisi netral, semua minyak akan mengalir melalui katup pengontrol keseluruh *relief port* dan kembali ke pompa. Pada saat ini tidak terbentuk tekanan dan tekanan pada kedua sisi torak sama, torak tidak akan bergerak kemanapun (*Toyota,* 1994 : 54).

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

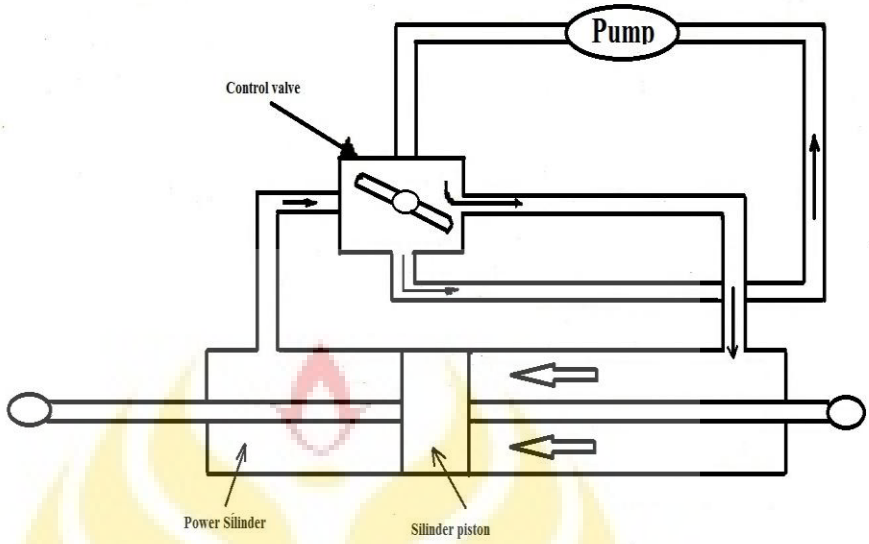


Gambar 18. Posisi Netral

(*Toyota Astra Motor*,1944 : 54)

2) Pada Saat Membelok.

Pada saat poros utama kemudi (*steering main shaft*) diputar kesalah satu arah, maka katup pengontrol juga akan bergerak menutup kesalah satu saluran minyak. Saluran yang lain akan terbuka dan terjadi perubahan volume aliran minyak dan terbentuk tekanan. Pada kedua sisi torak akan bergerak ke sisi yang bertekanan lebih rendah sehingga minyak yang berada dalam ruangan tersebut dialirkan ke pompa melalui katup pengontrol pada gambar di bawah (*Toyota Astra Motor*, 1994 : 54).



Gambar 19. Posisi Saat belok

(*Toyota Astra Motor*, 1994 : 54)

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB IV

PENUTUP

A. Simpulan

Simpulan yang dapat penulis sampaikan setelah menyusun, memahami, serta melaksanakan perakitan sistem kemudi pada mobil listrik dari program Tugas Akhir "Perakitan Sistem Kemudi *Power Steering* Tipe *Rack And Pinion* Pada Mobil Listrik", adalah sebagai berikut :

1. Sistem *power steering* konstruksinya tidak jauh beda dengan kemudi manual dengan komponen *steering wheel* (roda kemudi), *steering column* (batang kemudi) dan *steering lingkage*, hanya ditambah mekanis hidrolis seperti Pompa (*vane pump*), *gear housing*, dan *power silinder* yang bertujuan untuk mendorong *piston* pada *power silinder.*
2. Komponen sistem kemudi power steering tipe rack and pinion meliputi :
    a. *Gear Housing* pada *power steering* mengggunakan roda *gigi rack and pinion*. Dimana *steering pinion* bagian ujung pada poros utama kemudi bersinggungan dengan *steering rack*, sehinga pada saat *steering wheeel* diputar dan diikuti *shaft pinion* akan menggerakkan *steering rack* kekiri dan kekanan.
    b. *Power Silinder* adalah tempat *piston* bekerja dan ditempatkan pada *rack*, *rack* bekerja karena tekanan minyak yang

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

dihasilkan oleh tekanan *vane pump* yang bekerja pada p*ower piston*.

c. *Katup Rotary* berfungsi mengatur arah aliran dan pompa yang ada dalam rumah gigi (*gear housing*).

d. *Vane Pump* adalah bagian utama dari sistem *power steering* yang berfungsi menghasilkan tekanan tinggi dan debit yang besar. *Vane pump* juga berfungsi untuk mengatur jumlah aliran *fluida* yang diperlukan sesuai dengan putaran mesin, dilengkapi dengan *idle up* untuk mencegah kondisi mesin tidak mati pada saat *steering wheel* di putar maksimal

3. Prinsip kerja *Power Steering* tipe *rack and pinion* adalah untuk meringankan pengemudian, sumber tenaga berasal dari pompa yang digerakan putaran mesin yang bertujuan membangkitkan tekanan fluida. Fluida yang bertekanan menekan torak dalam *power silinder* yang membantu tenaga gerak pada *pinion* dan batang *rack*. Besarnya tenaga yang dihasilkan tergantung pada tekanan hidrolis yang bekerja pada torak. Tekanan fluida ini diatur oleh katup pengontrol (*control valve*) yang dihubungkan dengan steering main shaft.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

B. Saran

Dari pelaksanaan tugas akhir yang berjudul "Perakitan Sistem Kemudi *Power Steering* Tipe *Rack And Pinion* Pada Mobil Listrik", yang telah penulis lakukan, maka penulis mempunyai saran sebagai berikut :

1. *Power steering* harus mendapatkan perawatan yang berkala agar gangguan maupun kerusakan yang terjadi dapat dicegah.

2. *Minyak power steering* dalam *reservoir tank* harus dikontrol setiap saat agar tidak terlambat dalam pengisian yang mengakibatkan masuknya udara dalam sistem.
3. Agar sistem kemudi bekerja secara optimal, jika terdapat tanda kerusakan sistem kemudi segera lakukan pengecekan sesuai prosedur SOP (*standart operational procedure*).

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR PUSTAKA

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

Boentarto, 1995, *Cara Pemeriksaan, Penyetelan dan Perawatan chasis mobil*, Yogyakarta : Andi Offset Yogyakarta.

Daryanto, 1999. *Teknik Memelihara Mobil*, Jakarta : Bumi Aksara.

Daryanto, 2005, *Teknik Servis Mobil*, Jakarta : PT Rineka Cipta.

https://muharfan95.wordpress.com/materi-3/sistem-power-steering/. Diakses pada 20 Agustus 2016 pada pukul 22.15

http://www.viarohidinthea.com/2014/09/sistem-kemudi-mobil.html. Diakses pada 20 Agustus 2016 pada pukul 22.30

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG