

Budi Tri Siswanto

# TEKNIK ALAT BERAT

## JILID 2

# SMK



**Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan**  
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah  
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional  
Dilindungi Undang-undang

# TEKNIK ALAT BERAT

## JILID 2

Untuk SMK

Penulis : Budi Tri Siswanto

Perancang Kulit : TIM

Ukuran Buku : 18,2 x 25,7 cm

SIS SISWANTO, Budi Tri  
t Teknik Alat Berat Jilid 2 untuk SMK /oleh Budi Tri Siswanto  
---- Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan,  
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah,  
Departemen Pendidikan Nasional, 2008.  
v. 304 hlm  
Daftar Pustaka : A1-A2  
ISBN : 978-979-060-047-8  
978-979-060-049-2

Diterbitkan oleh

**Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan**

Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah

Departemen Pendidikan Nasional

Tahun 2008

## KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2008, telah melaksanakan penulisan pembelian hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui *website* bagi siswa SMK.

Buku teks pelajaran ini telah melalui proses penilaian oleh Badan Standar Nasional Pendidikan sebagai buku teks pelajaran untuk SMK yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 12 tahun 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh penulis yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para pendidik dan peserta didik SMK di seluruh Indonesia.

Buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional tersebut, dapat diunduh (*download*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Dengan ditayangkannya *soft copy* ini akan lebih memudahkan bagi masyarakat untuk mengaksesnya sehingga peserta didik dan pendidik di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Selanjutnya, kepada para peserta didik kami ucapan selamat belajar dan semoga dapat memanfaatkan buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta,  
Direktur Pembinaan SMK

## Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Mahaesa atas karuniaNya hingga kami dapat menyelesaikan penulisan buku Teknik Alat Berat untuk SMK ini. Rasa syukur ini kami panjatkan pula seiring dengan salah satu tujuan penulisan ini sebagai upaya peningkatan mutu pendidikan melalui peningkatan mutu pembelajaran yang antara lain diimplementasikan dengan penyediaan sumber belajar dan buku teks pelajaran. Penyediaan sumber belajar berupa buku teks kejuruan yang sesuai dengan tuntutan Standar Pendidikan Nasional khususnya Standar Isi dan Standar Kompetensi Kelulusan SMK.

Buku Teks TEKNIK ALAT BERAT untuk SMK ini menguraikan konsep-konsep alat berat secara akurat dan informatif dengan bahasa yang mudah dipahami. Materi yang disajikan dalam buku ini disesuaikan dengan pola berpikir siswa dan berkaitan erat dengan dunia nyata yang dihadapi siswa. Urutan materi juga disesuaikan dengan pengetahuan dan kompetensi yang harus dikuasai yang sudah dirumuskan dalam Standar Kompetensi Nasional Bidang Keahlian Alat Berat dengan urutan pembahasan topik yang dibuat selogis mungkin dengan tahapan kemampuan kompetensi yang harus dikuasai.

Buku ini juga memberi pengetahuan yang luas sebagaimana tuntutan KTSP (Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan), dimana KTSP membawa nuansa baru yang lebih kreatif karena guru diberi kebebasan untuk merancang pembelajaran sesuai dengan kondisi lingkungan. Kehadiran buku ini diharapkan dapat memberikan inspirasi bagi terciptanya pembelajaran yang menarik disamping memberi informasi materi yang lengkap tentang alat berat.

Kelebihan yang ditawarkan dari buku ini adalah sistematika penyampaian materinya yang runtut, pembahasan yang tajam dan mendalam dengan bahasa teknik yang tegas dan lugas, juga sarat dengan gambar-gambar penjelas tersaji dengan apik dalam buku ini. Namun

## **kata pengantar**

---

buku baru merupakan buku rujukan umum, akan dilengkapi buku-buku yang secara teknis merupakan semacam buku pedoman perbaikan dan perawatan berbagai alat berat. Karena banyak dan bervariasinya jenis, merek, type dan model alat berat, maka kehadiran buku pelengkap (terutama untuk menjelaskan secara teknis dan rinci bab 5 keatas) sangat diperlukan dan diharap para penulis lain untuk dapat menyediakannya.

Tersusunnya buku ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada seluruh keluarga penulis yang dengan sabar dan keikhlasan hati memberi kesempatan dan mengorbankan waktu keluarga untuk membiarkan penulis berkarya. Tanpa pengertian itu, buku ini takkan terselesaikan dengan baik. Tak lupa terima kasih untuk semua pihak yang telah membantu kelancaran penyusunan buku ini.

Harapan penulis, semoga buku ini bermanfaat, terutama bagi siswa-siswa SMK dan guru SMK sebagai referensi dalam proses pembelajaran. Buku ini tentu masih jauh dari sempurna, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan di masa mendatang.

Salam

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>Judul Buku : Teknik Alat Berat</b>		
Pengantar Direktur Pembinaan SMK	3.4.5. Pengukur kecepatan aliran fluida 72	
Kata Pengantar	3.5. Fluida Hidrolik 74	
Daftar Isi	i 3.5.1. Jenis-jenis cairan yang digunakan 74	
	ii 3.5.2. Sifat-sifat Oli hidrolik & zat aditif 75	
	iv 3.5.3. Jenis-jenis fluida hidrolik 84	
	3.5.4. Pemeliharaan fluida hidrolik 93	
<b>JILID 1</b>		
<b>1. Pendahuluan</b>	<b>1</b>	3.6. Sistem hidrolik 94
		3.6.1. Komponen sirkuit dasar 94
<b>2. Pengukuran</b>	<b>19</b>	3.6.2. Simbol-simbol & istilah system hidrolik 97
2.1. Pengertian pengukuran	7	3.7. Sirkuit penyuplai tenaga 117
2.2. Besaran dan satuan	8	3.7.1. Sirkuit pompa hidrolik 117
2.3. Besaran pokok dan turunan	9	3.7.2. Kelas pompa 119
2.4. Konversi, ketelitian, Standar alat ukur	11	3.7.3. Jenis-jenis pompa hidrolik 123
		3.7.4. Klasifikasi pompa hidrolik 143
2.5. Pengukuran Karakteristik umum fluida	13	3.7.5. Efisiensi pompa 144
2.5.1. Dimensi, kehomogenan dimensi, dan satuan	15	3.8. Distribusi pada Sistem Hidrolik 150
		3.8.1. Reservoar 150
2.5.2. Hukum Archimedes	17	3.8.2. Filter atau saringan 155
2.5.3. Tegangan permukaan	22	3.8.3. Pendinginan Oli 163
2.5.4. Gejala meniscus	25	3.8.4. Pipa Saluran 164
2.5.5. Gejala kapilaritas	26	3.9. Meter-in, Meter-out dan Bleed off 187
2.5.6. Viskositas	29	3.9.1. Meter-in 187
2.5.7. Bilangan Reynold (Re)	32	3.9.2. Meter Out 188
		3.9.3. Bleed Off 189
<b>3. Prinsip-prinsip dasar hidrolik</b>	<b>33</b>	<b>JILID2</b>
3.1. Massa, tekanan, gaya	47	4.1. Engine/penggerak mula 199
3.2. Tekanan hidrolis	49	4.2. Penggerak mula motor diesel 212
3.3. Hidrostatika	49	4.3. Penyuplai energi hidrolik 231
3.3.1. Tekanan hidrostatik	49	4.3.1. Reservoir 236
3.3.2. Tekanan akibat gaya luar (yste Pascal)	50	4.3.2. Filter 239
3.3.3. Perpindahan gaya hidrolik	51	4.3.3. Perawatan Filter 244
3.3.4. Bentuk dasar ystem hidrolik	56	4.3.4. Type Elemen Filter 246
		4.3.5. Pompa hidrolik 250
3.3.5. Diagram dasar Sirkuit Hidrolik	61	4.4. Katup-katup Kontrol 273
3.4. Hidrodinamika	62	4.4.1. Jenis-jenis katup control 273
3.4.1. Fluida ideal	62	4.4.2. Katup Direct Acting 283
3.4.2. Kontinuitas	64	4.4.3. Jenis-jenis katup pada alat berat 292
3.4.3. Asas & persamaan Bernoulli	66	4.4.4. Kontrol Valve & simbul-simbunya 297
3.4.4. Aplikasi persamaan Bernoulli	70	4.5. Aktuator dan akumulator 327
		4.5.1. Silinder Hidrolik 327
		4.5.2. Hidrolik motor 340

## DAFTAR ISI

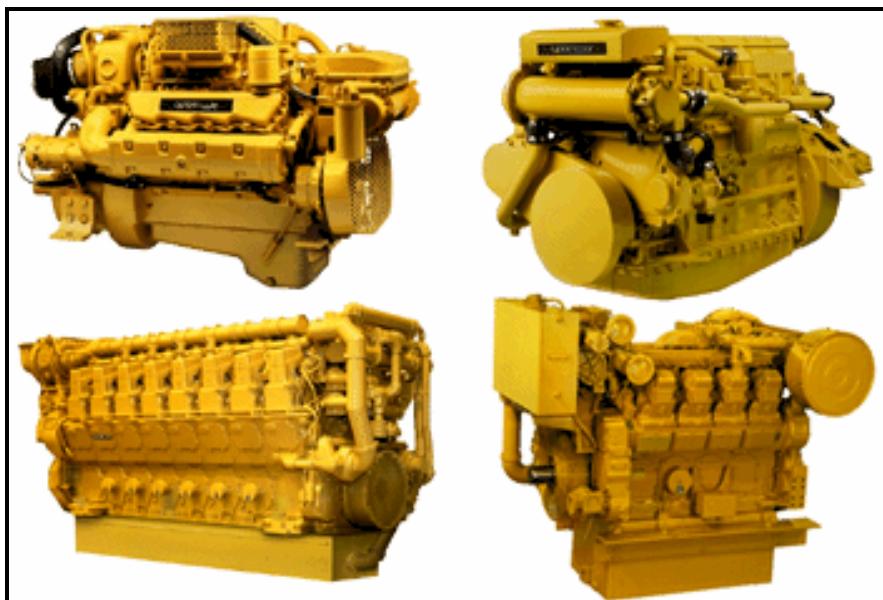
4.5.3.	Akumulator	350	5.13.	Sistem dan Konstruksi <i>Wheel Loader</i>	494
4.6.	Sistem Pemindah Tenaga Hidrolik	359	5.14.	Sistem dan Konstruksi <i>Compactor</i>	500
4.6.1.	Torque Converter	359	5.15.	Sistem dan Konstruksi <i>Genset</i>	501
4.6.2.	Damper	361			
4.6.3.	Torque Transmission	377			
4.7.	Sistem kemudi/steering clutch, rem dan roda gigi tirus	393		<b>JILID 3</b>	
4.7.1.	Pengertian umum system kemudi	393	6.	<b>Sistem kelistrikan pada Alat Berat</b>	503
4.7.2.	Macam Sistem Penggerak	396	7.	<b>Keamanan Pengoperasian Alat Berat 567</b>	
4.7.3.	Roda gigi tirus (bevel gear)	422	7.1.	Mengenali sumber bahaya di tempat kerja	533
4.8.	Ban, Rangka, dan Undercarriage	423	7.2.	Kecelakaan dan menghindari kondisi tak nyaman	533
4.8.1.	Ban	423	7.3.	Tingkah Laku dalam lingkungan kerja	537
4.8.2.	Rangka	439	7.4.	Bahaya di tempat kerja	545
4.8.3.	Undercarriage	459			
<b>5.</b>	<b>Sistem dan konstruksi Alat Berat</b>	<b>493</b>			
5.1.	Sistem dan Konstruksi <i>Gantry Crane</i>	459	<b>8.</b>	<b>Penggunaan alat dan Perawatan Alat Berat</b>	<b>553</b>
5.2.	Sistem dan Konstruksi <i>Hydraulic Crawler Crane</i>	462	8.1.	Penggunaan hand tools, pulling tools, power tools, lifting tools	553
5.3.	Sistem dan Konstruksi <i>Hydraulic Excavator type Backhoe</i>	462	8.2.	Penggunaan Hand Tools	553
5.4.	Sistem dan Konstruksi <i>Hydraulic Excavator type Shovel</i>	467	8.3.	Power tools	568
5.5.	Sistem dan Konstruksi <i>Motor Grader</i>	467	8.4.	Pulling tools	570
5.6.	Sistem dan Konstruksi <i>Bulldozer Logging</i>	470	8.5.	Penggunaan Measuring tools	578
5.7.	Sistem dan Konstruksi <i>Bulldozer Forklift</i>	483	8.6.	Dasar-dasar perawatan dan perbaikan	594
5.8.	Sistem dan Konstruksi <i>Forklift</i>	483	<b>9.</b>	<b>Pelepasan &amp; Pemasangan, Komponen Alat berat</b>	<b>607</b>
5.9.	Sistem dan Konstruksi <i>Dumptruck</i>	489	9.1.	Pelepasan & pemasangan komponen engine	608
5.10.	Sistem dan Konstruksi <i>Articulated Dumptruck</i>	510	9.2.	daftar perawatan 10 jam, 100 jam, 250 jam, 500 jam, 1000 jam, 2000 jam, 4000 jam	637
5.11.	Sistem dan Konstruksi Truk jenis Rigid	489			
5.12.	Sistem dan Konstruksi Truk jenis <i>Semi Trailer</i>	489			
				<b>Daftar Pustaka</b>	<b>A1-A2</b>

## 4

# Komponen Alat Berat

## 4.1. Engine/penggerak mula

*Engine* adalah suatu alat yang memiliki kemampuan untuk merubah energi panas yang dimiliki oleh bahan bakar menjadi energi gerak. Berdasarkan fungsinya *engine* pada biasa digunakan sebagai sumber tenaga atau penggerak utama (*prime power*) pada *machine*, genset, kapal (*marine vessel*) ataupun berbagai macam peralatan industri. Engine pada bab ini lebih mengkhususkan pada internal combustion engine jenis diesel, karena lebih banyak digunakan pada alat berat dibanding jenis motor bensin. Pada bab ini tidak dibicarakan motor bensin, pembicaraan motor empat tak jenis motor bensin dibahas pada pelajaran lain.



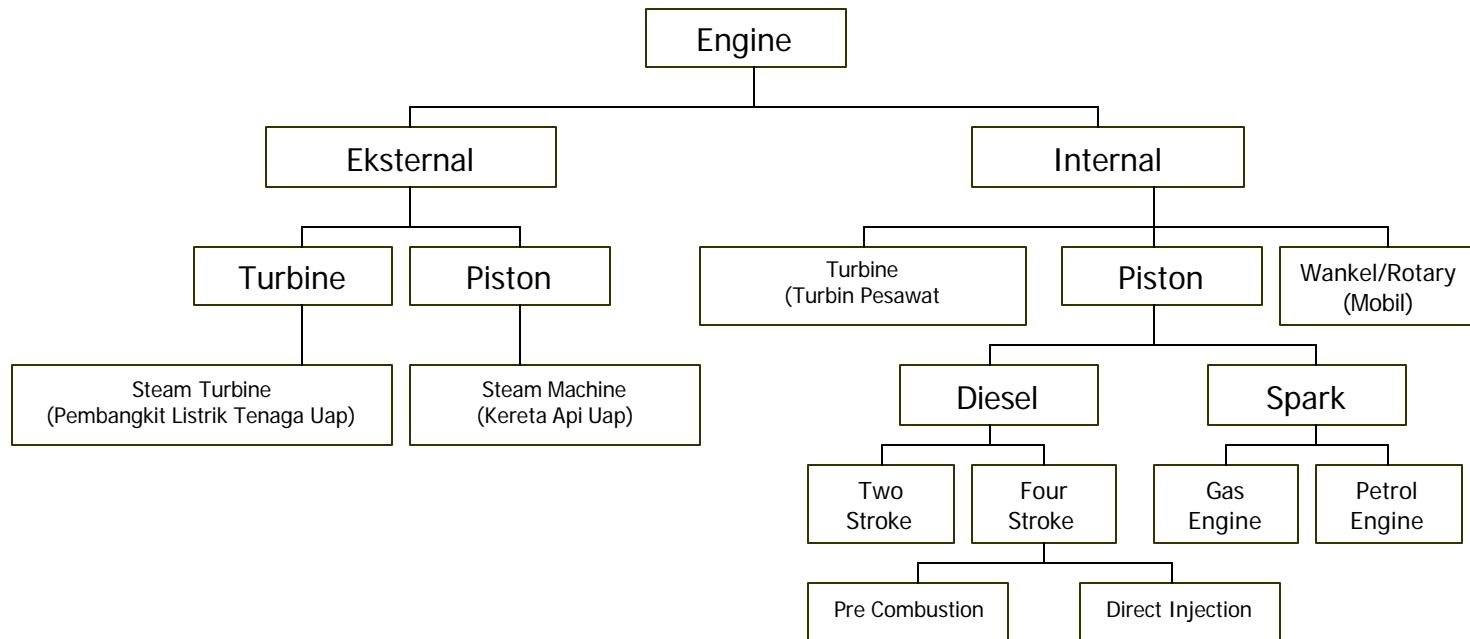
Gambar 4.1 Engine Alat Berat

### Klasifikasi *Engine*

Saat ini untuk mengerjakan berbagai macam jenis pekerjaan yang berbeda sudah banyak sekali jenis *engine* yang dirancang oleh manusia.

#### 4. Komponen Alat Berat

Secara umum penggolongan berbagai jenis *engine* yang saat ini biasa dipakai dapat dilihat pada bagan berikut ini:



Gambar 4.2. Bagan Klasifikasi *Engine*

## 4. Komponen Alat Berat

---

Penggolongan yang pertama dilakukan adalah membagi *engine* berdasarkan tempat terjadinya proses pembakaran dan tempat perubahan energi panas menjadi energi gerak. Apabila kedua peristiwa tadi terjadi dalam ruang yang sama maka *engine* tersebut dikategorikan sebagai *engine* dengan jenis *internal combustion*. Sedangkan apabila ruang tersebut terpisah maka *engine* tersebut dikategorikan sebagai *engine eksternal combustion*.

*Eksternal combustion engine* selanjutnya dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu: *turbo* dan *piston*. Pada *engine* jenis *internal combustion* penggolongan *engine* selanjutnya terdiri dari: *engine piston*, *turbo* dan *wankel* atau *rotary*. Berdasarkan perlu tidaknya percikan bunga api untuk proses pembakaran maka *engine piston* dibagi menjadi dua jenis, yaitu: *engine diesel* dan *engine spark ignited*. Merujuk pada banyaknya langkah yang diperlukan untuk mendapat satu langkah *power* maka *diesel engine* dibagi menjadi *engine diesel* dua langkah (*two stroke*) dan empat langkah (*four stroke*). Selanjutnya *engine diesel* empat langkah digolongkan lagi berdasarkan cara pemasukan bahan bakar ke dalam ruang bakar menjadi dua tipe yaitu: *engine* dengan sistem *pre-combustion chamber* dan *direct injection*. Pada *spark ignited engine* penggolongan pertama didasarkan pada jenis bahan bakar yang digunakan, yaitu: *engine* berbahan bakar gas dan bensin.

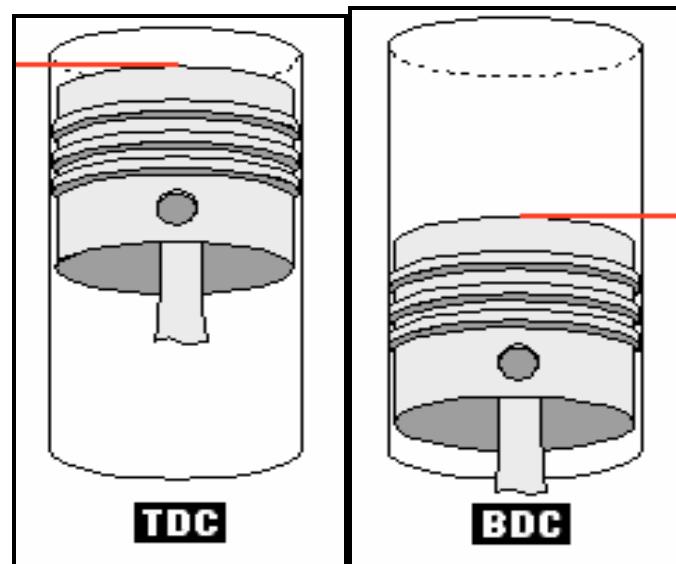
### Istilah-istilah Pada *Engine*

Sebelum membahas mengenai siklus *engine diesel* empat langkah maka sebaiknya disepakati terlebih dahulu beberapa terminologi/istilah yang akan banyak digunakan.

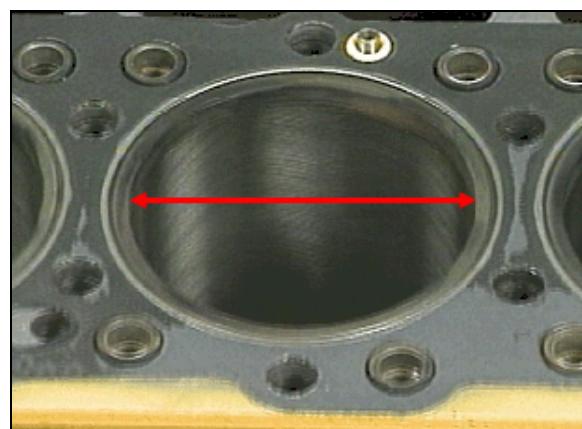
- *Top dead center/titik mati atas*: Posisi paling atas dari gerakan *piston*.
- *Bottom dead center/titik mati bawah*: Posisi paling bawah dari gerakan *piston*.
- *Bore*: Diameter *combustion chamber* (ruang bakar).
- *Stroke*: menunjukkan jarak yang ditempuh oleh *piston* untuk bergerak dari BDC menuju TDC atau sebaliknya.
- *Displacement*: *Bore Area X Stroke*.
- *Compression ratio*: *Total volume (BDC)/compression volume (TDC)*.

---

#### 4. Komponen Alat Berat

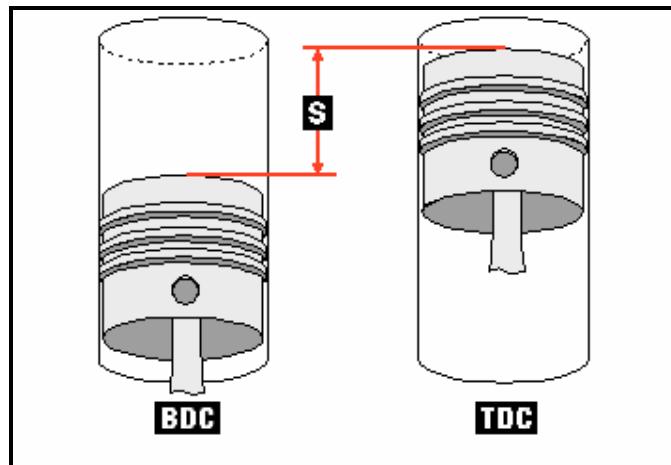


Gambar 4.1 Gambar TDC dan BDC

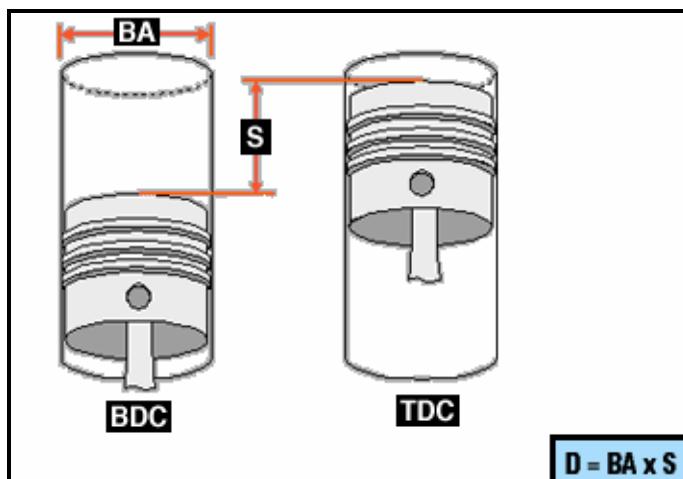


Gambar 4.2 Gambar Bore

#### 4. Komponen Alat Berat

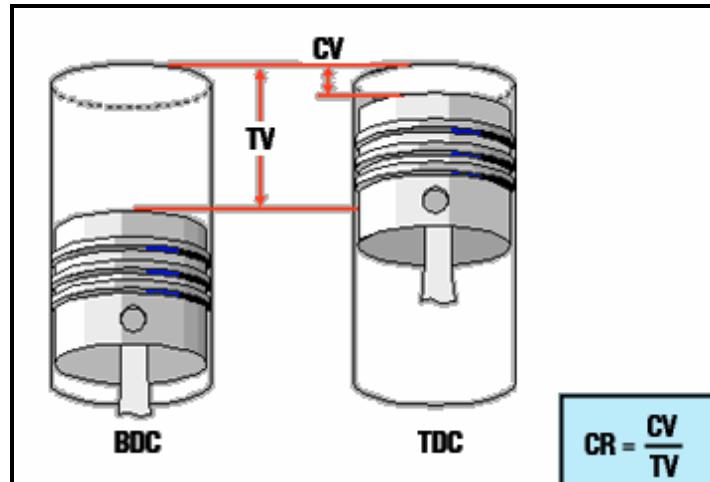


Gambar 4.3 Gambar Stroke



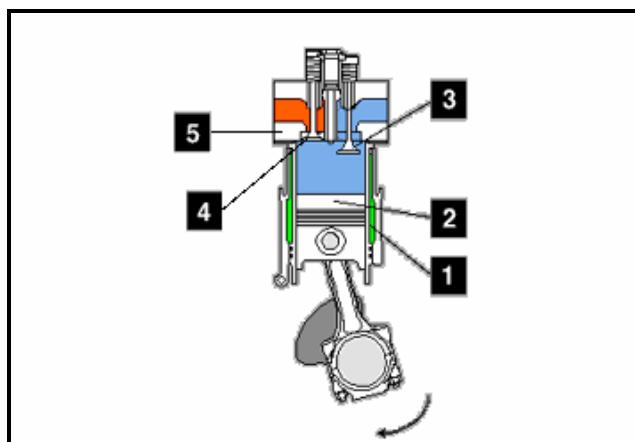
Gambar 4.4 Gambar Displacement

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.5 Gambar Compression Ratio

Selain istilah-istilah di atas harus diketahui juga nama-nama komponen dasar engine yang membentuk *combustion chamber* (ruang bakar), yaitu:



Gambar 4.6 Komponen Engine Pembentuk Ruang Bakar

No 1: *Cylinder Liner*

No 2: *Piston*

No 3: *Intake valve*

No 4: *Exhaust valve*

No 5: *Cylinder Head*

## 4. Komponen Alat Berat

### Siklus Engine Diesel Empat Langkah

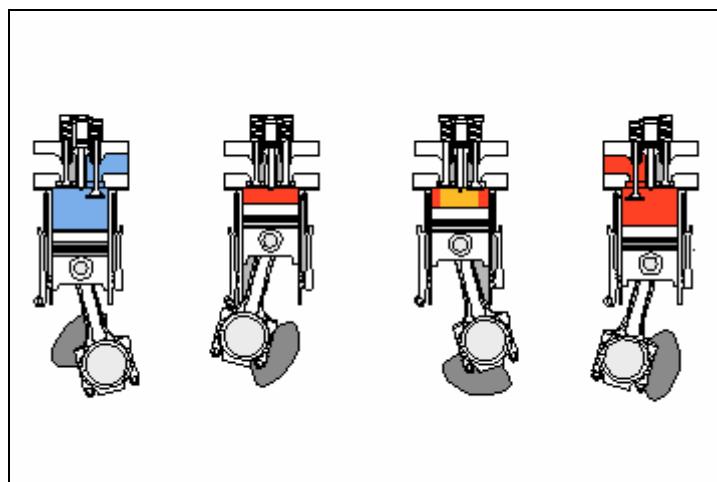
Adapun proses kerja siklus motor bakar empat langkah dapat diuraikan sebagai berikut:

- **Langkah Hisap (*suction/intake stroke*).**  
Pada langkah ini *piston* bergerak dari titik mati atas menuju titik mati bawah. Katup hisap terbuka sehingga akibat kevakuman yang terjadi dari ekspansi volume pada ruang bakar maka udara dari luar dapat masuk ke dalam ruang bakar melalui katup hisap yang terbuka. Pada motor bakar yang dilengkapi dengan *turbocharger* maka udara yang masuk ke ruang bakar akan lebih banyak lagi dikarenakan adanya dorongan dari sisi tekan *compressor wheel* pada *turbocharger*.
- **Langkah Kompresi (*compression stroke*).**  
Setelah *piston* mencapai titik mati bawah maka arah *piston* akan berbalik menuju kembali ke titik mati atas, hanya saja pada langkah ini tidak ada katup yang membuka. Sebagai akibat dari mengecilnya volume ruang bakar maka udara yang ada di dalam ruang bakar menjadi terkompresi. Dengan kompresi rasio yang berkisar antara 19 : 1 sampai 23 : 1 maka pengkompresian udara pada ruang bakar akan menghasilkan panas kompresi (*heat compression*) yang tinggi (kurang lebih berkisar 1000 °F).  
Beberapa derajat sebelum *piston* mencapai titik mati atas bahan bakar solar di-injeksikan melalui *nozzle* ke dalam ruang bakar, penginjeksiannya harus menggunakan tekanan yang tinggi sehingga solar yang di semprotkan ke dalam ruang bakar berubah menjadi butiran-butiran cairan solar yang sangat halus seperti kabut. Pada saat solar disemprotkan maka campuran antara solar dan udara di dalam ruang bakar mulai terbakar akibat terkena panas yang dihasilkan oleh *heat compression*.
- **Langkah Tenaga (*power stroke*)**  
Proses pembakaran campuran solar dan udara terus berlangsung sampai *piston* mencapai titik mati atas dan selanjutnya kembali berubah arah kembali menuju titik mati bawah. Beberapa derajat ( $\pm 10^\circ$ ) setelah melewati titik mati atas maka pembakaran yang terjadi telah sempurna sehingga dihasilkan ledakan yang tekanan ekspansinya memaksa *piston* untuk terus bergerak menuju titik mati bawah.
- **Langkah Pembuangan (*exhaust stroke*)**

#### 4. Komponen Alat Berat

Setelah energi ledakan panas pada langkah *power* telah berubah bentuk menjadi energi mekanis maka sisa proses pembakaran yang ada harus dibuang. Proses ini terjadi ketika *piston* bergerak dari titik mati bawah menuju titik mati atas dengan kondisi katup buang membuka. Gas sisa hasil pembakaran di dorong keluar oleh *piston* melalui katup buang. Selanjutnya melalui *mufler* gas tersebut akan dilepas ke atmosfer. Kecuali untuk motor bakar *diesel* yang diperlengkapi dengan *turbocharger* maka sebelum masuk ke dalam *mufler* gas tersebut masih dimanfaatkan untuk memutar sudu-sudu *turbin* pada *turbin wheel*.

Demikian siklus ini terjadi secara terus menerus pada motor bakar *diesel*. Ilustrasi dari proses kerja *diesel* empat langkah dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Urutan gambar dari kiri ke kanan memperlihatkan kondisi: akhir langkah hisap, akhir langkah kompresi, awal langkah *power* dan awal langkah buang.



Gambar 4.7

Siklus *Diesel* Empat Langkah

#### Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Pembakaran

Ada tiga faktor yang diperlukan dalam proses pembakaran, yaitu:

$$\text{Panas} + \text{Udara} + \text{Bahan Bakar} \Rightarrow \text{Pembakaran}$$

#### 4. Komponen Alat Berat

Udara dan bahan bakar yang dipanaskan akan menghasilkan pembakaran, sehingga menghasilkan gaya yang diperlukan untuk memutar *engine*. Udara yang mengandung bahan Oksigen diperlukan untuk membakar bahan bakar. Sementara bahan bakar menghasilkan gaya. Ketika bahan bakar dikabutkan di ruang bakar maka bahan bakar akan sangat mudah untuk dinyalakan dan akan terbakar dengan effisien. Pembakaran dapat terjadi ketika campuran bahan bakar dan udara dikompresikan sampai dihasilkan panas yang cukup ( $\pm 1000^{\circ}\text{F}$ ) sehingga dapat menyala tanpa bantuan percikan bunga api.

Selanjutnya dari ketiga faktor yang sudah disebutkan di atas maka terdapat tiga faktor lagi yang mengontrol hasil pembakaran:

1. Volume udara yang dikompresikan. Makin banyak udara yang dikompresikan maka makin tinggi temperatur yang dihasilkan. Apabila jumlah udara yang dikompresikan mencukupi maka akan dihasilkan panas yang temperaturnya di atas temperatur penyalaan bahan bakar.
2. Jenis bahan bakar yang dipergunakan jenis bahan bakar mempengaruhi karena bahan bakar yang jenisnya berbeda akan terbakar pada temperatur yang berbeda pula. Selain itu effesiensi pembakarannya pun juga berlainan.
3. Jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke ruang bakar. Jumlah bahan bakar yang diinjeksikan juga dapat mengontrol hasil pembakaran. Makin banyak bahan bakar diinjeksikan akan makin besar gaya yang dihasilkan.

Makin Banyak Bahan Bakar  $\Rightarrow$  Makin Besar Gaya

*Engine power* ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu: *torque* dan *Rpm*. Rumus untuk *horsepower*:

$$Hp \equiv \frac{Torque \times Rpm}{5252}$$

## 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.8

Pemanfaatan Tenaga *Engine* Untuk Mendorong Tanah

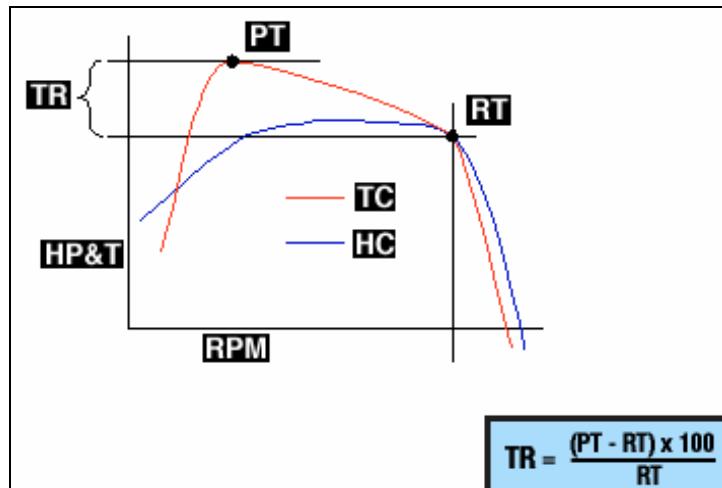
### Istilah Pada Tenaga Keluaran *Engine*

- *Torque*: *Torque* (momen puntir atau torsi) adalah gaya puntir. *Crankshaft* membuat *torque* menjadi gaya di *flywheel*, *torque converter* atau bagian mekanis lainnya untuk berputar.
- *Torque* menentukan kemampuan mengalami pembebahan: *Torque* juga merupakan ukuran kapasitas pembebahan dari *engine*. Rumusan dari *torque* adalah:

$$Torque = 5252 \times \frac{hp}{rpm} (Lb.ft)$$

- *Torque rise*: *Torque rise* adalah penambahan *torque* yang terjadi pada saat *engine lugged* (mengangkat) *rpm* *engine* turun dari *rpm* operasi. Dalam hal ini kenaikan *torque* akan terjadi sampai pada penurunan RPM tertentu tercapai, setelah itu *torque* akan turun dengan cepat. Pada saat *torque* mencapai harga tertinggi itulah disebut *Peak Torque* (*torsi puncak*).

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.9

Kurva Karakteristik Torsi dan HP vs RPM

Keterangan:

TR = Torque Rise

HC = Horsepower Curve

Hp = Horse Power

PT = Peak Torque

TC = Torque Curve

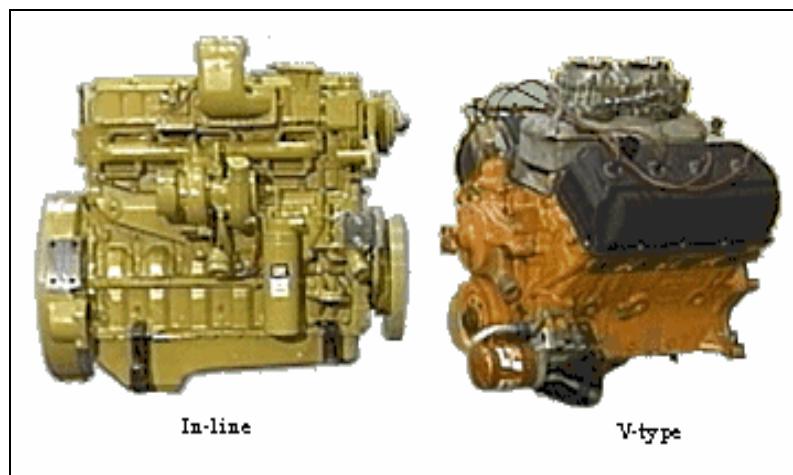
RT = Rated Torque

- *Horsepower*: Horsepower adalah satuan tenaga yang dihasilkan oleh engine per satuan waktu atau kemampuan melakukan kerja.
- *Brake horsepower*: Adalah tenaga siap pakai di *flywheel* yang dapat digunakan untuk melakukan kerja. *Brake horse power* itu lebih kecil dari *horse power* yang terjadi sebenarnya, karena sebagian tenaganya dipakai untuk memutar komponen engine itu sendiri
- *Heat/panas*: Panas adalah bentuk energi yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar. Energi panas diubah menjadi tenaga mekanis oleh *piston* dan komponen engine lainnya untuk menghasilkan tenaga yang dapat digunakan untuk bekerja.
- *Temperature/suhu*: Temperature adalah ukuran relative dari panas atau dinginnya suatu benda. Biasanya diukur dalam satuan *Fahrenheit* atau *Celsius*.
- *British Thermal Unit/BTU*: British thermal unit atau BTU dipergunakan untuk mengukur nilai panas secara spesifik dari suatu bahan bakar atau jumlah panas yang dipindahkan dari suatu benda ke benda lainnya. Satu BTU adalah jumlah panas yang

#### 4. Komponen Alat Berat

dibutuhkan untuk menaikkan panas satu *pound* air sebesar satu derajat *Fahrenheit*.

##### Perbandingan *Diesel* dan *Gasoline Engines*



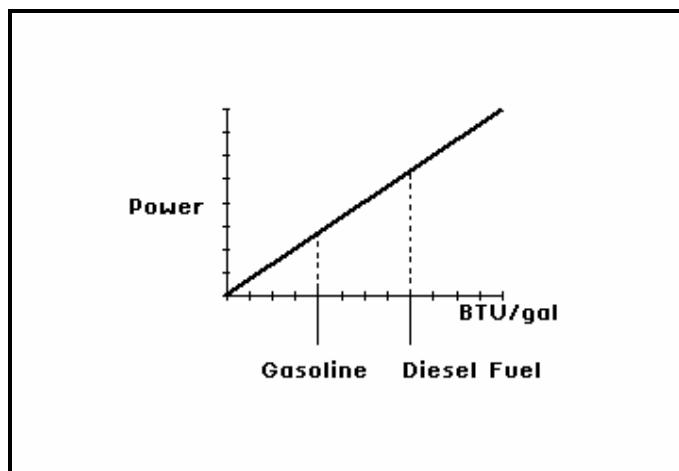
Gambar 4.10

##### Perbandingan *Engine Diesel* dan Bensin

- *Diesel engine* tidak membutuhkan penyalaan dengan percikan bunga api: Perbedaan yang nyata antara *diesel* dan motor bensin ialah bahwa *diesel engine* tidak membutuhkan penyalaan untuk pembakaran. Pada *diesel*, pembakaran dilakukan oleh udara yang dimampatkan sehingga udara yang sudah cukup panas dalam ruang bakar bisa digunakan untuk membakar bahan bakar.
- Bentuk ruang bakar *diesel engine*: *Diesel engine* dan motor bensin Memiliki ruang bakar yang berbeda bentuknya. Pada *diesel engine* ruang di antara *cylinder head* dan *piston* pada saat titik mati atas sangat kecil sehingga menghasilkan perbandingan tekanan yang tinggi.
- Bentuk ruang bakar motor bensin: Pada motor bensin ruang bakar ada di *cylinder head*. Ruangan di antara *piston* dan *cylinder head* lebih besar dari pada *diesel*, sehingga rasio kompresinya lebih kecil.

#### 4. Komponen Alat Berat

- *Diesel engine* mampu melakukan kerja yang lebih berat: Perbedaan utama yang lain yaitu dapat bekerja pada putaran rendah. Secara umum biasanya *diesel* beroperasi antara 800 sampai 2000 rpm dan mempunyai lebih banyak torsi dan tenaga untuk bekerja.
- Siklus empat langkah: Kedua jenis *engine*, mengubah tenaga panas menjadi gerakan dengan menggunakan siklus empat langkah.
- *Diesel engine* lebih hemat bahan bakar: Pada waktu beroperasi, *diesel engine* umumnya lebih hemat dalam pemakaian bahan bakar dibanding motor bensin. Dimana dengan sedikit bahan bakar, *diesel engine* dapat menghasilkan tenaga yang lebih besar dibandingkan motor bensin. Hal tersebut terjadi karena solar memiliki kandungan panas yang lebih tinggi dibandingkan panas yang dikandung oleh bensin.



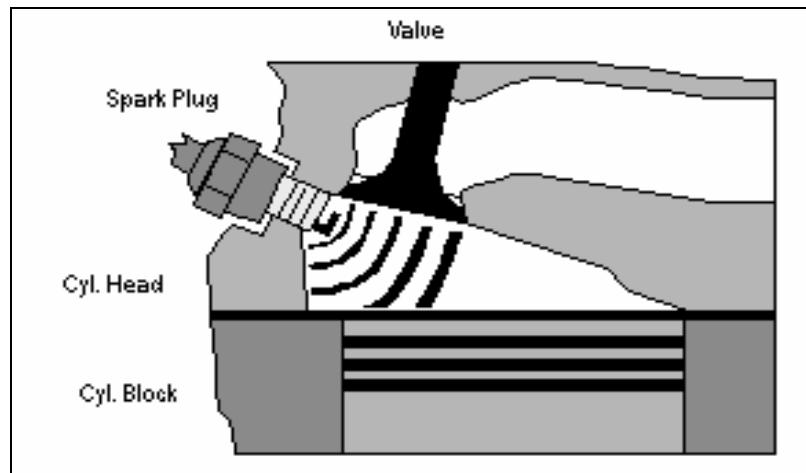
Gambar 4.11 Panas yang dikandung dalam bensin dan solar

- *Diesel engine* lebih berat: *Diesel engine* pada umumnya lebih berat dari pada motor bensin, karena konstruksi dan material bahan pembuat *diesel engine* harus tahan terhadap tekanan dan temperatur tinggi dari pembakaran.
- *Compression ratio*: *Diesel engine* umumnya mempunyai *compression ratio* yang lebih tinggi untuk memanaskan udara sampai titik bakarnya. Pada umumnya *diesel engine* mempunyai

## 4. Komponen Alat Berat

*compression ratio* 13:1 sampai 20:1 sedang motor bensin mempunyai *compression ratio* 8:1 sampai 11:1.

### ***Spark Ignited Engines***



Gambar 4.12

Ruang Bakar pada Spark Ignited Engine

*Spark ignited engine* beroperasi dengan bahan bakar gas seperti *propane, methane* dan *ethanol*.

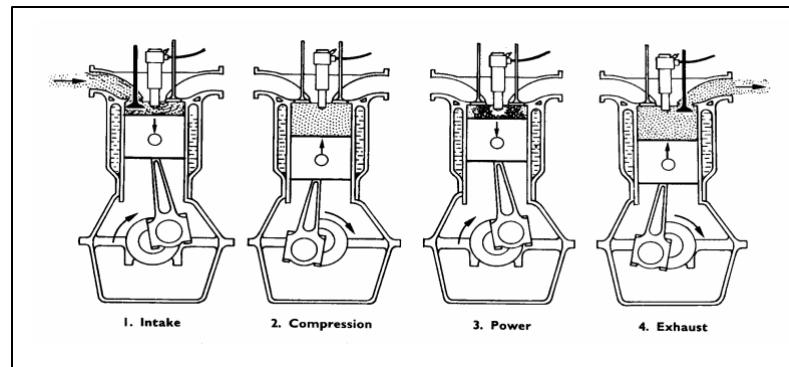
Pada beberapa *engine pistonnya* telah mengalami perubahan *design* dengan menambah cekungan yang cukup dalam untuk fasilitas pembakaran. Atau bisa juga dengan permukaan *piston* yang rata. *Sensor electronic* dan *timing device* ditambahkan untuk menambah kemampuan kerja *engine* dan agar menghasilkan *low emission* (rendah emisi).

### **4.2 Penggerak mula motor diesel**

#### **Prinsip dan cara kerja motor diesel**

Prinsip kerja motor diesel tak sama persis dengan motor bensin 4 tak, perbedaannya hanya pada proses pembakarannya. Motor bensin bahan bakarnya dibakar melalui percikan busi sedangkan motor diesel bahan bakarnya terbakar sendiri akibat panas dan tekanan yang tinggi. Siklus motor diesel 4 tak dapat ditunjukkan pada gambar berikut

## 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.15 Siklus Pembakaran Motor Diesel 4 Tak

Prinsip Kerja Motor Diesel 4 Langkah (4 tak)

Langkah Hisap

- Piston bergerak dari TMA ke TMB
- Katup hisap terbuka
- Katup buang tertutup
- Terjadi kevakuman dalam silinder, yang menyebabkan udara murni masuk ke dalam silinder

Langkah Kompresi

- Piston bergerak dari TMB ke TMA
- Katup hisap tertutup
- Katup buang tertutup

Udara dikompresikan sampai tekanan dan suhunya menjadi  $30 \text{ kg/cm}^2$  dan  $500^\circ\text{C}$

Langkah Usaha

- Katup hisap tertutup
- Katup buang tertutup
- Injektor menyemprotkan bahan bakar sehingga terjadi pembakaran yang menyebabkan piston bergerak dari TMA ke TMB

Langkah buang

- Piston bergerak dari TMB ke TMA
- Katup hisap tertutup
- Katup buang terbuka
- Piston mendorong gas sisa pembakaran keluar

Pada motor diesel dan motor bensin konvensional semua komponen mesinnya hampir sama secara konstruksi, perbedaannya hanya pada sistem pemasukan bahan bakar, dan konstruksi cylinder head. Untuk itu hanya

## 4. Komponen Alat Berat

akan dijelaskan konstruksi cylinder head sedangkan sistem bahan bakar akan dijelaskan pada bagian berikutnya.

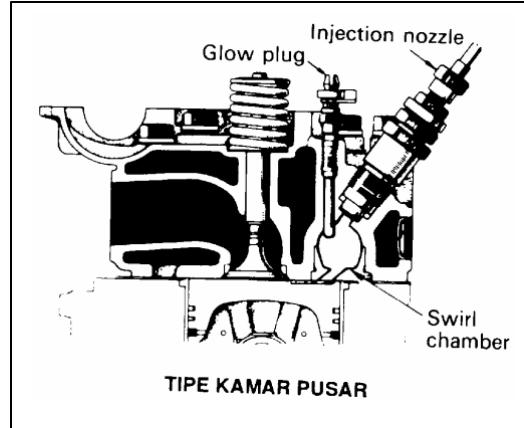
### Bagian-bagian motor diesel

#### 1. Konstruksi cylinder Head

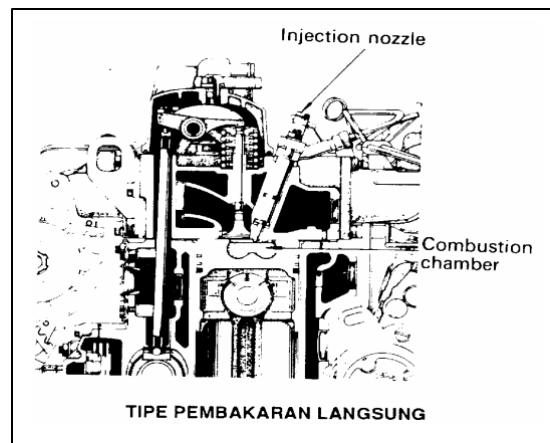
Karena perbandingan kompresinya lebih tinggi, ruang bakar mesin diesel lebih kecil dari ruang bakar mesin bensin memperoleh perbandingan kompresi yang tinggi dan konstruksinya lebih rumit. Silinder head terbuat dari besi tuang dan berfungsi sebagai dudukan mekanisme katup, injektor dan glow plug juga sebagai ruang bakar. Silinder head terbagi menjadi 2 tipe

a. pembakaran tak langsung dan b. Pembakaran langsung

Pada gambar berikut akan ditunjukkan perbedaan yang terdapat pada kedua tipe silinder head



Gambar 4.16 Konstruksi Silinder Head Pemb. Tak Langsung



Gambar 4.17. Konstruksi Silinder Head Pembakaran Langsung

## 4. Komponen Alat Berat

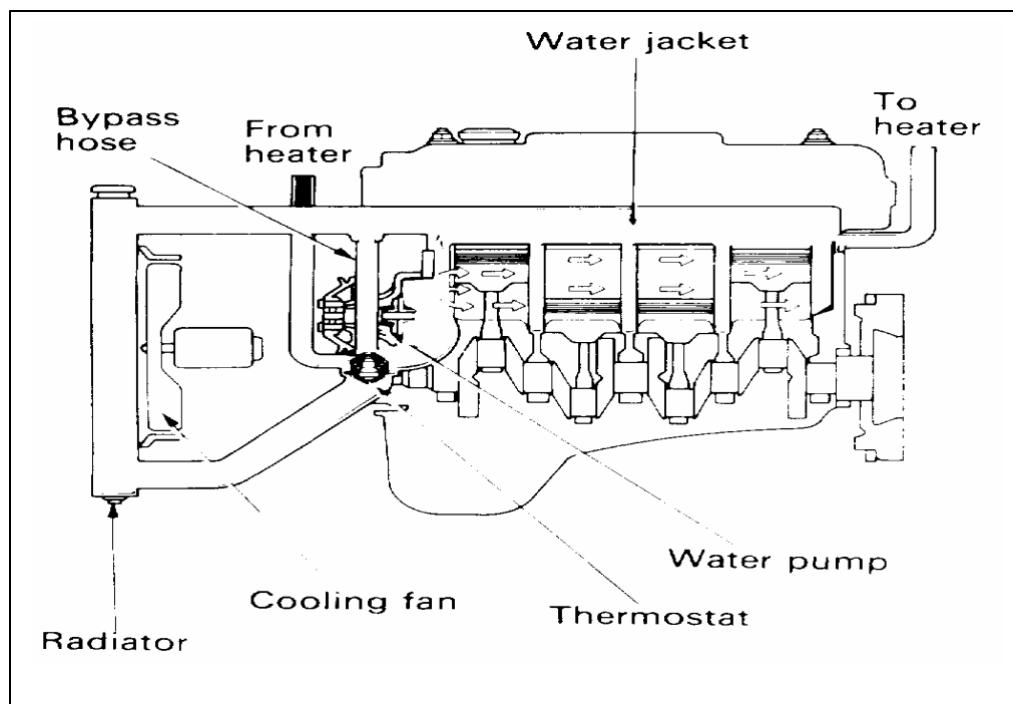
### 2. Sistem Pendingin

Sistem berfungsi mendinginkan mesin dan mencegah panas yang berlebihan. Sistem pendingin ada dua macam yaitu sistem pendingin dengan air dan sistem pendingin udara. Umumnya mesin mobil banyak menggunakan sistem pendingin air. Sistem pendingin air mempunyai kerugian akan konstruksi yang rumit dan biaya yang mahal. Sedangkan keuntungan dari sistem pendingin air yaitu lebih aman karena ruang bakar dikelilingi oleh air dan berfungsi sebagai peredam bunyi serta dapat digunakan sebagai sumber panas untuk *heater* (pemanas ruangan). Sistem pendingin air dilengkapi oleh *water jacket*, pompa air (*water pump*), radiator, thermostat, kipas (*fan*), slang karet (*hose*), *fan clutch* dan lain-lain.

Proses kerja sistem pendingin

Pada saat mesin dingin:

Tekanan pada sistem dibangkitkan oleh pompa air dan bersirkulasi dari *water pump* ke *water jacket* ke *by pass hose* kembali lagi ke *water pump* karena pada saat ini mesin masih dingin dan air pun masih dingin sehingga thermostat masih tertutup seperti ditunjukkan gambar 4.16 di bawah ini.

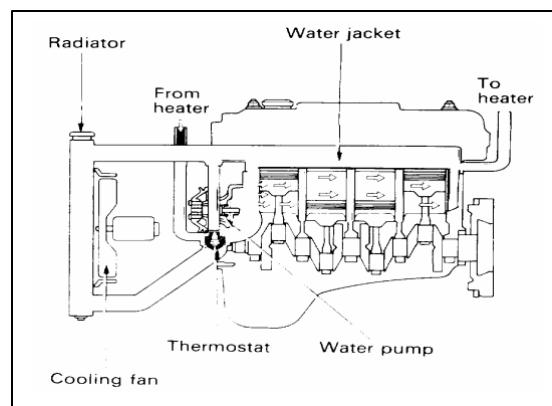


Gambar 4.18. Proses Pendinginan Saat Mesin Dingin

#### 4. Komponen Alat Berat

Pada saat mesin panas

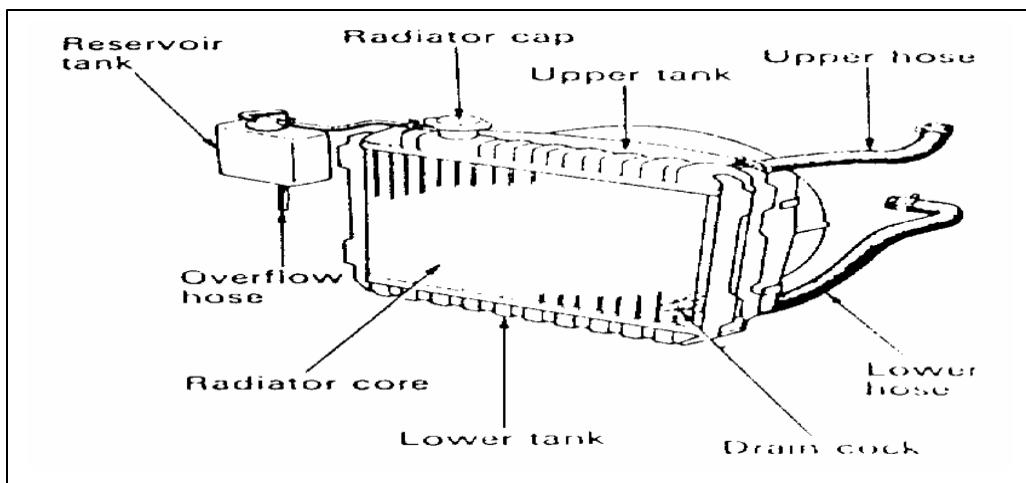
Setelah mesin menjadi panas, kira-kira pada temperatur  $85^{\circ}\text{C}$  *thermostat* mulai terbuka dan katup *bypass* tertutup dalam *bypass* sirkuit sehingga aliran air pendingin mengalir dari radiator ke *lower hose*, ke *water pump*, ke *water jacket*, ke *upper hose* dan kembali ke radiator untuk didinginkan dengan kipas dan putaran udara dengan adanya gerakan maju dari kendaraan itu sendiri. Aliran air pada sistem pendingin dengan kondisi mesin dalam keadaan panas dapat dilihat pada gambar 4.17 berikut.



Gambar 4.19. Proses Pendinginan Saat Mesin Panas

##### 1) Radiator

Radiator berfungsi untuk mendinginkan cairan pendingin yang telah menjadi panas setelah melalui saluran *water jacket*.

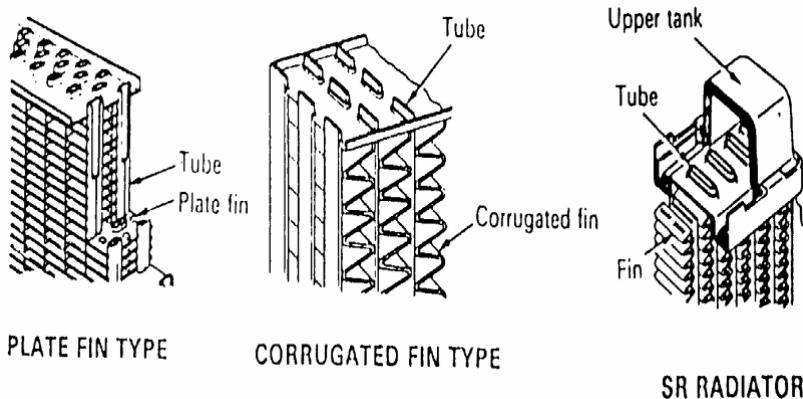


Gambar 4.20. Pembagian Radiator

#### 4. Komponen Alat Berat

Radiator terdiri dari dua bagian yaitu tangki air bagian atas (*upper water tank*) dan tangki bagian bawah (*lower water tank*) seperti ditunjukkan gambar 4.18 di atas.

*Upper tank* dilegkapi dengan tutup radiator untuk menambah air pendingin dan dihubungkan dengan *reservoir tank*/ tangki cadangan sehingga air pendingin atau uap yang berlebihan dapat ditampung. Lower tank dilengkapi outlet dan kran penguras. Inti radiator (*radiator core*) terdiri dari pipa yang dapat dilalui air pendingin diantara sirip-sirip pendinginan. Panas cairan pendingin pertama di serap oleh *fin*, yang didinginkan oleh *fan* dan udara akibat gerakan kendaraan. Radiator terletak pada bagian depan kendaraan, sehingga radiator dapat didinginkan oleh gerakan kendaraan itu sendiri. Ada 3 tipe radiator *core* : *plate fin*, *corrugated fin*, *single row* seperti ditunjukkan gambar 4.19 berikut.



Gambar 4.21. Tipe- tipe Radiator

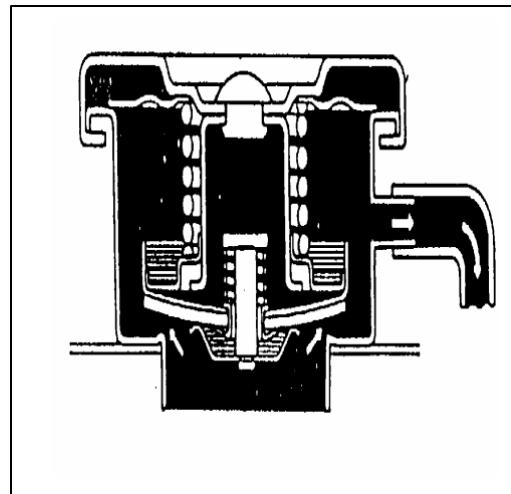
##### 2) Tutup radiator

Radiator dilengkapi dengan tutup radiator yang bertekanan dan menutup rapat pada radiator. Ini memungkinkan naiknya temperatur pendingin 100°C tanpa terjadi mendidih. Penggunaan tutup radiator bertekanan (*pressure cap*) diutamakan sebab efek pendinginan radiator bertambah dan membuat perbedaan suhu antara udara luar dan cairan pendingin. Pada tutup radiator dilengkapi *relief valve* dan *vacuum valve* seperti pada kedua gambar dibawah ini.

##### a) Cara kerja relief valve

Bila suhu air pendingin naik akan menyebabkan tekanan bertambah, bila tekanannya mencapai 0,3 – 1,0 kg/cm<sup>2</sup> pada 110 – 120°C. *Relief valve* akan terbuka dan membebaskan kelebihan tekanan melalui overflow pipe.

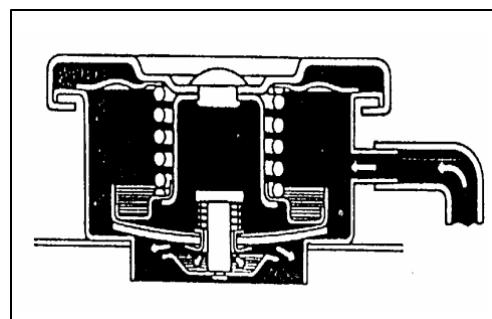
#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.22. Proses Kerja *Relief Valve*

b) Cara kerja vacuum valve

Saat suhu air pendingin turun setelah mesin berhenti dan membentuk kevakuman dalam radiator yang akan membuka *vacuum valve* menghisap air pendingin dari reservoir (lihat gambar 4.21 di bawah).

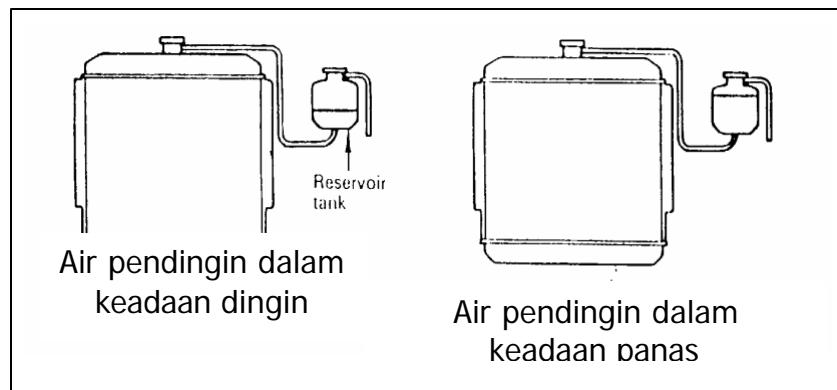


Gambar 4.23. Proses Kerja *Vacuum Valve*

c) Tangki Cadangan (*Reservoir Tank*)

Reservoir dihubungkan ke radiator melalui *overflow pipe*. *Reservoir* berfungsi untuk mencegah terbuangnya air pendingin dan menjamin agar tetap dapat mengirimkan cairan pendingin. Untuk lebih jelasnya lihat gambar 4.22.

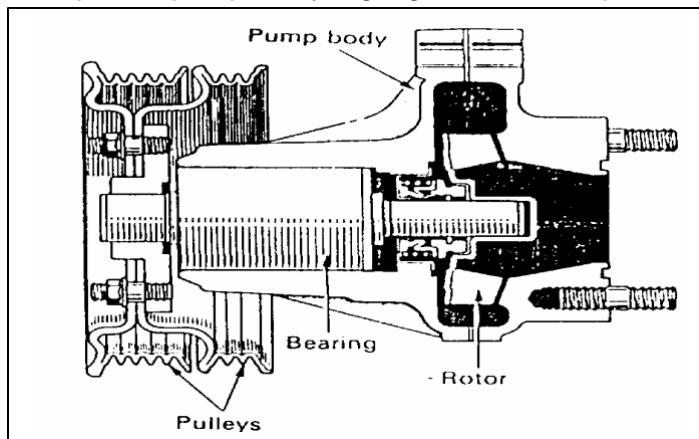
#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.24. Reservoir Tank Dalam Keadaan Dingin dan Panas

##### d) Pompa Air

Pompa air berfungsi untuk memompakan cairan pendingin dari radiator ke *water jacket*. Umumnya yang banyak digunakan adalah tipe sentrifugal. Pompa air digerakkan oleh tali kipas atau *timing belt*. Contoh gambar 4.23 dibawah menunjukkan pompa air yang digerakkan tali kipas.



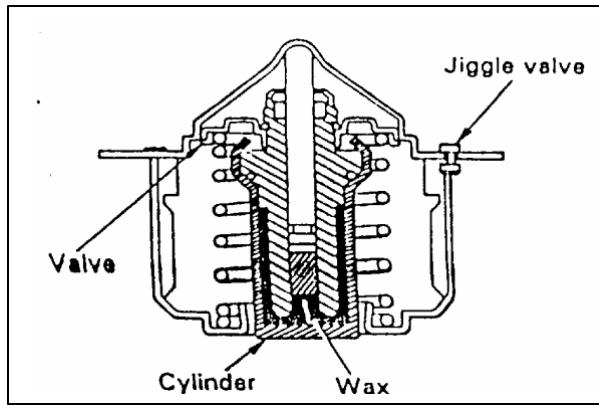
Gambar 4.25. Pompa Air (*water pump*)

##### e) Thermostat

*Thermostat* berfungsi untuk mempercepat tercapainya suhu kerja mesin. Tipe *thermostat* yang umum digunakan adalah tipe *wax* (lilin). Pada *thermostat* terdapat *jiggle valve* yang berfungsi untuk mempermudah

#### 4. Komponen Alat Berat

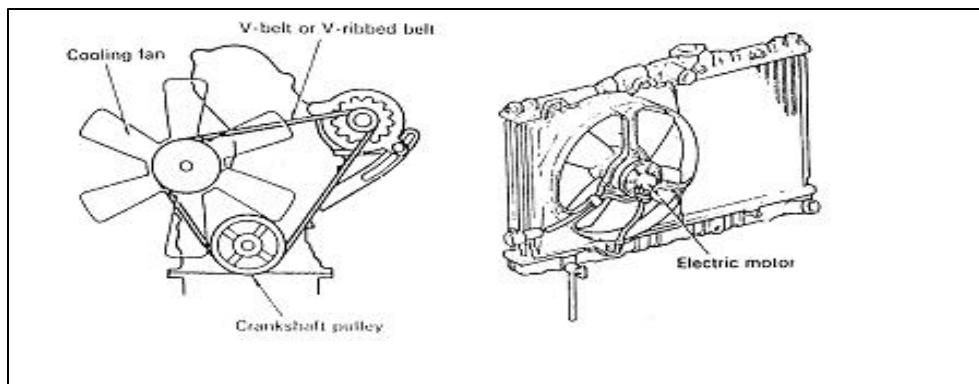
masuknya air saat pengisian. Seperti ditunjukkan gambar 4.26 di bawah ini menggunakan wax.



Gambar 4.26. Thermostat Dengan Wax

f) Kipas Pendingin dan Kopling Fluida

Radiator didinginkan oleh udara luar, pendinginannya tidak cukup apabila kendaraan berhenti seperti halnya pada alat berat. Untuk itu diperlukan kipas (fan) yang akan menambah pendinginan.

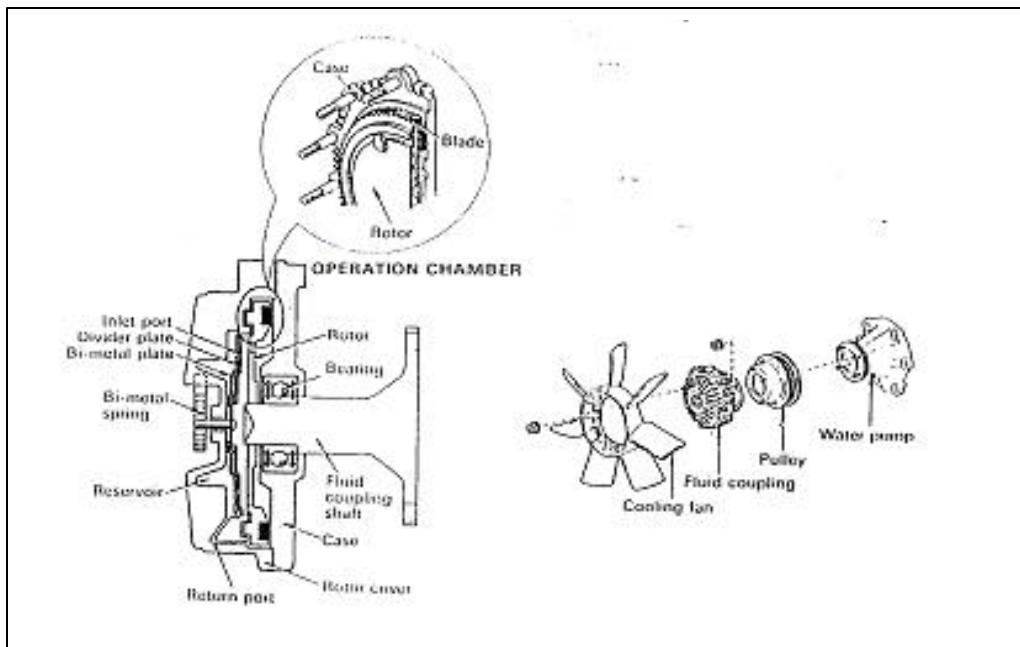


Gambar 4.27. Konstruksi Penggerak Kipas

Kipas pendingin digerakkan oleh tali kipas atau motor listrik. Seperti ditunjukkan gambar 4.27 di atas.

Kopling fluida berfungsi mendinginkan radiator dengan lebih efisien. Saat temperatur udara rendah, kecepatan kipas rendah sehingga mesin menjadi panas dan saat temperatur tinggi, otomatis putaran kipas menjadi cepat.

#### 4. Komponen Alat Berat

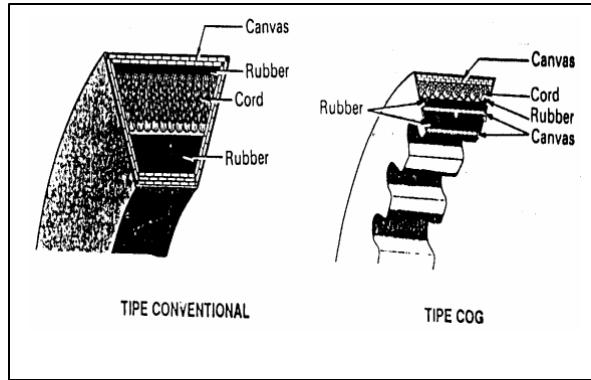


Gambar 4.28. Kipas Radiator dan Kopling Fluida (*fluid clutch*)

g) Tali Kipas

Kipas pendingin umumnya digerakkan oleh tali kipas. Tali kipas terbagi menjadi *V-belt* dan *V ribbed belt*.

(1) *V Belt*



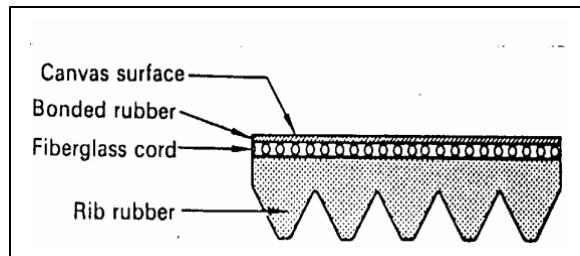
Gambar 4.29. *V belt*

*V belt* terdapat 2 macam jenis yaitu tipe konvensional dan tipe cog. Tipe ini sering kita jumpai sebagai penggerak kipas. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.27 di atas.

## 4. Komponen Alat Berat

### (2) V Ribbed Belt

*V ribbed belt* mempunyai keuntungan efisiensi pemindahan tenaga yang besar dan panas yang tinggi, serta tahan lama

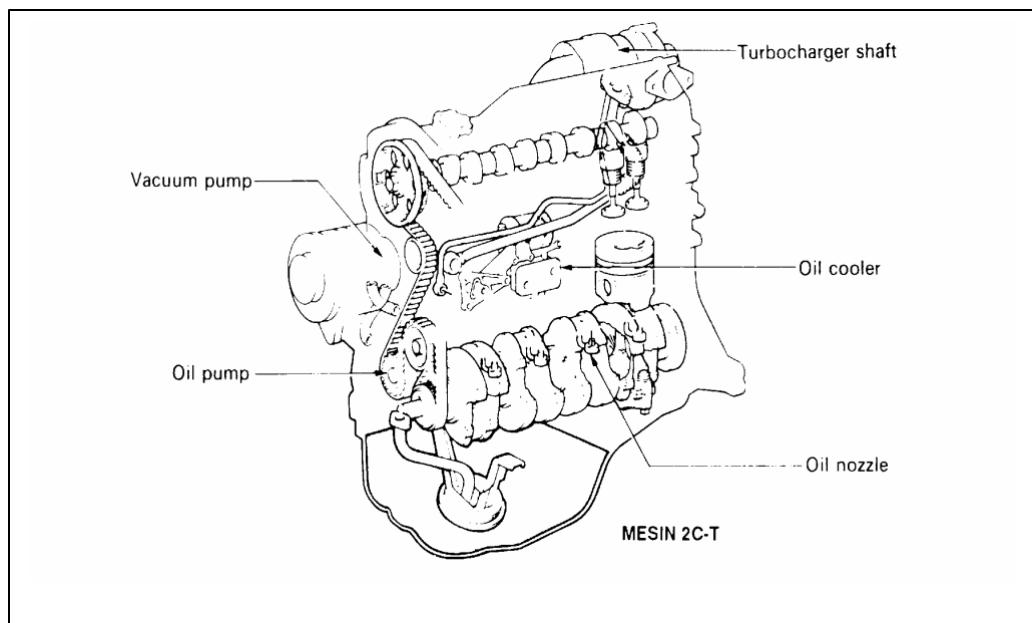


Gambar 4.30. Konstruksi *V ribbed belt*

### 3. Sistem Pelumasan

Berbagai fungsi dari sistem pelumasan adalah:

- Membentuk *oil film* untuk mengurangi gesekan, aus dan panas
- Mendinginkan bagian-bagian yang dilewati
- Sebagai seal antara piston dengan dinding silinder
- Mengeluarkan kotoran dari bagian-bagian mesin
- Mencegah karat pada bagian-bagian mesin



Gambar 4.31. Skema Aliran Pelumasan

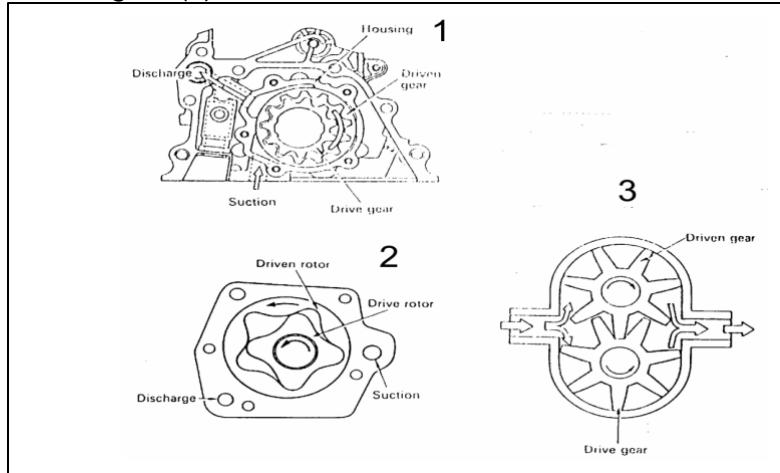
## 4. Komponen Alat Berat

Komponen-komponen pada sistem pelumasan

### 1) Pompa Oli

Pompa oli berfungsi untuk menghisap oli dari oil pan kemudian menekannya ke bagian-bagian mesin. Macam-macam pompa oli :

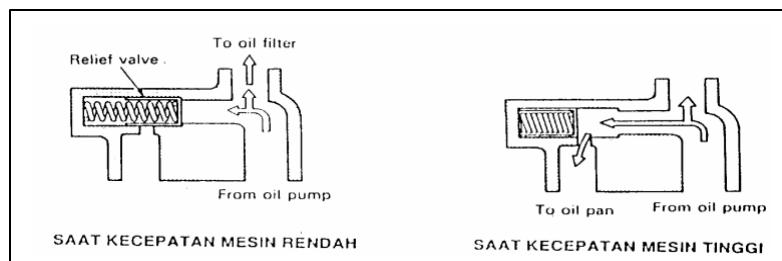
- a) *Internal gear* (1)
- b) *Trochoid* (2)
- c) *External gear* (3)



Gambar 4.32. Macam-macam Pompa Oli

### 2) Sistem Pengatur Tekanan Oli

Ketika pompa oli digerakkan oleh mesin maka tekanan oli akan naik, pada kecepatan tinggi tekanan oli akan berlebihan dan hal ini dapat menyebabkan kebocoran pada seal-seal oli. Untuk mencegah hal ini diperlukan semacam pengatur yang menjaga tekanan oli agar tetap konstan tanpa terpengaruh putaran mesin. Komponen yang melakukan hal ini adalah *relief valve*. Perhatikan gambar 4.31 di bawah.



Gambar 4.33. Pengaturan Oleh Relief Valve

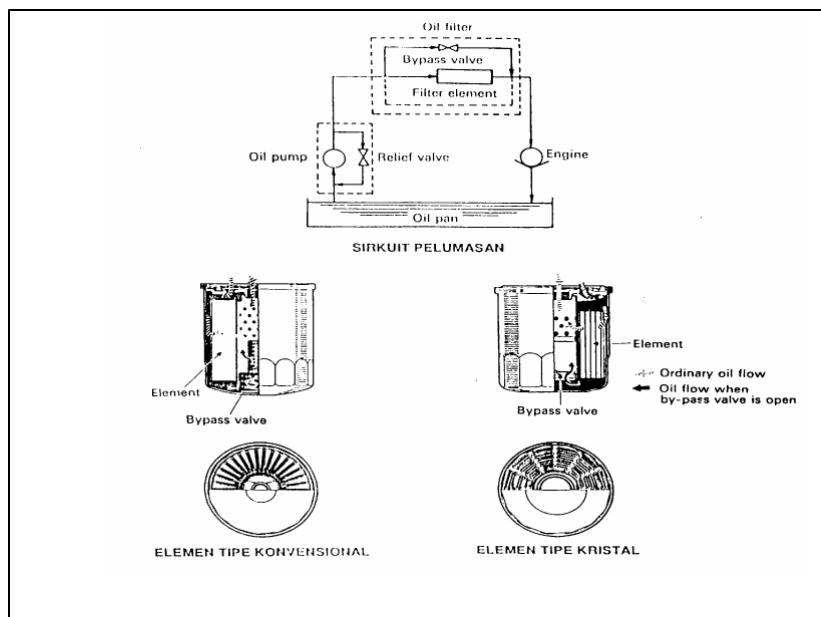
## 4. Komponen Alat Berat

### 3) Filter Oli

Filter oli pada sistem pelumasan berfungsi untuk memisahkan kotoran-kotoran dari oli. Pada filter oli dipasangkan *by pass valve* yang berfungsi sebagai saluran alternatif saat filter oli tersumbat. Penggantian filter oli harus memperhatikan kondisi kerja mesin serta lama pengoperasiannya. Konstruksi filter oli dapat diperhatikan pada gambar 4.34 di bawah.

Peringatan :

Kualitas minyak pelumas sangat tergantung pada kualitas penyaringan oleh filter ini, oleh karenanya lakukan penggantian filter ini secara berkala sesuai dengan operasi kendaraan atau petunjuk pabrik pembuat.



Gambar 4.34. Konstruksi Filter Oli

Pelepasan :

Gunakan SST untuk melepas filter

Penggantian:

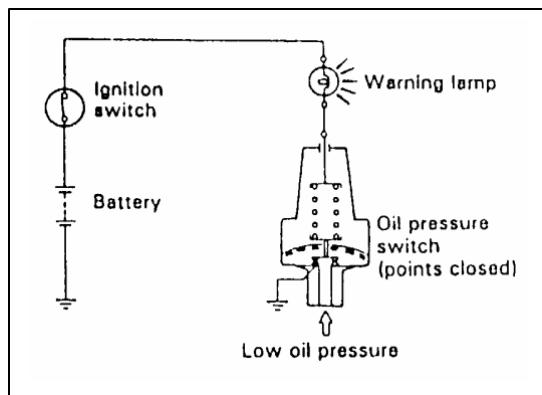
Sebelum memasang filter yang baru, isikan terlebih dahulu filter dengan oli baru sekitar setengah dari kapasitas filter.

### 4) Lampu Tanda Tekanan Oli

Lampu tanda tekanan oli (*oil pressure warning lamp*) berfungsi untuk memberi peringatan ke pengemudi bahwa sistem pelumasan tidak normal dan dipasang pada blok silinder untuk mendeteksi tekanan pada *oil gallery*.

## 4. Komponen Alat Berat

### a) Tekanan Oli Rendah

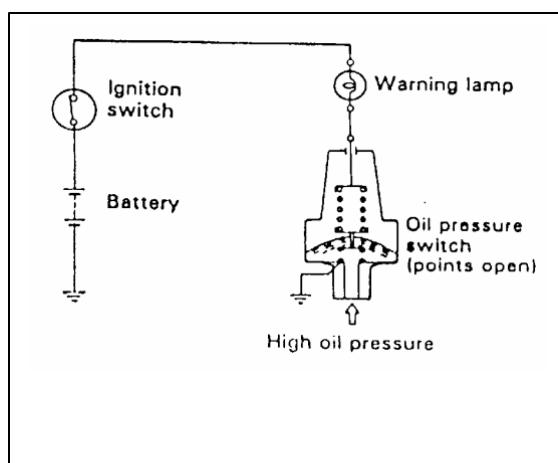


Gambar 4.35. Switch Oli Memassakan Lampu

Saat mesin mati atau tekanan oli rendah titik kontak di dalam switch tekanan oli menutup sehingga lampu peringatan hidup (menyalा)

### b) Tekanan Oli Tinggi

Saat mesin hidup dan tekanan oli naik, maka tekanan oli ini mendorong diapragma sehingga titik kontak membuka dan lampu peringatan mati.

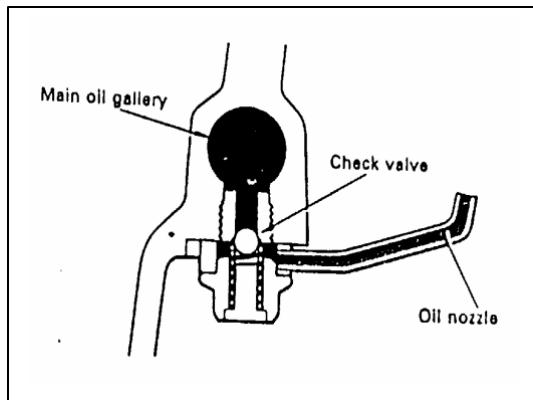


Gambar 4.36. Switch Oli Memutuskan Lampu Dengan Massa

### 5) Nosel Oli

Nosel oli (*oil nozzle*) berfungsi untuk pendinginan bagian dalam piston. Pada *oil nozzle* terdapat *check valve* yang berfungsi untuk mencegah tekanan oli dalam sirkuit pelumasan turun terlalu rendah ( $1,4 \text{ kg/cm}^2$ )

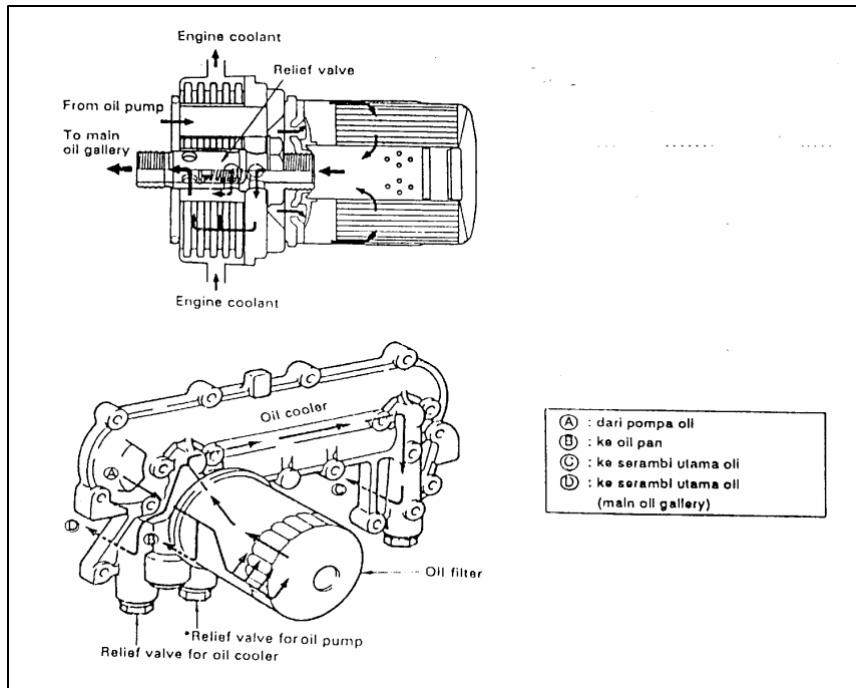
## 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.37. Nosel Oli

### 6) Pendingin Oli

Pendingin oli (*oil cooler*) yang banyak digunakan untuk motor diesel adalah tipe pendingin air. *Oil cooler* berfungsi untuk mendinginkan oli agar kekentalannya tetap.



Gambar 4.38. Oil Cooler

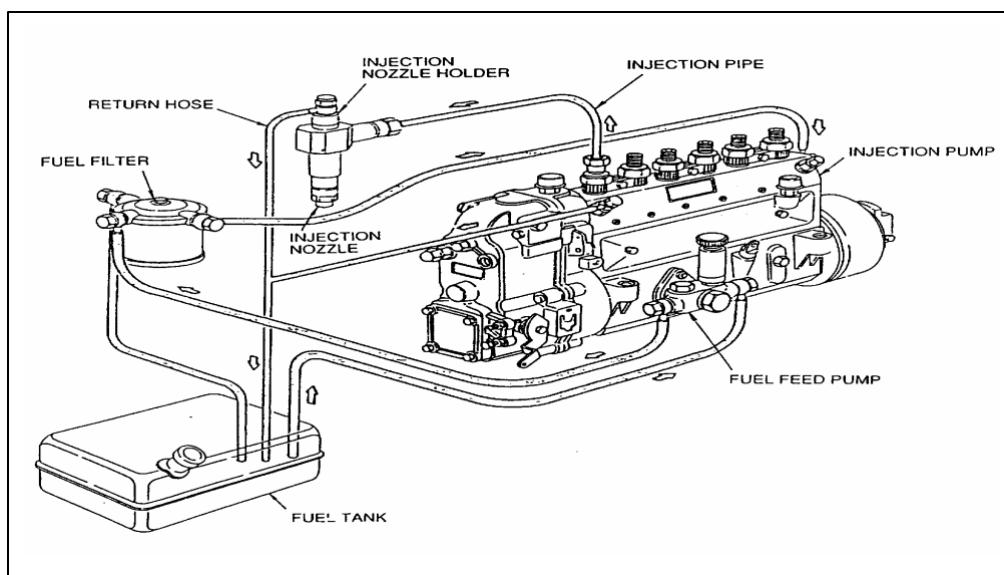
## 4. Komponen Alat Berat

### 5. Sistem Bahan Bakar Pada Motor Diesel

Sistem bahan bakar pada motor diesel memiliki peranan yang sangat penting dalam menghasilkan energi pembakaran sebagai suatu sistem yang berfungsi menyediakan dan mensuplai bahan bakar bertekanan tinggi ke dalam silinder.

Dalam kerjanya sistem bahan bakar motor diesel memiliki syarat-syarat khusus diantaranya: harus memiliki tekanan tinggi sesuai agar dapat berpenetrasi ke dalam silinder, dan tepat waktu.

Pada motor diesel aliran bahan bakarnya dimulai dari tangki bahan bakar, *feed pump*, *fuel filter*, pompa injeksi, pipa tekanan tinggi dan nozzle.



Gambar 4.39. Proses Aliran Bahan Bakar Pada Motor Diesel

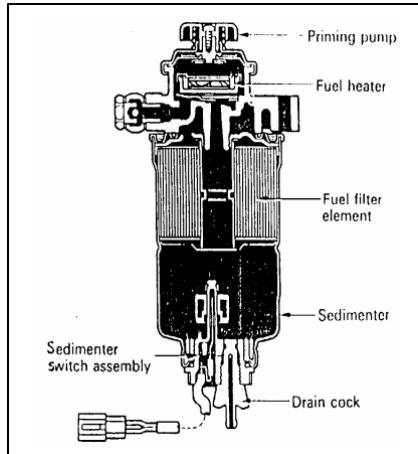
Sistem injeksi bahan bakar motor diesel terdapat dua macam yaitu sistem injeksi bahan bakar tipe *in-line* atau sebaris dan sistem injeksi bahan bakar distributor. Gambar di bawah ini menunjukkan proses aliran bahan bakar pada motor diesel.

a) Tangki Bahan Bakar

Pada motor diesel, tangki bahan bakar sama persis dengan tangki bahan bakar motor bensin. Untuk lebih jelasnya baca kembali tangki bahan bakar pada motor bensin.

b) Saringan Bahan Bakar dan *Water Sedimenter*

#### 4. Komponen Alat Berat

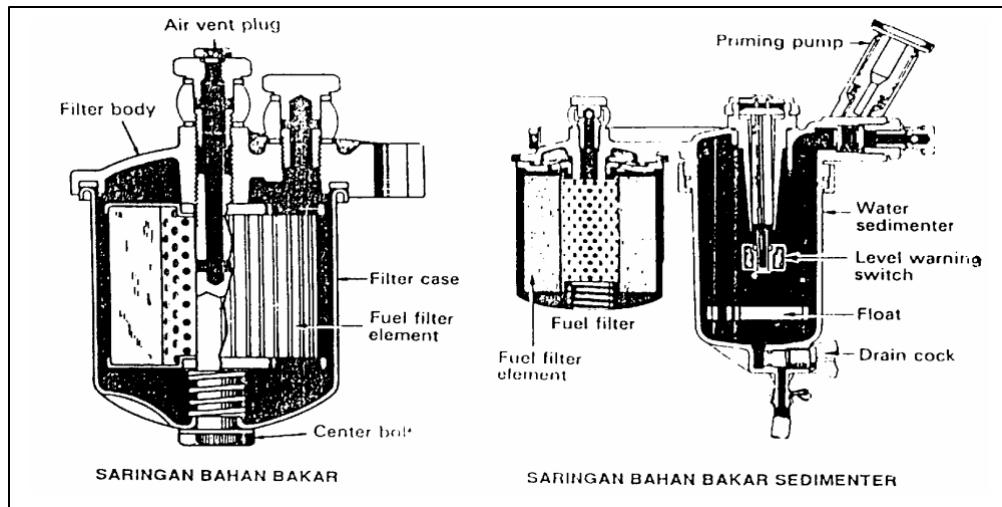


Gambar 4.40. Saringan Bahan Bakar dan Water Sedimentener

c) pompa Injeksi Tipe Distributor *Water sedimentener* berfungsi untuk memisahkan solar dari kandungan air. Bila air mencapai tinggi tertentu maka magnet yang ada pada pelampung akan menutup *reed switch* dan menyalakan lampu indikator.

d) Untuk Pompa Injeksi Tipe *In-Line*

*Fuel filter* terbuat dari kertas dan pada bagian atas terdapat *air vent plug* yang digunakan untuk mengeluarkan udara (*bleeding*). *Priming pump* pada pompa injeksi terletak pada *feed pump* dan dipasangkan pada bodi pompa injeksi.

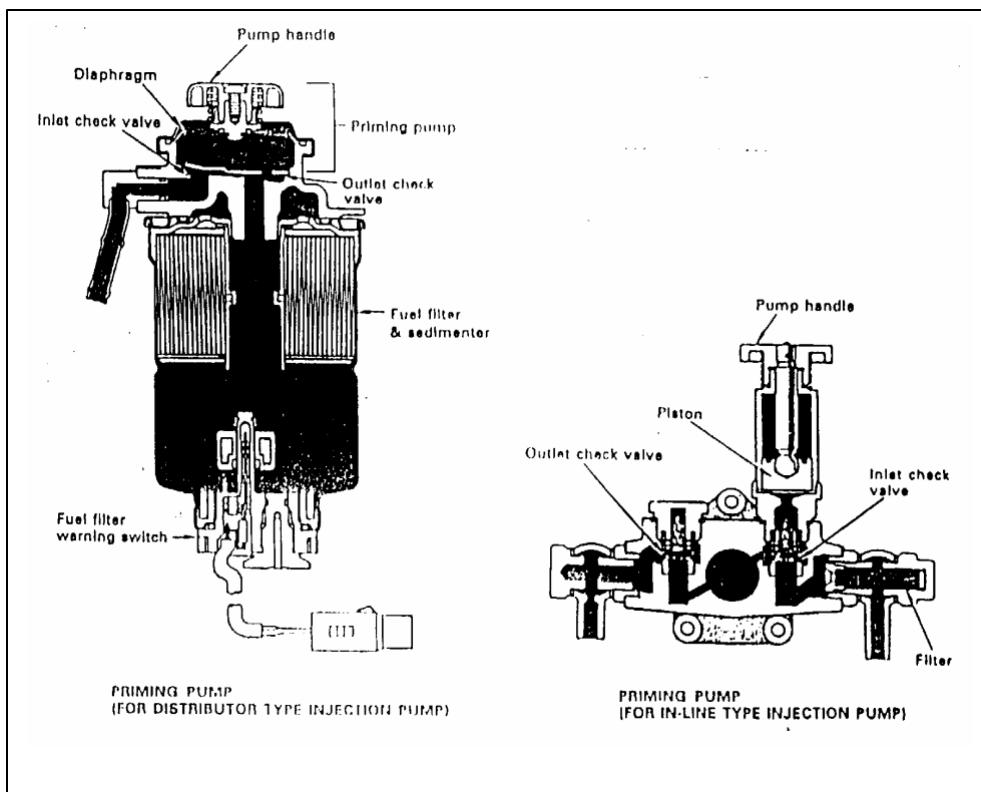


Gambar 4.41. Saringan Bahan Bakar dan Sedimenter

## 4. Komponen Alat Berat

### c) Pompa Priming (*Priming Pump*)

*Priming pump* seperti pada gambar 4.42 di bawah berfungsi untuk menghisap bahan bakar dari tangki pada saat mengeluarkan udara palsu dari sistem bahan bakar. *Priming pump* ini digunakan biasanya ketika mesin mengalami kehabisan solar sementara mesin masih berputar, ketika bahan bakar telah diisi kembali barulah pompa ini dipakai untuk mengeluarkan udara palsu pada sistem.

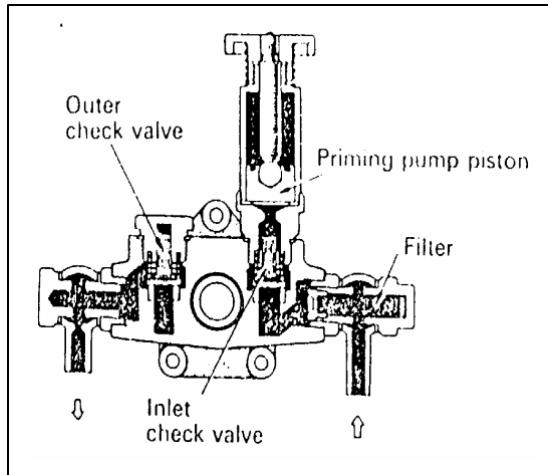


Gambar 4.42. Priming Pump

### d) Feed Pump (Untuk Pompa Injeksi In-Line)

Feed pump berfungsi untuk menghisap bahan bakar dari tangki dan menekannya ke pompa injeksi. Feed pump adalah *single acting pump* yang dipasang pada sisi pompa injeksi dan digerakkan oleh *camshaft* pompa injeksi.

## 4. Komponen Alat Berat



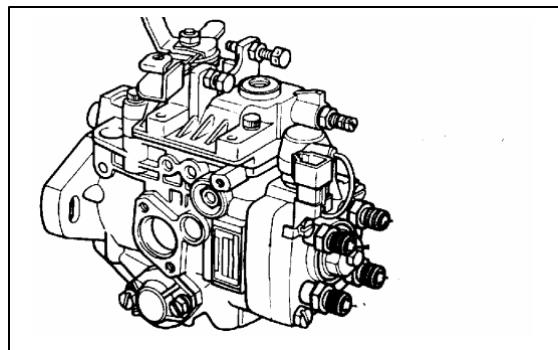
Gambar 4.43. Feed pump

### e) Pompa Injeksi

#### (1) Pompa Injeksi Tipe Distributor

Bahan bakar ditekan oleh *vane type feed pump* yang mempunyai 4 vane. *Pump plunger* bergerak lurus bolak-balik sambil berputar karena bergeraknya *drive shaft*, *cam plate*, *plunger spring*, dan lain-lain. Gerakan plunger menyebabkan naiknya tekanan bahan bakar dan menekan bahan bakar melalui *delivery valve* ke *injection nozzle*.

Governor berfungsi mengatur banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan nozzle dengan menggerakkan *spill ring* sehingga merubah saat akhir langkah efektif plunger. *Pressure timer* berfungsi memajukan saat penginjeksian bahan bakar dengan cara merubah posisi *tappet roller*. *Fuel cut-off solenoid* untuk menutup saluran bahan bakar dalam pompa.

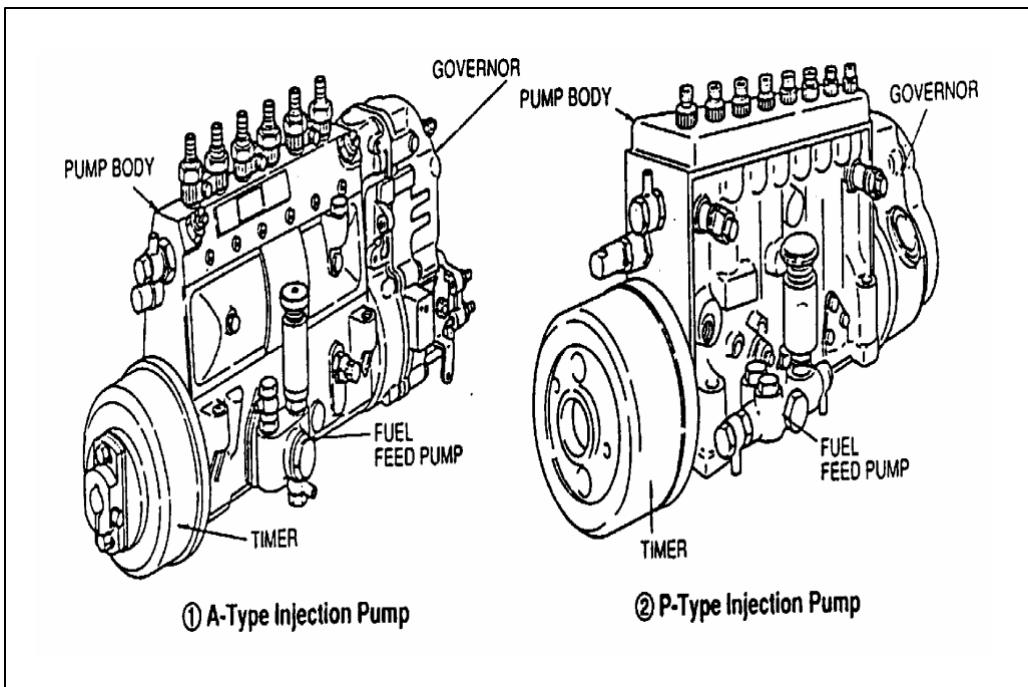


Gambar 4.44. Pompa Injeksi Tipe Distributor

#### 4. Komponen Alat Berat

##### (2) Pompa Injeksi Tipe *In-Line*

Feed pump menghisap bahan bakar dari tanki dan menekan bahan bakar yang telah disaring oleh filter. Pompa injeksi tipe *in-line* mempunyai cam dan plunger yang jumlahnya sama dengan jumlah silinder. Gerakan plunger lurus bolak-balik. Delivery valve berfungsi untuk menjaga tekanan pada pipa injeksi dan menghentikan injeksi dengan cepat. Plunger dilumasi oleh solar dan *camshaft* oleh oli mesin. Governor bekerjanya menggerakkan *control rack*. Governor terdiri dari 2 tipe : *mechanical governor* dan *combined governor* (*mechanical* dan *pneumatic governor*). *Automatic timer* menggerakkan camshaft pompa



Gambar 4.45. Pompa Injeksi Tipe In-line

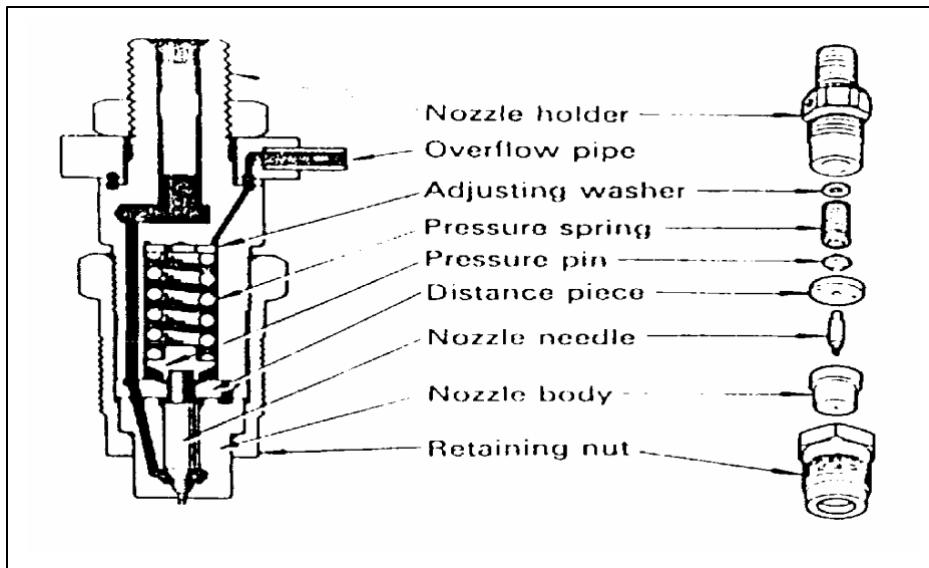
##### (3) High pressure pipe (delivery valve)

Pipa tekanan tinggi bahan bakar untuk diesel dibuat khusus untuk mampu menahan tekanan bahan bakar yang tinggi. Pipa ini terbuat dari campuran pelat seng (*zinc-plated*) dan tembaga (*copper lined steel*)

##### (4) *Injection Nozzle*

*Injection nozzle* terdiri *nozzle body* dan *needle* dan berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar. Antara *nozzle body* dan *needle* dikerjakan dengan presisi dengan toleransi 1/1000 mm karena itu kedua komponen itu apabila perlu diganti harus diganti secara bersama.

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.46. *Injection Nozzle*

Tipe- tipe *Injection Nozzle*

Nozzle dapat diklasifikasikan :

(a) *Hole type* :

- *Single hole*
- *Multiple hole*

(b) *Pin type* :

- *Throttle*
- *Pintle*

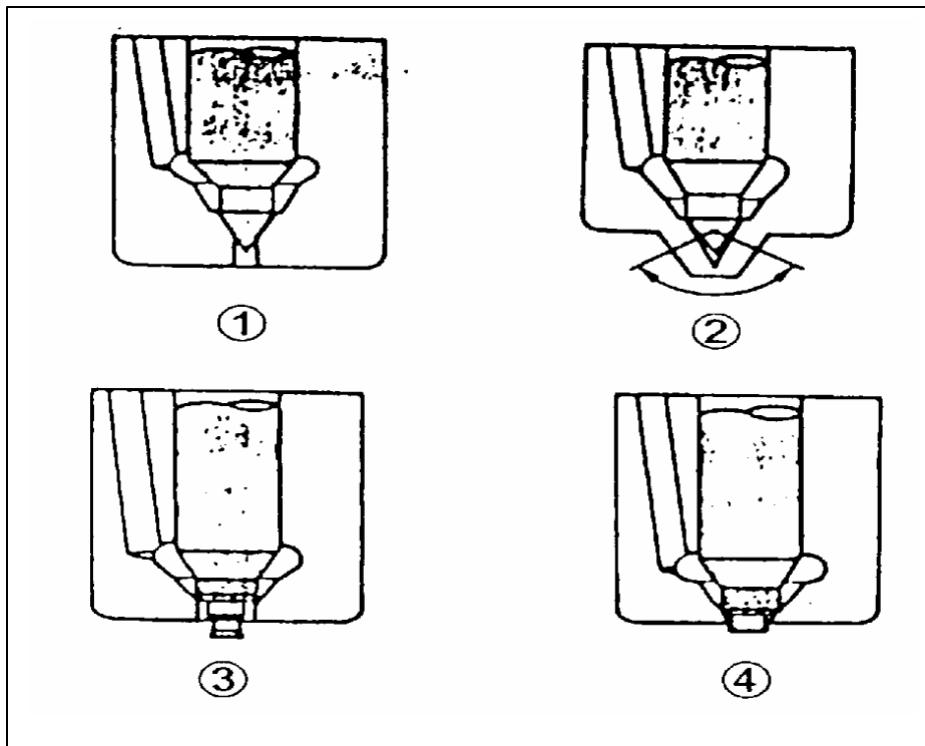
Pada *direct injection* digunakan injektor tipe *multiple hole*, sedangkan pada *precombustion chamber* dan *swirl chamber* digunakan tipe *pintle*.

Kebutuhan untuk Menyetel Tekanan Injeksi

Tekanan injektor yang tidak tepat akan mengganggu saat injeksi dan volume injeksi

Tekanan Pembukaan	Sangat Rendah	Sangat Tinggi
Saat Injeksi	Maju	Mundur
Volume Injeksi	Besar	Kecil

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.47. Klasifikasi Berdasarkan Penyemprotan

#### 6. Perhitungan Daya dan Torsi

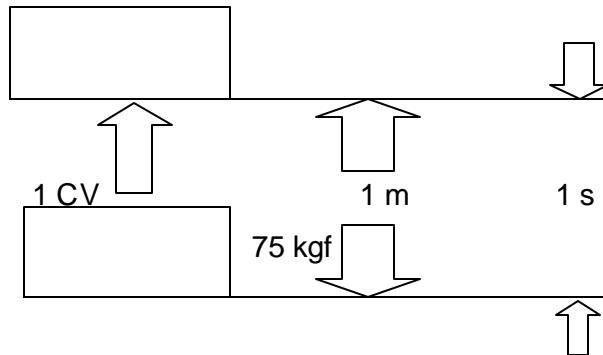
##### 1) Daya

Tenaga/ daya adalah suatu usaha yang dilakukan dalam satuan waktu. Usaha adalah hasil sebuah gaya dikalikan dengan jarak gerakan dari suatu titik.

$$\text{Tenaga} = \frac{\text{Gaya} \times \text{Jarak}}{\text{Waktu}}$$

Satuan yang secara umum digunakan untuk menyatakan tenaga dari sebuah motor adalah tenaga kuda/ horsepower (Hp)

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.48. Ilustrasi perhitungan tenaga

Tenaga yang didapat menurut cara pengukuran SAE dinyatakan dalam Hp. Satu horsepower sama dengan gaya yang diperlukan untuk mengangkat suatu benda, dalam satu detik. 550 pound (lb) dengan tinggi satu kaki (ft). Satuan lain yang secara luas digunakan sebagai pengganti horsepower adalah "Cheval Vapeur" atau horsepowermetris (Cv).

$$1 \text{ Hp} = \frac{550 \text{ lb} \times 1 \text{ ft}}{1 \text{ s}}$$

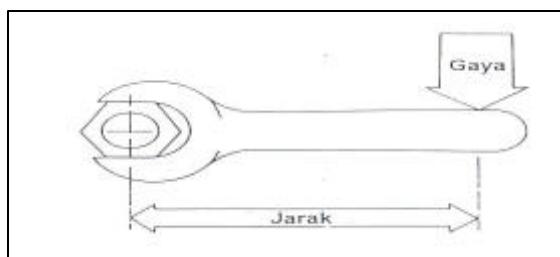
$$1 \text{ CV} = \frac{75 \text{ kg} \times 1 \text{ m}}{1 \text{ s}}$$

$$1 \text{ Hp} = 1.014 \text{ CV}$$

$$1 \text{ CV} = 0.99863 \text{ HP}$$

##### 1) Momen

Momen punitir adalah suatu kemampuan punitir yang dihasilkan oleh suatu gaya dan jarak, dimana gaya tersebut digerakkan oleh sebatang tuas, yaitu:



Gambar 4.49. Contoh Perhitungan Momen

## 4. Komponen Alat Berat

### Momen puntir = Gaya X Jarak

Contoh:

Apabila sebuah gaya sebesar 50 Newton (N) digerakkan dengan jarak 1 meter (m), maka:

$$\text{Momen} = 50 \text{ N} \times 1 \text{ m} = 50 \text{ Nm}$$

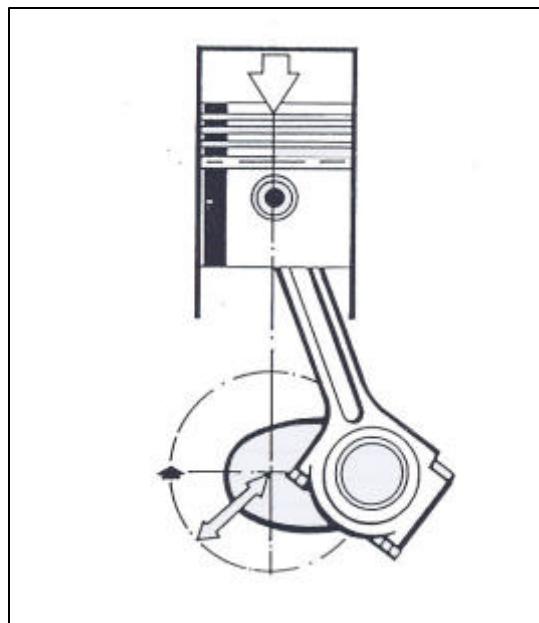
Dalam beberapa publikasi teknik, Mkgf masih digunakan untuk menyatakan satuan momen, dimana:

$$1 \text{ Mkgf} = 9,81 \text{ Nm}$$

Di dalam motor :

Gaya adalah tekanan yang disebabkan oleh ledakan pembakaran dan diteruskan keporos engkol melalui batang torak.

Panjang tuas sama dengan jarak antara titik sumbu poros jalan dan poros utama.



Gambar 4.50. Momen Pada Poros Engkol

## 4. Komponen Alat Berat

---

### 4.2. Penyuplai energi hidrolik

Komponen utama alat berat umumnya :

1. *Hydraulic tank (Tangki)*
2. *Pump (Pompa hidrolik)*
3. *Control valve (Katup kontrol)*
4. *Actuator (aktuator)*

Secara lebih rinci, komponen-komponen utama penyuplai energi hidrolik pada Alat Berat adalah : Reservoir/tangki, filter, pompa hidrolik, katup-katup kontrol, aktuator, dan silinder/motor hidrolik.

#### 4.2.1. Reservoir

*Reservoir* : adalah suatu komponen sistem hidrolik yang berfungsi sebagai tempat penampung oli, baik yang akan menuju suatu sistem hidrolik maupun yang akan meninggalkan sistem. Disamping itu juga reservoir ini berfungsi sebagai suplai fluida untuk seluruh sistem.

Ada sebuah *Buffel* dalam reservoir yang mengkonduksikan/ menghantarkan panas dari pusat cairan dan juga berfungsi sebagai peralatan pengatur untuk cairan tersebut.

Saluran balik berada pada salah satu sisi *Buffel* dan saluran penghisapan berada di sisi lainnya.

*Hydraulic tank* atau tangki hidrolik berfungsi sebagai tempat penampungan (penyediaan) oli dan juga dapat berfungsi sebagai pendingin oli yang kembali dari sistem tangki hidrolik ini ada juga yang berfungsi sebagai tempat kedudukan Control Valve.

Reservoir ini mempunyai sifat-sifat yang penting diantaranya adalah :

- Menyediakan suatu tempat dudukan untuk pompa, motor, dan peralatan yang lainnya.
- membantu mendinginkan fluida dan menjaga temperatur operasi agar tetap mempunyai temperatur antara 38°C - 54°C.
- Memiliki kemampuan mencegah terjadinya busa yang terdapat didalam sistem serta memisahkan udara dari fluida.
- Bersifat menghimpun dimana dapat mengirim atau mensuplai pada fluida hidrolik untuk memenuhi kebutuhan sistem.

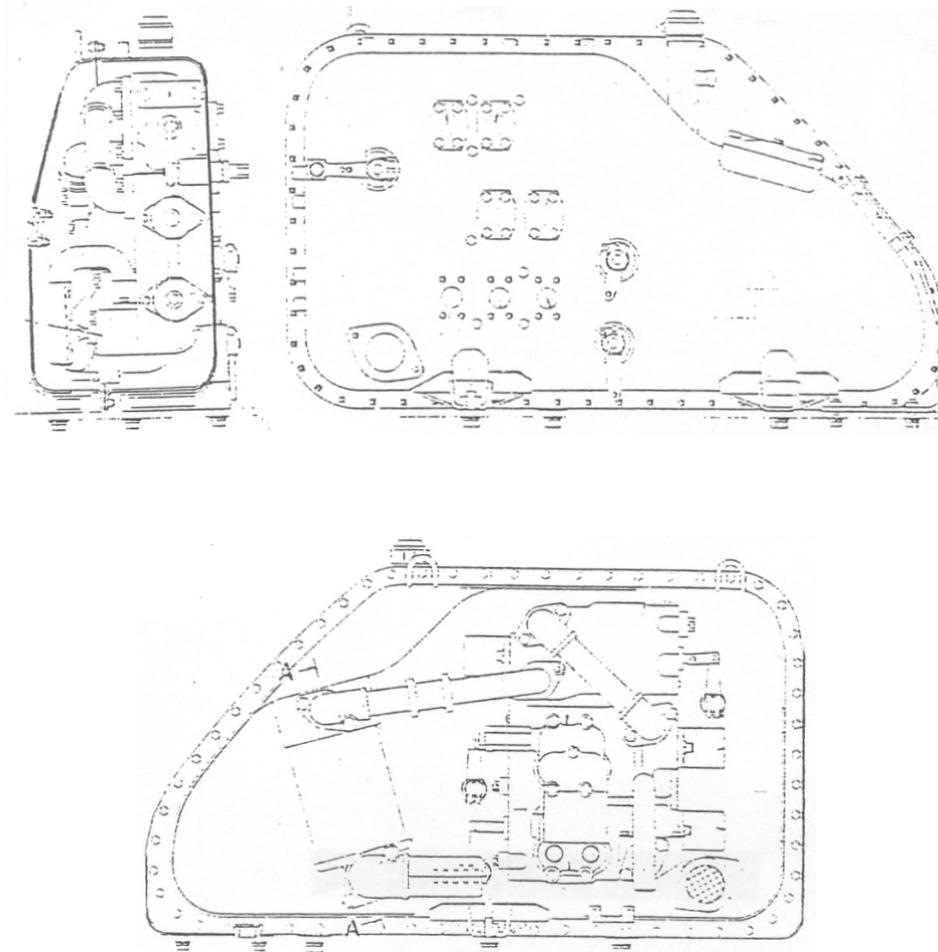
#### Lokasi / Tempat Reservoir

- Tempat reservoir harus bebas berhubungan dengan udara sekitar, sehingga terjadi sirkulasi udara yang baik.
- Dinding reservoir harus dapat mentransfer panas fluida ke udara bebas

#### 4. Komponen Alat Berat

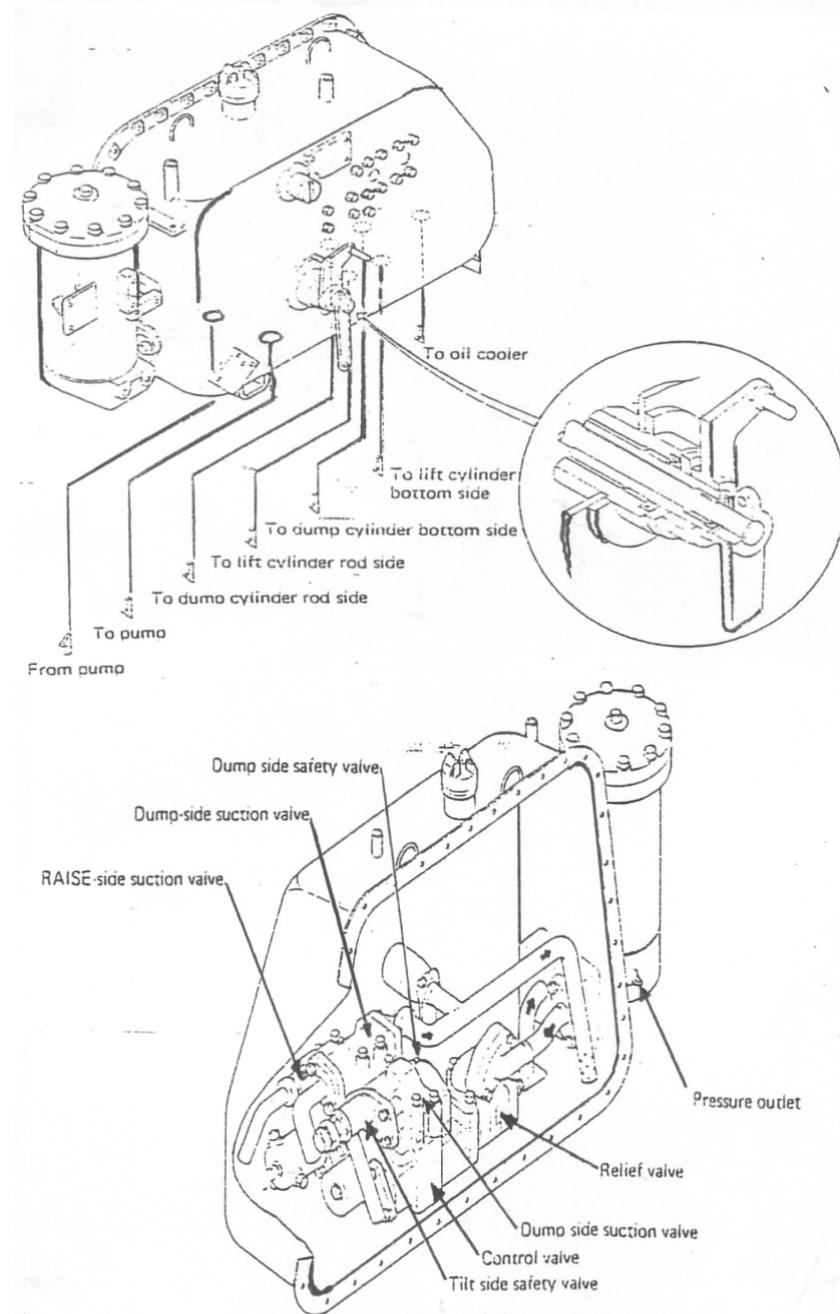
- Lokasi reservoir biasanya terdapat pada bagian paling bawah pada sistem hidrolik.

Hal ini tergantung dari konstruksi tangki hidrolik dan kegunaannya untuk alat berat apa. Konstruksi tangki hidrolik pada alat berat bulldozer dapat dilihat pada gambar 4.51 sd 4.53.



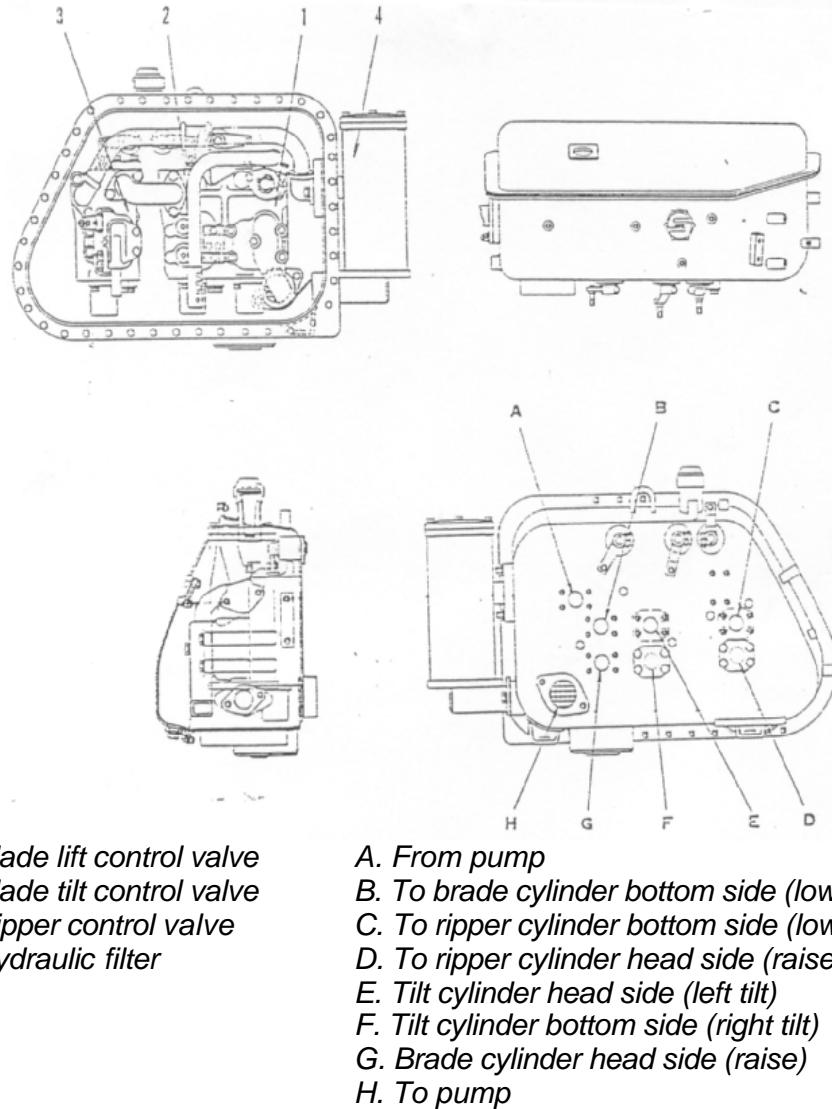
Gambar 4.51. Konstruksi Tangki Hidrolik

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.52 Konstruksi Tangki hidrolik (3 dimensi)

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.53 Konstruksi tangki hidrolik dan nama-nama komponen

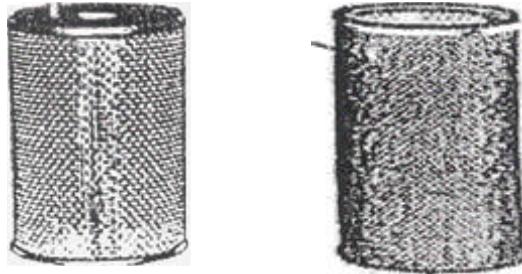
##### 4.2.2. Filter

Salah satu komponen terpenting pada alat - alat berat yaitu filter. Filter merupakan komponen yang berfungsi untuk menyaring baik yang berupa udara atau cairan (oli). Oleh karena itu filter terdiri dari beberapa macam antara lain:

## 4. Komponen Alat Berat

### 1. Air Cleaner

Filter yang berfungsi untuk menyaring udara yang akan masuk ke ruang bakar untuk proses pembakaran.



Gambar 4.54 Air Filter

Komponen ini terdiri dari dua element yaitu outer element dan inner element (saringan lembut) yang mana keduanya menggunakan penyaringannya dari paper.

Pada air cleaner komatsu, filter ini terdapat angka 1 - 6 yang menunjukkan bahwa filter ini bisa dipakai sampai 6 Kali pembersihan. Air cleaner ini dilengkapi dengan dust indicator sebagai indicator bila terjadi kebuntuan pada filter dengan menunjukkan wama merah (piston).

### 2. Fuel Filter



Filter yang digunakan untuk menyaring fuel yang kotor dari fuel tank sebelumnya digunakan untuk pencabutan pada sistem pembakaran. Bentuk dari filter ini banyak yang memakai catridge pada alat-alat berat. Penggantianya dilakukan setiap 500 HM (hour meter).

Gambar 4.55 Fuel Filter

### 3. Oil Filter

Tugas oil filter adalah menyaring kotoran yang terkandung dalam oli agar tidak ikut bersirkulasi kembali dalam sistem. Dalam oil filter juga dipasang by pass valve yang gunanya untuk memberikan jalan lain ketika filter buntu. Secara umum filter dibedakan menjadi dua :

- filter permukaan (surface filter)
- filter dalam (depth filter)

#### 4.2.2.1. Filter Permukaan (surface filter)

Filter permukaan hanya mempunyai satu permukaan yang dapat menyaring kotoran oli yang mengalir satu arah saja. Filter ini hanya mampu menjerat

#### 4. Komponen Alat Berat

kotoran yang lebih besar dari lubang pori-pori filter. Kotoran yang besar dan berat akan jatuh dan mengendap di bagian bawah sedang kotoran yang kecil tetap bersarang di pori-pori filter sehingga menyumbat pori-pori itu sendiri. Pada saat itu filter harus dibersihkan atau diganti dengan yang baru.

Beberapa bentuk surface filter:

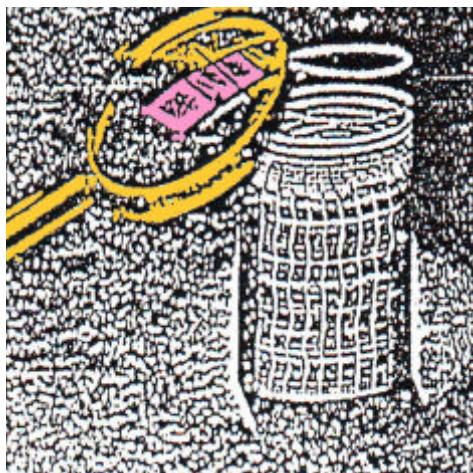


Wire mesh filter

Filter ini mempunyai pori-pori yang besar, seperti gambar di samping ini :

Gambar 4.56 Filter dari anyaman kawat kecil atau strainer

Metal edge filter



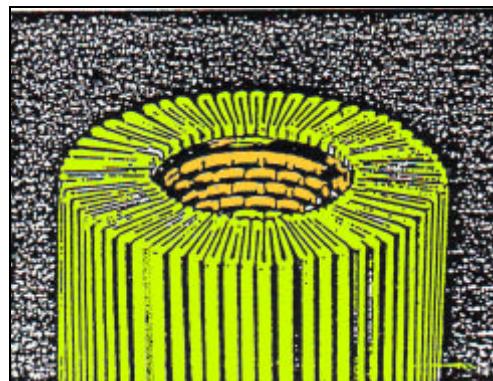
Plat tersebut berbentuk gelang-gelang sehingga bila disusun akan membentuk silinder yang bercelah. Oli akan mengalir disela-sela setiap plat dan kotoran yang cukup besar akan tersangkut. Bahannya terbuat dari logam atau cetakan kertas yang diberi tonjolan disalah satu sisinya.

Gambar 4.57 Filter dari susunan plat (screen)

Pleated paper filter

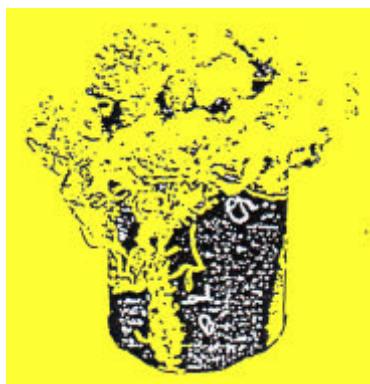
Kertasnya tersusun dari bahan selulose (serat tumbuh - tumbuhan) yang dicetak menjadi kertas filter.

## 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.58 Pleated paper filter

### 4.2.2.2. Depth filter (filter dalam).



Depth filter ini sangat berbeda dengan surface filter. Bahan saringan yang dipakai sangat banyak jumlahnya. Oli merambat ke segala arah dalam filter sehingga kotoran akan tersangkut diserat - serat bahan filter dan selanjutnya oli kembali jatuh pada sistem hidrolik.

Gambar 4.59 Filter dari bahan kapas

### Tingkat kemampuan penyaringan

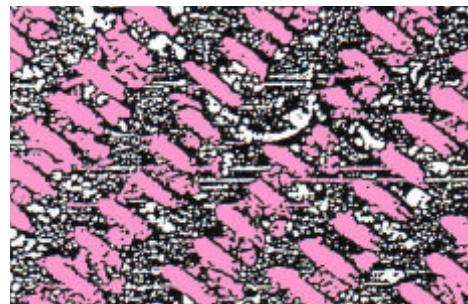
Dalam pemakaian oil filter yang penting untuk diperhatikan adalah kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu, pabrik memberitahukan untuk partikel terkecil yang mampu disaring oleh filter. Pada umumnya ukuran yang dipakai adalah mikron.

1 mikron = 0,00004 inchi = 0,001016 mm

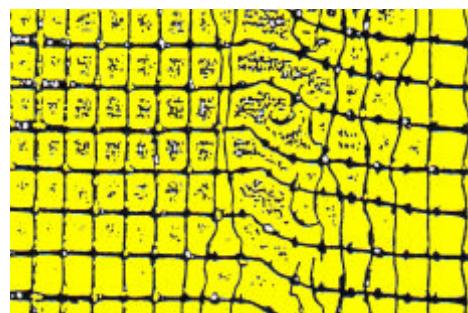
Sebagai contoh, saat ini filter yang dipakai di lapangan pada umumnya menyaring kotoran yang diameternya terkecil 10 mikron. Sedangkan filter yang terbuat dari anyaman kawat (*wire mesh filter*), partikel terbesar yang dapat lewat adalah berdiameter 150 mikron. Biarpun tak sebaik filter lain dalam hal penyaringan kotoran, filter dari kawat ini hambatan alirnya kecil sekali, sehingga baik sekali dipakai pada saluran masuk (*inlet*) pompa hidrolik karena akan mencegah terjadinya kevakukan saat *flowrate* pompa tinggi. Filter ini pada alat-alat berat biasanya digunakan untuk menyaring oli

#### 4. Komponen Alat Berat

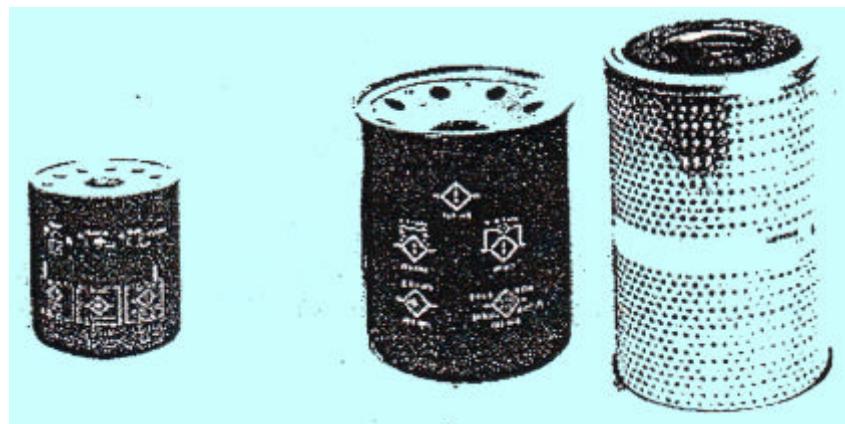
engine (oil filter) dan menyaring oli hidrolik (hydraulic filter).



Gambar 4.60 Filter 100 mikron yang tertutup eruh



Gambar 4.61 Filter kawat (wire mesh filter) yang telah korosi



Gambar 4.62 Oil filter (kiri) dan hydraulic filter (dua gambar kanan)

## 4. Komponen Alat Berat

Tabel 6 Seleksi bahan bakar & pelumas yang disarankan

RESERVOIR	KIND OF FLUID	ATMOSPHERIC TEMPERATURE								CAPACITY (l)
		-22 -30	-4 20	14 -10	32 0	50 10	68 20	86° F 30° C		
Engine oil pan	Engine oil						SAE 30			P40 Engine: 5.5 6D95L Engine: 11
				SAE 10W						
					SAE 10W-30					
Transmission (T)	Engine oil					SAE 10W-CD				14.5
				SAE 5W-CD						
Differential case	Gear oil					SAE 90				T: 9 C: 22
				SAE 80						
Hydraulic tank	Engine oil				SAE 10W					52
				SAE 5W						
Fuel tank	Gasoline fuel Diesel fuel									FG(D)35Z/40Z: 70 FG(D)35~45: 90
Clutch system	Brake fluid				SAE J1703e					Standard clutch Type: 0.05
Grease					NLGI No. 2					—
Coolant	Soft water									14

T: TOROFLOW type  
C: CLUTCH type

### Kontaminasi

Peristiwa pengotoran yang datangnya dari luar oli dinamakan kontaminasi. Bahan-bahan kontaminasi dapat berupa zat perekat, cair maupun gas. Misalnya, serpihan logam, potongan karet atau gasket, fiber, cat, debu,pasir, air, asam dsb.

### Deterioration

Selain itu oli sendiri dapat menjadi sumber pengrusakan, peristiwa ini dikenal dengan istilah deterioration. Selain berdiskulasi dalam sistem, endapan dan asam-asam akan terbentuk akibat panas, oksidasi dan tekanan. Endapan tersebut membentuk semacam perekat, sehingga dapat merekatkan bagian - bagian yang mestinya saling bergeseran, menutup lubang-lubang kecil dan dapat mengikat partikel-partikel logam yang akan mempercepat proses pengikisan ( keausan ). Sedangkan asam-asam bersama dengan kerak korosi menyebabkan kekasaran pula pada permukaan komponen-komponen sehingga mempercepat keausan dan akhirnya menambah kotoran dalam oli.

#### 4.2.3. PERAWATAN FILTER

Seperti yang telah dijelaskan di atas bahwa tugas filter adalah menyaring kotoran yang terkandung dalam oli. Filter sendiri mempunyai luasan yang terbatas, sehingga kapasitas penyaringan filter juga terbatas. Karena itulah

#### **4. Komponen Alat Berat**

---

pabrik telah dengan cermat memberitahukan masa pakai filter buatannya. Dalam kenyataannya, tidak semua kotoran yang lolos tersebut tetap saja beredar dalam sistem dan satu-satunya jalan adalah membuang oli tersebut dan mengganti dengan oli yang baru. Dalam melakukan service yang harus diperhatikan adalah kebersihannya, sebab filter tidak dapat membersihkan semua kotoran dan seperti telah dijelaskan di atas, kotoran sedikit akan mengakibatkan timbulnya kotoran yang lebih banyak lagi karena proses keausan.

Jadi ada tiga hal yang dapat dilakukan untuk merawat sistem pelumas dari kotoran -kotoran :

1. Penggantian oli secara periodik. Bila lingkungan kerja unit berdebu lakukan lebih sering.
2. Pakailah oli yang bersih, sesuai tempat penampungan yang bersih, serta kebiasaan bekerja dengan rapi dan bersih.
3. Ganti atau bersihkan sebelum buntu (by pass valve membuka).

Komatsu Genuine Parts. Ecowhite Filter untuk PC200-7. Sistem Filtrasi hidrolik. Usia pakai lebih panjang dan kemampuan penyaringannya sempurna, perawatan lebih, mudah dan rancang bangun yang berwawasan lingkungan.

Ecowhite Filter PC200-7 lebih ekonomis dengan filter fiberglass. Filter hidrolik PC200-7 mempunyai spesifikasi yang berbeda dengan PC200 generasi sebelumnya, yaitu menggunakan fiberglass filter (sebelumnya paper filter). Dilihat dari sisi harga memang lebih tinggi, namun total cost pertahun akan lebih ekonomis karena filter ini bersifat long life (1000 HM) dan bisa memperpanjang usia pakai oli hidrolik dari 2000 HM menjadi 5000 HM.

Ecowhite Filter PC200-7, memperpanjang waktu interval penggantian filter 4x dibandingkan filter biasa. Penggunaan fiberglass filter bisa memperpanjang interval waktu penggantian hingga 1000 HM, 4x dibandingkan dengan paper filter. Dengan menggunakan filter fiberglass juga bisa memperpanjang penggantian oli hingga 5000 Hm sehingga akan lebih ekonomis.

Ecowhite Filter PC200-7, ukuran lebih kecil dibandingkan dengan filter biasa. Ketinggian filter fiberglass hanya separuh tinggi paper filter menunjukkan design yang compact. Selain memperpanjang interval penggantian, juga mengurangi sampah filter yang usai pakai.

Ecowhite Filter PC200-7, mempermudah penggantian. Filter terpasang di atas permukaan oli hidrolik di dalam tangki oli, memudahkan penggantian serta mengurangi kotoran yang timbul karena filter yang terendam.

Ecowhite Filter PC200-7, perbandingan antara paper filter dengan Ecowhite fiberglass filter : fiberglass filter menggunakan bahan filter yang kuat,

#### 4. Komponen Alat Berat

mempunyai jumlah pori-pori yang lebih banyak sehingga bisa menambah jumlah kotoran yang bisa disaring, fiberglass filter menggunakan bahan filter yang kuat sehingga mempunyai kekuatan permukaan yang baik dan bisa menyaring kotoran dalam waktu yang lebih lama.

Ecowhite Filter PC200-7, perbandingan metode panyaringan paper filter dengan Ecowhite fiberglass filter, paper filter partikel di dalam oli yang berukuran besar bisa disaring namun untuk partikel yang berukuran kecil masih mungkin untuk lolos. Fiberglass filter, partikel yang berukuran besar dan kecil tidak hanya disaring dipermukaan filter namun di dalam fiberglass itu sendiri. Hal itu bisa memperpanjang usia pakai filter.

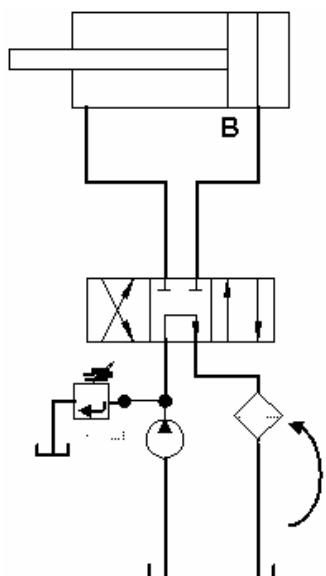
Tabel 7 Perbandingan usia pakai beberapa jenis filter

Jenis filter	Paper filter	Hybrid	Ecowhite
Interval penggantian filter	250 jam	500 jam	1000 jam
Interval penggantian oli	2000 jam	5000 jam	5000 jam

##### 4.2.4. Tipe Elemen filter

Filter adalah komponen hidrolik yang penting untuk memelihara fungsi sistem kestabilan hidrolik. Pada umumnya filter yang kita pasang (rangkaikan) pada sistem hidrolik terbagi atas 3 penempatan, yaitu :

###### 1. Filter saluran kembali

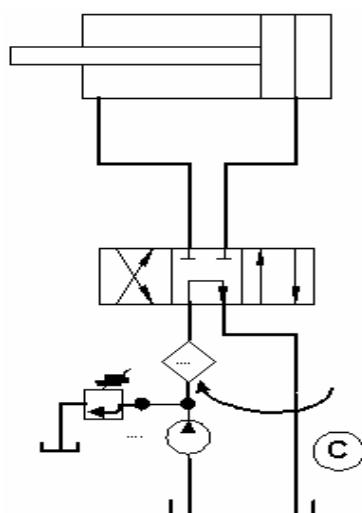


Pada gambar disamping ini menunjukkan rangkaian filter saluran kembali, dimana yang dimaksud dengan filter saluran kembali adalah posisi filter pada rangkaian tersebut terletak diantara directional control valve dan tangki, sehingga terjadi penurunan tekanan disepanjang filter, akibatnya fluida yang keluar dari filter tekanannya menjadi lebih kecil.

Pada sistem ini mempunyai kebaikan/keunggulan, yaitu seluruh fluida mampu tersaring, karena melewati filter, sedangkan keburukannya, yaitu fluida yang disaring hanya yang akan masuk ke tangki, bukan yang masuk ke sistem.

## 4. Komponen Alat Berat

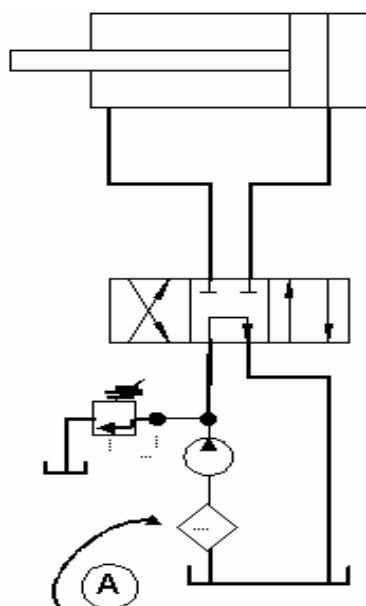
### 2. Filter saluran tekan



Pada sistem saluran tekan, filter dirangkai didepan pompa (dirangkai setelah output dari pompa) dan sebelum directional control valve, tujuan dari pemasangan ini adalah agar fluida yang akan masuk kedalam sistem hidrolik akan masuk kedalam sistem hidrolik ini benar-benar bersih, sistem ini biasanya digunakan untuk melindungi valve-valve jenis servo.

Filter ini harus mampu menahan tekanan maksimum dari sistem. Kalau tidak filter akan mengerut atau mengecil.

### 3. Filter saluran hisap



Gambar dibawah ini menunjukkan sistem rangkaian sistem filter saluran hisap, dimana filter dipasang setelah tangki dan sebelum pompa, pada sistem ini fluida yang akan terhisap oleh pompa terlebih dahulu harus melalui filter, sehingga filter akan melindungi pompa terhadap partikel-partikel fluida yang akan masuk. Kerugian pada sistem ini adalah :

- Filter tidak mudah diambil, sebab terpasang didalam reservoir.
- Terjadi penurunan tekanan yang cukup tinggi dan timbul kavitasii.
- Harganya mahal

#### 4. Komponen Alat Berat

Berikut ini adalah tabel dari jenis-jenis filter dan contoh penggunaan filter, serta kemampuan penyaringan filter.

Tabel 8 Ukuran Partikel yang dapat disaring oleh Filter

Medium	Fluida				Gas	
	RO Reverse Osmosis	UF Ultra-Filtration	MF Micro Filtration	FF to GF Fine filtration to rough filtration	MFG Micro filtration	FFG Fine Filtration to rough filtration
Proses filtrasi						
Filterfeinheit	0 to 0.001 um	0.001 to 0.1 um	0.1 to 3.0 um	3 to 1000 um	0.1 to 3.0 um	3 to 1000 um
Berat Molekul	up to approx. 1000	up to 1000000	-	-	-	-
Penggunaan	Menghilangkan zat yang larut dalam fluida (con.: garam)	Menghilangkan partikel dan koloida terkecil dari fluida	Menghilangkan partikel-partikel dari dalam fluida	Menghilangkan partikel-partikel dari dalam fluida	menghilangkan partikel-partikel dari gas	Menghilangkan partikel-partikel dari gas
Medium	Fluida				Gas	
Aplikasi	Desalinasi air laut menghilangkan logam-logam berat	Lingkungan pemisahan molekul dan emulsi besar, con. Pemisahan air-minyak	Teknologi semi konduktor, industri farmasi, industri makanan	Penyiapan air, hidrolik teknologi, pelumasan, filtrasi, keamanan dan cara kerja.	Teknologi semi konduktor, industri farmasi, ventilasi ruangan yang steril	ventilasi ruangan, ventilasi tangki hidrolik, ventilasi komputer, ventilasi kendaraan
Filter Medium	Membran	Membrane	Membrane	Depth filter, surface filter	Membran	Depth filter, surface filter
Jenis	pipa membran, membran datar	membran pipa, membran datar, membran capillary	membrane pipa membrane datar	Bahan-bahan dengan serat organik, mata jala kawat, pipa terbelah, centrifuge, cyclone.	membran pipa membran datar	Zat-zat dengan serat organik + inorganik, mata jala besi, cyclone

## 4. Komponen Alat Berat

**Tabel 9 Penggunaan Filter**

Medium	Fluida					
Fungsi utama Medium	Transfer kekuatan		Pengurangan daya tahan friksi		Transfer temperatur	Pembersihan komponen-komponen
Jenis-jenis Medium	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minyak hidrolik</li> <li>Fluida tahan api</li> <li>air</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Minyak Hidrolik</li> <li>Minyak pelumas</li> <li>Gemuk</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>minyak termal</li> <li>minyak mesin yang dingin</li> <li>air</li> <li>minyak hidrolik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>minyak mesin</li> <li>emulsi air-minyak</li> <li>pembersih dingin</li> </ul>
Jenis-jenis Sistem	<ul style="list-style-type: none"> <li>sistem hidrolik</li> <li>sistem yang tidak bergerak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistem yang bergerak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sistem Pelumas</li> <li>pelumas sirkulasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hilangnya sirkulasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sistem pendingin</li> <li>transfer panas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>pembersih sistem</li> </ul>
Contoh	<ul style="list-style-type: none"> <li>peralatan mesin</li> <li>Foundries</li> <li>Industri berat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peralatan konstruksi</li> <li>peralatan komunal</li> <li>pembuatan kapal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>roda gigi</li> <li>sealer</li> <li>loader</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sistem single line</li> <li>sistem multi line</li> <li>peralatan mesin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>smelting plastik</li> <li>kalender</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tes rig</li> <li>pendinginan alat-alat</li> <li>pembersihan alat-alat</li> </ul>
Kriteria untuk filter	<ul style="list-style-type: none"> <li>jarak yang sempit diantara bagian yang bergerak.</li> <li>Volume tangki yang besar</li> <li>Filtrasi yang baik diperlukan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>jarak yang sempit diantara bagian yang bergerak</li> <li>Volume tangki yang kecil</li> <li>filtrasi rata-rata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tingkat penggunaan yang tinggi</li> <li>filtrasi yang kasar biasanya cukup</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>jarak yang sempit diantara bagian-bagian yang bergerak</li> <li>filtrasi rata-rata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menghilangkan sisa-sisa karbon memerlukan filtrasi yang baik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>menghindari kontaminasi dengan komponen-komponen yang baru diproses</li> <li>filtrasi yang kasar</li> </ul>
Ukuran filter	3 to 20 um	6 to 30 um	10 to 100 um	10 to 30 um	3 to 20 um	3 to 100 um

## 4. Komponen Alat Berat

Tabel 10 Penggunaan Filter (fluida gas)

Medium yang di filter	Gas	
Fungsi utama medium	Proses	Ventilasi
Jenis medium	udara	Udara
Jenis Sistem	<ul style="list-style-type: none"><li>• penyedotan udara</li><li>• sistem untuk menghilangkan debu</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• teknologi ruangan bersih</li><li>• AC</li></ul>
contoh	<ul style="list-style-type: none"><li>• penyedotan udara dari mesin pembakaran, penutup dan sistem hidrolik</li><li>• udara buangan dari pabrik pembangkit daya</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• pabrik-pabrik yang berkualitas tinggi</li><li>• gedung-gedung</li></ul>
kriteria filter	<ul style="list-style-type: none"><li>• melindungi piston dalam pembakar internal</li><li>• melindungi lingkungan</li><li>• memerlukan filtrasi yang baik</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ventilasi steril</li><li>• memerlukan filtrasi yang baik</li></ul>
Ukuran filter pare yang diperlukan	1 to 10 um	0.1to 30 um

### 4.2.6. Pompa hidrolik

Fungsi pompa adalah sebagai alat untuk memindahkan fluida dari satu tempat (tangki) ke tempat lain (sistem). Pompa dan motor hidrolik adalah komponen hidrostatik. Konversi momen putar mekanik melalui tekanan kerja dan volume langkah atau sebaliknya, sama untuk semua mesin hidrostatik. Hal ini dapat dilihat pada rumus dasar untuk momen putar (tanpa denajat efisiensi).

#### 4. Komponen Alat Berat

$$M = \frac{\Delta p \cdot Vh}{2\pi}$$

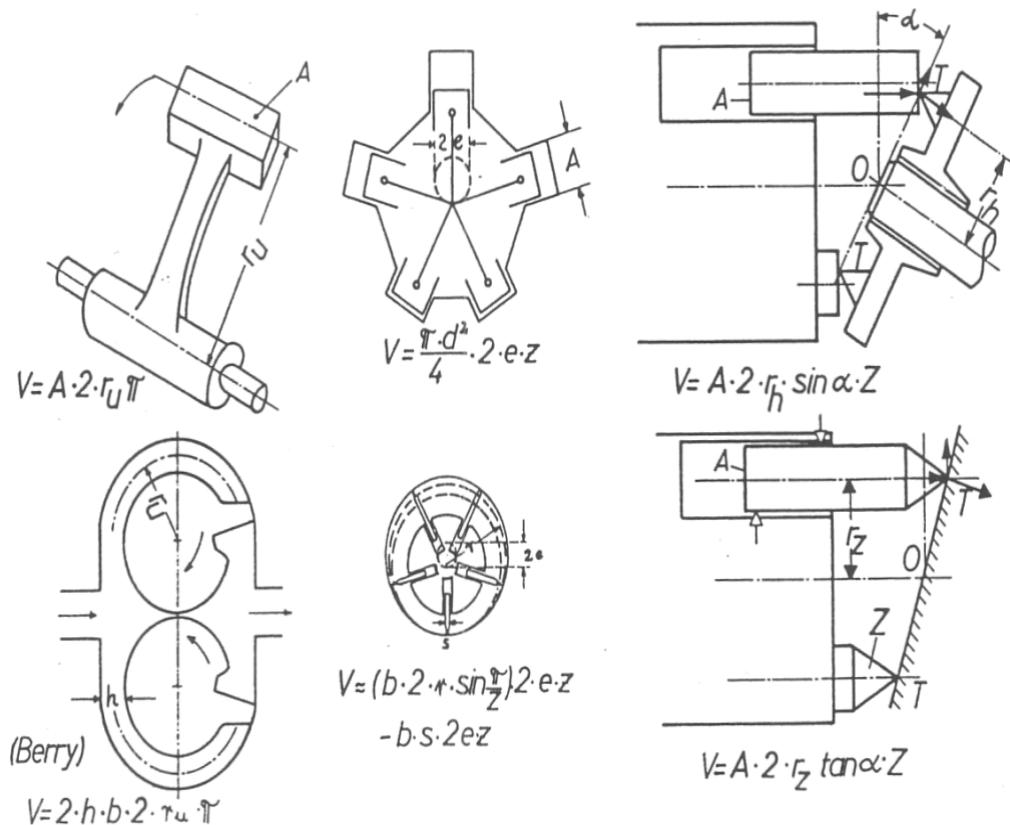
Pompa M = momen putar penggerak

Motor M = momen putar dari yang digerakkan (tanpa n)

$\Delta p$  = perbedaan tekanan antara outlet dan inlet dari pompa

Vh = volume langkah geo metnis

Untuk menghasilkan konversi tersebut ada beberapa kemungkinan yang perlu diperhatikan dari segi desain. Kemungkinan utama : (1) pembentukan volume secara umum (2) unit roda-gigi (3) unit piston radial (4) unit sudu (5) unit piston aksial dengan sumbu tertekuk (6) unit piston aksial dalam rancangan pelat miring



Gambar 4.63 Pembentukan volume pada mesin hidrostatik

## 4. Komponen Alat Berat

---

Fluida pada unit ini dipindahkan, maka unit tersebut dinamakan unit perpindahan. Unit tersebut dapat dibagi dalam 5 tipe dasar : (1) pompa roda gigi, (2) pompa sudu, (3) pompa piston radial, (4) pompa piston aksial, (5) pompa batang sekrup. Keuntungan dari transmisi daya secara hidrostatik. kalau dibandingkan dengan metoda transmisi yang lain adalah gaya berat jenis yang relatif besar. Gaya berat jenis dalam hal ini artinya sama dengan tekanan kerja.

Selain dari berbagai desain diatas, ada perbedaan yang dibuat antara lain : (1) pompa perpindahan tetap, motor perpindahan tetap, volume langkah tidak dapat dirubah. (2) Pompa perpindahan variable, motor perpindahan variable, volume langkah dapat diubah.

Pada sistem hidrolik, pompa bekerja untuk menciptakan aliran fluida (untuk memindahkan volume fluida) dan memberikan gaya yang dibutuhkannya. Pompa menyedot fluida (biasanya dari tangki) dan mengalirkannya ke tempat keluar (outlet). Dari sana fluida memasuki sistem dan mencapai *actuator/user* (dalam hal ini berupa piston) dengan menggunakan elemen pengendali tersendiri. User akan memberikan tahanan pada fluida, sebagai contoh piston dari silinder langkah yang menentukan beban. Karena taliannya ini, terjadi peningkatan tekanan pada fluida hingga cukup tinggi guna mengatasi gaya-gaya tahanan. Tekanan pada sistem hidrolik tidak diciptakan oleh pompa hidrolik, namun terjadi dengan sendirinya karena adanya tahanan yang berlawanan dengan arah aliran. Tinggi tekan fluida dapat juga dilihat sebagai batang penghubung fluida dimana pompa memberikan gaya yang diperlukan.

### **Pompa roda gigi**

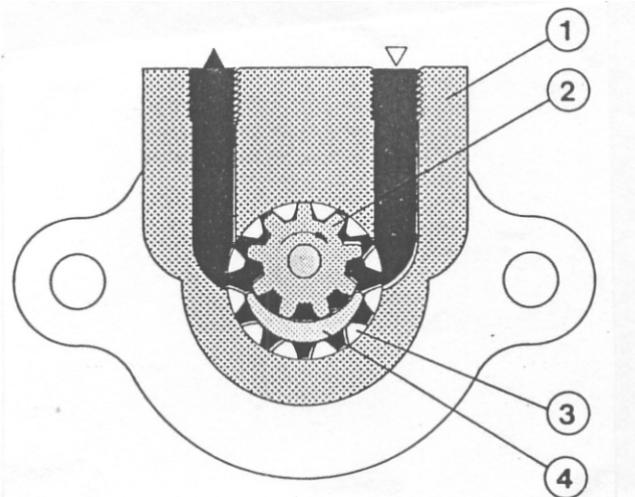
Pompa roda gigi adalah jenis pompa perpindahan tetap. Pompa roda gigi dapat dibagi : (1) pompa roda gigi dengan roda gigi di dalam (gambar 26), dan (2) pompa roda gigi dengan roda gigi luar (gambar 27).

#### **Pompa roda gigi dengan roda gigi di dalam.**

Bagian utama adalah sebuah numah (1) dimana terdapat sepasang roda gigi yang bergerak (sedemikian rupa dengan longgar dalam arah aksial dan radial sehingga unit tersebut praktis terendam minyak. Bagian penghisap (segitiga putih) dihubungkan dengan tangki, bagian penekan (segitiga hitam) dihubungkan dengan sistem hidrolik. Roda gigi dalam (2), bergerak sesuai arah panah dan menggerakkan roda gigi luar (3) pada arah yang sama. Putaran ini menyebabkan roda gigi terpisah sehingga rongga gigi menjadi bebas. Akibatnya terjadi tekanan negatif pada pompa sedangkan fluida pada tangki mempunyai tekanan atmosfer, sehingga fluida mengalir dari tangki ke

#### 4. Komponen Alat Berat

pompa. Proses ini biasanya disebut "hisapan pompa". Fluida mengisi ruang-ruang roda gigi, sehingga membentuk ruang tertutup dengan rumah dan elemen berbentuk sabit 4 selama gerakan selanjutnya lalu di dorong ke bagian tekan (segitiga hitam) Roda gigi lalu saling rapat lagi dan mendorong fluida dan ruang-ruang roda gigi. Kedua roda gigi yang saling bersentuhan satu sama lain mencegah berbaliknya aliran dari ruang tekan ke ruang isap.

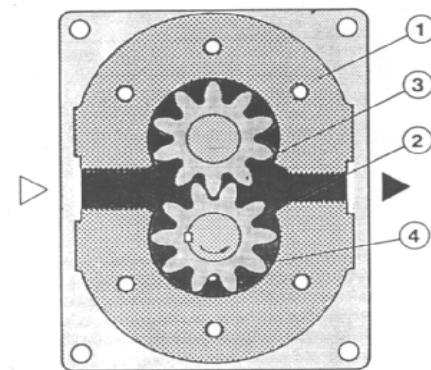


Gambar 4.64 Pompa roda gigi dalam

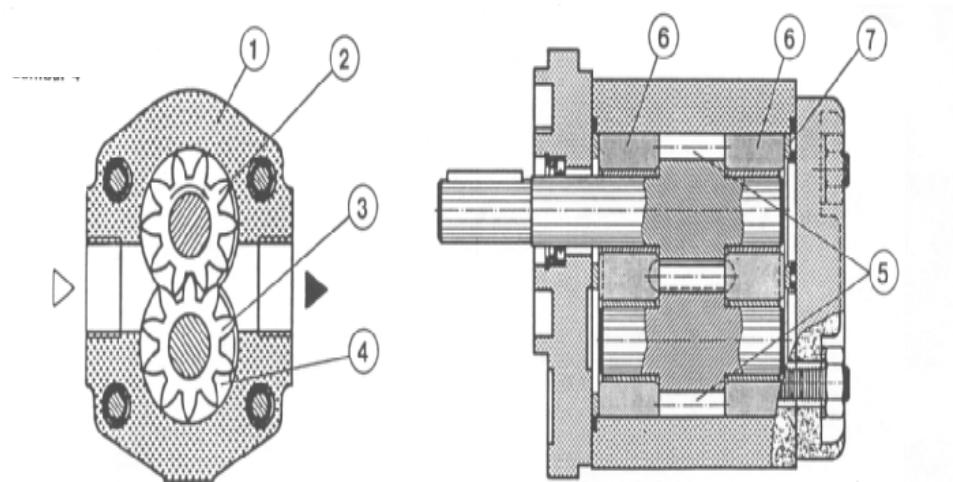
#### Pompa roda gigi dengan roda gigi luar

Pada kasus ini dua buah roda gigi luar akan saling kontak. Roda gigi 2 digerakkan sesuai panah dan menyebabkan roda gigi 3 bergerak berlawanan. Proses penghisapan yang terjadi sama dengan jenis pompa roda gigi dalam seperti yang dijelaskan terdahulu. Fluida dalam ruang roda gigi 4 didesak keluar dan keluar dari celah roda gigi pada sisi tekan. Dari gambar potongan dengan mudah dapat dilihat roda gigi menutup celah-celahnya sebelum bagian tersebut benar benar kosong. Tanpa mengurangi beban pada ruang-ruang yang tersisa, tekanan yang sangat tinggi dapat terjadi yang akan menyebabkan getaran keras pada pompa. Untuk itu dipasang lubang pengurang beban pada tempat ini yang terletak di samping blok-blok bantalan. Akibat tekanan tinggi, maka terbentuk fluida mampat yang masuk ke ruang tekan. Catatan yang dianggap penting adalah toleransi kelonggaran samping antara roda gigi 5 dan blok bantalan 6. Gambar 4.65

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.65 Pompa roda gigi dengan roda gigi luar



Gambnar 4.66 Konstruksi pompa roda gigi dengan gigi luar (2 pandangan)

Jika toleransi kelonggaran terlalu rendah berakibat friksi rendah kebocoran tinggi. Jika toleransi kelonggaran terlalu tinggi berakibat : friksi tinggi kebocoran rendah. Jika toleransi kelonggaran dirancang sebagai celah yang tetap maka kebocoran meningkat sebanding dengan keausan. Volume yang hilang juga bertambah dengan bertambahnya tekanan kerja. Rancangan pompa ini juga menggabungkan suatu keseimbangan bantalan hidrostatik. Blok-blok bantalan didorong ke arah roda gigi oleh bubungan 7 yang dipengaruhi oleh tekanan sistem. Disini toleransi kelonggaran secara

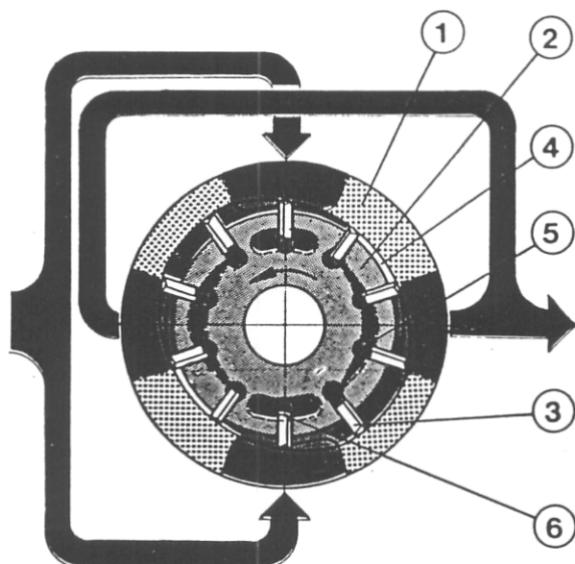
## 4. Komponen Alat Berat

otomatis menyesuaikan diri dengan tekanan sistem. Sehingga dihasilkan tingkat efisiensi yang cukup baik yang tidak tergantung pada kecepatan dan tekanan.

### Pompa sudu

#### Pompa sudu dengan volume perpindahan tetap

Pompa sudu terutama terdiri dari rumah, bubungan 1 dan rotor 2 dengan sudu-sudu 3. Bubungan 1 mempunyai permukaan gerak bagian dalam yang didisain dengan membuat eksentrisitas ganda. Rotor merupakan bagian penggerak. Sedangkan pada sekelilingnya dua sudu 3 (sudu ganda) yang dapat ditekan satu sama lain, ditempatkan pada alur-alur yang diatur secara radial.



Gambar 4.67 Konstruksi pompa sudu

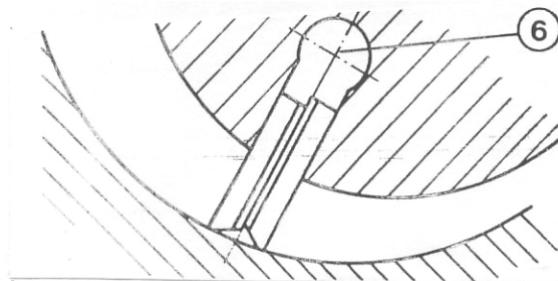
Ketika rotor diputar, gaya sentrifugal dan tekanan sistem di belakang sudu akan menekan sudu yang bergerak radial keluar. Sudu-sudu tersebut dengan tepi luarnya terletak pada daerah gerakan dalam dari bubungan. Ruang-ruang (ruang ruang transport) dibentuk oleh 2 pasang sudu, rotor, bubungan dan cakram-cakram pengontrol yang dirangkai pada sisi.

Pengisian (sisi isap) dan pengaliran (sisi tekan) fluida dilakukan dengan menggunakan cakram-cakram pengendali (tidak ditunjukkan). Untuk mempermudah pengertian suplai luar dan pengaliran ditunjukkan dengan gambar 29. Untuk prosedur pengaliran rotor digerakkan sesuai panah. Dekat dengan jatur (atas dan bawah) sudu-sudu 4 masih terlalu kecil. Dengan

#### 4. Komponen Alat Berat

putaran selanjutnya sudu-sudu akan terisi penuh dengan minyak. Ketika sudu-sudu sudah mencapai ukuran maksimum (Jarak terbesar dari ruang gerak dalam ke titik pusat rotor). maka dipisahkan dari sisi tekan dengan menggunakan cakram-cakram pengontrol. Kernudian dihubungkan dengan sisi yang bertekanan.

Sudu-sudu tersebut didorong ke dalam alur mengikuti bentuk kurva bubungan. Volume sudu sekali lagi berkurang. Sehingga fluida terdorong ke lubang tekan. Karena kurva bubungan mempunyai eksentrisitas ganda, maka setiap sudu akan mengalami dua kali proses pengaliran pada setiap putaran. Pada waktu yang sama dua ruang isap dan dua ruang tekanan terletak berlawanan, karena poros penggerak bebas beban secara hidrolik. Tekanan diterapkan ke belakang sudu 5. Dengan denikian penyekatan yang lebih baik dapat dicapai selain bagian penyekat ganda Walaupun demikian, karena geseran tidak dapat meningkat banyak, kedua sudu pada alur rotor mempunyai ruang yang terletak berlawanan. Gambar 30.



Gambar 4.68 Penyekatan pada ruang sudu

#### Klasifikasi Pompa pada alat berat.

Pompa pada garis besarnya dapat diklasifikasi sebagai berikut:

1. *Positive Displacement Type* : pompa yang bekerja pada *pressure* tertentu, *flow* yang dihasilkan bias konstan, *internal leakage* kecil, putaran naik, maka *flownya* pun naik. Contoh-contoh dari pompa ini antara lain *plunger pump*, *Gear pump*, *Vane Pump*, *Trochoid pump*.
2. *Non Positive Pump Displacement Type* : pompa yang bekerja selain seperti tipe pertama. Contohnya : *centrifugal pump*, *propeller pump*. Pada modul ini hanya dibahas tentang pompa *displacement type*, sedangkan untuk jenis yang lain dapat dipelajari dari referensi lain.

*Positive Displacement type*, ciri-cirinya :

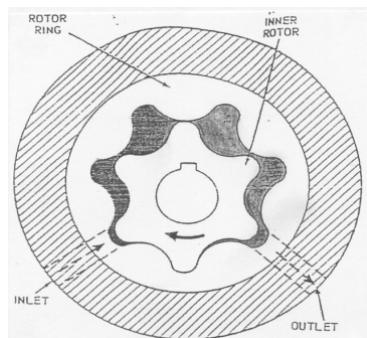
- pompa ini bekerja pada *pressure/tekanan* tertentu
- *flow* yang dihasilkan bias konstan
- *internal leakage* (kebocoran) kecil
- apabila putaran anaik, *flownya* pun naik

## 4. Komponen Alat Berat

Ada dua tipe yang sering kita jumpai dan luas aplikasinya, yakni : (1). *Internal Gear Pump* dan (2) *External Gear Pump*.

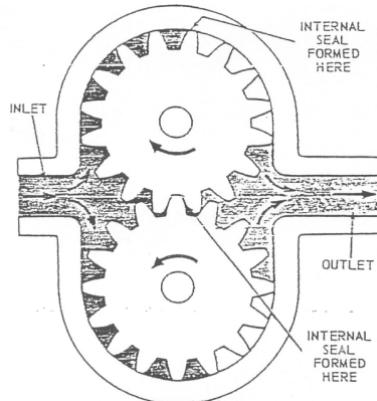
### **Internal Gear Pump:**

Pompa ini sering juga disebut pompa trocoid (*Trochoid Pump*). Contoh penggunaannya *Oil pump engine S 6 D105*, Pompa pelumas pada Hino, Hidraulik pada alat berat John Deere.



Gambar 4.69 *Internal Gear Pump* atau Pompa Trochoid

### **External Gear Pump**



Gambar 4.70 *External Gear Pump*

Secara garis besarnya *External Gear Pump* dapat dibagi menjadi 2 (dua) tipe

#### **1. Fixed Side Plate type Gear Pump**

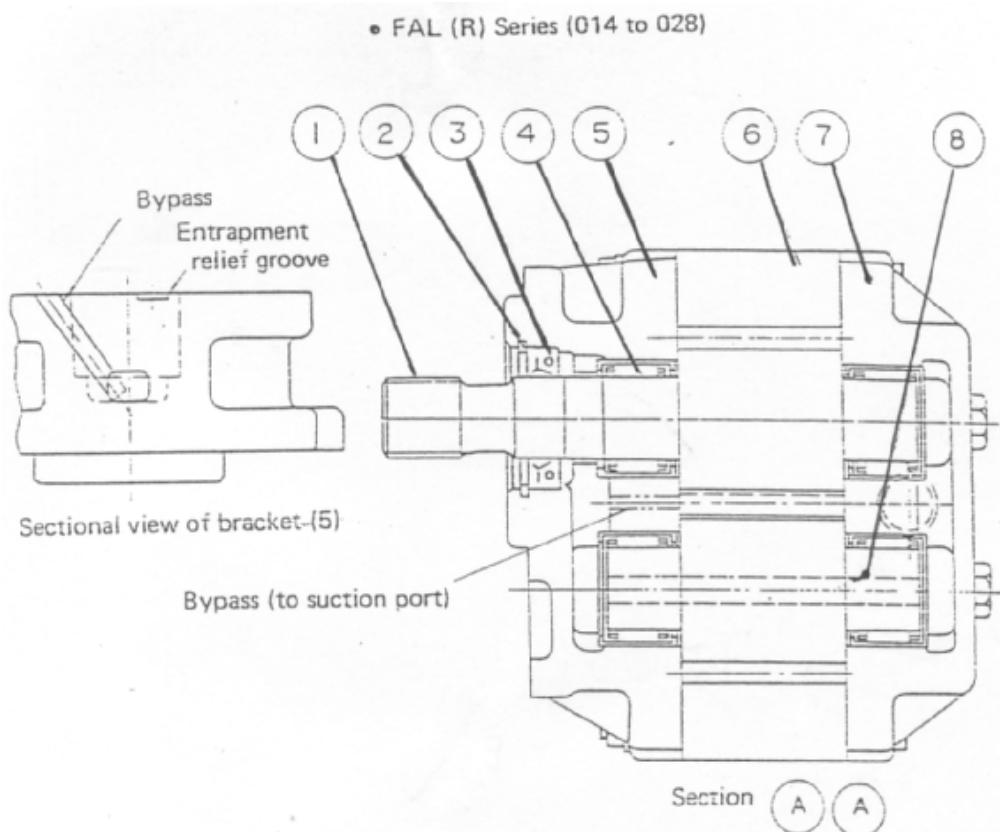
Pompa jenis ini mempunyai tekanan antara 30 Kg/cm<sup>2</sup> sampai dengan 125 kg/cm<sup>2</sup>. Tipe pompa ini ada juga yang menggunakan *side plate* yang

#### 4. Komponen Alat Berat

berfungsi untuk mengurangi *side clearance*. Komatsu menyebut pompa jenis ini dengan tipe FAL/R dan GAL/R. Mempunyai *volumetric efficiency* : ? v = 75 - 85 %. Lihat gambar 33.

##### 2. Pressure Balancing Type Gear Pump (Movable Side Plate Type Pompa)

Tipe ini oleh Komatsu distandardkan untuk *Serie Discharge Pressure* 140 kg/cm<sup>2</sup>, dan disebut dengan *PAL/R Pump*. *Volumetric efficiency*nya dapat mencapai 93 % pada maksimum Rpm dan > 88 % pada setengah *rated rpm*nya. Lihat gambar 34.



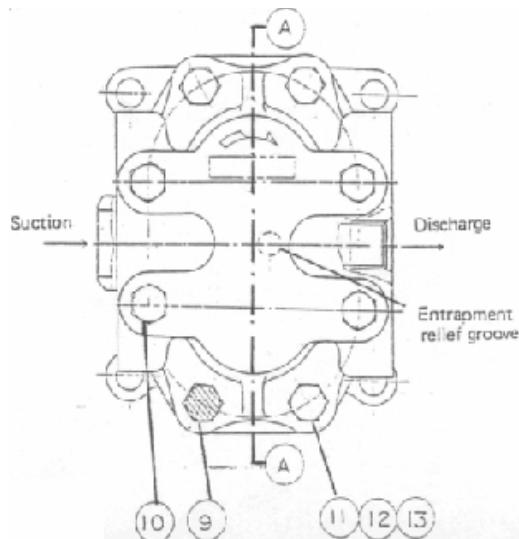
Gambar 4.71 Fixed Side Plate Type Gear Pump

#### 4. Komponen Alat Berat

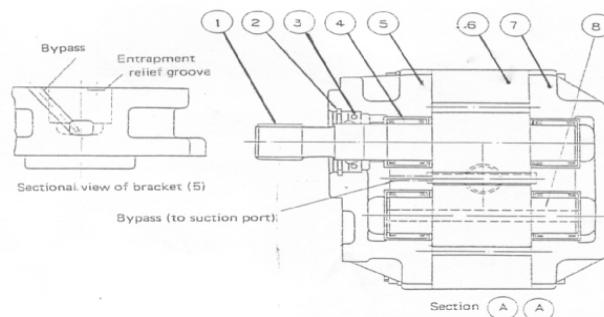
*Part name :*

1. Drive gear
2. Snap ring
3. Oil seal
4. Needle bearing
5. Bracket
6. Gear Casing
7. Cover
8. Driven Gear
9. Reamer Bolt
10. Bolt
11. Bolt
12. Nut
13. Washer

*Position to stamp pump number*

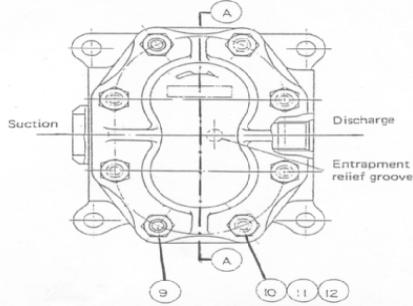


• FAL (R) Series (014 to 028)



Part name	
1.	Drive gear
2.	Snap ring
3.	Oil seal
4.	Needle bearing
5.	Bracket
6.	Gear casing
7.	Cover
8.	Driven gear
9.	Reamer bolt
10.	Bolt
11.	Bolt
12.	Nut
13.	Washer

Position to stamp pump number



Gambar 4.72 Pressure Balancing Type Gear Pump

## 4. Komponen Alat Berat

### Klasifikasi Gear Pump:

Gear pump yang dipergunakan pada unit-unit alat berat Komatsu misalnya berlainan jenisnya, karena tergantung kebutuhan unit tersebut, baik *flow*nya maupun *pressure* yang dibangkitkan. Oleh sebab itu, Gear pump tersebut dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. FAL/R type pressure..... 30 kg/cm<sup>2</sup>
2. GAL/R type pressure..... 25 kg/cm<sup>2</sup>
3. PAL/R type pressure..... 40 kg/cm<sup>2</sup>
4. KAL/R type pressure..... 175 kg/cm<sup>2</sup>
5. SAL/R type pressure..... 210 kg/cm<sup>2</sup>

### Menghitung Efisiensi Pumpa:

Untuk menghitung *Volumetric Efficiency* dan pompa dapat dipergunakan formula sebagai berikut:

$$\eta_{vp} = \frac{Q_{act}(\text{banyaknya disch arg e sec ara aktual})}{Q_{th}(\text{banyaknya disch arg e sec ara teori})} \times 100\%$$

Dimana :

$$Q_{th} = \frac{\text{Jenis pompa}}{1000} \times \text{Rpm engine}$$

*Qact* = didapatkan dari pengukuran pada *flow meter*

Sedangkan untuk menghitung daya engine yang dipakai untuk menggerakkan pompa, dapat digunakan rumus berikut:

$$N_p = P \times Q : 450 \text{ HP}$$

Dimana :

P = *pressure* yang didapatkan pada saat pengukuran, kg/cm<sup>2</sup>

Q = kapasitas pada saat *pressure* tertentu, liter/menit

450 = angka konversi untuk HP

Catatan : *Flow meter* adalah suatu alat yang dipakai untuk mengukur aliran dari suatu pompa. Gambar 35, 36, dan 37 contoh gambar-gambar gear pump.

#### 4. Komponen Alat Berat

Direction of assembling PAL, R 014 to 025 (series 1)

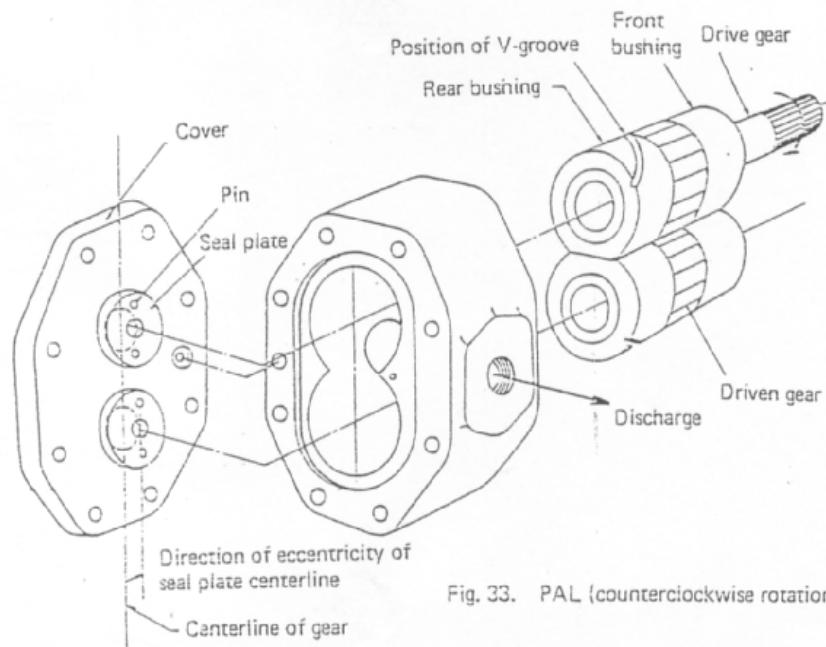
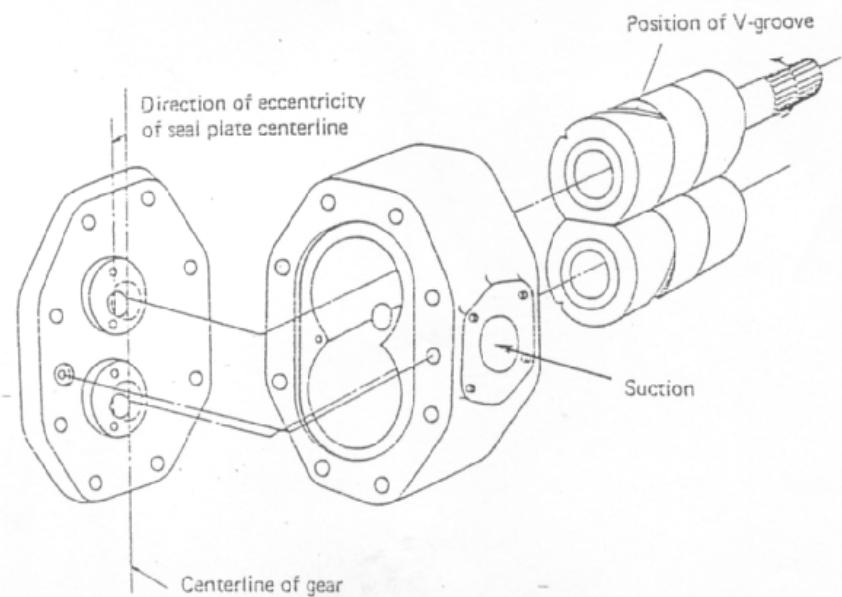


Fig. 33. PAL (counterclockwise rotation).



Gambar 4.73 Gear Pump tipe PAL, R014 – 025 secara Asembly Drawing

#### 4. Komponen Alat Berat

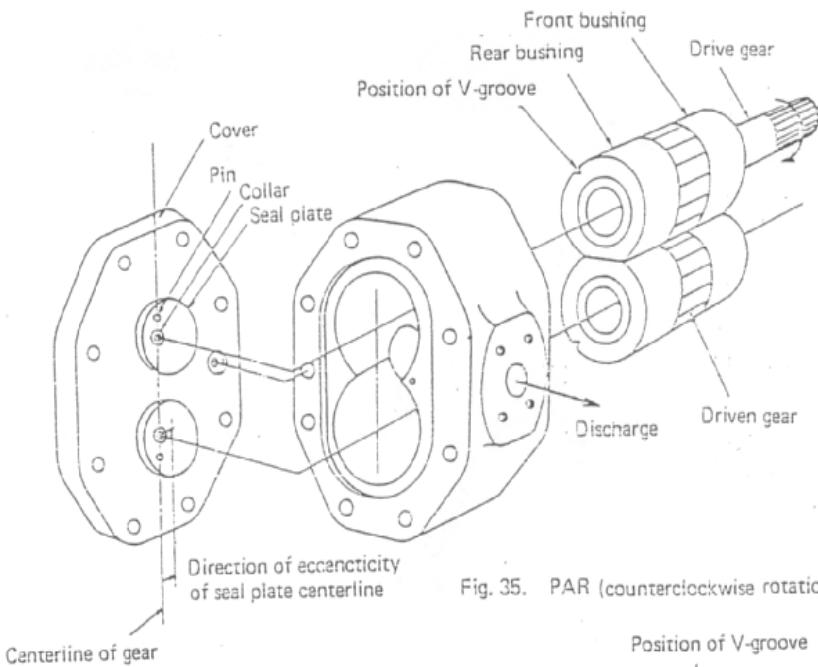
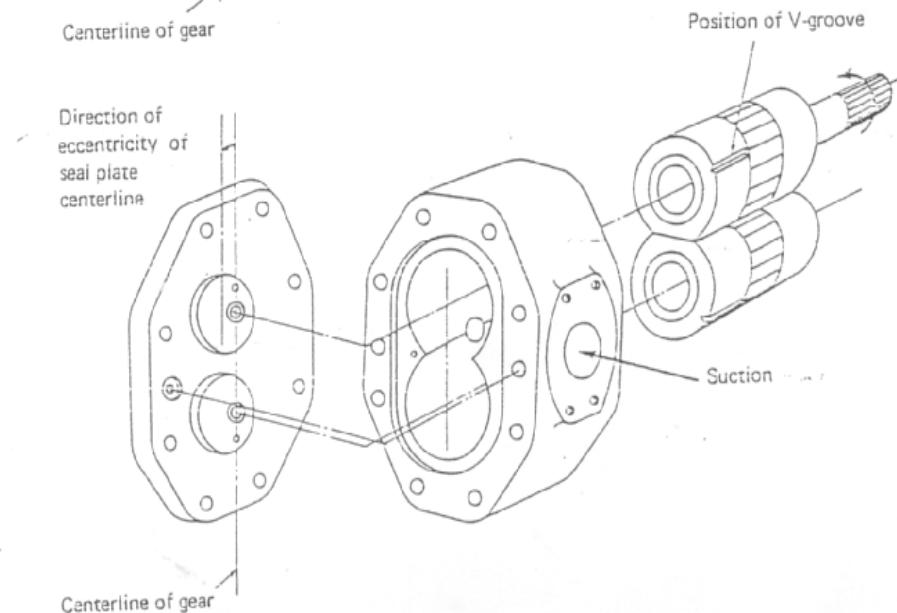


Fig. 35. PAR (counterclockwise rotation)

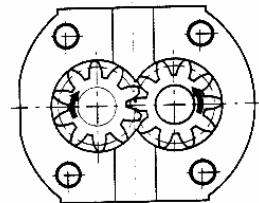


Gambar 4.74 Gear Pump type PAL, R028 – 0250 secara Assembly Drawing

## 4. Komponen Alat Berat

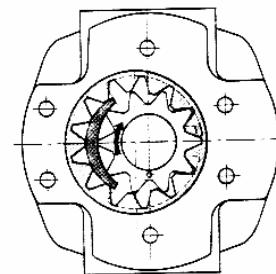
### Turbin roda gigi eksternal

Volume dihasilkan antara roda gigi dan tempat housing



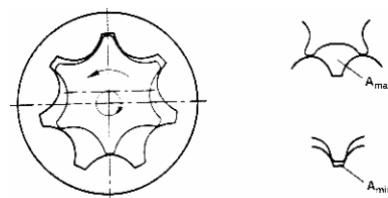
### Turbin roda gigi Internal

Volume dihasilkan antara roda gigi, tempat housing dan elemen penutup.



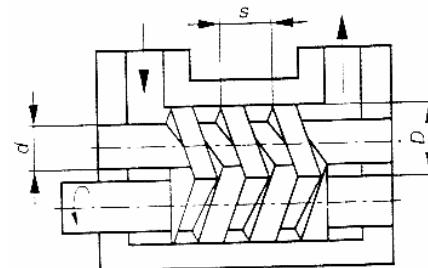
### Cincin roda gigi

Rotor memiliki satu roda gigi lebih sedikit dibanding stator internal. Rotor bergerak mengelilingi roda gigi.



### Screw Pump

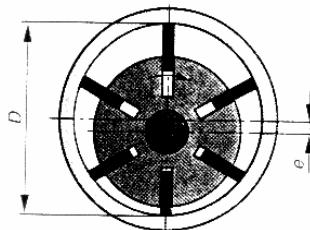
Displacement chamber terbentuk diantara benang-benang dan tempat housing



## 4. Komponen Alat Berat

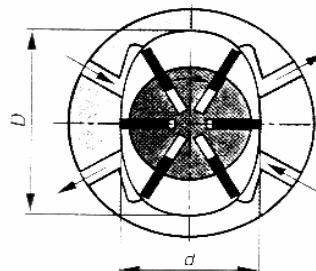
### Vane pump chamber tunggal

Volume dihasilkan antara circular stator, rotor dan Vane (sayap sekrup).



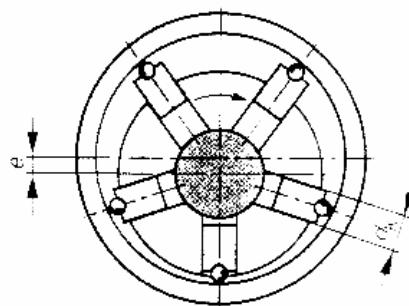
### Vane pump chamber Ganda

Karena bentuk stator ganda, maka terjadi dua kali perpindahan dalam satu perputaran.



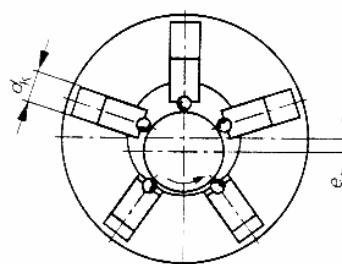
### Pompa Radial Piston dengan Eksentrik silinder blok

Torak berputar didalam eksternal ring. Huruf eksentrik “e” menentukan besarnya langkah torak.



### Pompa Radial Piston dengan sumbu Eksentrik

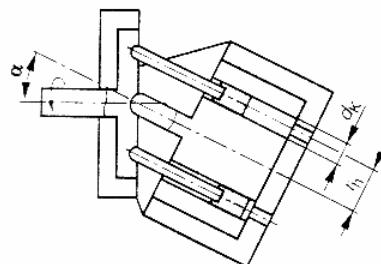
Sumbu eksentrik yang berputar menyebabkan bergeraknya torak isolasi



## 4. Komponen Alat Berat

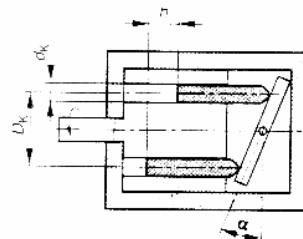
### Pompa Piston Aksial pada rancangan bent axis

Sumbu eksentrik yang berputar menyebabkan bergeraknya torak isolasi

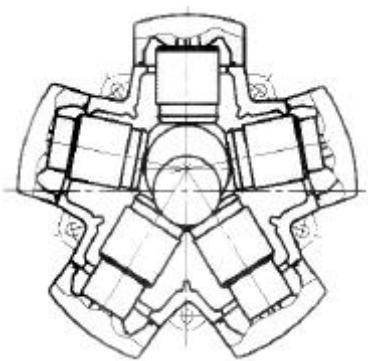


### Pompa Piston Aksial pada rancangan bent axis

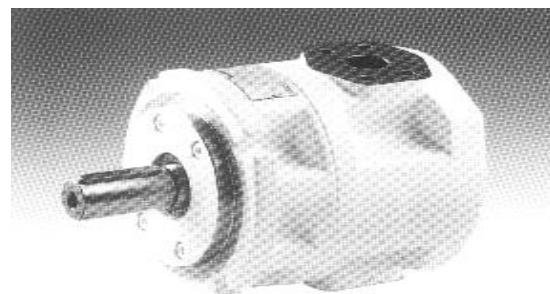
Torak ditopang oleh sebuah swashplate. Sudut kemiringan swashplate menentukan besarnya langkah torak.



Jika rumus untuk volume pemindahan ( $V$ ) diselesaikan untuk luas penampang ( $A$ ) dan digabungkan kedalam rumus, untuk momen torsi ( $T$ ) dapat dinyatakan sebagai



Gambar 1.1  
Radial piston motor dengan internal eccenter



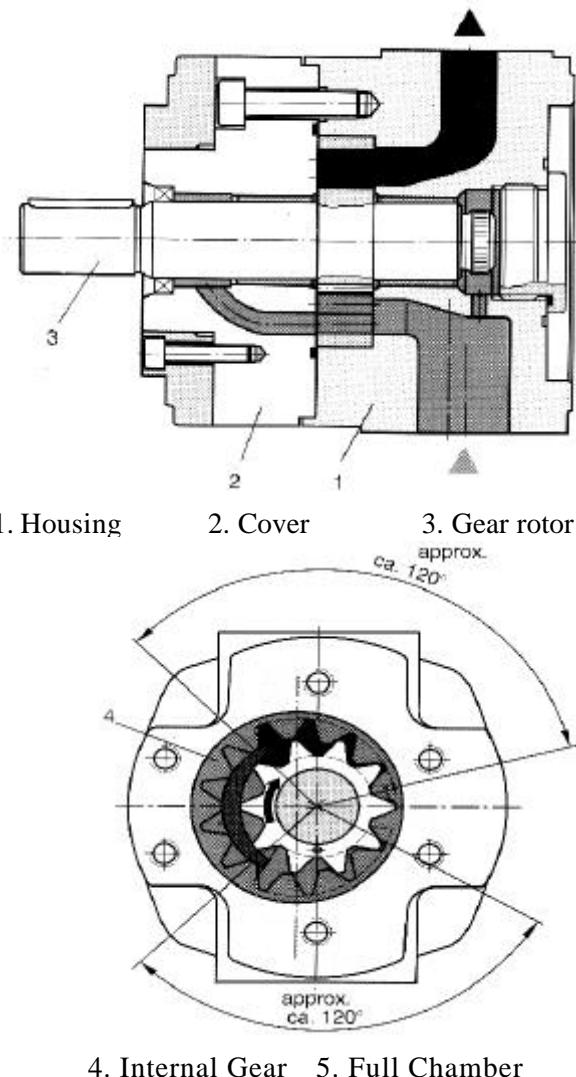
Gambar 1.2  
Internal gear pump GU

Gambar 4.75Pompa internal gear

#### 4. Komponen Alat Berat

*Internal Gear pump*

Roda gigi luar

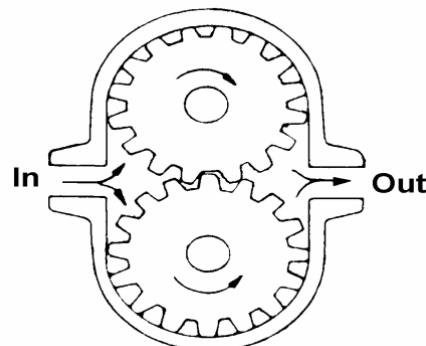


Gambar 4.76 Pimpa External gear

Strukturnya sederhana dan biaya murah  
Kuat menahan deteriorisasi oli hidrolik

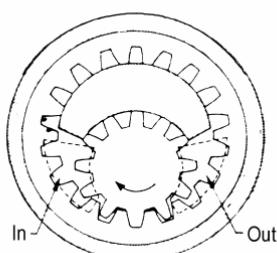
#### 4. Komponen Alat Berat

Jenis pelat yang diberi tekanan mampu mencegah kebocoran internal



Jumlah tekanan Max. (bar)	Volume aliran mL/rev	Kecepatan kerja (rpm)	Efisiensi keseluruhan efficiency (%)
200	3 ~ 350	400 ~ 2500	75 ~ 90

#### Roda gigi dalam



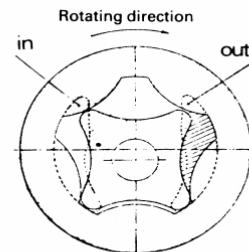
Getaran kecil  
Tingkat keausan kecil karena kecepatan relatif rendah antara roda gigi dalam dan luar.  
Strukturnya sederhana.

Jumlah tekanan Max. (bar)	Volume aliran mL/rev	Kecepatan kerja (rpm)	Efisiensi keseluruhan (%)
30 ~ 70	2 ~ 250	100 ~ 5000	70 ~ 85

## 4. Komponen Alat Berat

### Gerotor

Kompak dan ringan  
Kecepatan dan tingkat keausan relatif kecil  
Tingkat kebisingan rendah  
Tekanan permukaan gigi tinggi



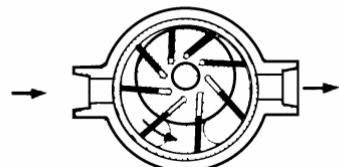
Gerotor Type Pump

Jumlah tekanan Max. (bar)	Volume aliran mL/rev	Kecepatan kerja (rpm)	Efisiensi keseluruhan (%)
30 ~ 70	2 ~250	100 ~5000	70 ~85

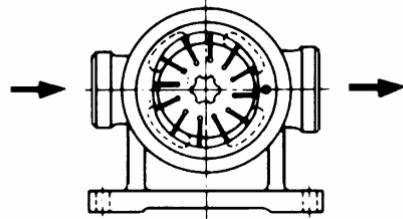
### Vane (Sudu)

Kompak dan ringan  
Sangat efisien jika dibandingkan dengan roda gigi  
Kemungkinan dari jenis displacement variabel

Unbalanced Vane Pump



Balanced Vane Pump

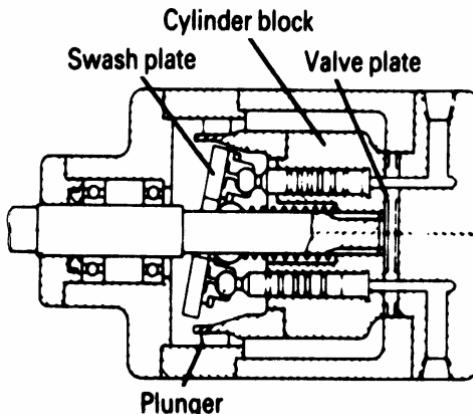


Jumlah tekanan Max. (bar)	Volume aliran mL/rev	Kecepatan kerja (rpm)	Efisiensi keseluruhan (%)
210	2-170	600-1800	70-85

## 4. Komponen Alat Berat

### Piston Aksial

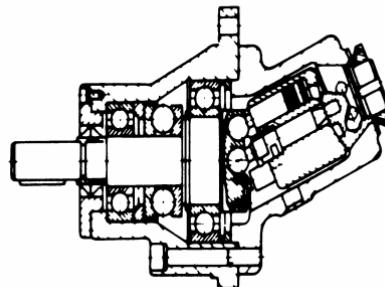
Tahan dalam melawan tekanan tinggi dan kecepatan tinggi  
Sangat efisien  
Mudah dalam mengontrol variabel (perubahan)



Jumlah tekanan Max. (bar)	Volume aliran mL/rev	Kecepatan kerja (rpm)	Efisiensi keseluruhan (%)
350	-500	300-400	80-90

### Piston Sumbu Bengkok

Tahan dalam menahan kecepatan dan tekanan tinggi  
Sangat efisien  
Mudah dalam mengontrol variabel (perubahan)

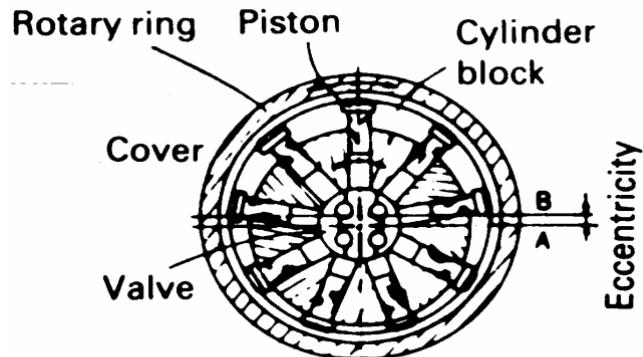


Jumlah tekanan Max. (bar)	Volume aliran mL/rev	Kecepatan kerja (rpm)	Efisiensi keseluruhan (%)
350	-500	300-400	80-90

## 4. Komponen Alat Berat

### Piston Radial

Tahan dalam menahan kecepatan dan tekanan tinggi  
Sangat efisien  
Mudah dalam mengontrol variabel (perubahan)



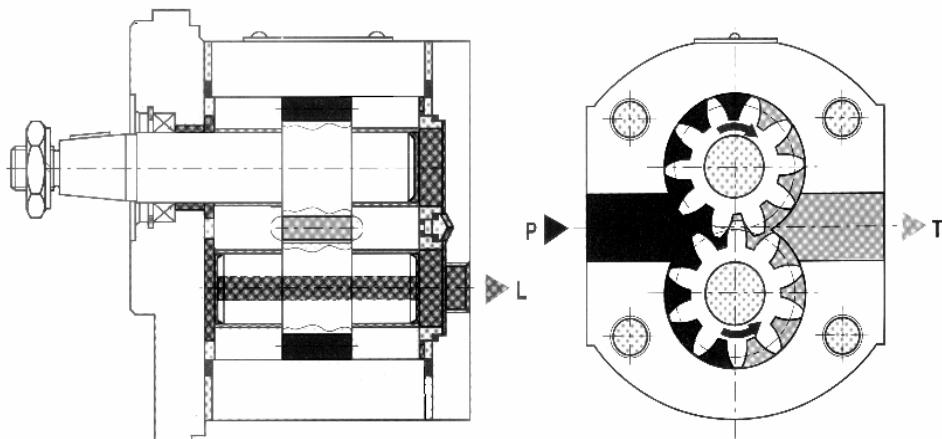
A: Center of cylinder block

B: Center of rotary ring

Jumlah tekanan Max. (bar)	Volume aliran mL/rev	Kecepatan kerja (rpm)	Efisiensi keseluruhan (%)
350	-500	300-400	80-90

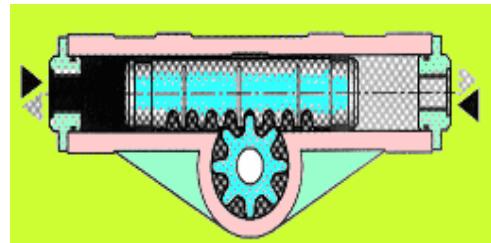
### 4.2.7. Motor hidrolik

Sedangkan penyebab dari gerakan berputar adalah motor. Gambar berikut ini adalah salah satu dari sekian banyak jenis motor.

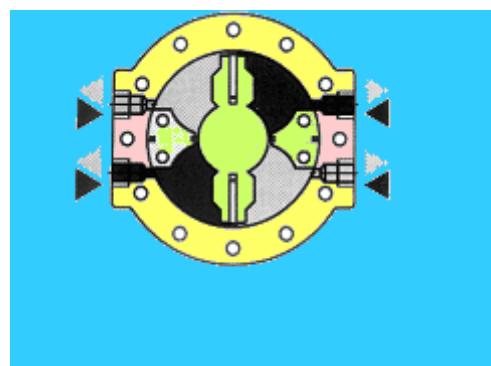


Gambar 1.7  
Gear motor, type G2

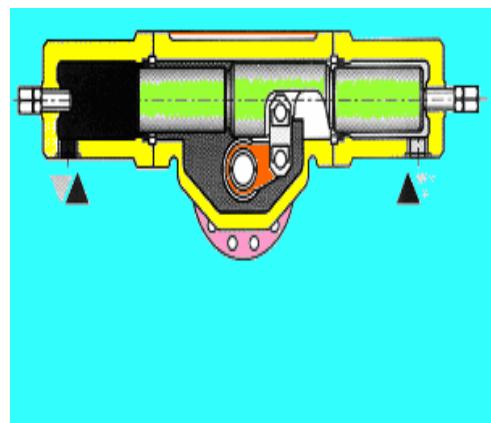
#### 4. Komponen Alat Berat



(a)



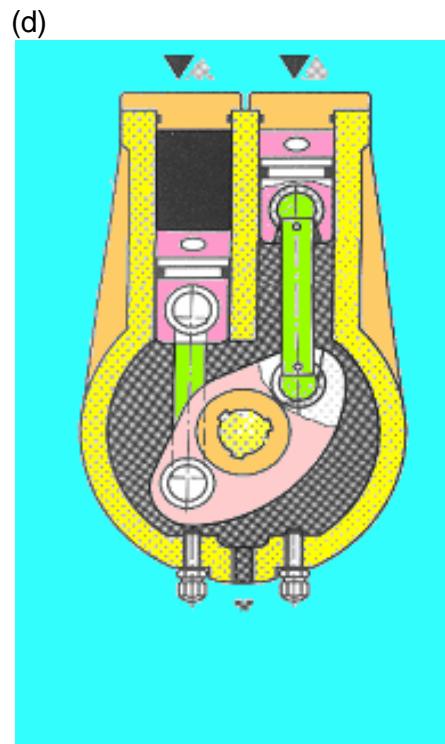
(b)



(c)

---

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.77 Beberapa jenis motor hidrolik

### 4.3. Katup-katup kontrol

Katup-katup kontrol (*control valves*) adalah alat untuk mengontrol tekanan fluida, arah aliran fluida, laju aliran rata-rata dan kecepatan aliran fluida.

#### 4.3.1. Jenis-jenis katup kontrol

##### **Katup kontrol tekanan**

Katup yang mengontrol tekanan rangkaian

##### **Katup relif**

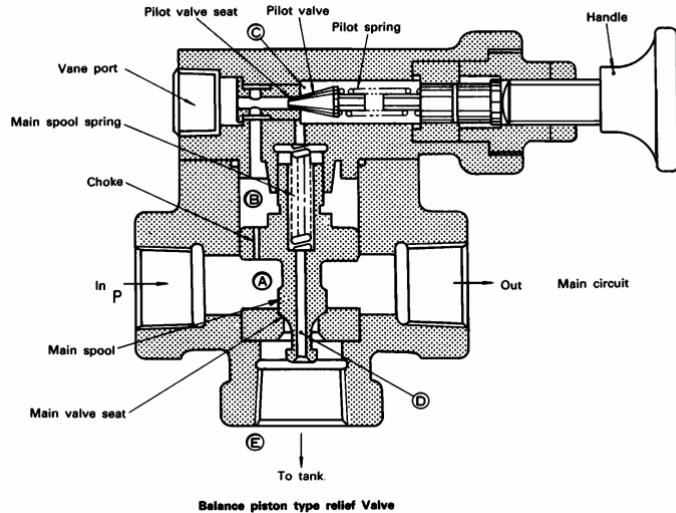
Katup yang membatasi tekanan rangkaian maksimum, mencegah bagian tekanan rangkaian menjadi tekanan dengan beban berlebihan, dan mengontrol torsi yang dibangkitkan oleh motor dan silinder hidrolik. Katup relif sederhana (operasi yang dijelaskan dalam Modul dasar-dasar hidrolik) digunakan apabila perlindungan beban berlebihan diperlukan karena katuprelif ini bereaksi untuk menambah tekanan dengan cepat. Namun demikian, katup relif memiliki tingkat override yang sangat tinggi (perbedaan antara tekanan retaknya dengan tekanan aliran penuh), oleh karena itu untuk mengontrol tekanan operasi rangkaian, maka gunakan katup yang komplek bersama dengan penyimpanan kecil dari penggunaan normal. Jenis katup relif piston yang seimbang beroperasi dengan penyimpanan yang sangat kecil.

##### **Katup relief jenis piston seimbang**

Spool utama ditekan melawan dudukan katup utama bersama dengan tekanan awal konstruksi dengan menggunakan main spool pegas. Katup pilot ditekan berlawanan dengan dudukan katup pilot melalui pegas pilot, tekanannya dapat disetel melalui handle.

Apabila aktuator dipengaruhi oleh beban dan tekanan oli pada bagian A, maka tekanan oli merubah katup pilot ke kanan setelah lewat melalui A ke choke pada bagian B. Apabila tekanan oli melebihi tekanan pegas pilot, maka katup pilot akan terbuka dan membiarkan oli mengalir melalui A dan b terus C ke D dan E. Apabila beban meningkat lagi, maka choke yang bertempat di A dan B menjadi terangkat, sehingga menimbulkan perbedaan tekanan antara A dan B. Apabila perbedaan tekanan ini melebihi gaya main spool pegas, maka spool utama akan naik, dan dudukan katup utama akan terbuka, serta membiarkan oli tekanan tinggi dalam rangkaian mengalir ke dalam tangki E. Kemudian, dicegah naiknya tekanan A.

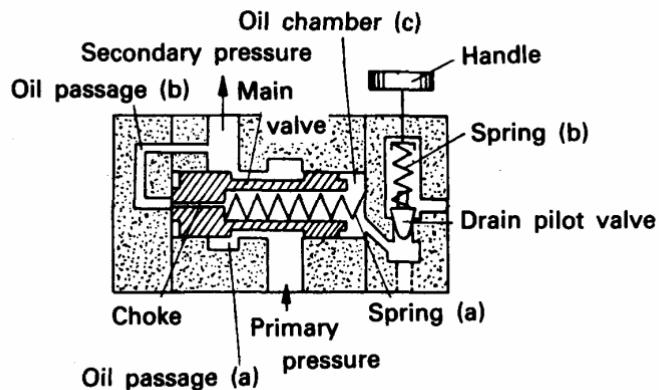
#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.78 Katup relief

#### Katup Pengurang Tekanan

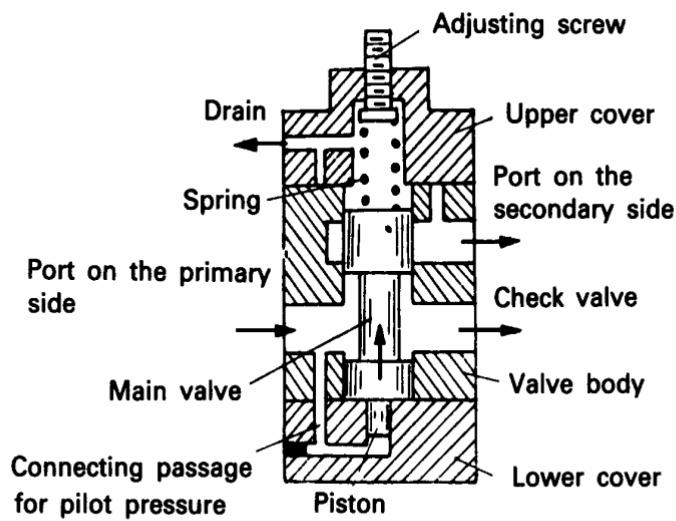
Katup ini digunakan untuk menurunkan tekanan dalam rangkaian yang lebih banyak dari rangkaian utama. Hal ini secara normal disebut katup terbuka.



Pressure Reducing Valve  
Gambar 4.79 Katup Pengurang Tekanan

**Katup rangkaian**

Katup ini digunakan untuk mengontrol fungsi aktuator hidrolik yang serangkai dengan tekanan rangkaian. Katup ini dikonstruksi sama dengan katup relif tetapi memiliki ruang pegas yang dialirkan secara terpisah ke reservoir. Katup ini juga memiliki check valve aliran balik integral. Katup ini secara normal merupakan katup tertutup.

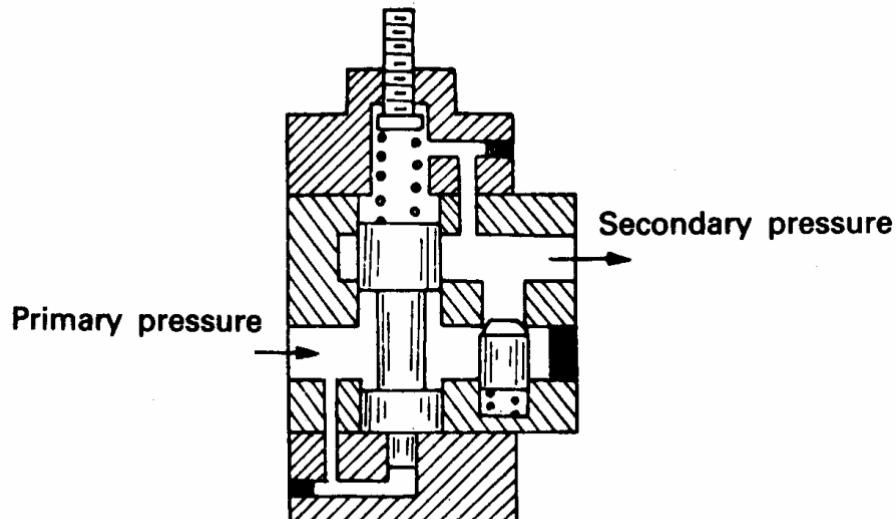


Pressure Sequence Valve

Gambar 4.80 Katup sekuen tekanan

**Katup Penyeimbang (Counter- balance)**

Katup yang mencegah jalannya aktuator jauh ke depan karena adanya beban kecepatan yang terkontrol dan terpelihara. Katup ini bekerja dengan cara memberikan resistansi untuk mengalir sampai tekanan preset tercapai. Katup penyeimbang memiliki check valve aliran balik integral.



### Counterbalance Valve

Gambar 4.81 Katup penyeimbang

#### Katup Kontrol Aliran (kontrol kecepatan)

Katup yang menghambat aliran pipa untuk mengontrol volume aliran oli supaya kecepatan motor hidrolik dan silinder dapat dikontrol pada pompa hidrolik displacement tetap digunakan.

#### Katup penghambat

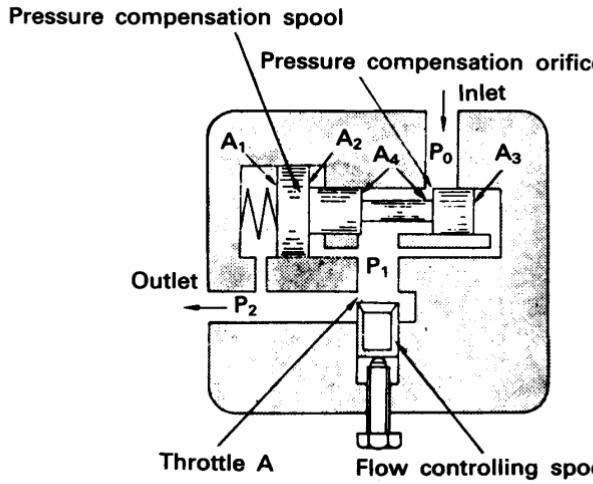
Katup yang mengontrol jumlah aliran dengan cara menghambat resistansi dalam katup, tetapi berubah sesuai perubahan tekanan sebelum dan dibelakang katup. Katup ini bisa disetel secara sederhana (katup niddle) atau hambatan tetap pada aliran (orifice).

#### Katup kontrol aliran dengan kompensasi tekanan

Katup ini memiliki mekanisme kompensasi tekanan untuk menjaga perbedaan tekanan pre-design sebelum dan di belakang katup penghambat. Dengan melakukan ini, volume aliran dapat dijaga agar tetap konstant tanpa memperhatikan fluktuasi tekanan sebelum dan di belakang katup. Design orifice kompensasi tekanan secara normal akan memberikan perubahan kekentalan yang disebabkan karena temperatur. Beberapa design mungkin

#### 4. Komponen Alat Berat

memiliki pegas yang terbuat dari bi-metal yang akan mengkompensasi perubahan temperatur.



**Flow control valve with pressure compensation**

Gambar 4.82 Katup control aliran dengan kompensasi tekanan

#### **Katup pembagi aliran**

Katup yang membagi oli yang mengalir masuk ke dua aliran hidrolik yang memiliki tekanan yang berbeda dari sumber tenaga tanpa memperhatikan tekanan alirannya. Jenis katup ini bisa digunakan untuk membagi aliran dari satu pompa hidrolik atau sumber ke dalam dua rangkaian kemudi traktor crawler. Kedua rangkaian ini bisa beroperasi, bebas dari yang lainnya.

Pada aplikasi di industri, apabila aliran harus dibagi dengan sangat akurat atau apabila aliran ini dibagi menjadi lebih dari dua aliran, maka harus ada beberapa alat pembagi aliran rotary yang dipasang dan dihubungkan dengan motor hidrolik.

#### **Katup kontrol directional**

Katup yang mengalirkan aliran oli atau menghentikan aliran supaya aktuator dapat dioperasikan ke belakang dan kemuka atau menahannya di bagian tengah, dan dioperasikan dengan tenaga eksternal (tenaga manusia, solenoid atau tenaga mekanis).

Katup directional diproduksi dengan banyak konfigurasi tergantung jumlah pintunya dan posisi operasinya tetapi katup yang umum digunakan untuk

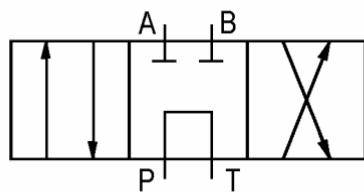
#### 4. Komponen Alat Berat

rangkaian hidrolik akan menjadi katup jenis spool 2 posisi - 4 way (2/4) atau 3 posisi - 4 way (3/4). Pada mesin pemindah tanah, katup directionalnya untuk blade, dump body, busket bisa memiliki 4 posisi (4/4), posisi depan akan memberikan float silinder penuh.

##### **Posisi center umum pada katup 4/3 way**

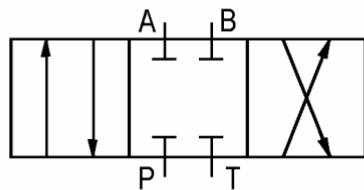
Gambar dibawah ini menunjukkan tentang katup 4/3 way dengan berbagai macam posisi tengahnya dan disertai dengan deskripsi singkat tentang metode operasinya:

##### ***Posisi tengah katup 4/3-way "resirkulasi pompa" (tandem centre).***



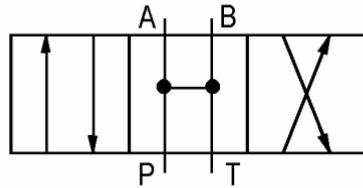
Ports P and T dihubungkan: Sehingga, pembuangan pompa hanya mungkin berlawanan dengan katup minimal dan resistansi tenaga (sirkulasi pompa = penghematan energi).

##### ***Posisi tengah katup 4/3-way "tertutup" (senter tertutup).***



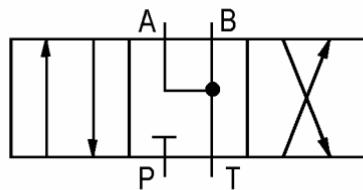
Kemapat port ini tertutup: penempatan komponen power diberikan, dimana apabila terjadi katup slide, oli yang bocor diharapkan dapat memposisikan komponen dalam jangka waktu yang lama.

##### ***Posisi tengah "H" katup 4/3-way (senter terbuka).***



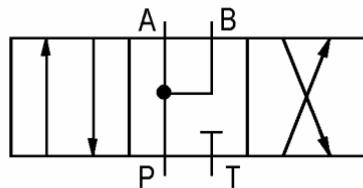
Ke empat port itu interkoneksi: Relif komponen power dan pompa hidrolik (mis. silinder dapat dirubah).

**Posisi tengah katup 4/3-way "power lines exhausted" (senter terapung).**



Port T dihubungkan ke A dan B: Selang terbuang; silinder dirubah. Tidak ada relif pompa.

**Posisi tengah katup 4/3-way "by-pass" (senter regenerasi).**

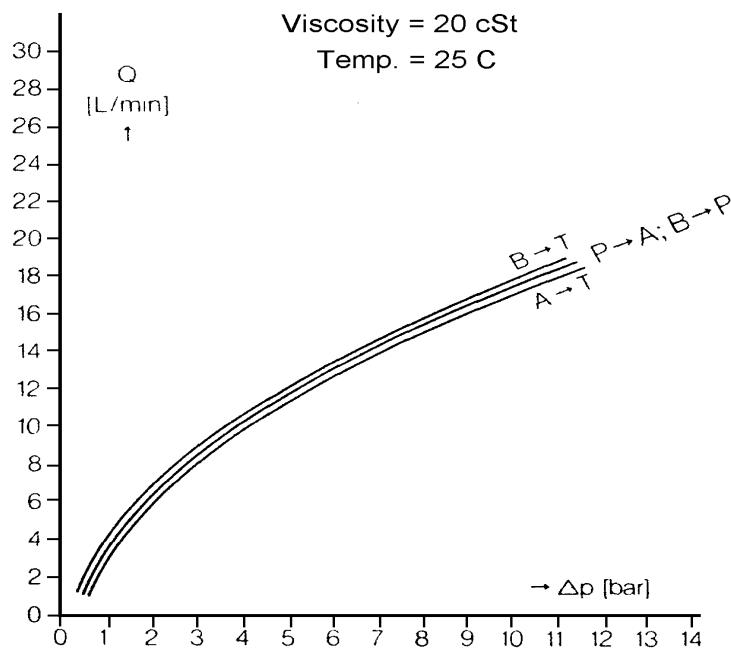


Port P terhubungkan ke A dan B: Selang diberi tekanan, mis. untuk rangkaian diferensial.

### Karakteristik Aliran untuk katup 4/3 way

Apabila cairan hidrolik lewat melalui katup kontrol directional, maka penurunan tekanan khusus bisa terjadi sebagai akibat dari sifat-sifat desainnya. Penurunan tekanan juga tergantung pada jumlah aliran dan kekentalan cairan. Rugi tekanan yang tergantung pada desainnya terjadi pada bagian piston kontrol (pada katup penghambat) dan pada ruang katup sebagai akibat dari pembalik aliran. Pada poin ini aliran berputar.

Untuk memperkecil rugi tekanan pada sistem yang besar, disarankan agar memilih katup berdasarkan karakteristik aliran. Lebih baik memilih katup dengan ukuran yang terlalu besar, kecuali yang harus berkaitan dengan rugi tekanan yang besar. Dalam waktu yang sama, keausan pada katup yang disebabkan karena cekungan itu bisa dikurangi. Katup dan pipa saluran yang lebih kecil menjadikan sistem lebih murah bagi pabrik pembuat. Namun demikian, operator harus memperkecil biaya yang lebih tinggi (konsumsi tenaga) dan mengatasi salah fungsi yang lebih banyak yang disebabkan karena keausan yang lebih awal.



Gambar 4.83 Karakteristik Katup 4/3  
Contoh dan kalkulasi diperlihatkan pada halaman berikut

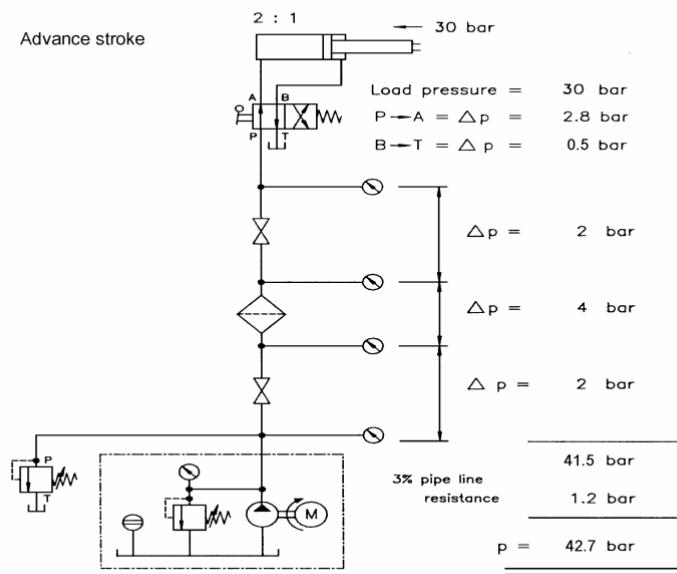
#### 4. Komponen Alat Berat

##### Contoh Rangkaian

###### Langkah Maju (Advance Stroke)

Oli yang kembali dari permukaan piston putar menyebabkan terjadinya tekanan balik pada katup kontrol directional. Sebagai akibat dari rasio area 2:1, maka dihasilkanlah kuantitas oli buangan 4 l/menit. Hal ini menghasilkan  $\Delta p$  kira-kira 1,0 bar. Dari 1,0 bar ini, hanya sisa 0,5 bar yang memperlihatkan rasio area.

Untuk langkah maju, histerisis 6 bar katup relif tekanan harus ditambahkan ke 42,7 bar yang telah dihitung supaya tekanan terbuka lebih tinggi dari pada tekanan kerja yang diperlukan. 50 bar diseleksi untuk menghilangkan resistansi yang belum diketahui yang disebabkan oleh gesekan pada silinder dan pemasangan pipa yang bengkok. Setiap komponen dalam sistem hidrolik menunjukkan adanya resistansi yang harus dipertimbangkan pada saat dilakukan kalkulasi.



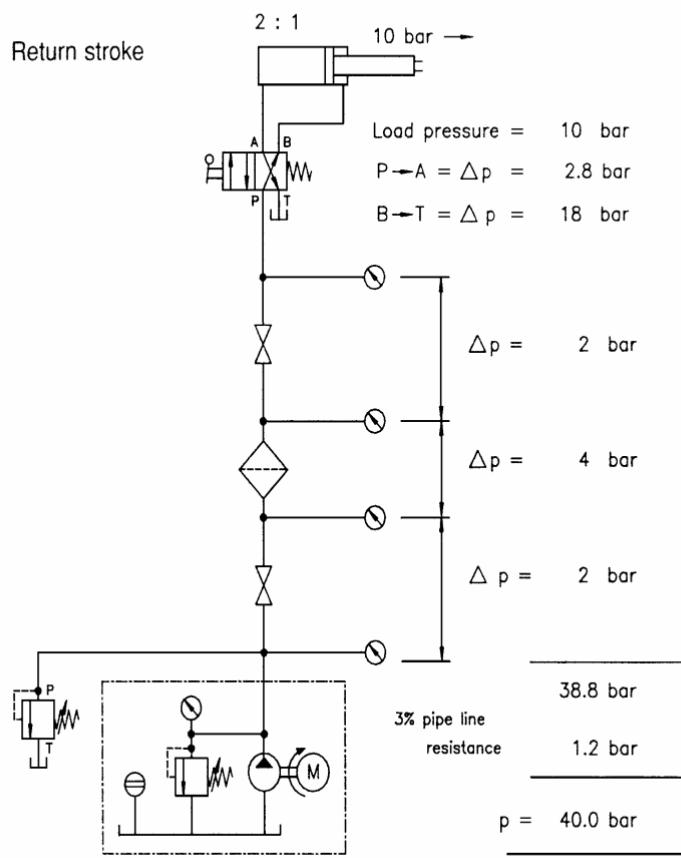
Gambar 4.84 Langkah maju piston

###### Langkah Balik

Agar resistansi dalam katup dapat dibaca dari tabel, maka pembacaan diambil dari P ke B pada diagram jumlah aliran 8 l/menit. Namun demikian,

#### 4. Komponen Alat Berat

dengan penghilangan rasio area 2:1, maka 16 L/menit akan terbuang ke piston, mis. dari A T,  $\Delta p$  terbaca 16 L/menit. Tabel dibawah ini menunjukkan bahwa hal ini menghasilkan  $\Delta p$  kira-kira 9 bar. Oleh karena itu, kondisional pada rasio area, 18 bar harus terpakai pada bagian muka piston putar untuk mengatasi ini.



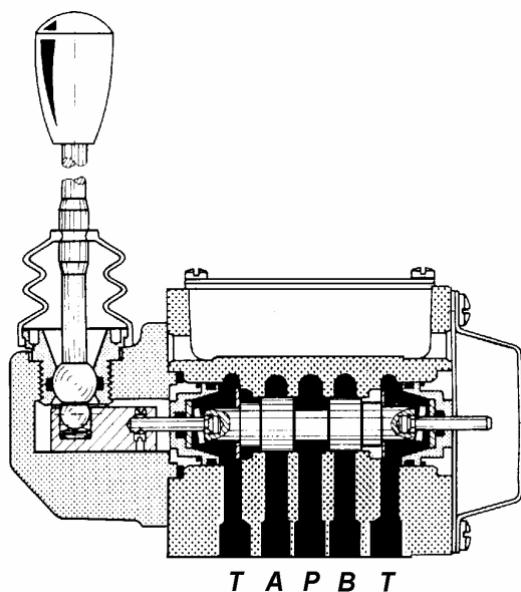
For the return stroke, a minimum pressure of 40 bar is necessary

Gambar 4.85 Langkah bali piston

#### 4.3.2. Katup Direct-Acting

Ada lima kategori aktuator:

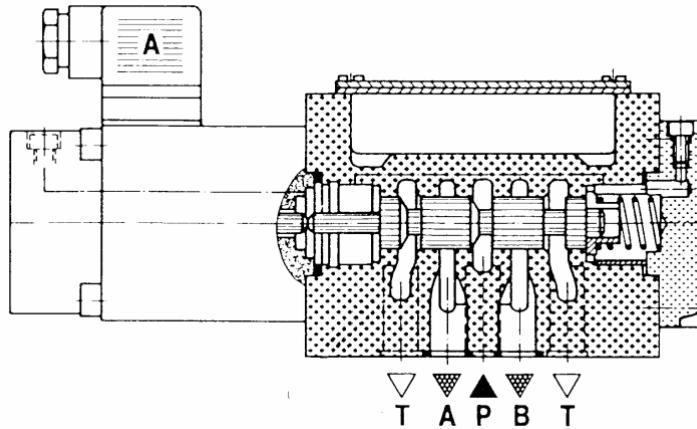
1. Aktuator manual mis. lever sederhana yang terhubungkan ke spool melalui berbagai macam sambungan.



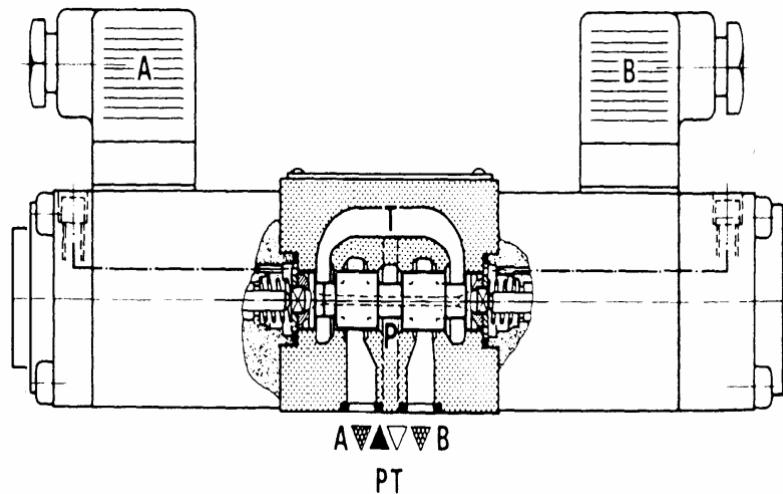
Gambar 4.86 Aktuator manual

2. Aktuator mekanis baik berupa roda ataupun torak pipa yang digerakkan oleh alat-alat mekanis mis. silinder atau cam.
3. Aktuator pneumatik yang menggunakan tekanan udara dan terpakai ke piston untuk merubah spool katup.
4. Aktuator hidrolik yang mana menggunakan aliran oli pilot untuk merubah spool katup. Aliran pilot yang mengontrol jenis katup kontrol directional ini harus dikontrol oleh katup kontrol directionalnya sendiri. Aliran bertekanan yang berasal dari katup pilot kecil diarahkan ke bagian spool besar pada saat perubahan diperlukan.
5. Aktuator listrik yang mana secara umum disebut dengan solenoid. Torak pipa solenoid yang ditarik ke dalam medan magnet, secara langsung menekan spool atau pin.

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.87 Katup dua posisi yang dioperasikan oleh solenoid tunggal



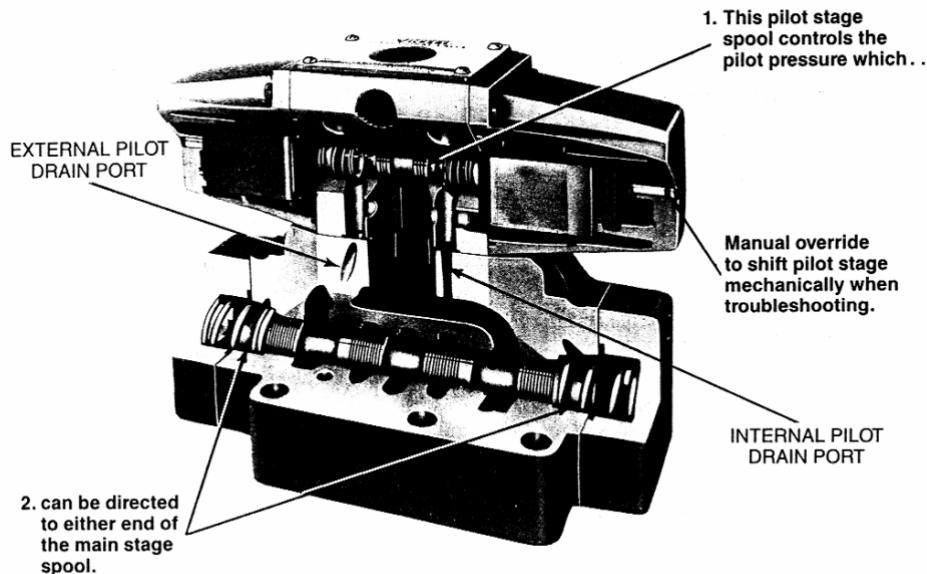
Gambar 4.88 Solenoid ganda yang dioperasikan dengan katup tiga posisi.

#### Katup Dua Tingkat

Dengan menggunakan fleksibilitas dan tenaga hidrolik, katup dua tingkat dapat mengontrol volume cairan yang besar dengan tekanan tinggi. Untuk menggunakan katup solenoid direct-acting dengan aliran yang besar dan tekanan tinggi, maka diperlukan solenoid yang sangat besar dan jumlah arus listrik yang besar pula. Bahkan aktuator pneumatik harus besar jika dihubungkan dengan katup kontrol directional. Untuk mengoperasikan katup besar, maka katup yang dioperasikan dengan solenoid yang kecil bisa

#### 4. Komponen Alat Berat

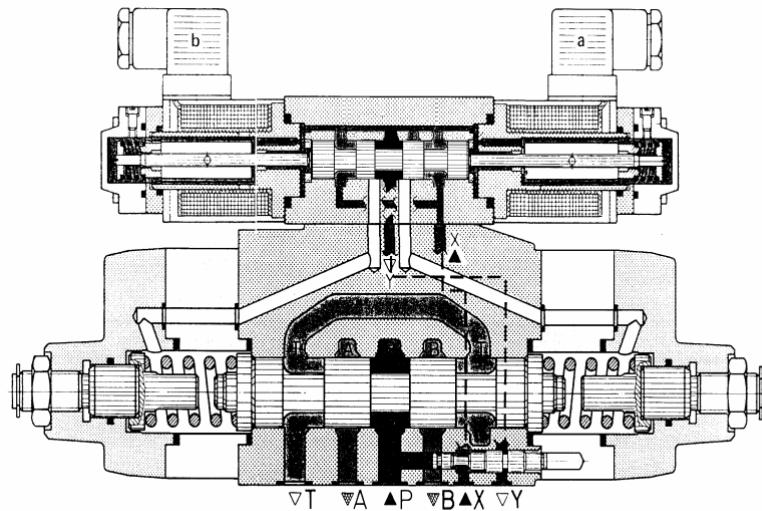
digunakan untuk mengontrol oli pilot untuk mengoperasikan spool utama. Jumlah tekanan yang diperlukan untuk merubah spool utama biasanya 75 sampai 100 psi, tetapi tekanan ini biasanya berubah-ubah tergantung konfigurasi spoolnya. Tekanan pilot secara normal disuplai melalui aliran internal yang terhubungkan ke port tekanan utama di bagian dalam katup.



Typical solenoid-controlled, pilot-operated valve.

Gambar 4.89 Katup dua tingkat

Apabila port tekanan dihubungkan ke tangki pada posisi tengah, karena terjadi tandem atau spool senter terbuka, maka check valve dengan pegas yang berat harus dipasang pada pipa katup tangki untuk menciptakan tekanan pilot. Apabila katup dua tingkat memiliki oli pilot yang secara internal dialirkan ke port tangki utama, maka check valve pada port tangki tidak akan bekerja. Dalam situasi ini, tekanan pilot akan dialirkan dari rangkaian lain.



Port "X" adalah suplai pilot eksternal

Port "Y" adalah aliran pembuangan pilot eksternal

Gambar 4.90 Katup dua tingkat dengan pengontrolan selenoid

### Posisi dua katup dan tiga katup

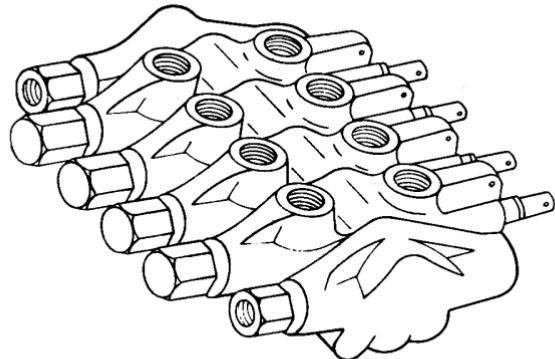
Posisi dua katup yang dioperasikan dengan aktuator tunggal dan dikembalikan melalui pegas disebut dengan *katup jenis offset pegas*.

Posisi dua katup yang dioperasikan dengan dua aktuator dimana katup akan tetap pada posisi yang lain disebut dengan *katup bi-stable*.

Posisi tiga katup akan memerlukan dua aktuator atau dua aktuator direction, contohnya adalah dua solenoid atau sebuah lever.

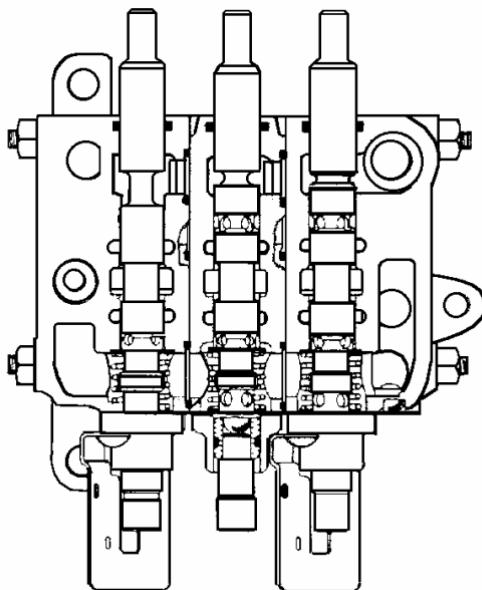
### Jenis katup kontrol multiple directional

Katup kontrol multiple directional diklasifikasikan ke dalam tiga jenis, yakni rangkaian paralel, seri dan tandem sesuai dengan model aktuator operasi.



**Appearance of multiple directional control valve**

Gambar 4.91 Katup kontrol arah ganda/paralel



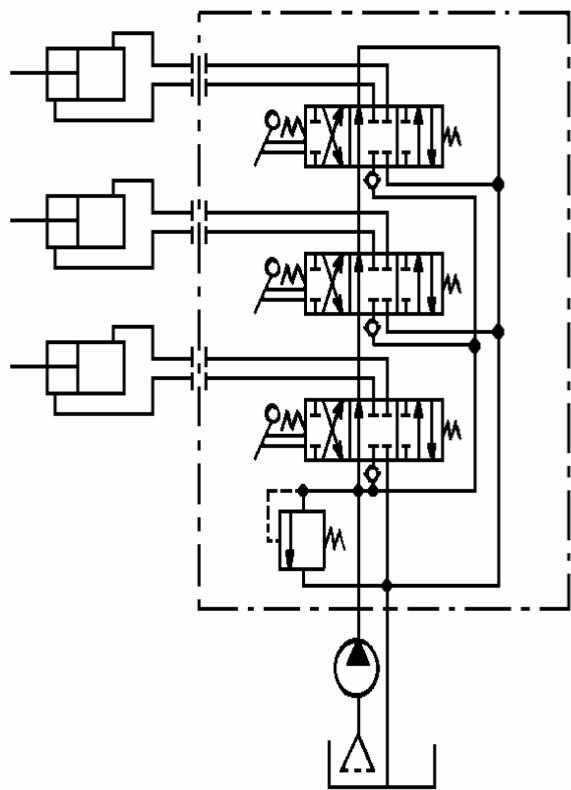
Gambar 4.92 Katup kontrol arah ganda/paralel

Rangkaian paralel

Rangkaian paralel adalah suatu rangkaian dimana port katup pengubah multiple tekanan dihubungkan secara paralel. Walaupun katup dapat dioperasikan secara simultan, namun aktuator tekanan beban yang lebih

#### 4. Komponen Alat Berat

kecil yang akan pertama kali beroperasi karena oli mengalir ke dalam aktuator tekanan beban yang lebih kecil. Oleh karena itu, apabila terjadi fluktuasi beban, maka aktuator yang tidak diharapkan bisa beroperasi. Selanjutnya, dalam hal ini, tekanan oli yang dibangkitkan oleh beban berat dapat mengalir kembali dan mengoperasikan aktuator, dan perlu diberikan check valve beban untuk menghindari insiden ini.



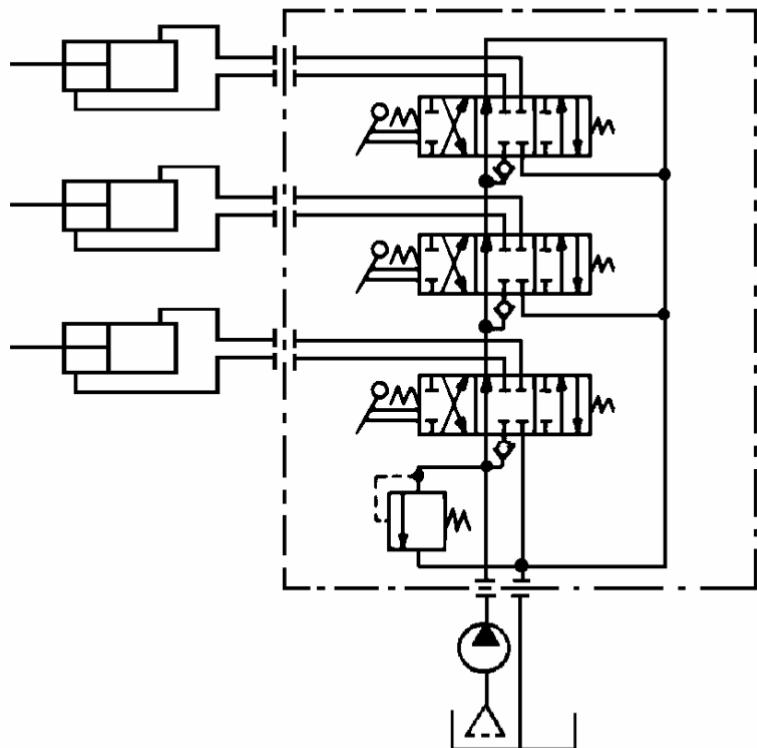
**Parallel Circuit**

Gambar 4.93 Sirkuit parallel pada katup

#### 4. Komponen Alat Berat

##### Rangkaian tandem

Rangkaian tandem tidak dapat mengoperasikan aktuator multiple secara simultan. Bahkan apabila aktuator multiple dioperasikan secara simultan, karena oli yang mengalir mengoperasikan aktuator pada pompa ke arah upstream dan kembali ke tangki, maka aktuator pada pompa ke arah downstream tidak dapat beroperasi. Apabila perlu mengoperasikan secara simultan dengan menggunakan semua alat, maka torak pipa yang ke arah upstream akan dirubah sedikit ke posisi netral dari posisi naik dan turun untuk mengalirkan oli ke torak pipa yang mengarah kebawah dan pada saat yang sama torak pipa ke hilir akan dipasang pada posisi naik dan turun. Sehingga kemungkinan dua silinder bisa beroperasi secara simultan.

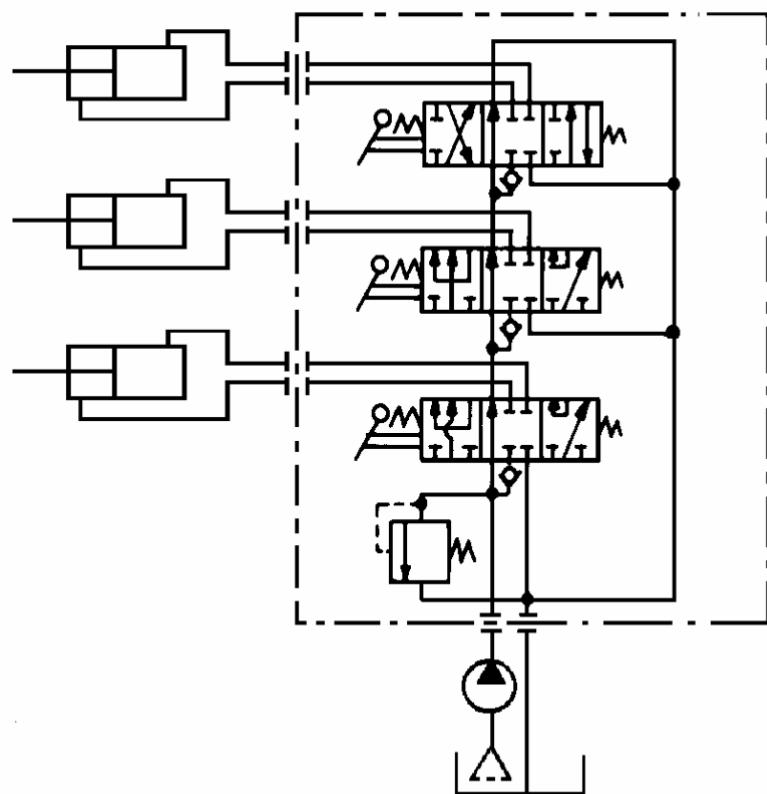


**Tandem Circuit**

Gambar 4.94 Sirkuit tandem pada katup

Rangkaian seri

Rangkaian seri adalah suatu rangkaian dimana oli pembalik dari aktuator upstream mengalir ke dalam port aktuator downstream pompa dan terus mengoperasikan aktuator ini. Oleh karena itu, memungkinkan untuk mengoperasikan lebih dari dua aktuator yang terlepas dari beban yang terpakai. Namun demikian, rangkaian ini tidak beroperasi kecuali jika total tekanan operasi pada operasi simultan tidak berada dibawah tekanan katup relif utama yang telah ditentukan.



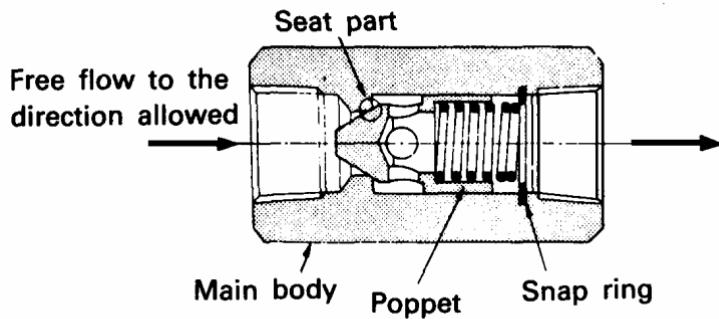
### Series Circuit

Gambar 4.95 Sirkuit seri pada katup

**Check valve**

Katup yang dipasang pada aliran pipa dan menghentikan aliran oli pada satu arah serta membiarkan oli tersebut mengalir ke arah yang lain.

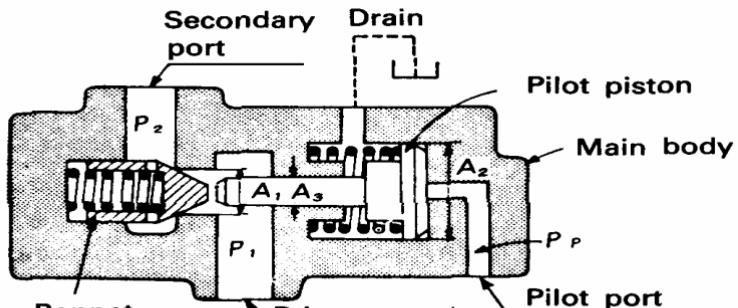
Check valve yang sederhana digunakan apabila aliran hanya dalam satu arah.



Inline Check Valve

Gambar 4.96 Katup check

Apabila check valve digunakan untuk mengunci silinder yang terkena beban, maka check valve ini akan mendapatkan tambahan piston yang dioperasikan dengan pilot agar katup bisa terbuka pada saat aliran pembalik diperlukan (beban yang lebih rendah).



Pilot Check Valve

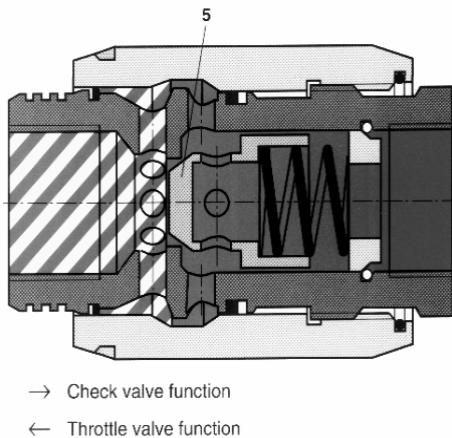
Gambar 4.97 Katup check dengan pemandu

### 4.3.3. Jenis-jenis katup pada alat berat

Pada pembahasan valve ini yang diutamakan adalah directional control valve, dimana jenis-jenis dari valve ini adalah :

- Check valve
- Sliding spool valve
- Shut-off valve
- Poppet valve
- Shuttle valve

Check valve : adalah katup untuk mengontrol aliran fluida, dimana arah alirannya hanya searah.

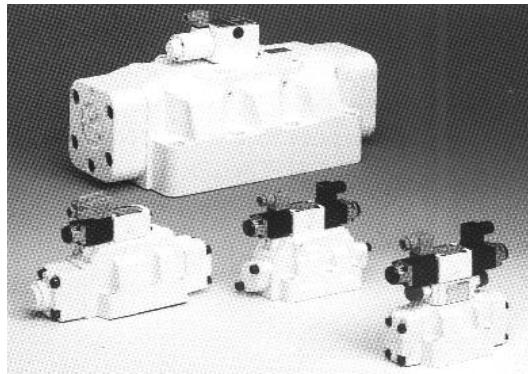


Check valve and throttle check valves for side fold mounting, left and centre: wedged in, right: inserted

Gambar 4.98 Katup check dan throttle

**Sliding Spool** : adalah katup untuk mengontrol aliran fluida , dimana pada valve tersebut terdapat spool yang meluncurkan dalam lubang untuk mengatur besarnya aliran fluidanya.

#### 4. Komponen Alat Berat

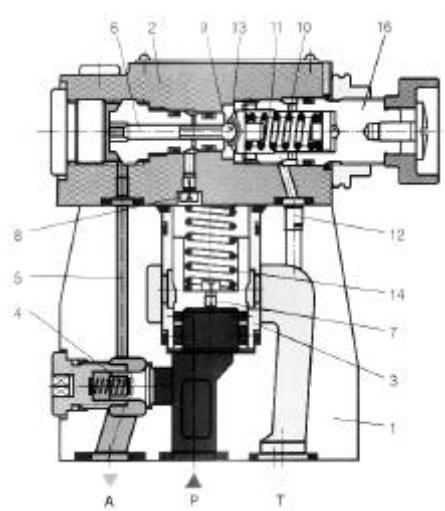


Gambar 1-18

Electro-Hydraulically operated directional spool valves for sandwich plate mounting

Gambar 4.99 katup spool dengan pengontrolan elektrik

**Shut off valve** : adalah katup untuk mengontrol aliran fluida dimana arah aliran fluida akan diatur secara penuh, baik untuk membuka maupun menutupnya.



Gambar 1-19  
Pilot operated pressure shut-off valve, type DA

Gambar 4.100 Katup shut-off dengan pemandu tekanan

#### KATUP REM (BRAKE VALVE)

Aplikasi brake valve mirip dengan penyeimbangan (counterbalancing). Brake valve digunakan pada sirkuit motor hidrolik untuk memberikan tekanan

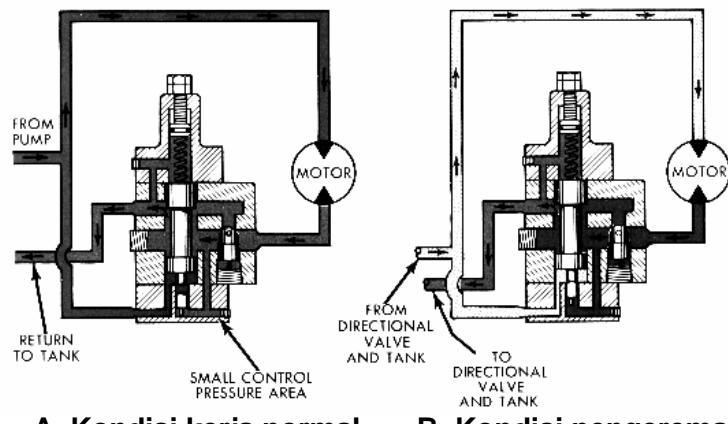
#### 4. Komponen Alat Berat

balik bagi kontrol selama operasi dan menghentikan motor ketika sirkuit dalam keadaan netral.

Kontrol dipengaruhi oleh dua bidang tekanan dengan perbandingan sebesar 8 sampai 1. Piston kecil dihubungkan secara internal ke tekanan pada primary port. Hubungan eksternal dari port saluran tekanan (pressure line port) memberikan tekanan operasi di bawah valve spool yang luasnya delapan kali luas piston.

Pada pandangan A, beban sedang dipercepat dari sebuah titik pemberhentian. Selama percepatan, nilai torsi motor berada pada titik paling tinggi, jadi besar tekanan berada pada titik maksimum. Dengan adanya tekanan operasi di bawah spool besar, valve penggereman (brake valve) dipaksa terbuka lebar dan aliran exhaust (buangan) dari motor dapat keluar tanpa hambatan. Setelah motor bergerak pada suatu kecepatan, bukaan valve akan berubah untuk menimbulkan tekanan balik jika terjadi overrun oleh motor terhadap tekanan (delivery) pompa. Setiap overrun akan menyebabkan jatuhnya tekanan instan atau seketika pada bidang yang luas di bawah spool. Kemudian, tekanan di bawah saluran exhaust, yang bekerja di bawah piston kecil, akan mengoperasikan valve seperti valve penyeimbang (counterbalance valve) hingga tekanan pompa terimbangi.

Pandangan B menunjukkan operasi dalam netral. Pompa dikosongkan melalui valve arah dan motor sedang digerakkan oleh inersia bebannya. Tekanan balik yang ditimbulkan oleh pegas valve yang seimbang dengan tekanan di bawah piston kecil memperlambat motor. Check valve internal membiarkan aliran bebas balik untuk mengubah motor ke arah yang berlawanan.



A. Kondisi kerja normal      B. Kondisi penggereman

Gambar 4.101 Skema kerja katup rem

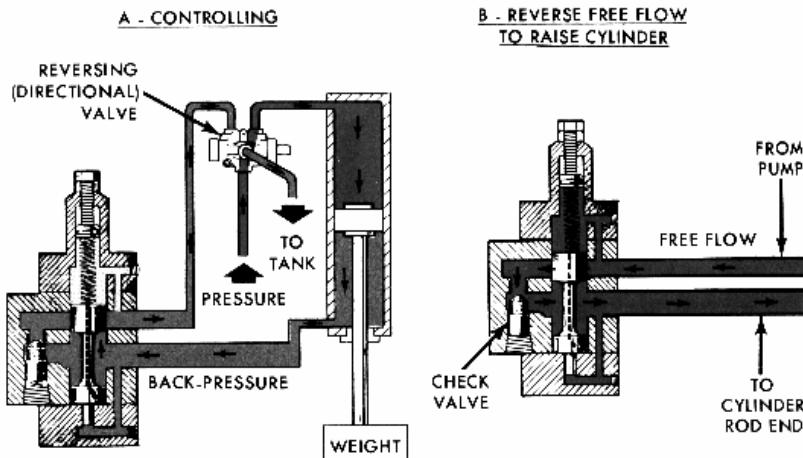
### KATUP PENYEIMBANG (COUNTER BALANCE VALVE) JENIS “RC”

Katup “RC” dapat juga digunakan sebagai valve penyeimbang. Pada aplikasi ini, valve dioperasikan dan didrainasi secara internal. Port primer dihubungkan ke port yang lebih rendah pada sebuah silinder tegak atau vertikal dan port sekunder dihubungkan ke valve pembalik (reversing valve). Fungsinya adalah untuk menimbulkan tekanan balik di bawah piston silinder sehingga pompa akan menentukan laju gerakan turun dari pada gravitasi.

Valve disetel pada tekanan lebih tinggi dari tekanan yang dapat dihasilkan oleh beratnya. Dengan demikian, aliran pompa dialihkan ke tempat lain, oli balik dari silinder diblokir dan tetap tersetel/terkendali.

Ketika tekanan pompa diarahkan ke bagian atas silinder, tekanan ini menekan atau memaksa piston turun ke bawah (Pandangan A). Aliran balik meningkatkan tekanan pada valve penyeimbang. Spool bergerak ke atas ke trotel (throttle), arus balik kembali ke valve pembalik (reversing valve) dan ke tangki. Jika silinder harus bergerak karena gravitasi, tekanan balik akan menurun, dan valve akan segera tertutup. Tekanan balik dijaga selama langkah atau stroke ke arah bawah.

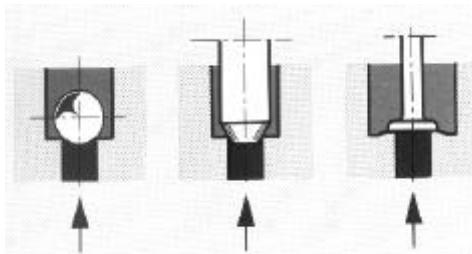
By-pass check valve memungkinkan arus bebas mengalir di bawah piston ketika valve pembalik diubah untuk menaikkan beban.



Gambar 4.102 Katup penyeimbang

#### 4. Komponen Alat Berat

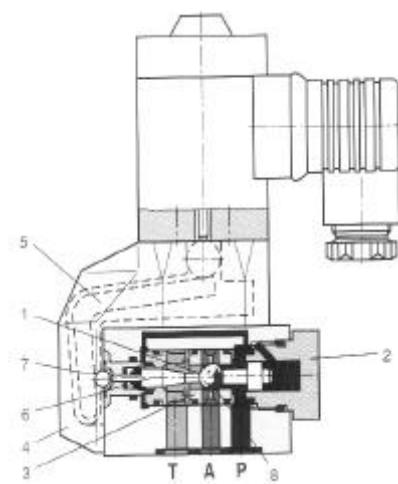
**Poppet Valve** : adalah valve untuk mengontrol aliran fluida, dimana didalamnya terdapat elemen dudukan yang setiap saat dapat diatur untuk dapat memperoleh aliran bebas dalam satu arah, kemudian tertutup kembali (duduk kembali) ketika aliran fluidanya balik.



Principle of ball (left), poppet (centre) and plate seat (right)

Gambar 4.103

Prinsip dudukan bola, popet, dan plat



Electrically operated 3/2 way poppet valve as a single ball valve

Gambar 4.104 Katup 3/2 diopersikan dengan elektrik tunggal

**Shuttle Valve** : adalah valve kontrol aliran fluida dimana valve tersebut merupakan penghubung antar rangkaian atau digunakan untuk memilih satu atau lebih rangkaian yang disebabkan oleh perubahan aliran fluida.

**Flow control Valve** : adalah komponen hidrolik yang berfungsi sebagai valve kontrol kecepatan oli (fluida).

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 1-21  
Flow control valves

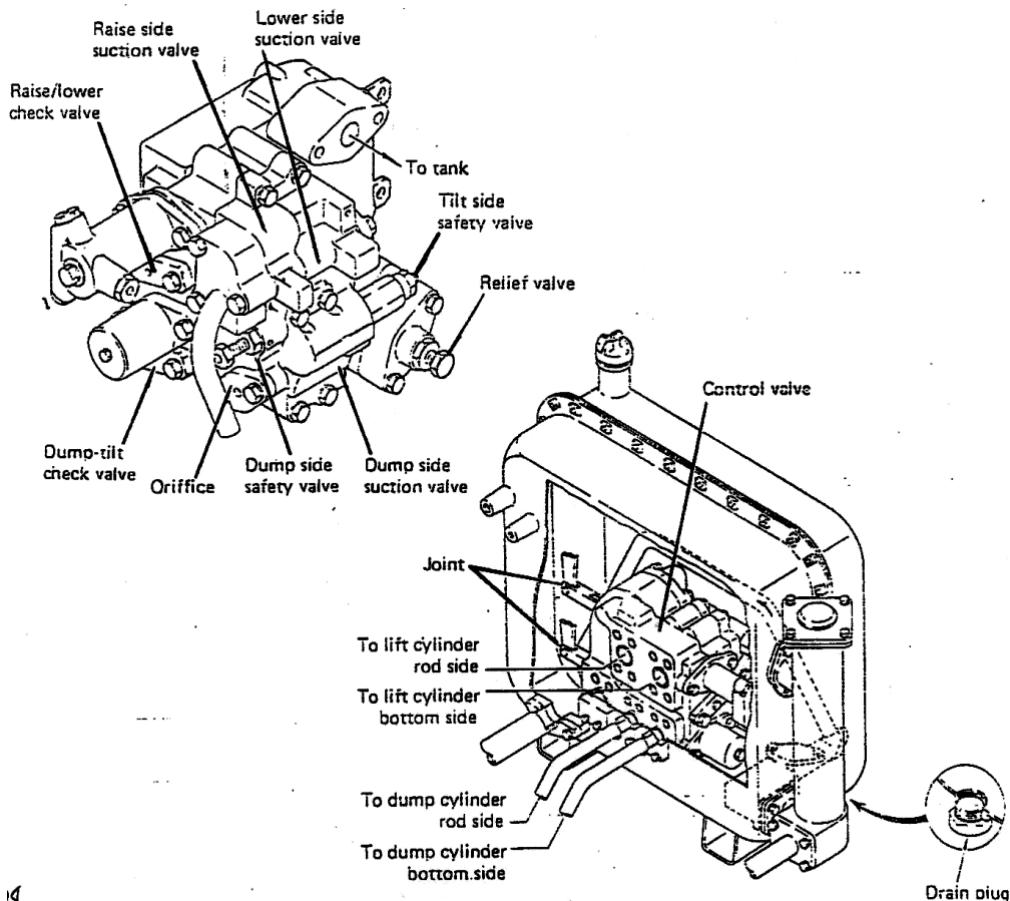
Gambar 4.105 Katup kontrol aliran

- Open Centre Valve (valve kondisi terbuka)  
Adalah valve yang kondisi lubang-lubangnya saling berhubungan satu sama lain, dalam posisi netral ditengah-tengahnya.
- Close Centre Valve (Valve kondisi tertutup)  
Adalah valve yang kondisi seluruh lubang-lubangnya akan tertutup semua, baik dalam kondisi netral.

#### 4.3.4. Control Valve dan simbul-simbulnya

Dari tangki, minyak hidrolik dipasok oleh pompa oli, dengan tekanan rendah, yang digunakan untuk operasi dan pembangkit tekanan dari sihinder hidrolik. Dalam pengoperasian dibutuhkan tekanan, yang didapat dari *pressure flow rate* dan *direction of flow*. Semua itu diatur oleh *control valve*. Gambar 4.109 di bawah ini salah satu contoh bentuk *control valve dozer shovel*.

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.106. Contoh bentuk *control valve* pada dozer shovel

Hydraulic pump menghisap oli dari tangki kemudian mengSupply system. Aliran yang menghasilkan oleh positif displacemen pump tersebut dinaikkan tekanannya, diatur jumlah alirannya dan diatur arah alirannya untuk mengopersikan perlengkapan kerja unit. Pengaturan ini semua yang melaksanakan adalah control valve ( katup pengontrol ). Gambar di bawah ini menunjukkan bentuk control valve salah satunya Dozer Shovel.

Berdasarkan fungsinya control valve diklasifikasikan, menjadi tiga kelompok :

- Presure Control Valve ( Katup pengontrol tekanan )
- Flow control Valve ( katup pengontrol aliran )
- Directional Control Valve ( katup pengotrol arah aliran )

- Katup-katup pelengkap

### 1. Presure Control Valve ( Katup pengontrol tekanan )

Pressure control Valve adalah katup yang mengatur tekanan dalam sirkuit dengan mengembalikan semua atau sebagian oli ke tangki apabila tekanan pada sirkuit mencapai setting pressure.

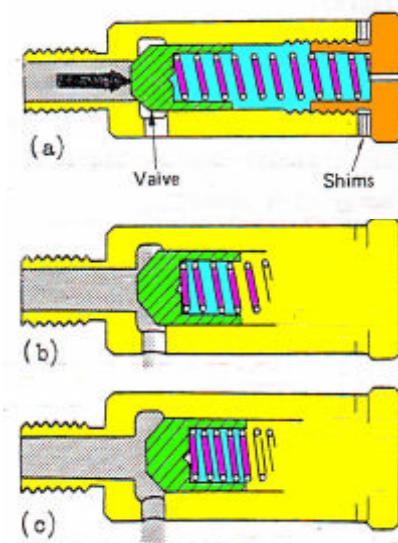
Kontruksi dari pressure control ada 3 jenis yaitu :

- Tipe popet
- Tipe piston
- Tipe pilot

Penjelasannya adalah sebagai berikut :

#### A. Tipe popet

Kontruksinya terdiri dari valve, spring dan andjusting screw beserta shim/nut



Prinsip kerja :

Pada gambar 4.107 (a), katup posisi tertutup pada saat tekanan rendah, karena tekanan tersebut tidak cukup untuk melawan gaya dari spring.

Pada gambar 4.107 (b), saat tekanan naik, akan mampu melawan gaya spring dan katup terbuka, sehingga oli didalam sirkuit dapat keluar.

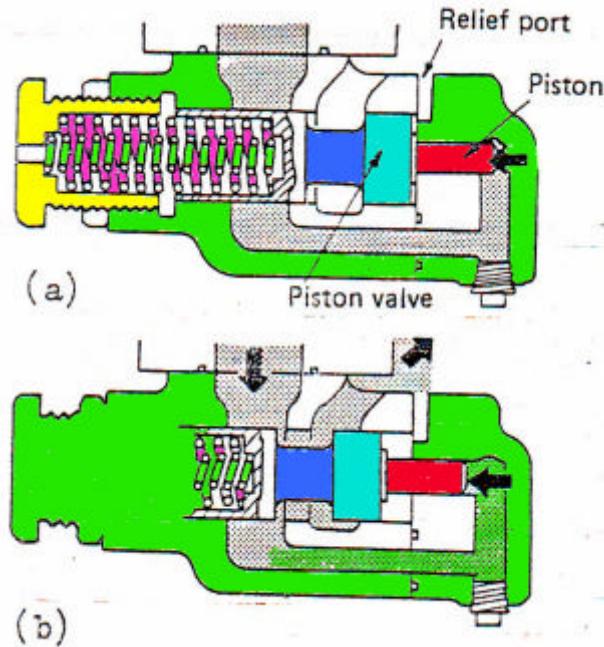
Pada ganbar 4.107 (c), naiknya tekanan akan membuka katup

Gambar. 4.107 Prinsip kerja tipe poppet

sedemikian rupa sehingga oli dapat keluar lebih banyak sampai kenaikan tekanan berhenti.Tipe popet ini biasanya digunakan untuk safety valve.

#### B. Tipe piston

Kontruksinya dapat dilihat pada gambar 4.108 di bawah ini



Gambar. 4.108 Prinsip kerja tipe piston

Cara kerjanya :

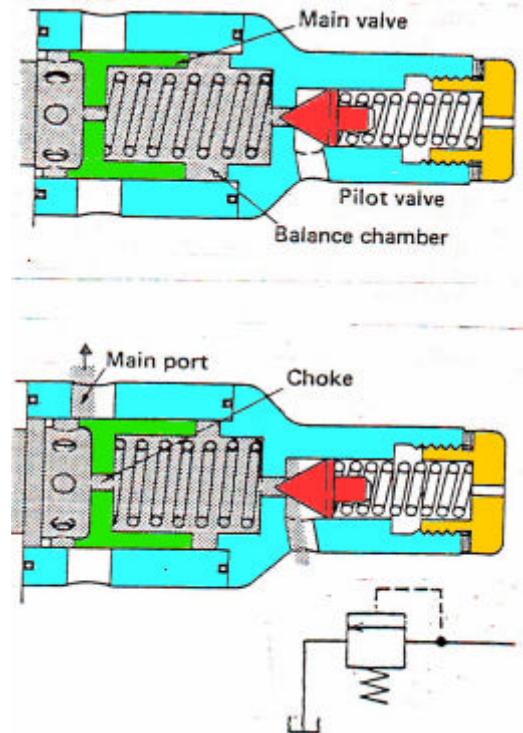
Pada gambar 4.108 (a) tekanan dalam sirkuit bekerja pada ujung piston dan mendorong katup piston. Apabila tekanan rendah, katup tidak terbuka karena tekanan tidak cukup melawan gaya spring.

Pada gambar 4.108 (b), bila tekanan naik sehingga mampu melawan gaya spring piston akan mendorong katup piston yang selanjutnya akan membuka lubang dan membuang oli ke tangki sampai kenaikan tekanan berhenti.

### C. Tipe pilot

Kontruksi dan prinsip kerja dari tipe pilot ini dapat dilihat gambar 4.109

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar. 4.109 Simbul dan prinsip kerja tipe pilot

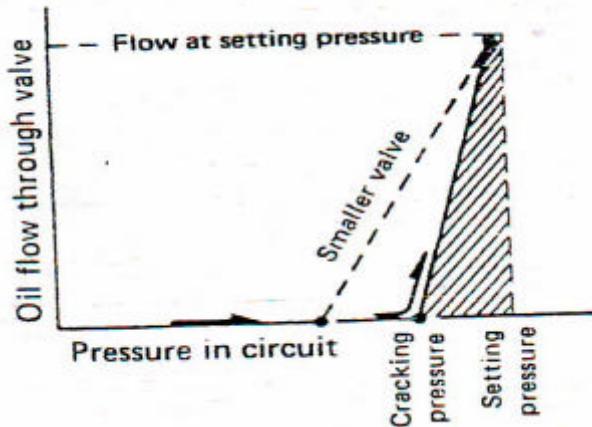
Tipe katup ini sama dengan tipe poppet dalam membebaskan tekanan oli tetapi berbeda saat akhir pembebasan olinya dan mudah dalam mengatur tekanan seperti mudahnya dalam mengatur tekanan seperti mudahnya saat pembebasan oli .

Naiknya tekanan akan menyebabkan pilot valve terbuka sehingga tekanan pada balance chamber turun dan main valve bergerak ke kanan yang selanjutnya membuka saluran buang yang lebih besar.

Ketiga tipe katup pengontrol tekanan diatas ( presure control valve ) umumnya dipakai untuk relief dan safety valve.

Grafik Cracking & Setting Pressure.

Grafik cracking & setting pressure pada katup pengontrol tekanan ditunjukan pada gambar 4.110 di bawah.



Gambar 4.111 Grafik cracking & setting pressure

## 2. Flow control Valve ( katup pengontrol aliran )

Katup pengontrol aliran adalah katup yang berfungsi mengatur jumlah aliran oli yang akan masuk ke actuator.

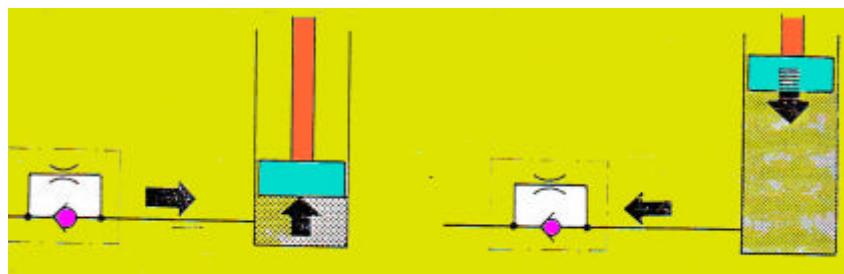
Katup-katup yang dikategorikan kedalam katup pengontrol aliran antara lain :

- Trottle valve
- Make Up Valve
- Flow Reducing valve
- Demand Valve
- Quick Drop Valve

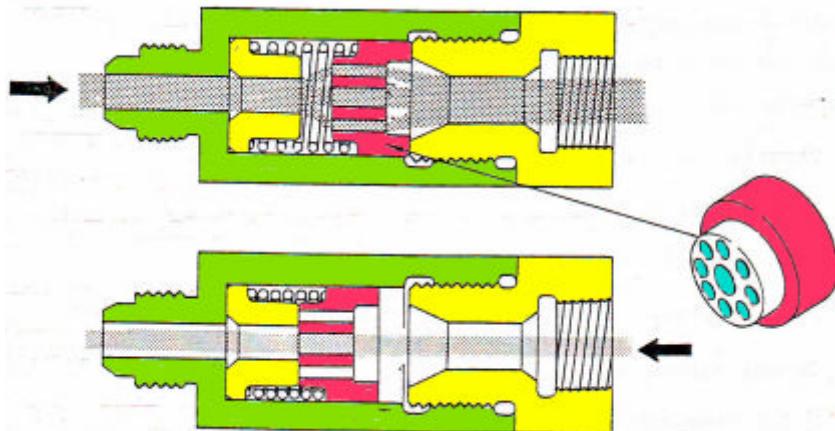
### A. Trottle Valve

Konstrusi trottle valve terlihat pada gambar 4.112. Adapun fungsinya ialah mengalirkan oli ke dua arah dimana arah aliran kembali diper sempit sehingga kapasitas oli yang mengalir menjadi kecil.

Trottel valve ini banyak dipakai pada fork lift cylinder.



Gambar 4.112 Simbul kerja throttle valve

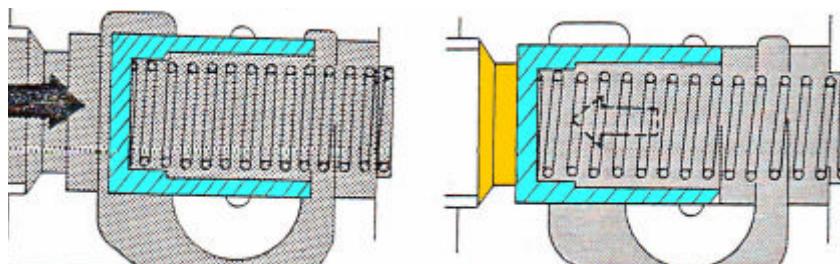


Gambar 4.113 prinsip kereja throttle valve

#### B. Make Up Valve

Nama lain untuk make up valve adalah suction valve, intake valve, suction return valve, vacuum dan antivoid valve.

Katup ini berfungsi untuk mencegah kevakuman dalam sirkuit hidrolik,. Biasanya terpasang antara control valve dan actuator. Kontruksi dari make up valve ini terlihat pada gambar 4.116.



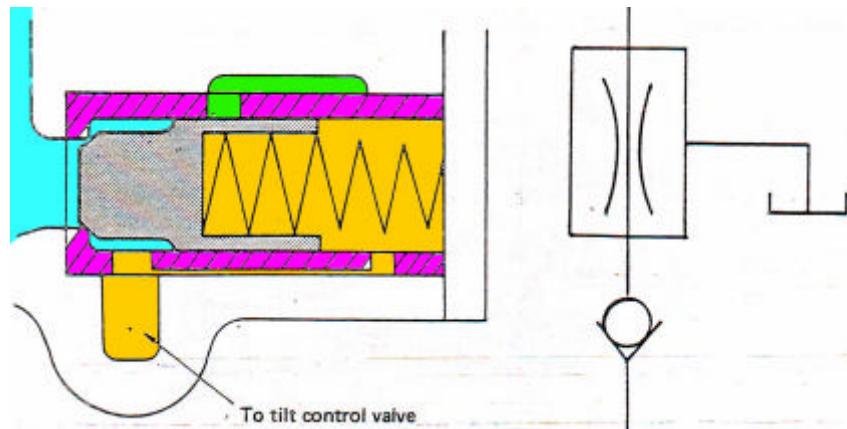
Gambar 4.114 Prinsip kerja make up valve

#### C. Flow Reducing Valve

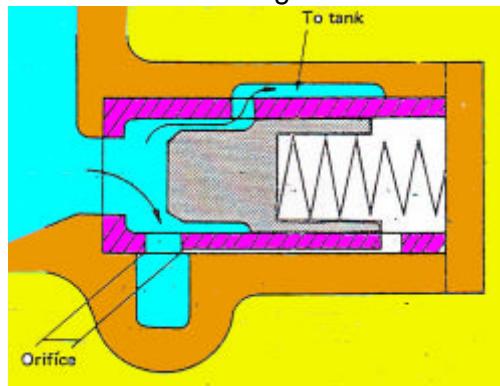
Flow reduction valve atau flow check berfungsi untuk mengurangi jumlah oli yang akan menuju actuator, agar gerakan actuator menjadi lambat, sesuai dengan load/bebannya

Dengan lambatnya gerakan actuator tersebut maka operator akan mudah memposisikan attachment sesuai dengan yang dikehendaki.

Contoh pemakian flow reducing valve ialah pada tilt silinder pada bulldozer. Kontruksinya terlihat pada gambar 4.115 .



Gambar 4.115 Flow reducing valve & simbol (belum bekerja)



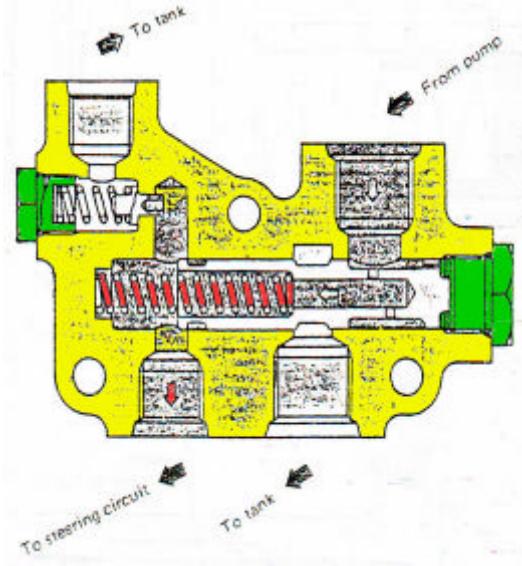
Gambar 4.116 Flow reducing valve bekerja)

### C. Flow Divinder

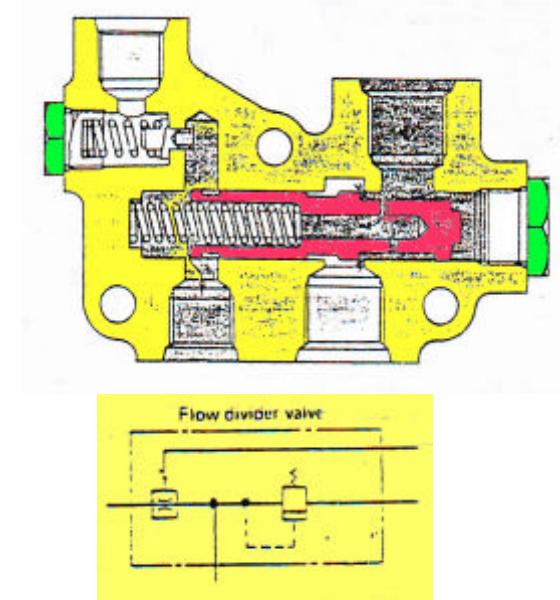
Flow divinder berfungsi untuk membagi aliran oli dari satu pompa menjadi dua aliran dimana salah satu aliranya konstan.

Contoh pemakaian flow divinder ini ialah pada motor grader. Konstrusinya terlihat pada gambar 4.17.

#### 4. Komponen Alat Berat



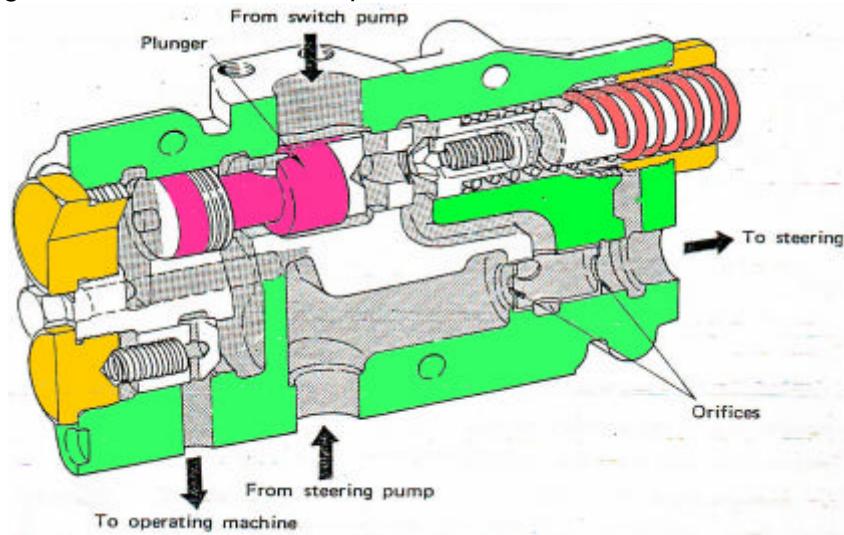
Gambar 4.117 Prinsip kerja flow divider (sebelum)



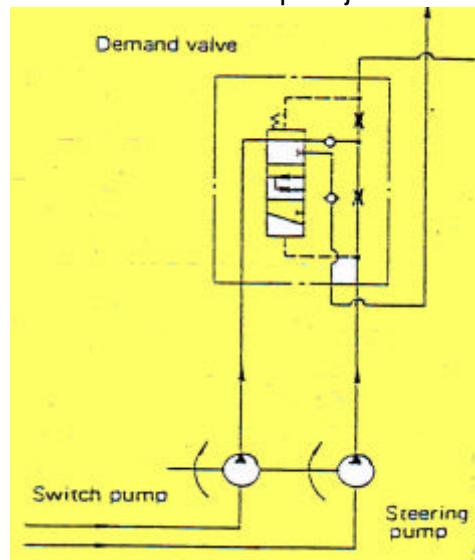
Gambar 4.118 Flow devider (bekerja) & simbulunya

#### D. Demand Valve

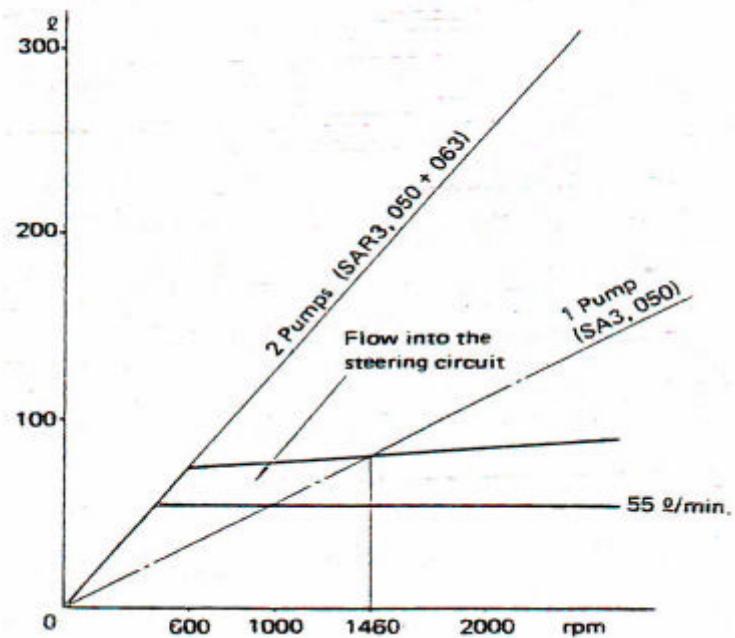
Fungsi demand valve ialah untuk menjaga agar oli yang menuju ke sistem steering selalu konstan. Contoh : pada wheel loader.



Gambar 4.119 Prinsip kerja demand valve



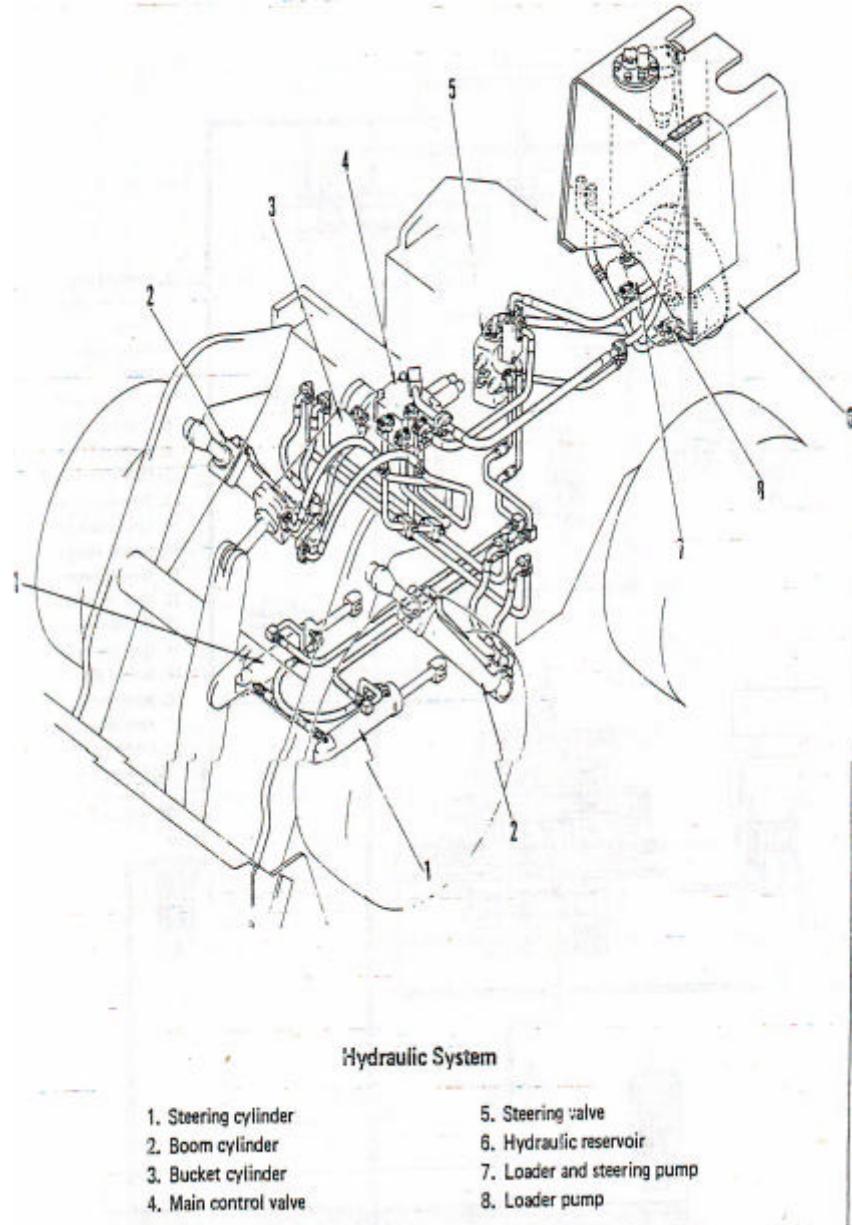
Gambar 4.120 Simbol demand valve.



Gambar 4. 121 Karakteristik aliran pada demand valve

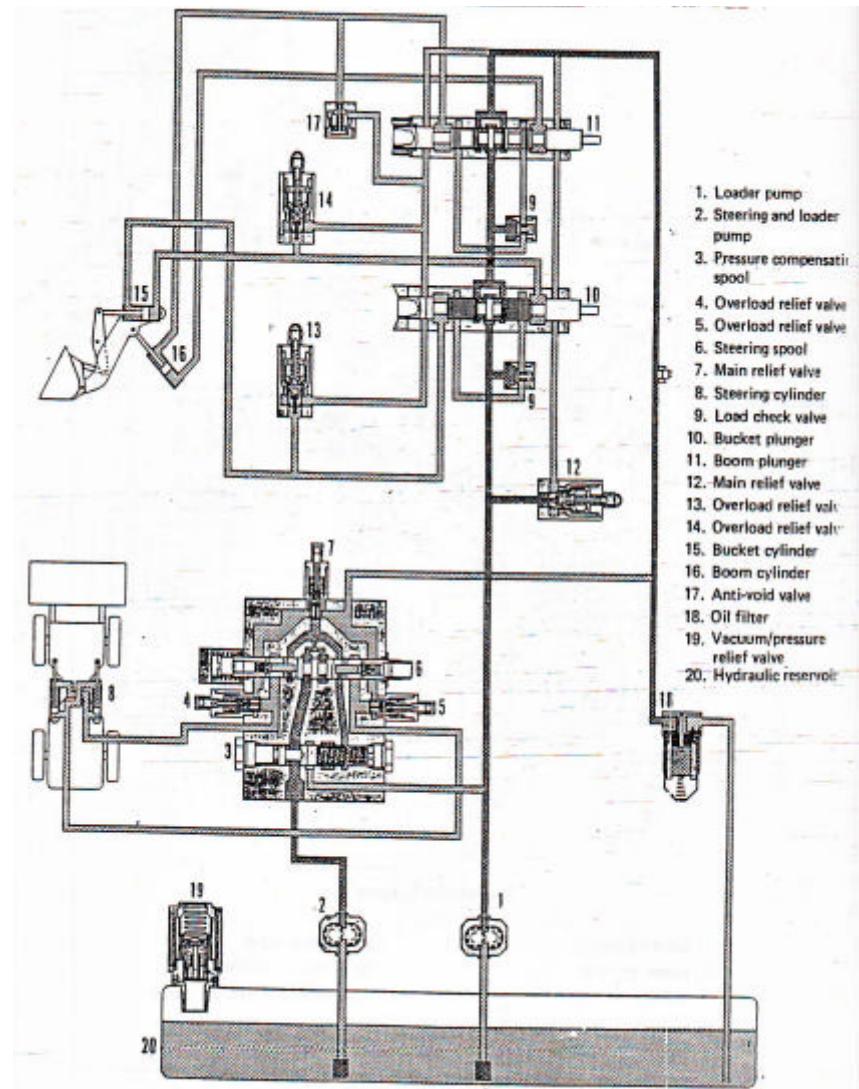
Contoh demand valve pada Wheel Loader Komatsu W90-3

#### 4. Komponen Alat Berat



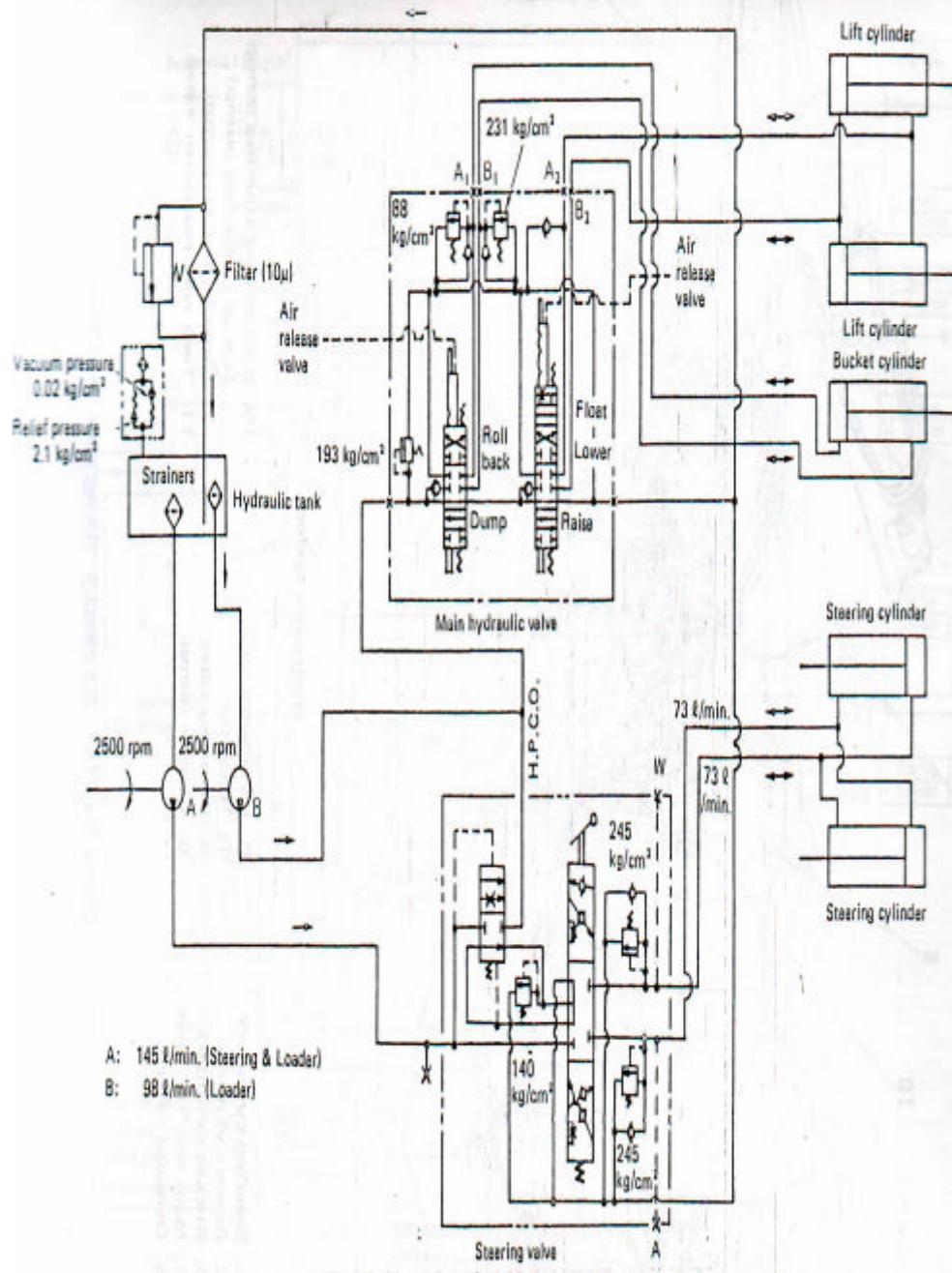
Gambar 4.122 (a) Konstruksi kendaraan Wheel Loader

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.122 (b) Skema hidrolik Wheel Loader W90-3

#### 4. Komponen Alat Berat



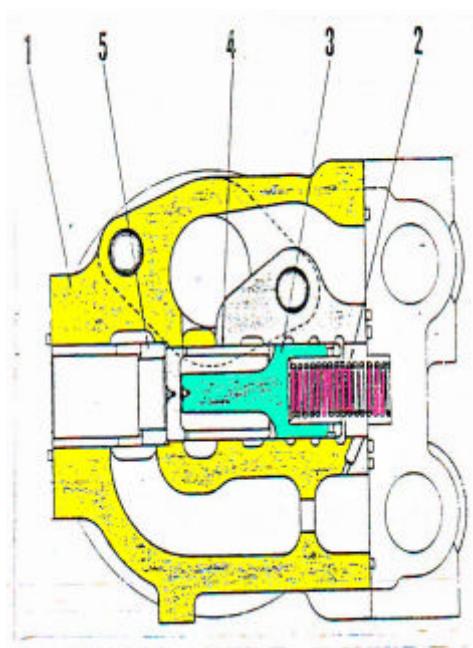
Gambar 4.122 (c) Wheel Loader W90-3

### Karakteristik demand valve

Karakteristik demand valve terlihat pada gambar 4.122.

- Pada saat putaran engine masih rendah, sirkuit steering disupply oli dari steering pump dan work equipment pump (switch pump) sehingga jumlah oli yang dibutuhkan sirkuit steering akan terpenuhi.
- Pada saat putaran engine sedang (medium), sirkuit steering disupplai oleh steering pump dan sebagian dari work equipment (switch pump). Kelebihan oli tidak diberikan ke sirkuit steering ini disalurkan ke work equipment sirkuit (sirkuit perlengkapan kerja). Dengan demikian jumlah oli yang dibutuhkan oleh sirkuit steering terpenuhi.
- Pada waktu engine putaran tinggi, sirkuit steering hanya disupplai oleh steering pump. Sedang work equipment pump melayani work equipment circuit saja

### E. Quick Drop Valve

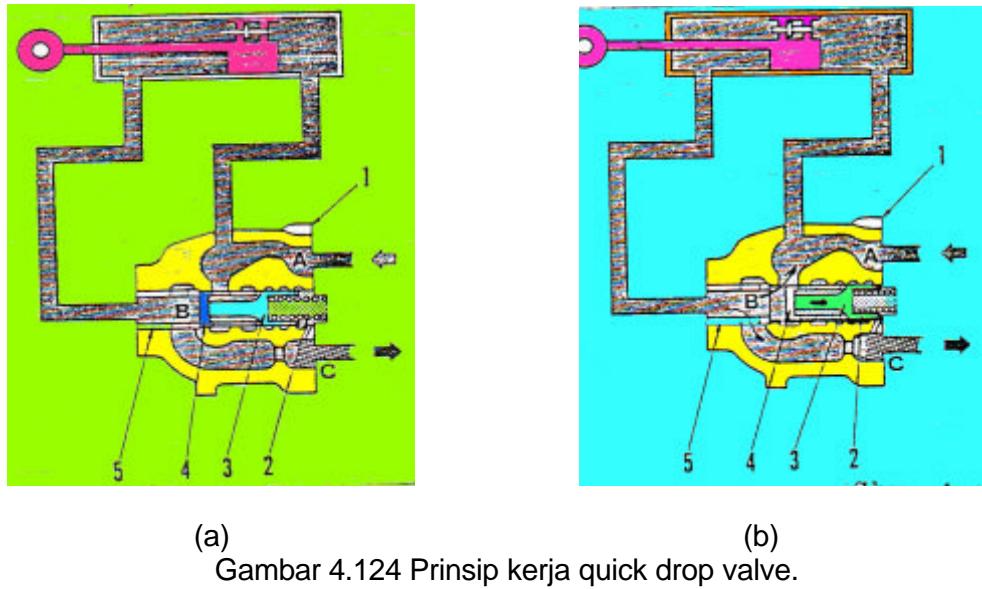


Fungsi quick drop valve untuk mempercepat penurunan blade sewaktu control valve posisi lower drop dimana oli dari gigi cylinder head disalurkan ke sisi cylinder bottom.

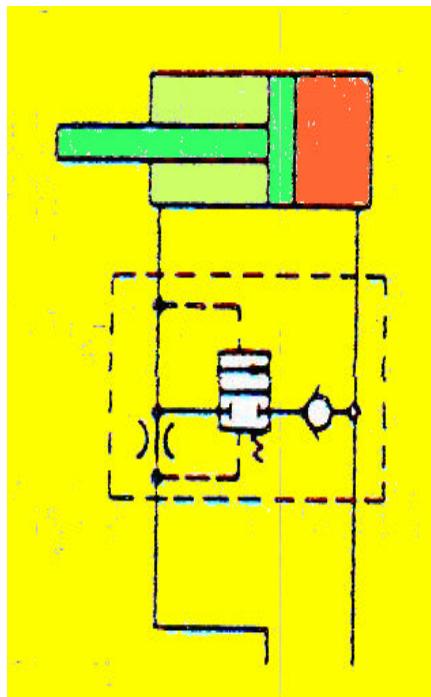
Contoh pemakaian quick drop valve ini ialah pada lift cylinder (bulldozer). Kontruksi dari quick drop valve tersebut dapat dilihat pada gambar 4.123

Gambar 4.123. Quick drop valve

#### 4. Komponen Alat Berat



(a) (b)  
Gambar 4.124 Prinsip kerja quick drop valve.



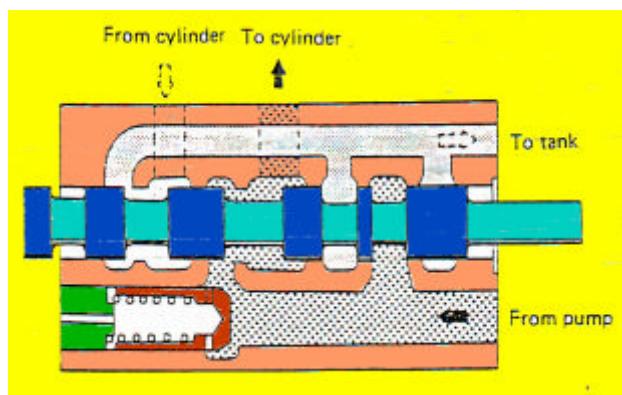
Gambar 4.125. Simbol quick drop valve

#### 4. Komponen Alat Berat

##### 3. Directional Control Valve ( katup pengontrol arah aliran )

Fungsi katup pengontrol arah aliran ialah untuk mengontrol arah dari gerakan silinder hidrolik atau motor hidrolik dengan merubah arah aliran oli atau memutuskan aliran oli.

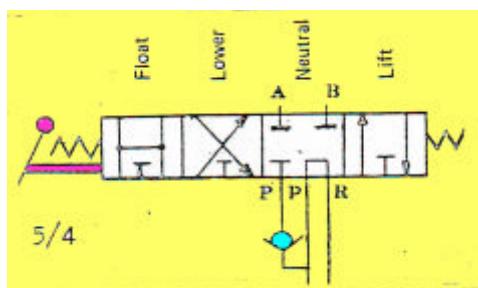
Contoh konstruksi dari katup pengontrol aliran (directional control valve) terlihat pada gambar :



Gambar 4.126 Katup pengontrol arah aliran  
(directional control valve)

##### C. Simbol Katup Pengontrol Arah Aliran

Simbol katup pengontrol arah aliran pada gambar 4.127



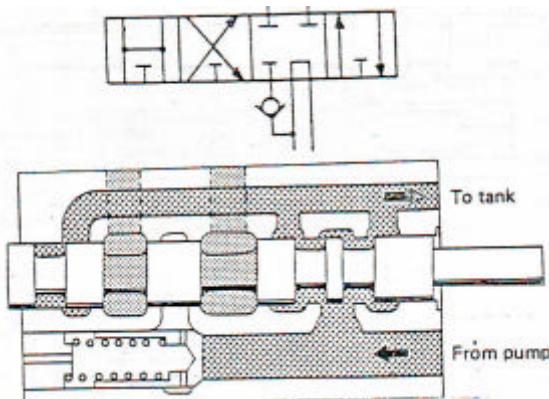
Gambar 4.127 Simbul katup pengontrol arah aliran (5/4)

P = Saluran tekanan

R = Saluran kembali

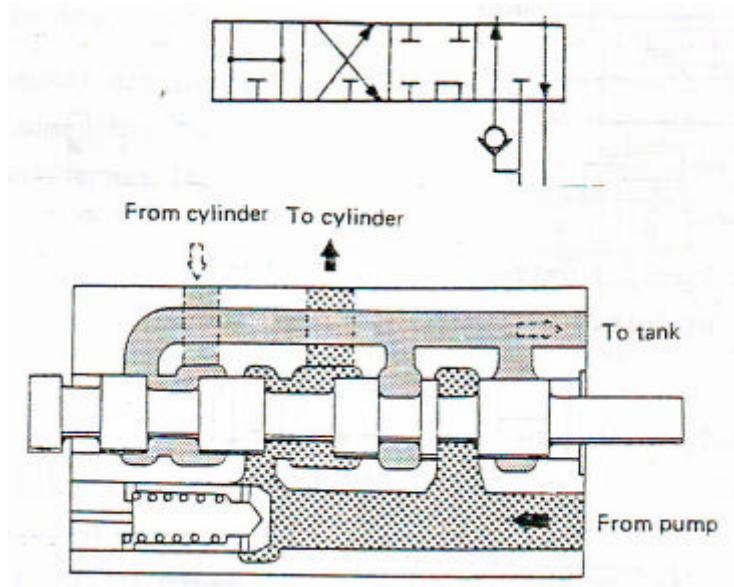
A, B = Saluran silinder

#### 4. Komponen Alat Berat



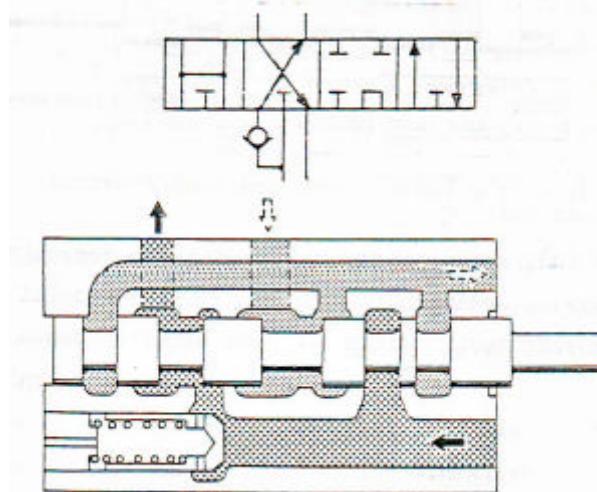
Gambar 4.128 (a). Katup pengontrol posisi netral.

Pada gambar 4.128 (a), katup pengontrol posisi netral, sehingga tidak ada aliran yang menuju silinder. Pada 4.128 (b) dan (c), katup pengontrol digerakkan. Misal katup pengontrol digerakkan kekiri (posisi raise). Maka terlihat bahwa katup pengontrol akan mengarahkan oli ke salah satu sisi dari silinder sedangkan sisi yang lain akan diarahkan menuju return port. Return port disini dapat menuju ke tangki atau menuju katup pengontrol yang lain.



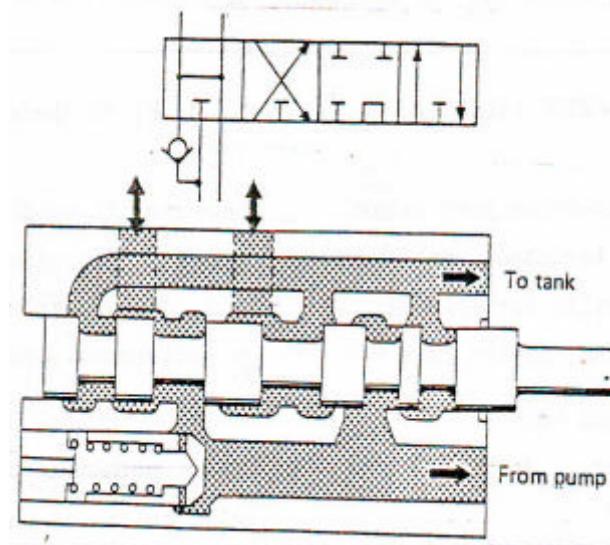
Gambar 4.128 (b) Katup pengontrol posisi raise

#### 4. Komponen Alat Berat



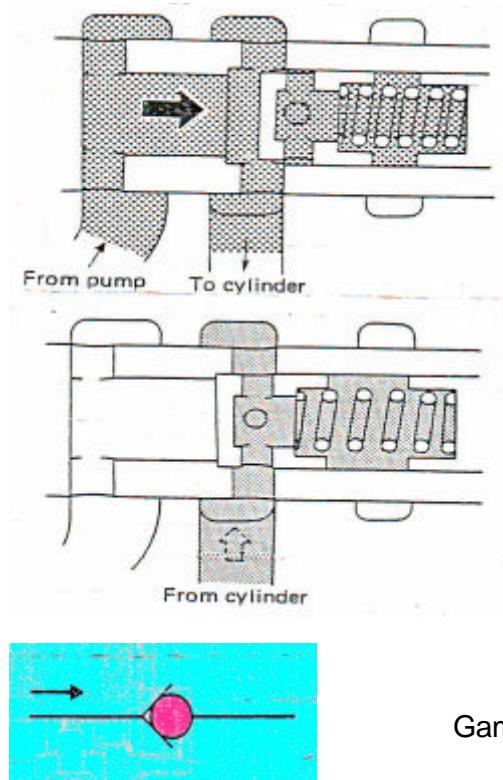
Gambar 4.128 ( c ). Katup pengontrol posisi lower

Gambar 4.128 ( d ), katup pengontrol digerakkan ke posisi float, dimana semua port pada katup pengontrolan berhubungan dengan pompa.



Gambar 4.128 ( d ). Katup pengontrol posisi float.

#### D. Check valve



Fungsi check valve ialah untuk mengalirkan oli ke satu arah saja. Pada Gambar 4.129 dan 4.130 diperlihatkan prinsip kerja dan simbol check valve. Bila oli mengalir menuju silinder maka check valve akan terbuka sedangkan bila arah aliran terbalik maka check valve akan menutup. Gbr. III – 3.7. Prinsip kerja check valve      Gbr III – 3.8 Simbol check valve

Gambar 4. 129 Katup satu arah (check valve)

Gambar 4.130 Simbul check valve

#### 4. KATUP – KATUP SYSTEM

Selain katup-katup yang telah disebutkan terdahulu, maka pada system hidrolik terdapat katup-katup pelengkap, antara lain:

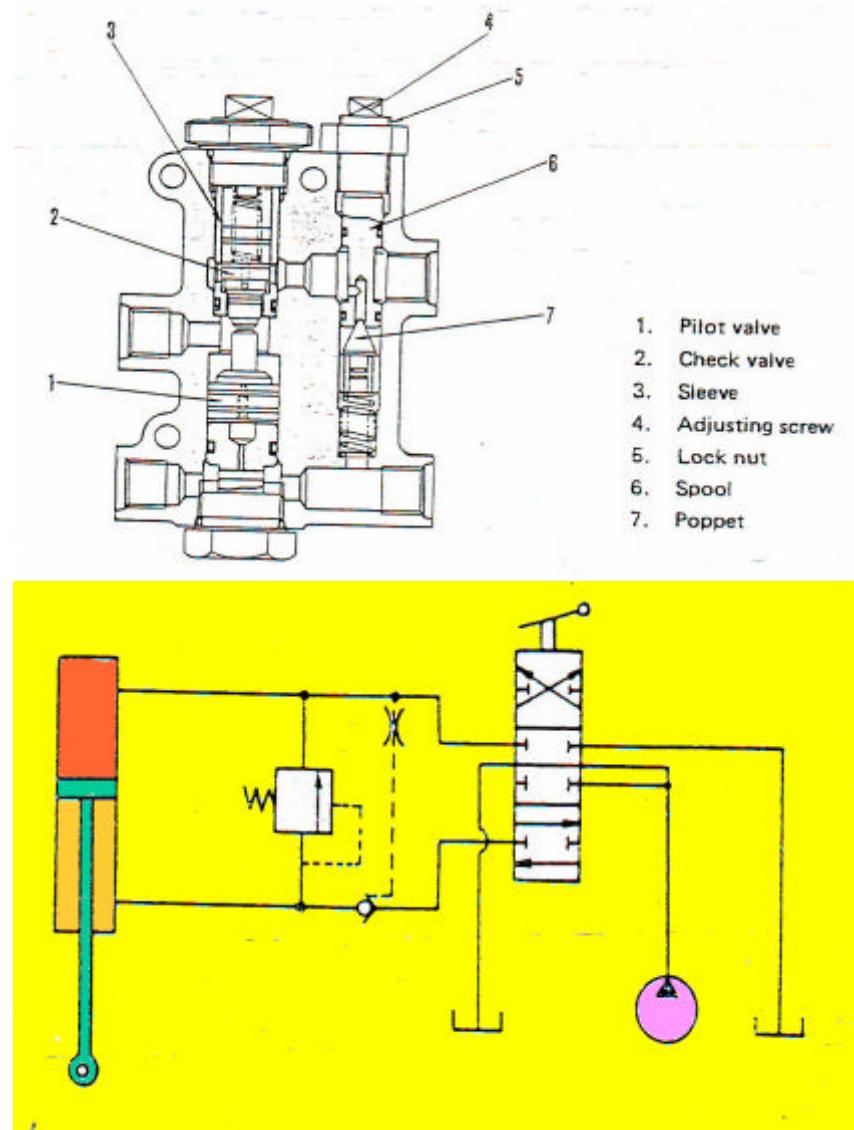
- Pilot check valve
- Orbitrol valve
- Selektor valve
- Actuator valve
- Rotary servo valve
- Shuttle valve
- Confluent valve

**A. Pilot check valve**

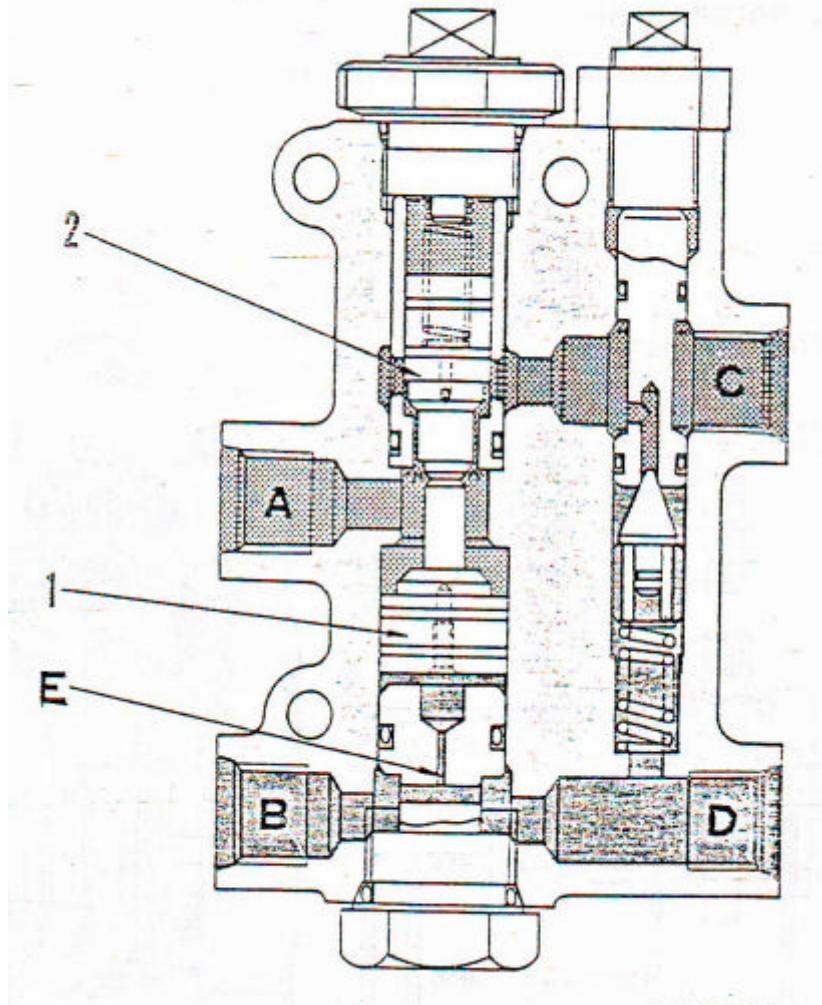
Fungsi pilot check valve ialah mencegah terjadinya drop (turun) pada perlengkapan kerja (attacement) pada saat katup pengontrol posisi netral.

Contoh pemakaian pilot check valve ini ialah pada unit motor grader.

Konstruksi dan simbol pilot check valve dapat dilihat pada gambar 4.131 (a) dan gambar 4.131 (b) dan cara kerja pada gambar 4.132



Gambar 4.131 (a) dan (b) Konstruksi dan simbol pilot check valve



Gambar 4.132 Cara kerja pilot check valve

#### B. Orbitrol valve

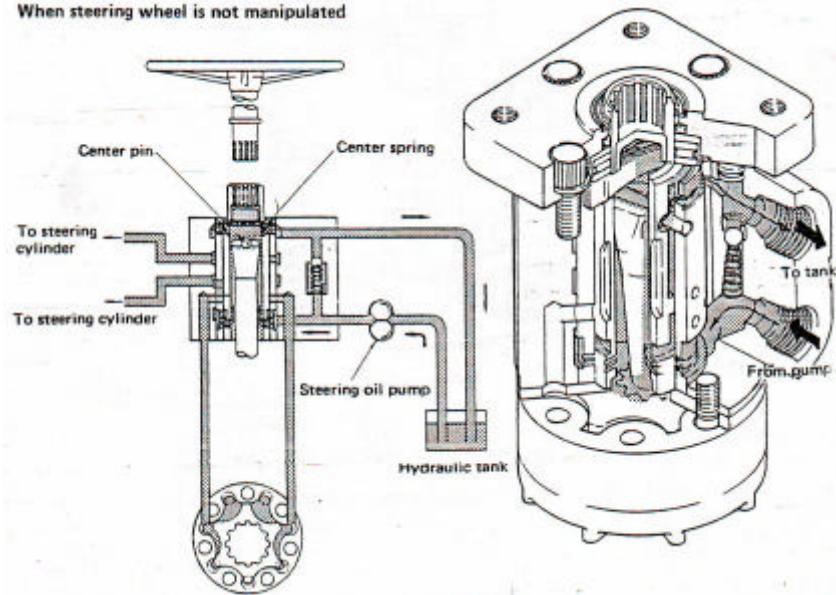
Fungsi orbitroll valve ialah sebagai booster. Prinsip kerjanya adalah sebagai berikut :

- Bila diberi aliran oli, bekerja sebagai iretional ontrol valve
- Bila tidak diberi aliran oli, dapat bekerja sebagai pompa tangan ( hand pump) dan mengarahkan aliran oli tersebut.

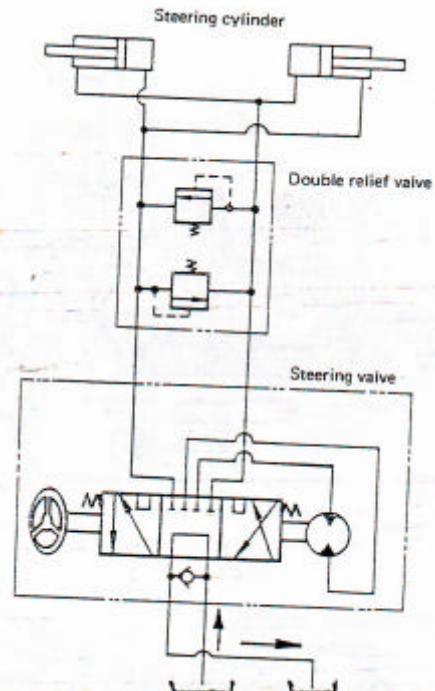
Contoh pemakaian orbitrol valve ini ialah pada sistem stering motor grader. Konstruksi orbitroll valve ini terlihat pada gambar 4.132 a-d

#### 4. Komponen Alat Berat

When steering wheel is not manipulated



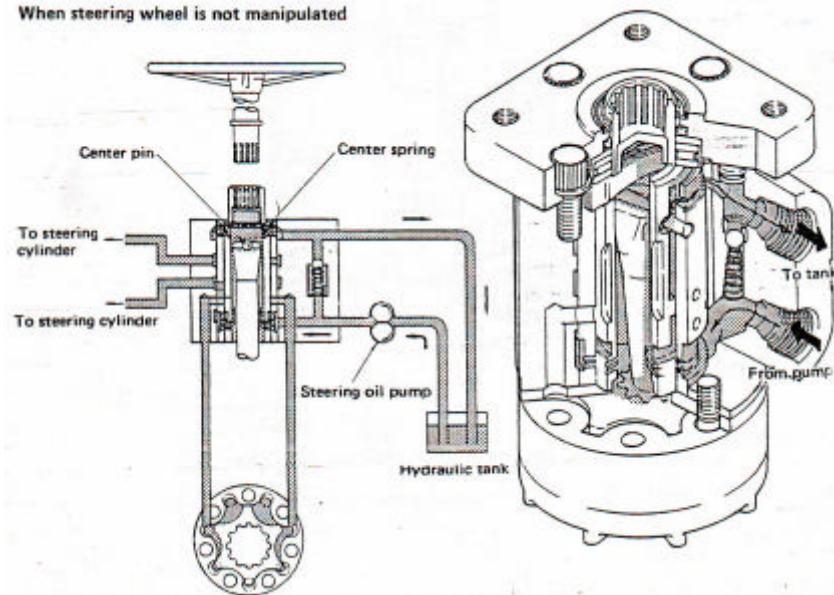
Gambar 4.132 (a) Konstruksi orbitroll valve



Gambar 4.132 (b) Simbol orbitroll valve

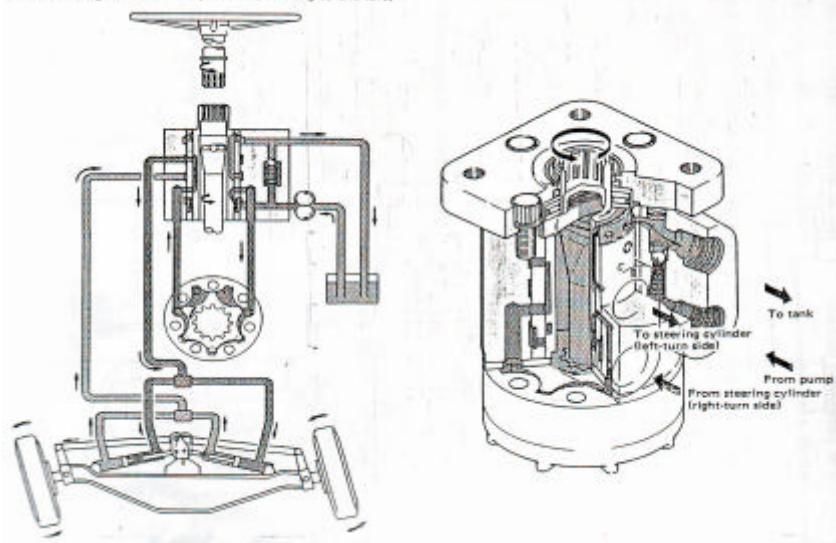
#### 4. Komponen Alat Berat

When steering wheel is not manipulated



Gambar 4.132 (c) Prinsip kerja orbitroll valve sebagai directional control valve.

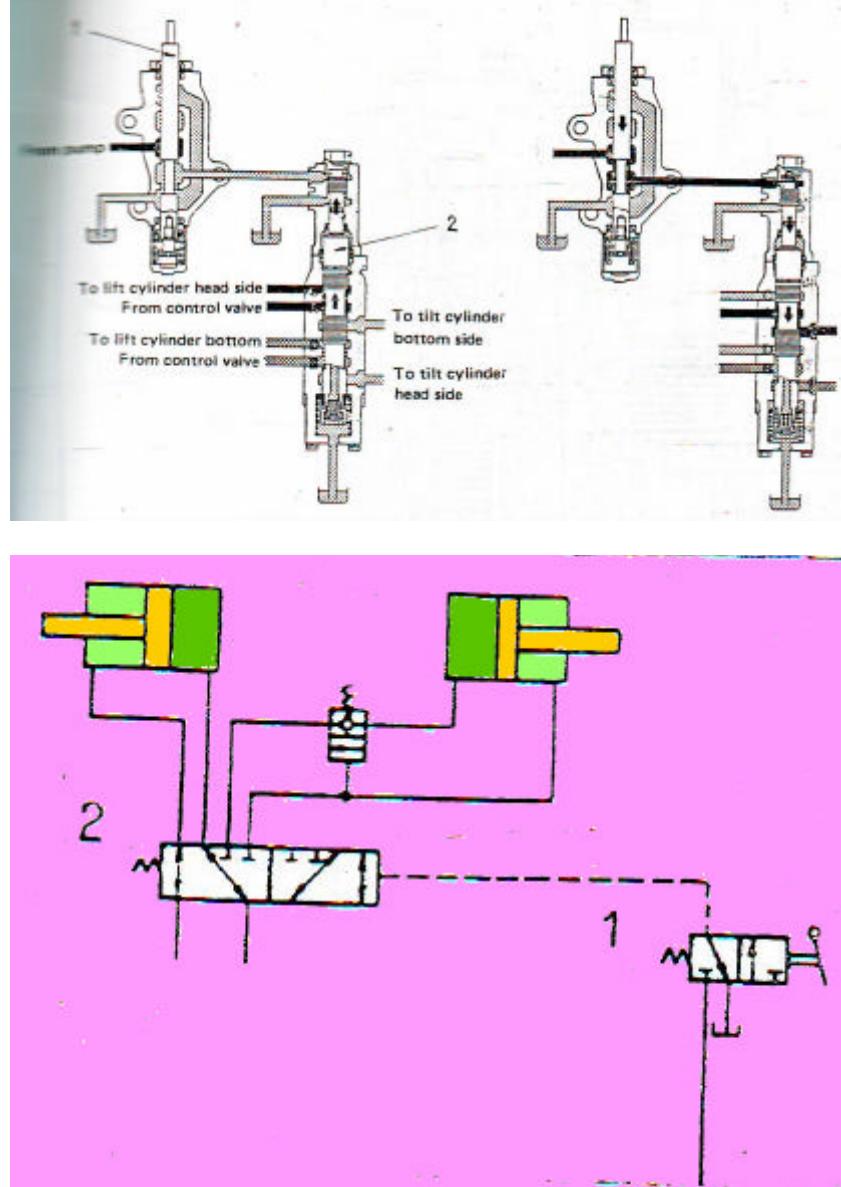
When steering wheel is manipulated (Turning to the left)



Gambar 4.132 (d) Prinsip kerja orbitrol valve sebagai hand pump

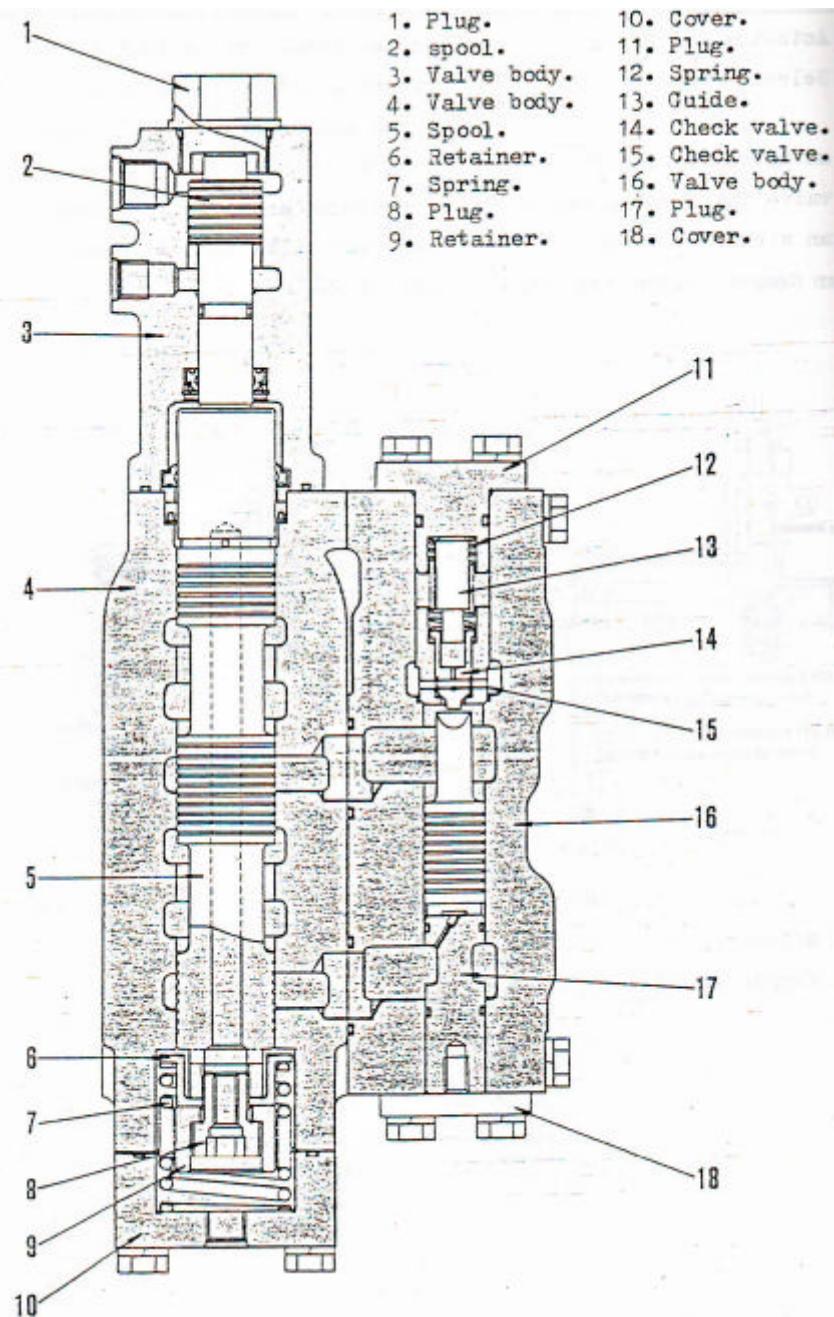
**B. Actuator dan Ripper Selector valve.**

Fungsi actuator dan ripper selector valve ialah untuk menghubungkan sirkuit lift dan tilt cylinder dengan ripper control valve.



Gambar 4.133 (a) dan (b) Prinsip kerja dan Simbol actuator dan ripper selector valve

#### 4. Komponen Alat Berat

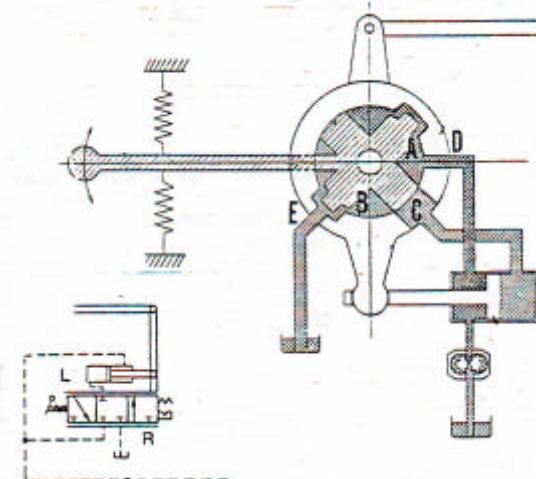


Gambar 4. 133 (c) Ripper selector valve

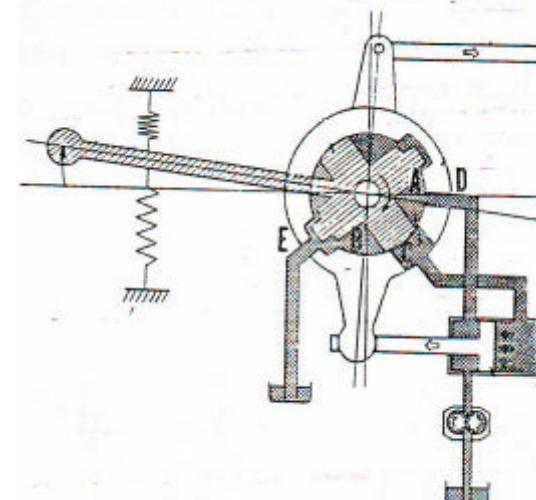
### C. Rotary servo valve

Fungsi rotary servo valve ialah untuk meringankan beban operator pada saat mengoperasikan control valve (sebagai booster). Contoh pemakaian rotary servo valve ini ialah pada bulldozer.

Konstruksi rotary servo valve ini terlihat pada gambar 4.134 a-c

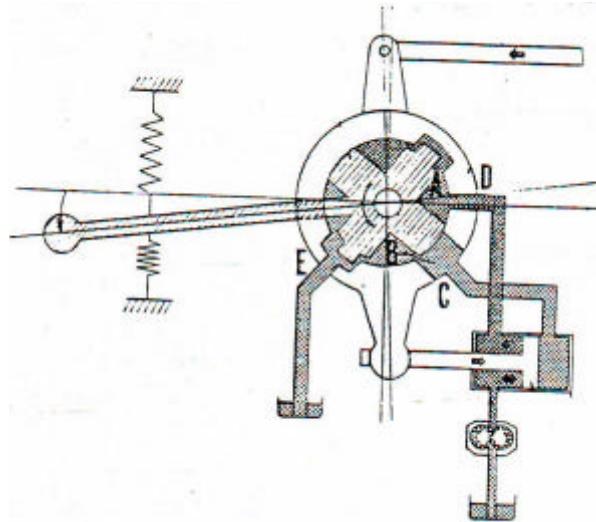


Gambar 4.134 (a) Simbol dan prinsip kerja servo rotary valve (netral)

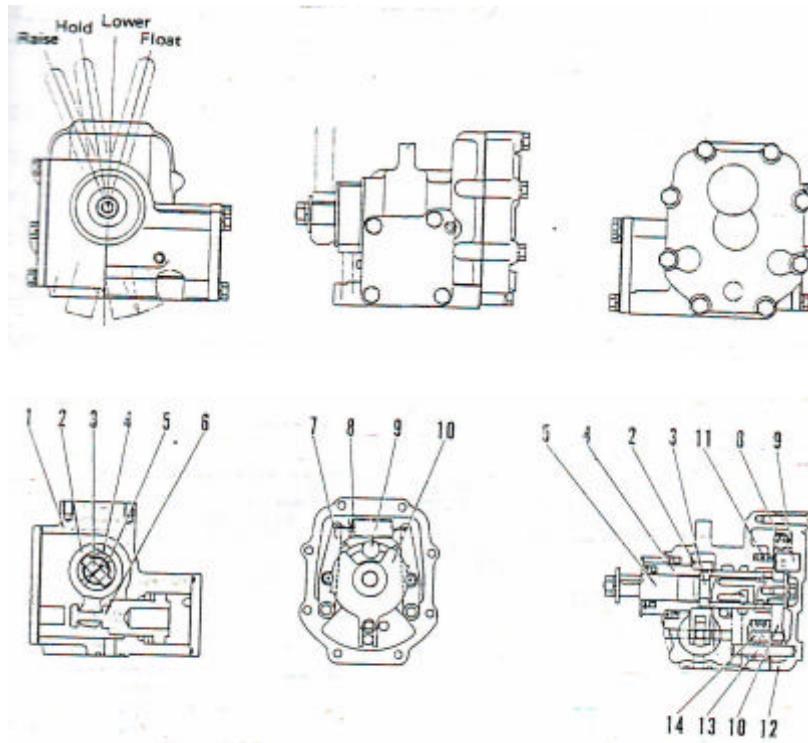


Gambar 4.134 (b) Rotary servo valve digerakkan searah jarum jam.

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.134 (b) Rotary servo valve digerakkan berlawanan arah jarum jam.



Gambar 4.135 Konstruksi blade lift servo valve

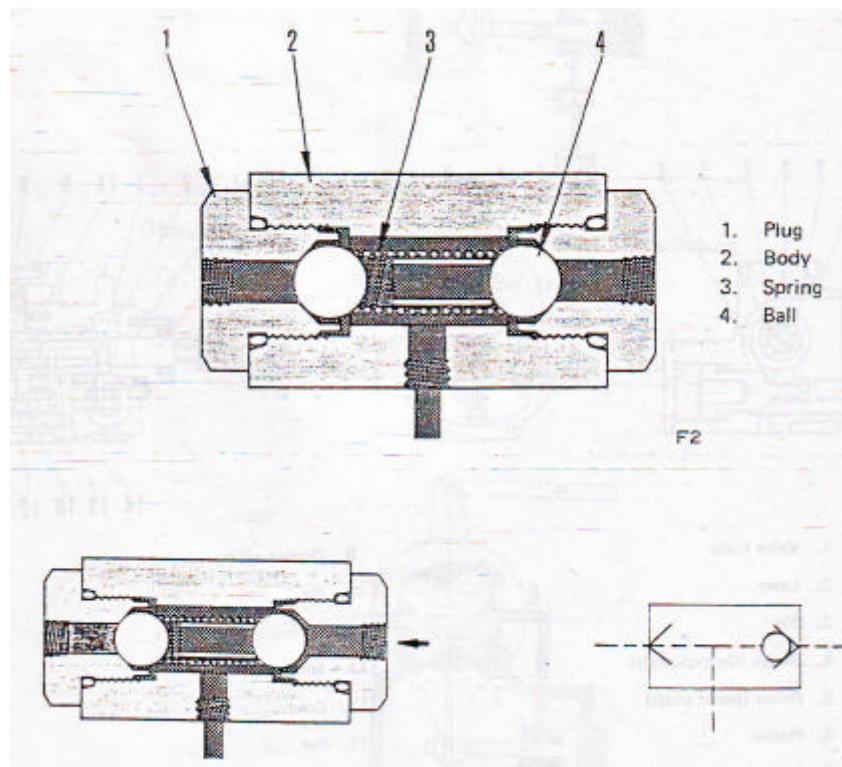
#### 4. Komponen Alat Berat

- |                          |                  |
|--------------------------|------------------|
| 1. Valve body            | 8. Detent spring |
| 2. Lever                 | 9. Pin.          |
| 3. pin                   | 10. Detent       |
| 4. sleeve (Output shaft) | 11. Spring       |
| 5. Rotor (Input Shaft )  | 12 Cover         |
| 6. Piston                | 13. Pln          |
| 7. Lever                 | 14. Pin          |

#### D. Shuttle valve

Shuttle valve ialah double check valve yang berfungsi untuk memungkinkan aliran oli ke satu arah saja. Contoh pemakaian ialah pada motor grader (untuk circle reverse circuit)

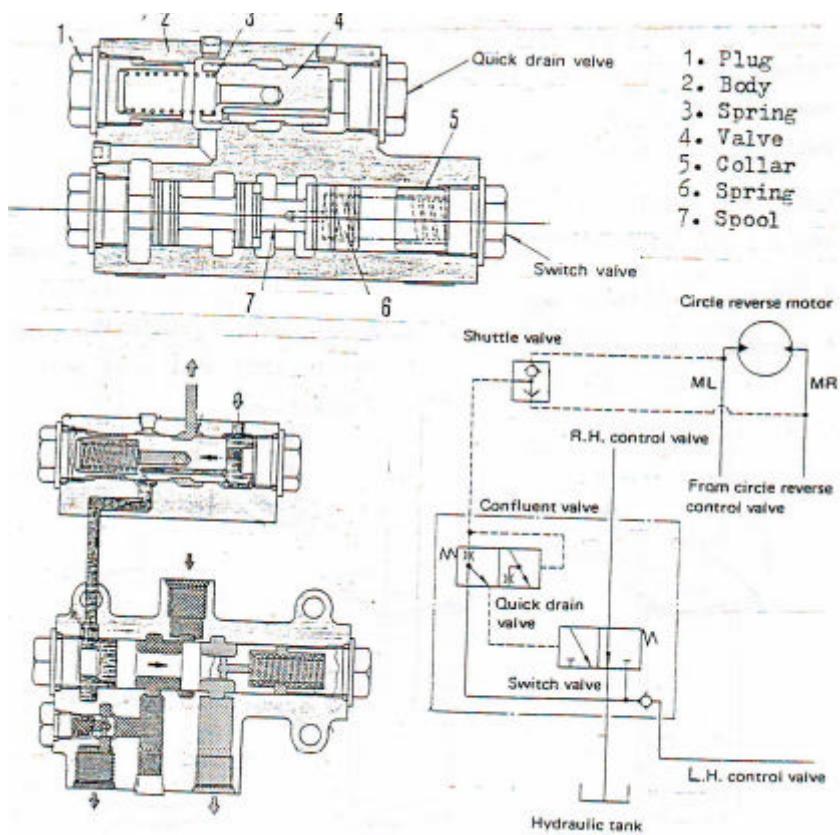
Konstruksi, simbol dan prinsip kerja shuttle valve tersebut dapat dilihat pada gambar 4.136.



Gambar 4.136. Konstruksi, simbol dan prinsip kerja shuttle valve.

### E. Confluent valve

Confluent valve terdiri dari quick drain valve dan switch valve yang berfungsi untuk memparallelkan dua pompa menjadi satu. Contoh pemakaiannya ialah pada motor grader, dimana dengan adanya confluent valve tersebut putaran dari circle reserse motor menjadi naik. Konstuktsinya, symbol dan prinsip kerja confluent valve tersebut dapat dilihat pada gambar :



Gambar 4.137 Kontrusi, symbol dan prinsip kerja confluent valve

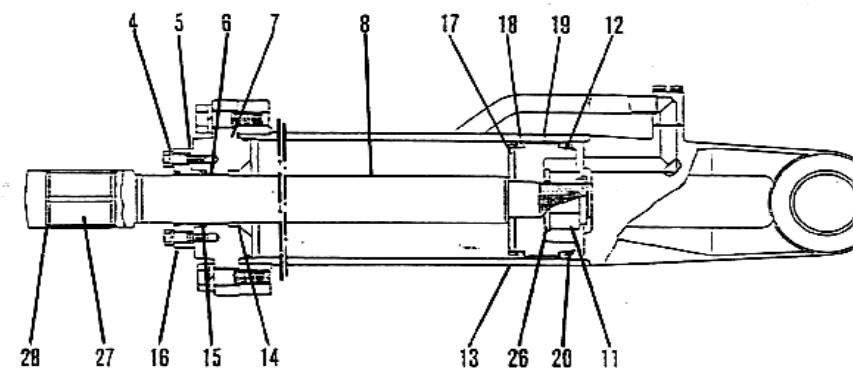
- |          |          |
|----------|----------|
| 1.Plug   | 5.Collar |
| 2.Body   | 6.Spring |
| 3.Spring | 7.Spool  |
| 4.Valve  |          |

#### 4.4. Actuator (Aktuator) dan Akumulator

Fungsi dari *actuator* adalah untuk merubah tenaga hidrolik menjadi tenaga mekanis. Macam-macam *actuator* yang terdapat dalam sistem hidrolik adalah (1) silinder hidrolik (*hydraulic cylinders*) dan (2) motor hidrolik (*hydraulic motors*).

##### *Hydraulic cylinder*

###### 4.4.1. Silinder hidrolik



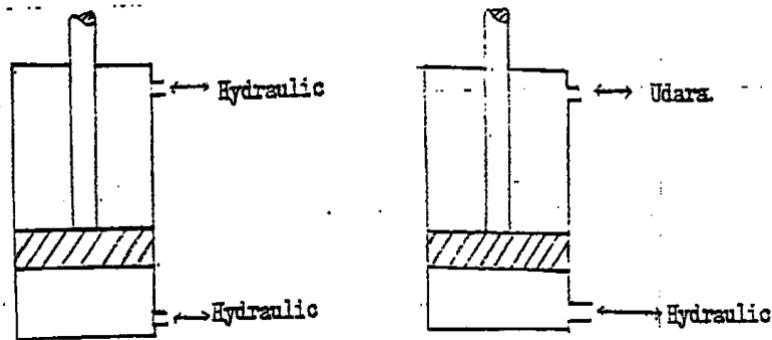
Gambar 4.138 Contoh silinder hidrolik Blade Tilt Cyl untuk D85

- |                     |                             |               |
|---------------------|-----------------------------|---------------|
| 1. Bushing          | 11. Piston Nut              | 21. Seat      |
| 2. O-ring           | 12. Piston                  | 22. Valve     |
| 3. Snap ring        | 13. Cylinder                | 23. Seat      |
| 4. Dust seal        | 14. O-ring, Back-up<br>ring | 24. Cao       |
| 5. Bushing          | 15. Packing                 | 25. Bushing   |
| 6. Bushing          | 16. Gland                   | 26. Washer    |
| 7. Cylinder head    | 17. Retainer                | 27. Bushing   |
| 8. Piston Rod       | 18. U-packing               | 28. Dust seal |
| 9. Quick drop valve | 19. Piston ring             |               |
| 10. Collar          | 20. Retainer                |               |

Gambar 4.138 silinder hidrolik dan nama-nama bagianya

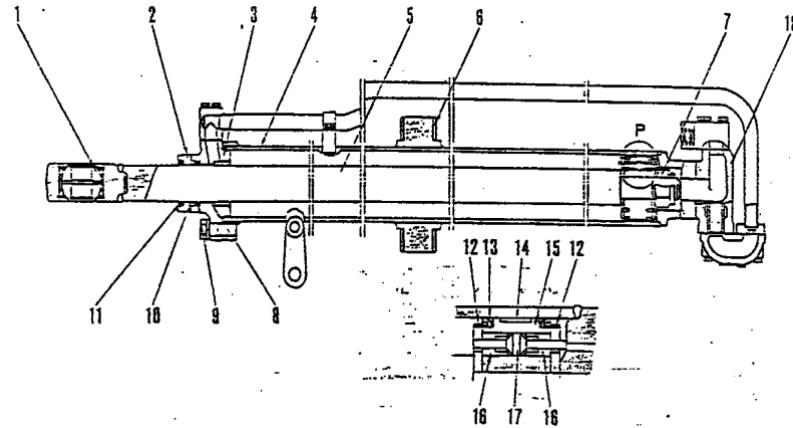
Type *hydraulic cylinder* : (1) kerja tunggal (*single acting*), (2) kerja ganda (*double acting*).

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.139 Double acting & single acting cylinders

Pada umumnya pada alat berat memakai kerja ganda, kecuali *carlift*, *fork lift*, dan *dump truck*. Pada *blade lift cylinder* untuk *bulldozer* dipasang *piston valve*, yang berfungsi sebagai (1) untuk menghindarkan tumbukan piston dengan silinder, (2) sebagai katup pengaman (*safety valve*) ketika posisi *full raise/lower, tilt* digerakkan.

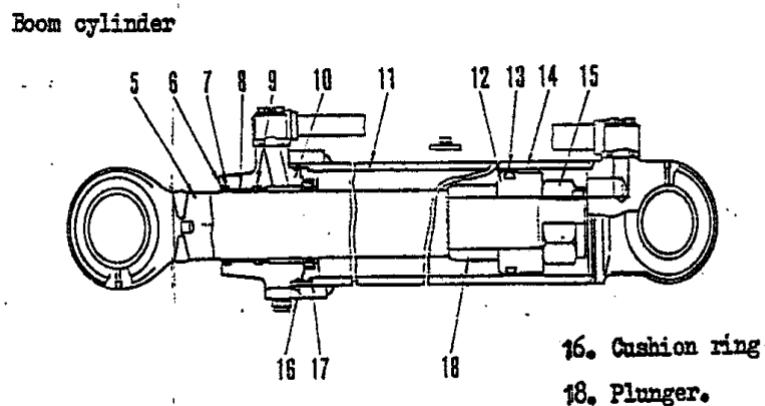


Gambar 4.140. *Blade lift cylinder* pada *Bulldozer*

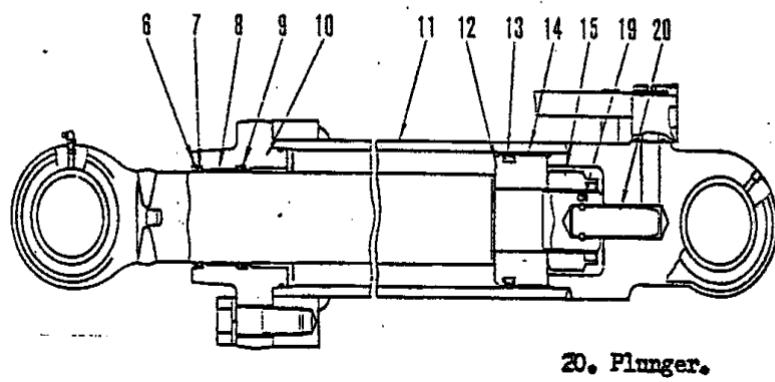
- |                  |                 |                               |
|------------------|-----------------|-------------------------------|
| 1. Bushing       | 8. Bushing      | 15. Piston                    |
| 2. Gland         | 9. Packing      | 16. Seat                      |
| 3. Cylinder head | 10. Bushing     | 17. Valve                     |
| 4. Cylinder      | 11. Dust seal   | 18. Quick drop valve assembly |
| 5. Piston rod    | 12. Retainer    | 19. Cap                       |
| 6. Bushing       | 13. U-packing   |                               |
| 7. Piston nut    | 14. Piston ring |                               |

#### 4. Komponen Alat Berat

*Boom cylinder/arm cylinder* pada *hydraulic excavator* dipasang *cushion*, yang fungsinya adalah untuk menghindarkan benturan antara piston dengan silinder. Fungsi dari *cushion* adalah untuk menghindarkan benturan antara piston dengan silinder.



**Arm cylinder.**

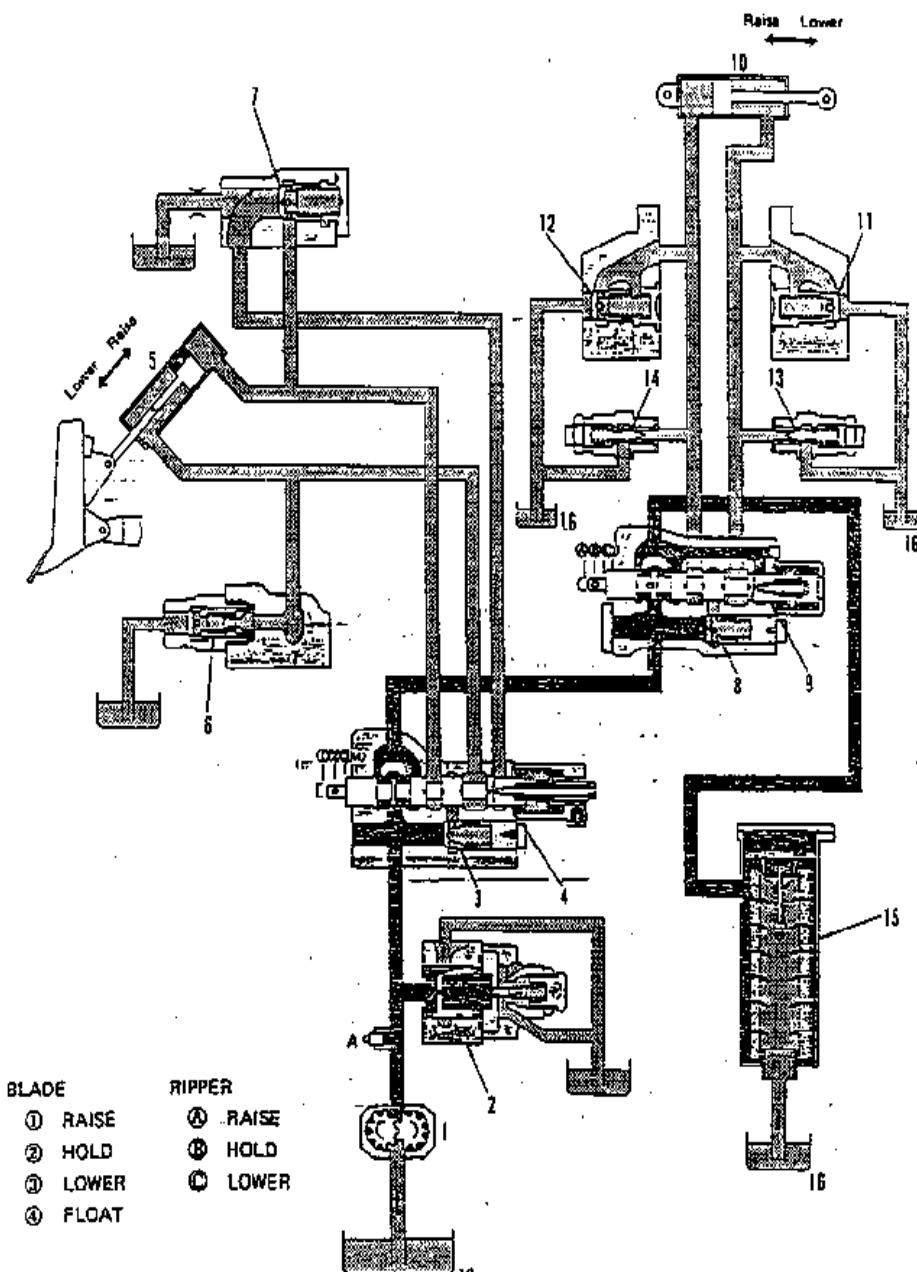


Gambar 4.141. *Boom cylinder & Arm cylinder*

Gambar 4.141 sampai dengan gambar 4.151 adalah contoh-contoh penggambaran secara skematis dari sistem kontrol hidrolik pada alat berat. Gambar 4.141, 4.142, 4.143, 4.144 sistem kontrol hidrolik pada *Angledozer with ripper (D6OA E-8, D6 E-8)* dua silinder berturut-turut digambarkan sistem kontrol hidrolik, sirkuit skema sistem hidroliknya, dan posisi netral pada hidrolik, serta *directional control valvenya*.

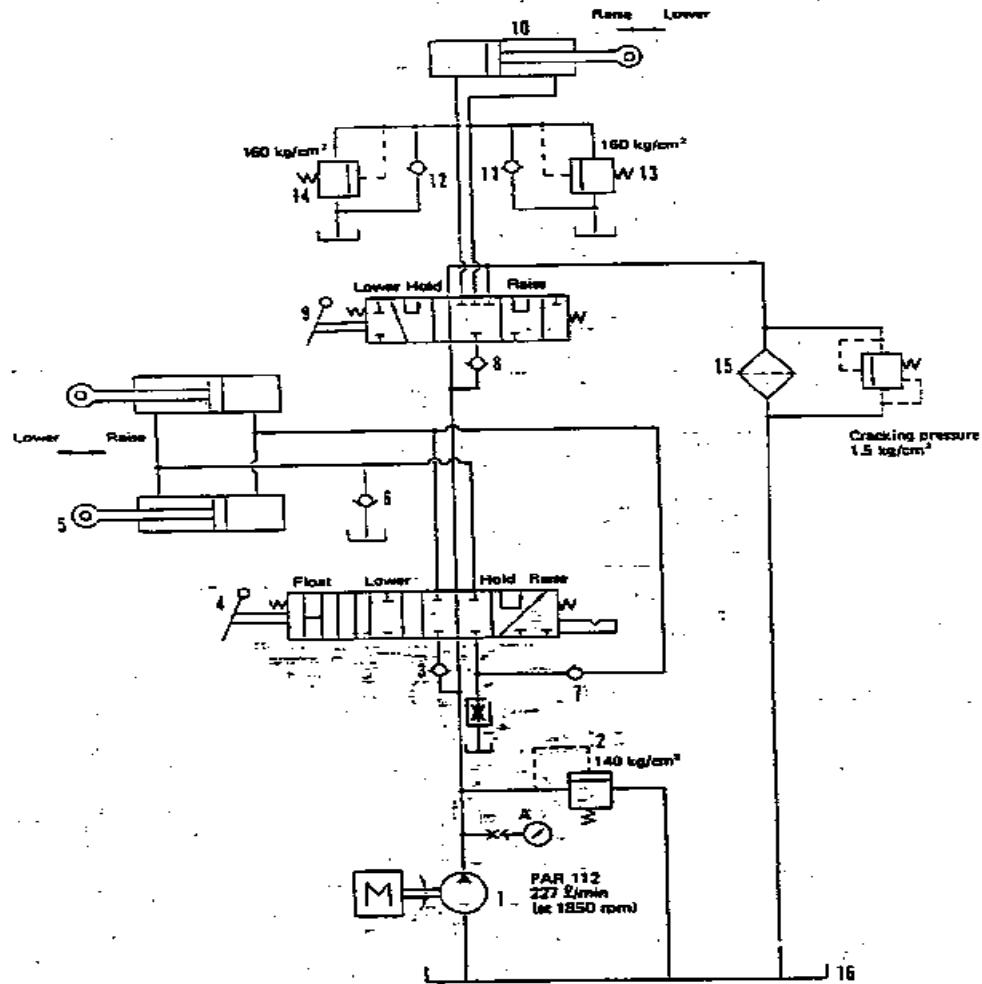
#### 4. Komponen Alat Berat

Angledozer with ripper (D60AE-8, D65AE8)  
Engine running, two blade control levers are in "HOLD" position



Gambar 4.142. Sistem kontrol Hidrolik pada Angledozer with Ripper (2 cyl)

#### 4. Komponen Alat Berat

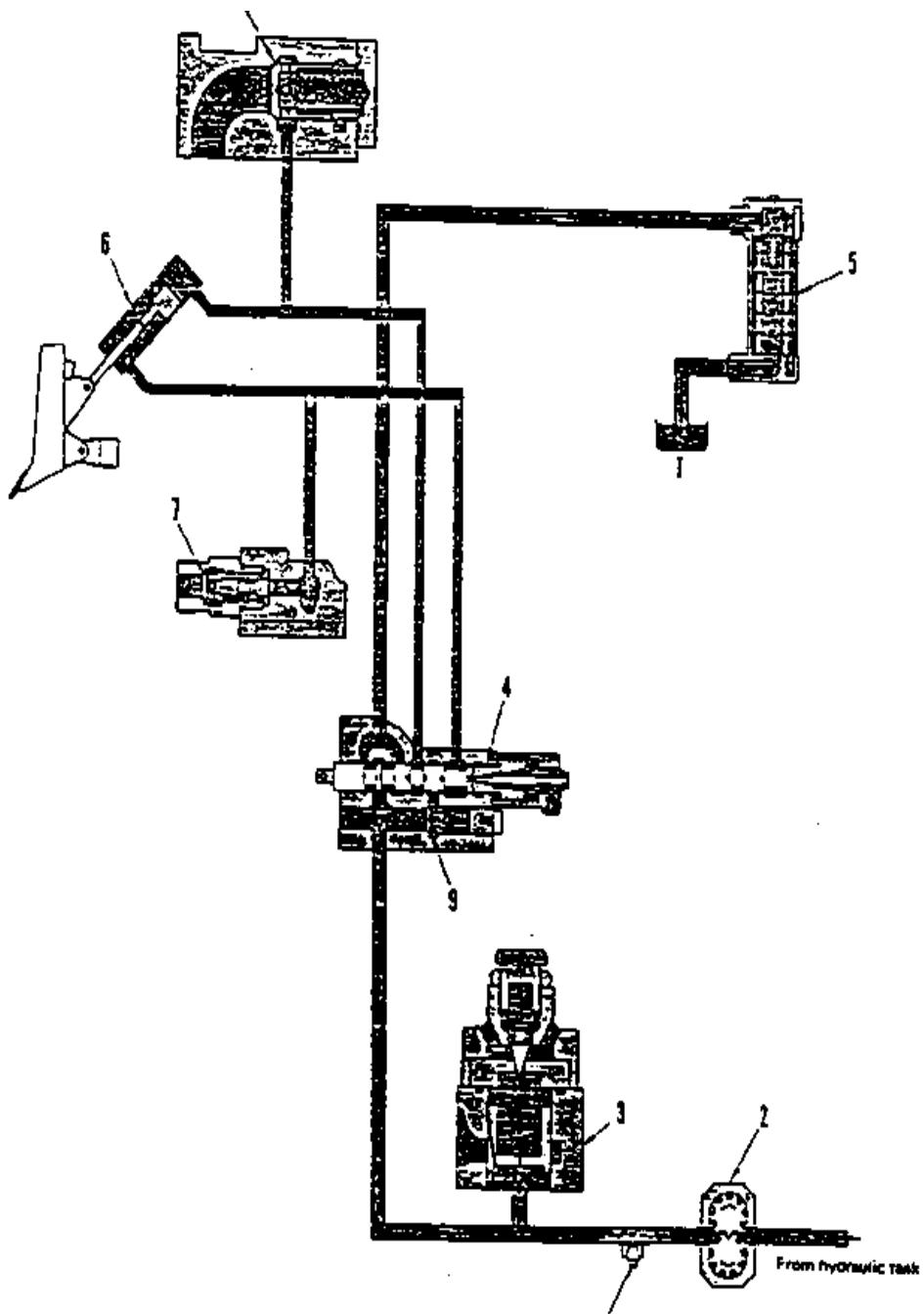


Gambar 4.143 Sirkuit Sistem Hidrolik pada Angledozer with Ripper (2 silinder)

- |                                   |                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Hydraulic pump                 | 10. Ripper lift cylinder              |
| 2. Main relief valve              | 11. Suction valve for head            |
| 3. Check valve                    | 12. Suction valve for bottom          |
| 4. Blade lift control valve spool | 13. Safety valve for head             |
| 5. Blade lift cylinder            | 14. Safety valve for bottom           |
| 6. Suction valve for head         | 15. Hydraulic filter                  |
| 7. Suction valve for bottom       | 16. Hydraulic tank                    |
| 8. Check valve                    | A. Tap for main relief valve pressure |
| 9. Ripper control valve spool     |                                       |

---

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.144 Sistem kontrol Hidrolik pada *Angledozer with Ripper* (2 silinder) pada posisi netral

#### 4. Komponen Alat Berat

Fungsi Aktuator ialah untuk menggerakkan perlengkapan kerja (attachment). Prinsip kerjanya adalah mengubah tenaga kerja hidrolik menjadi tenaga mekanis baik dalam bentuk reciprocating maupun rotary.

Pada sistem hidrolik, actuator ada 2 (dua) yaitu :

- Hydraulic cylinder
- Hydraulic motor

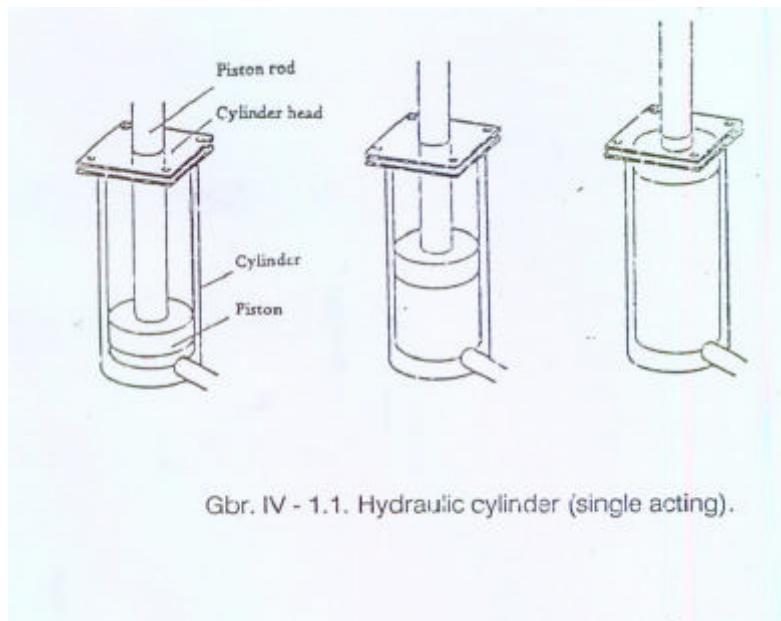
##### 1. HYDRAULIC CYLINDER

Hydraulic cylinder dibagi dalam 2 (dua) jenis yaitu:

- \* Single acting dan
- \* Double acting

###### A. *Single Acting*

Hydraulic cylinder dengan jenis single acting ini pada prinsipnya terlihat pada gbr. IV-1.1. Adapun pemakaian single acting ini ialah pada unit Frklift.

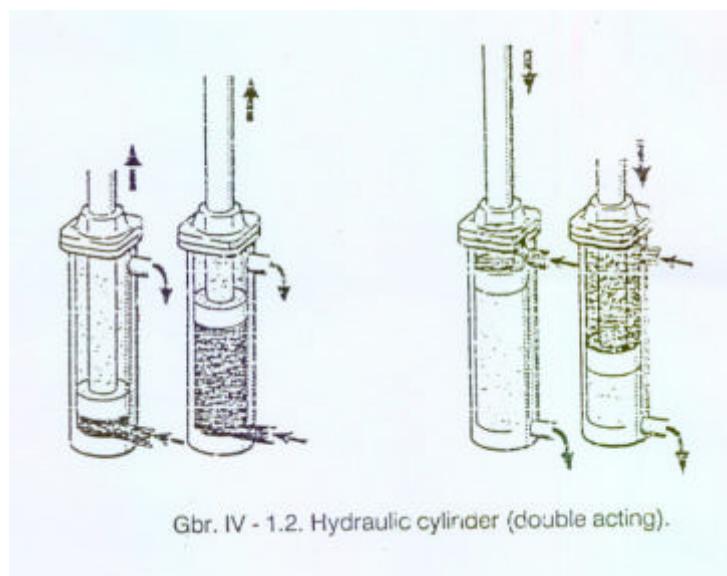


Gambar 4.145 Hydraulic cylinder (single acting)

**B. Double Acting**

Hydraulic cylinder dengan jenis double acting ini pada prinsipnya terlihat pada gambar 4. 145. Adapun contoh pemakaian double acting ini ialah pada unit-unit Bulldozer, Dozer Shovel, Motor Grader dan Wheel Loader.

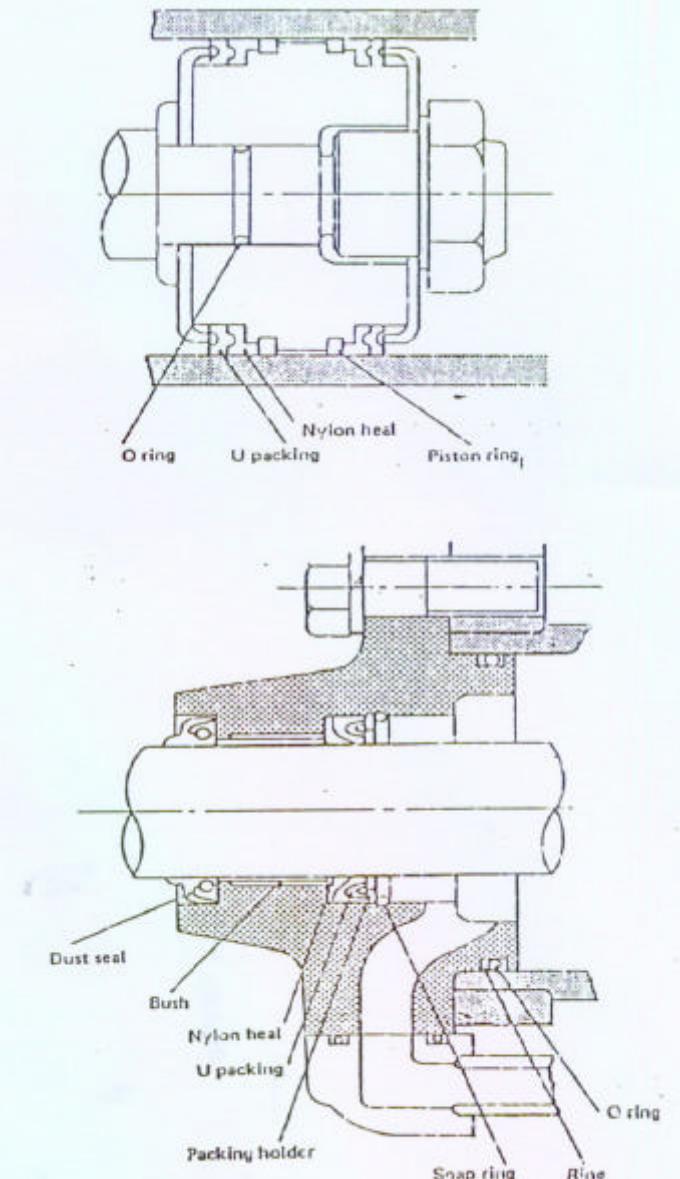
Bentuk – bentuk hydraulic cylinder dapat dilihat pada gambar 4.146, 4.147, 4.148



Gbr. IV - 1.2. Hydraulic cylinder (double acting).

Gambar 4.146 Hydraulic cylinder (double acting)

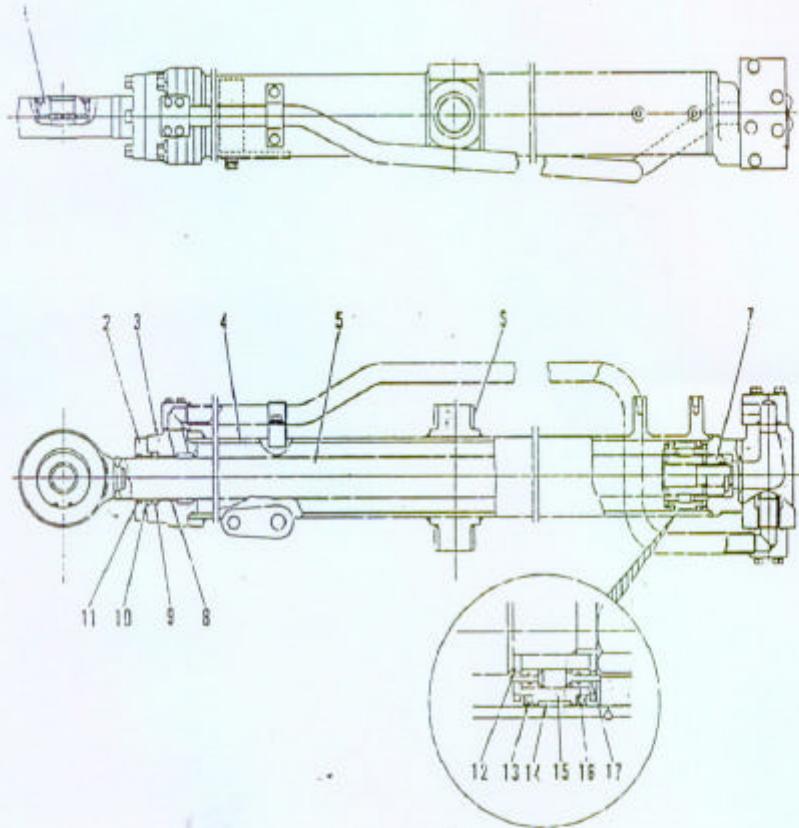
#### 4. Komponen Alat Berat



Gbr. IV - 1.3. Seal - seal pada cylinder hidrolik.

Gambar 4.147 Seal-seal pada silinder hidrolik

#### 4. Komponen Alat Berat

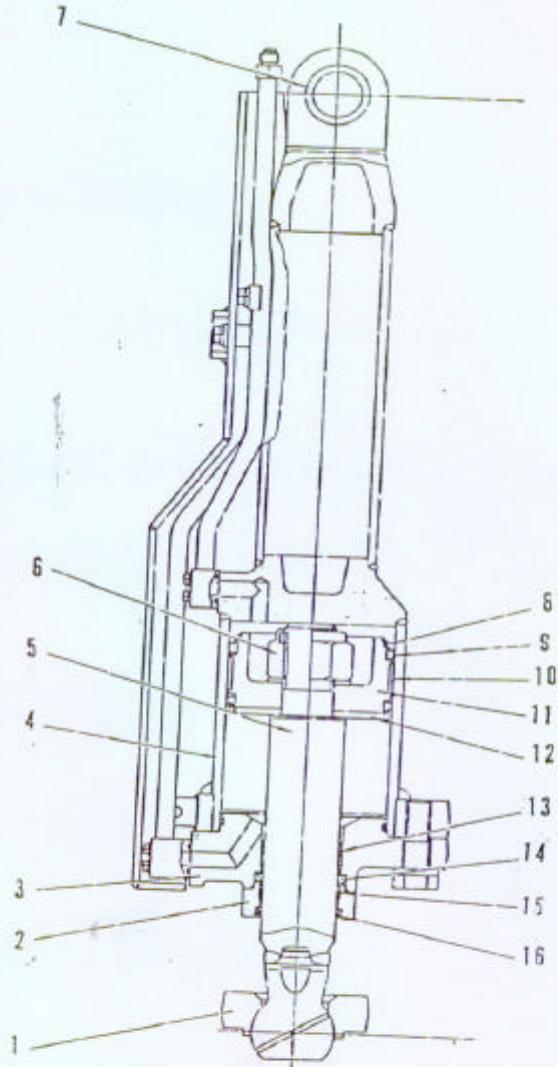


- |                  |               |                  |
|------------------|---------------|------------------|
| 1. Bushing       | 7. Nut        | 13. Packing      |
| 2. Gland         | 8. Bushing    | 14. Wear ring    |
| 3. Cylinder head | 9. Packing    | 15. Piston       |
| 4. Cylinder      | 10. Bushing   | 16. Valve seat   |
| 5. Piston rod    | 11. Dust seal | 17. Piston valve |
| 6. Nut           | 12. Retainer  |                  |

Gbr. IV - 1.4. Blads Lift Cylinder D 80/85 A - 18.

Gambar 4.148 Blade lift Cylinder D 80/85A-18

#### 4. Komponen Alat Berat



- |                  |               |               |
|------------------|---------------|---------------|
| 1. Cap           | 7. Bushing    | 13. Bushing   |
| 2. Gland         | 8. Retainer   | 14. Packing   |
| 3. Cylinder head | 9. Packing    | 15. Bushing   |
| 4. Cylinder      | 10. Wear ring | 16. Dust seal |
| 5. Piston rod    | 11. Piston    |               |
| 6. Nut           | 12. Retainer  |               |

Gbr. IV - 1.4. Blade Tilt Cylinder D 80/85 A - 18.

Gambar 4.149 Blade Tilt Cylinder D80/85A-18

#### 4. Komponen Alat Berat

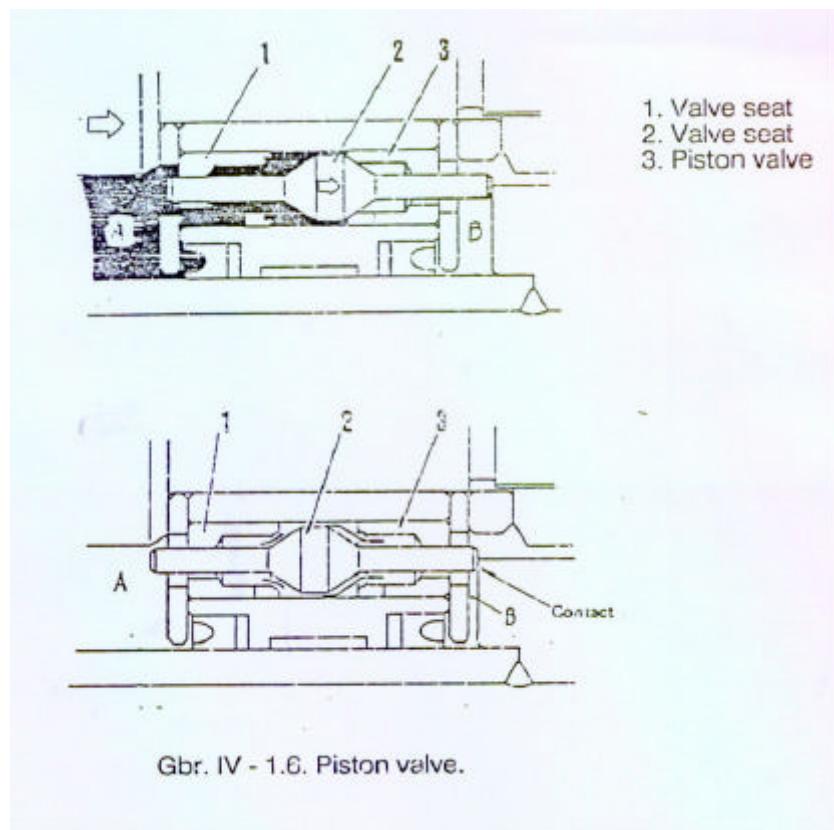
##### 1. Piston Valve

Pada lift cylinder untuk Buldozer dilengkapi dengan piston valve (gambar 4.150) yang berfungsi untuk :

2. Mengurangi benturan antara piston dengan silinder.
3. Sebagai safety ketika posisi full raise atau lower, tilt dioperasikan atau sebaliknya.
5. Memungkinkan beroperasi serie.

Pada 4.150 ini, diperlihatkan prinsip kerja piston valve didalam mengurangi benturan antara piston dengan silinder.

Apabila piston bergerak mendekati akhir langkahnya maka piston valve akan menyentuh silinder. Akibatnya oli pada ruang A akan mengalir ke ruang B sehingga tekanan pada ruang A berkurang dan benturan piston dengan silinder dapat dikurangi.



Gambar 4.150 Piston Valve

### 6. Cushion Cylinder.

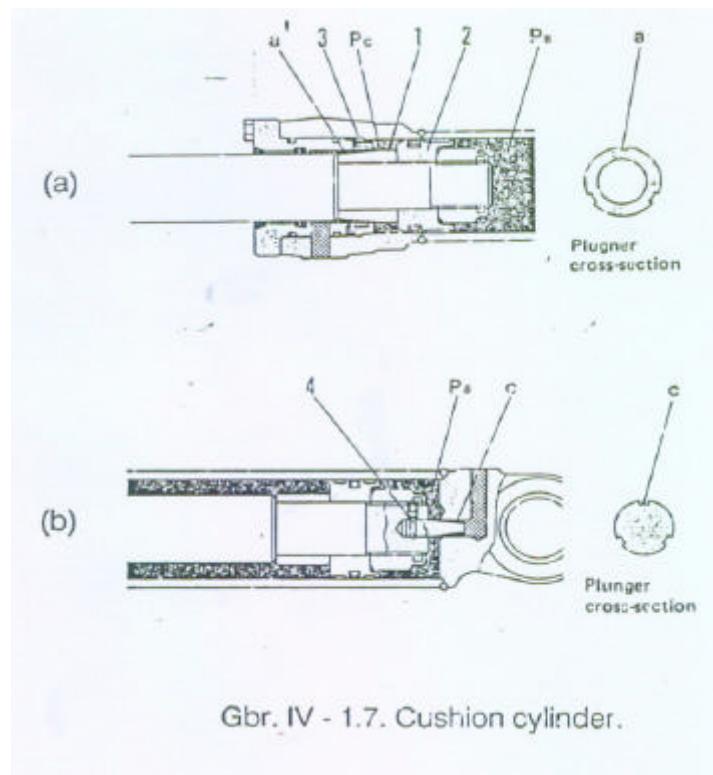
Pada boom cylinder sisi head dan arm cylinder sisi bottom dilengkapi dengan cushion yang berfungsi untuk :

1. Mengurangi kecepatan pukulan piston pada akhir langkahnya sehingga meringankan beban kejut pada chasis.
2. Mengurangi suara pukulan piston.

Prinsip kerjanya pada boom cylinder (gambar 4.151) ialah :

Bila piston (2) mendekati akhir langkahnya, plunger (1) akan masuk ke cushion ring (3) menyebabkan oli diruang PC dibatasi. Kemudian oli di diruang PC mengalir dari sisi cylinder head melalui alur-alur a(3 alur) di sekeliling plunger dan hambatan b. akibat dari efek ini dan juga adanya pengurangan aliran dari pompa akan mengakibatkan tekanan diruang Pb bervariasi, sehingga terjadi peredaman kejutan pada boom cylinder.

Bila piston mendekati akhir langkahnya, oli diruang PB dibatasi dan hasil peredaman kejutan diperoleh melalui alur c. steel ball (4) menjaga keseluruhan plunger.



Gbr. IV - 1.7. Cushion cylinder.

Gambar 4.151 Cushion Cylinder

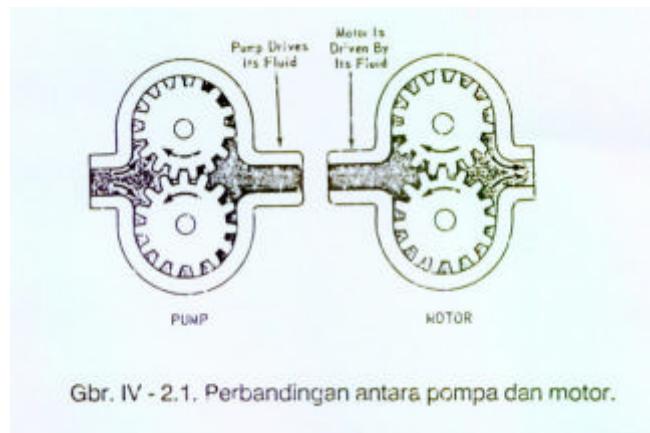
## 2. HYDRAULIC MOTOR

Hydraulic motor adalah bentuk lain actuator. Kalau cylinder menghasilkan gerakan bolak balik, maka hydraulic motor menghasilkan putaran (rpm). Bekerjanya hydraulic motor adalah berlawanan dengan pompa.

Pompa : Menghisap zat cair dan mendorong keluar. Jadi merubah tenaga mekanis (putaran) menjadi tenaga hidrolis.

Motor : Dimasuki zat cair yang bertekanan dan keluar pada sisi outlet, merubah tenaga hidrolis menjadi tenaga mekanis (putaran).

Pompa dapat juga dipakai sebagai motor, tetapi tidak boleh digunakan tanpa perubahan semua faktor yang berhubungan dengan motor. Kalau hal ini dilakukan maka akan terjadi keausan yang parah pada shaft dan bearing.



Gbr. IV - 2.1. Perbandingan antara pompa dan motor.

Gambar 4.152 Perbandingan pompa dan motor hidrolik

Besarnya kecepatan dan torque output shaft motor bergantung pada displacement motor, yaitu volume output setiap putarannya. Semakin besar volume output perputarannya torque outputnya semakin besar pula. Seperti halnya pompa motor dirancang dalam.

Dua jenis displacement (pemindahan oli) yaitu:

1. Fixed displacement (pemindahan oli) yaitu:

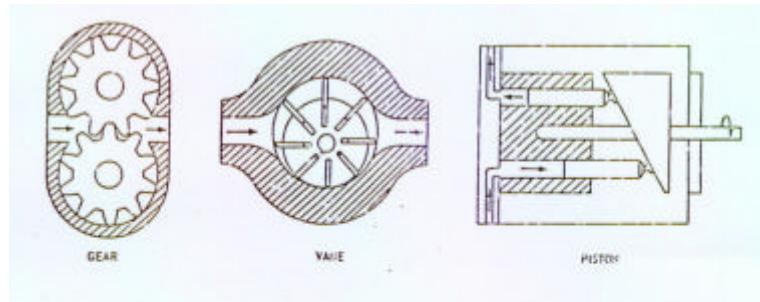
Motor constant, sedangkan kecepatan dapat dirubah-rubah dengan variasikan aliran masuknya (input flow). Jadi pompa ini dipakai terutama menghasilkan putaran.

2. Variable displacement motor. Motor jenis ini baik putaran maupun torquenya dapat dirubah-rubah (bervariasi). Aliran input (input flow) dan tekanannya bisa constant saja, sedangkan kecepatan dan torque dapat dirubah-rubah dengan menggerakkan mekanisme yang akan merubah displacement motornya.

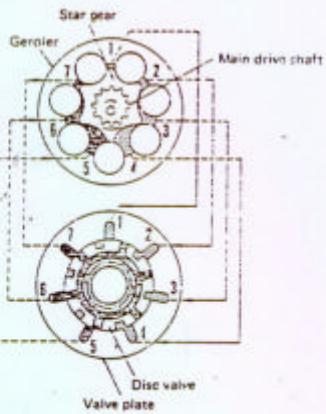
#### 4. Komponen Alat Berat

Berdasarkan strukturnya, hydraulic motors dibedakan dalam empat jenis :

- Gears motors (menggunakan roda gigi)
- Vane motors (menggunakan sirip-sirip)
- Piston motors (menggunakan piston)
- Orbit motors (circle rotation motor)



Gbr. IV - 2.2. Tiga jenis hydraulic motors.



Gbr. IV - 2.3. Orbit motors.

Gambar 4.153 Type-type Motor hidrolik

##### A. Gear Motor

Secara umum gear motor dibagi menjadi dua :

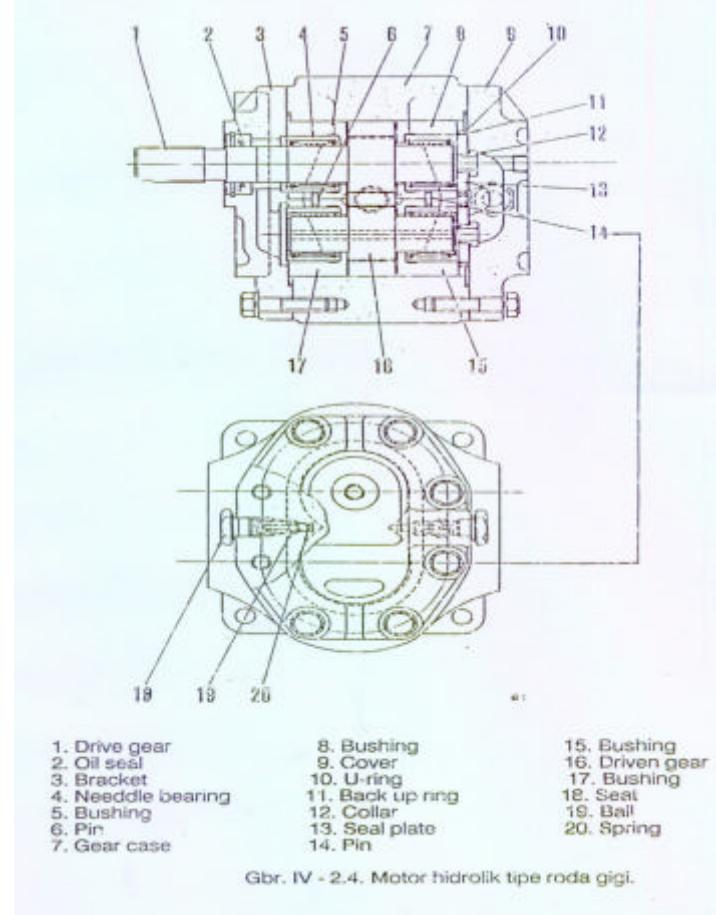
1. External gear motors
2. Internal gear motors

## 4. Komponen Alat Berat

### 1. External gear motor

Konstruksinya dapat dilihat pada gambar 4.154. motor jenis ini dipakai pada unit John Deere dan Motor Grader. Misalnya untuk meutar roda depan kiri dan kanan unit John Deere (Front Wheel Drive Motors). [ada Motor Greder misalnya Circle reverse motor].

Konstruksinya terdiri dari dua buah roda gigi yang selalu berhubungan (mesh) dalam rumahnya. Bila ada tekanan pada sisi masuknya, akan mendorong gigi-giginya dan menyebabkan shaft motor berputar untuk digunakan memutar beban (load).

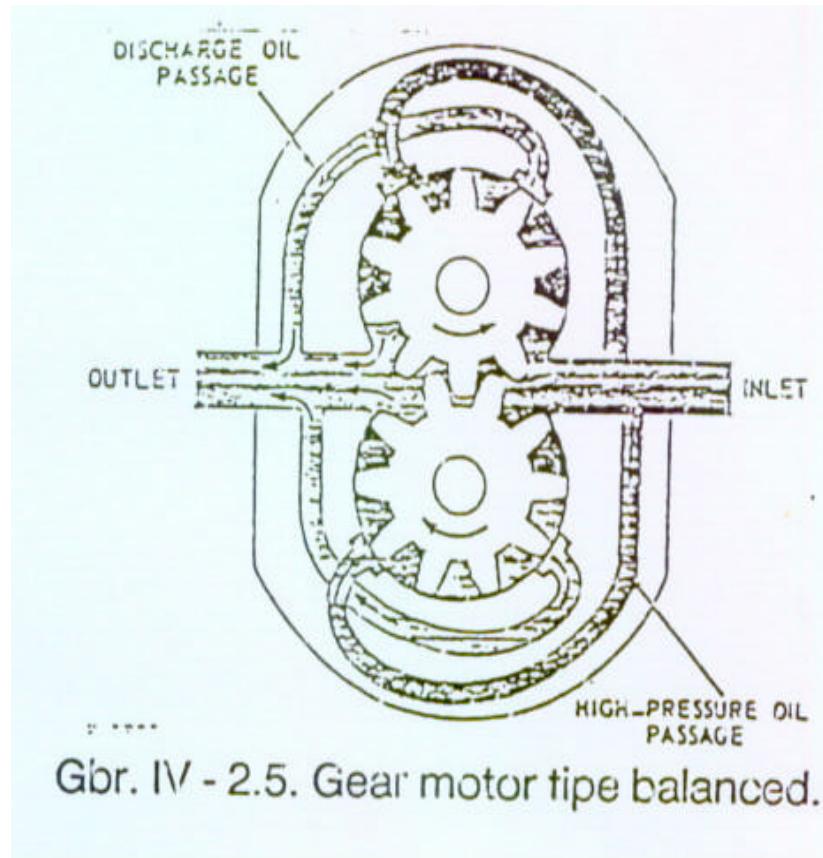


Gambar 4.154 Motor hidrolik type roda gigi luar

Untuk memperpanjang usia bearing kemudian dibuat lubang pada housing untuk menyalurkan tekanan tinggi dengan arah gaya dorong yang berlawanan dengan yang terjadi disisi inlet. Jenis ini dinamakan tipe

#### 4. Komponen Alat Berat

membalik putaran shaft output, maka control valve digerakkan untuk menukar jalannya oli antar inlet dan outlet.



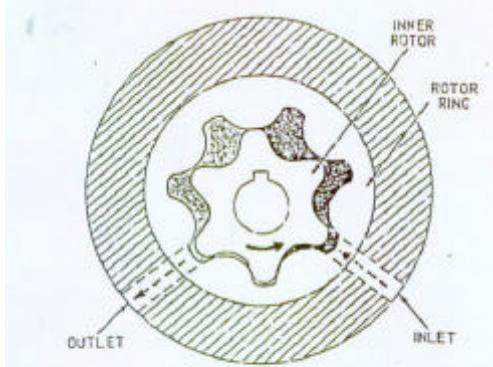
Gambar 4. 155 Motor Roda gigi type balanced

#### 2. Internal gear motor

Konstruksinya dapat dilihat pada gambar 4.156, komponennya terdiri dari :

1. Housing (rumah)
2. Rotar ring, berputar dalam housing
3. Inner rotor yang mana giginya berhubungan (mesh) dengan rotor ring seperti pada gambar, sedang shaft inner rotor bertumpu pada housing.

#### 4. Komponen Alat Berat

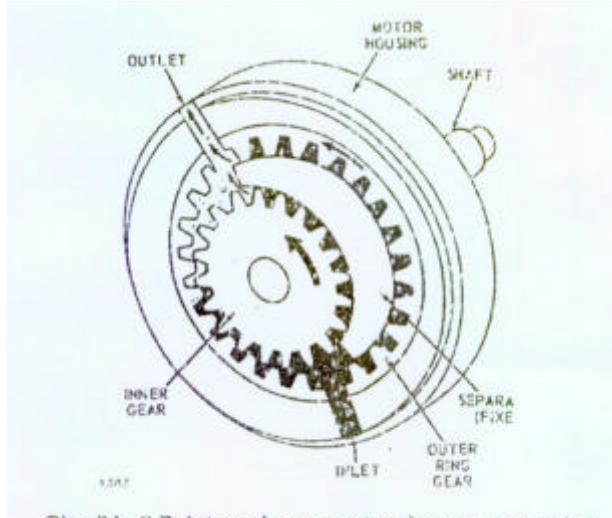


Gbr. IV - 2.6. Internal gear motor.

Gambar 4.156 Internal gear motor

Cara kerjanya : Bila ada tekanan disi inlet maka akan mendorong gigi-gigi inner rotor dan rotor ring sehingga motor berputar. Sewaktu gigi inner rotor bagian atas bertemu dengan rotor ring akan terjadi penyekatan. Begitu motor berputar akan bocor lagi, terbentuk tapi penyekatan, dan seterusnya.

Bentuk lain internal gear motor seperti pada gambar 4.157. Bedanya hanya pada separator yang fixed terhadap housingnya, sedangkan cara kerjanya sama saja.



Gbr. IV - 2.7. Internal gear motor dengan separator.

Gambar 4.157 Internal gear motor dengan separator

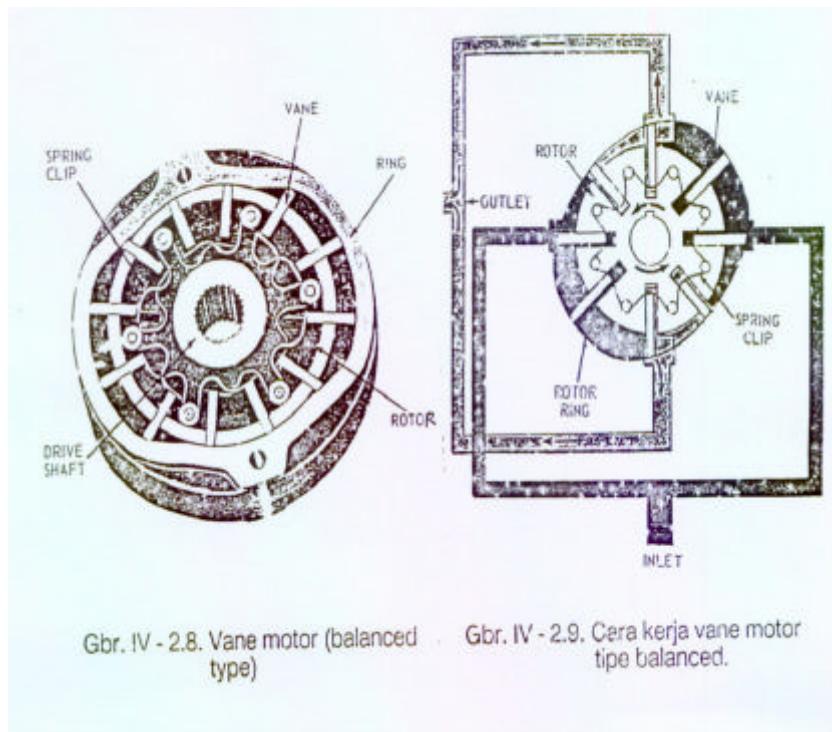
**B. Vane Motor.**

Seperti pada pompa, vane motor juga ada dua macam :

1. Tipe unbalanced
2. Tipe balanced

Vane motor hanya dibuat untuk fixed displacement. Keuntungan vane motor adalah usia pakainya lebih lama (keausan pada bearing kecil) dan lebih murah bila dibandingkan dengan gear motor. Untuk membalik arah putaran seperti pada motor yang lain yaitu dengan membalik arah masuknya oli.

Konstruksinya seperti gbr. 4.157 fungsi spring clip untuk menahan agar sudu-sudu (vanes) tetap merapat pada outer ring untuk memperkecil kebocoran. Sedangkan pada pompa tidak diperlukan clip ring cara kerjanya seperti pada gambar 4.158.



Gambar 4.158 Motor hidrolik tipe balanced

**C. Motor Hidrolik Tipe Piston**

Motor hidrolik tipe piston mempunyai 2 (dua) tipe yaitu:

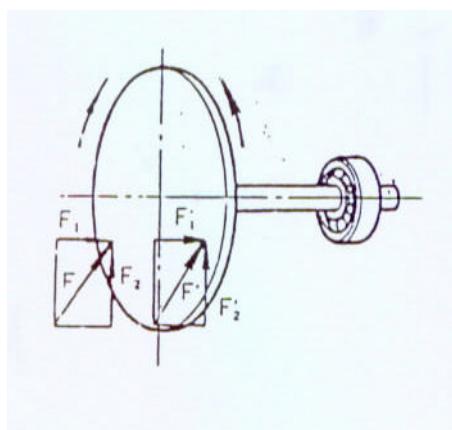
1. Tipe bent
2. Tipe swash

#### 4. Komponen Alat Berat

Konstruksi dari masing-masing tipe tersebut diatas terlihat pada gambar 4.159 dan gambar 4.160

Prinsip kerjanya (lihat 4.159) ialah sebagai berikut :

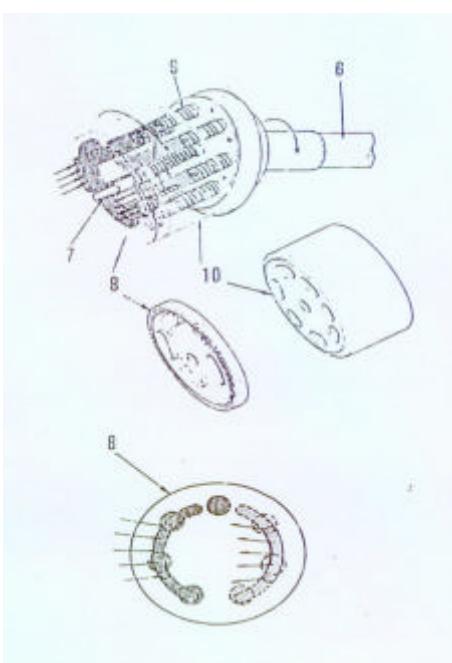
Sebuah disc yang ditumpuk oleh bearing mendapat tekanan fluida maka disc tersebut akan berputar. Putaran disc tersebut tergantung dari arah mana fluida tersebut diberikan ke disc.



Bila tekanan pada disc berkedudukan di  $F$  maka disc akan berputar ke kanan (dari belakang). Sebaliknya bila tekanan tersebut berkedudukan seperti  $F'$ , maka disc akan berputar ke kiri.

Agar disc mendapat torque yang besar, maka pada disc diapasang piston dan piston masuk kedalam cylinder block.

Gambar 4.159 Prinsip kerja disc

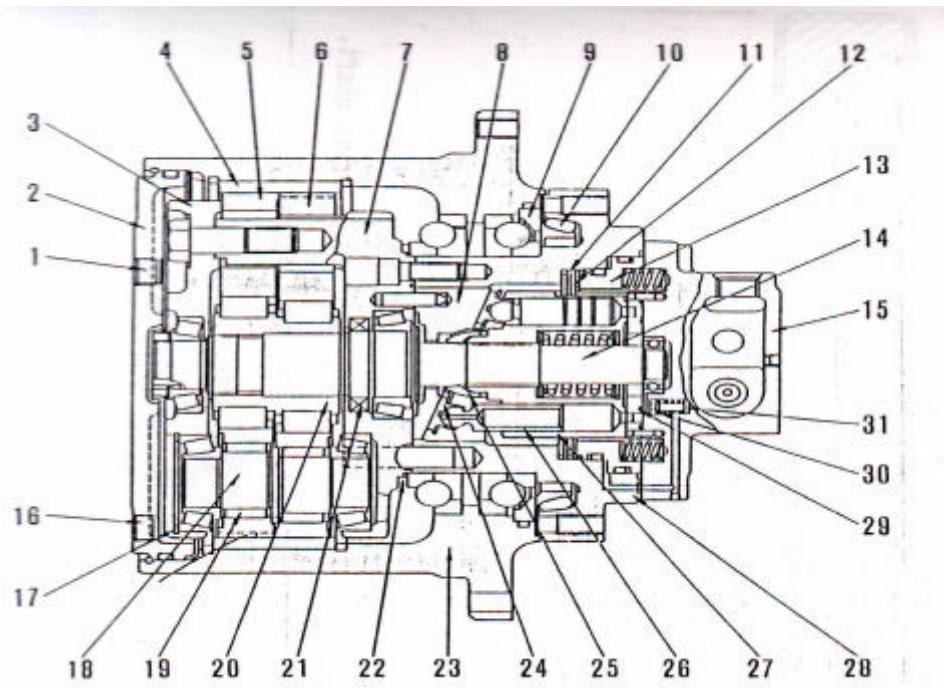


Oli masuk kedalam cylinder block melalui valve plate innier port (tergantung kearah mana putaran diinginkan) selanjutnya menekan piston. Akibatnya dari gaya pada piston ini maka disc akan berputar untuk selanjutnya diteruskan ke output shaft yang berhubungan dengan beban (load).

Pada keadaan dimana disc berputar, maka pistonpun akan ikut berputar membawa cylinder block, sedangkan valve plate tidak ikut berputar (duduk pada housing).

Untuk merapatkan antara valve plate dengan cylinder block, maka pada center shaft dipasang center spring. Sedangkan fungsi dari center shaft sendiri adalah untuk menjaga kelurusian cylinder blocks.

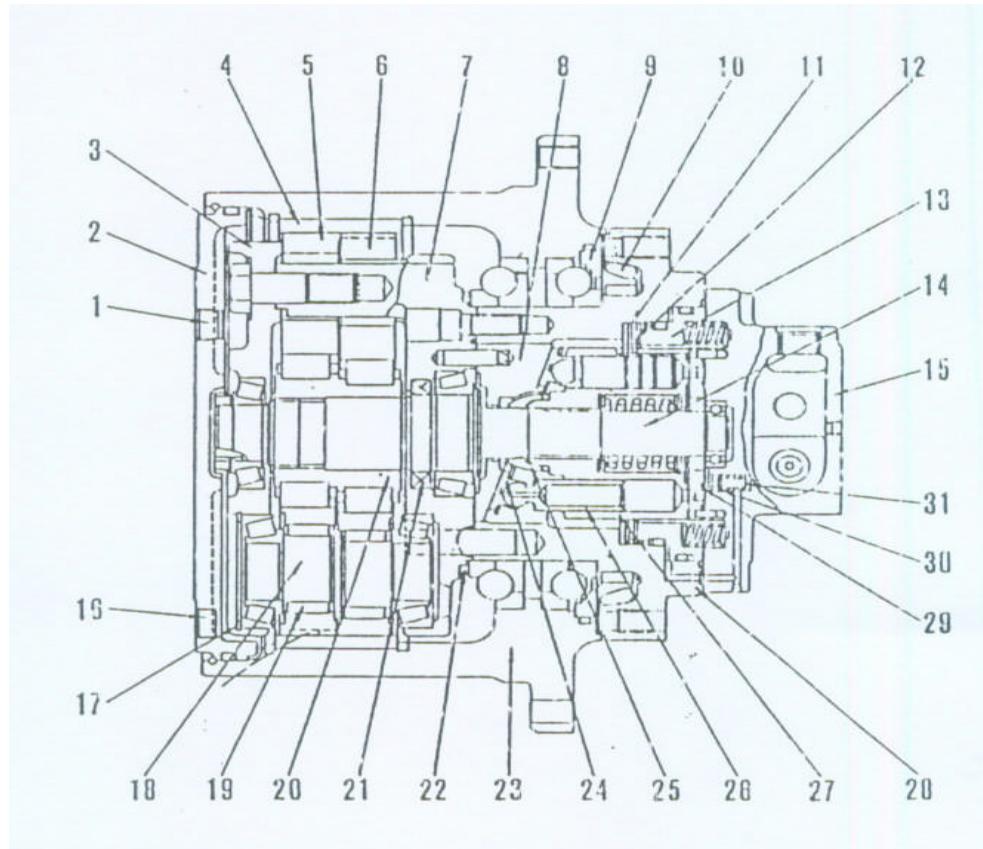
#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.160 Motor hidrolik tipe piston (swashplate)

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| 1. Level plug     | 17. Ring           |
| 2. Cover          | 18. Crankshaft     |
| 3. Hold flange    | 19. Needle bearing |
| 4. Pin gear       | 20. Bearing        |
| 5. RV-gear        | 21. Oil seal       |
| 6. RV-gear        | 22. Distance peace |
| 7. Carrier        | 23. Hub (case)     |
| 8. Swash plate    | 24. Shoe           |
| 9. Distance peace | 25. Thrust ball    |
| 10. Floating seal | 26. Piston         |
| 11. Plate         | 27. Cylinder block |
| 12. Disc          | 28. Spindle        |
| 13. Piston        | 29. Timing plate   |
| 14. Drive shaft   | 30. Valve seat     |
| 15. Rear flange   | 31. Valve          |
| 16. Drain plug    |                    |

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.161 Motor hidrolik tipe piston (bent)

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| 1. Level plug     | 17. Ring           |
| 2. Cover          | 18. Rank shaft     |
| 3. Hold flange    | 19. Neddle bearing |
| 4. Pin gear       | 20. Bearing        |
| 5. RV gear        | 21. Oil seal       |
| 6. RV gear        | 22. Distance peace |
| 7. Carrier        | 23. Hub (case)     |
| 8. Swash plate    | 24. Shoe           |
| 9. Distance peace | 25. Thrust ball    |
| 10. Floating seal | 26 Piston          |
| 11. Plate         | 27. Cylinder block |
| 12. Disc          | 28. Spindle        |
| 13. Piston        | 29. Timing plate   |
| 14. Drive shaft   | 30. Valve seat     |
| 15. Rear flange   | 31. Valve          |
| 16. Drain plug    |                    |

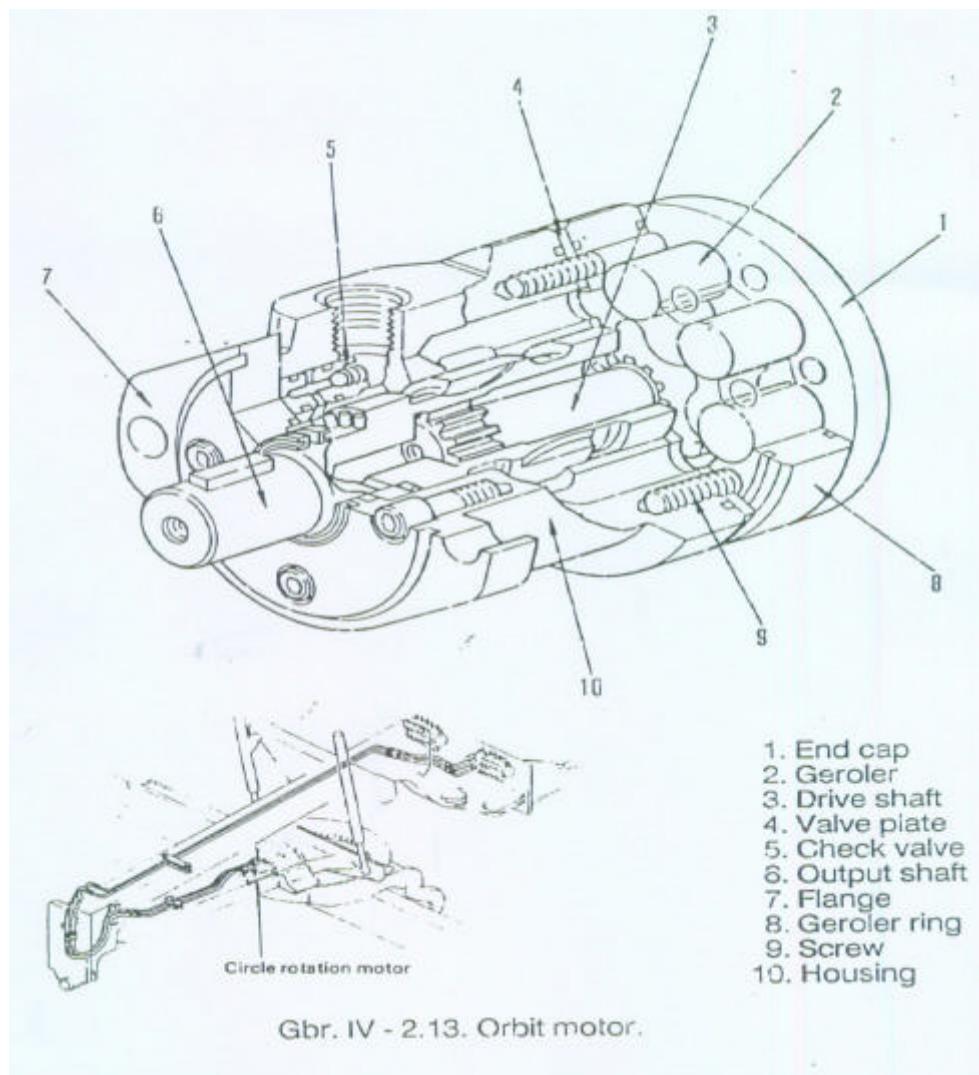
#### 4. Komponen Alat Berat

##### D. Motor Hidrolik Tipe Orbit.

Konstruksinya dapat dilihat pada gambar 4.162 dan 4.163

Konstruksinya :

Geroler (2) terikat dalam geroler ring (8). Geroler ring sendiri diikat pada housingnya. Sehingga bila ada pressure yang masuk, akan memaksa star gear mengorbit terhadap geroler. Sedangkan star gear dihubungkan ke output shaft (6) dengan perantara drive shaft (3).

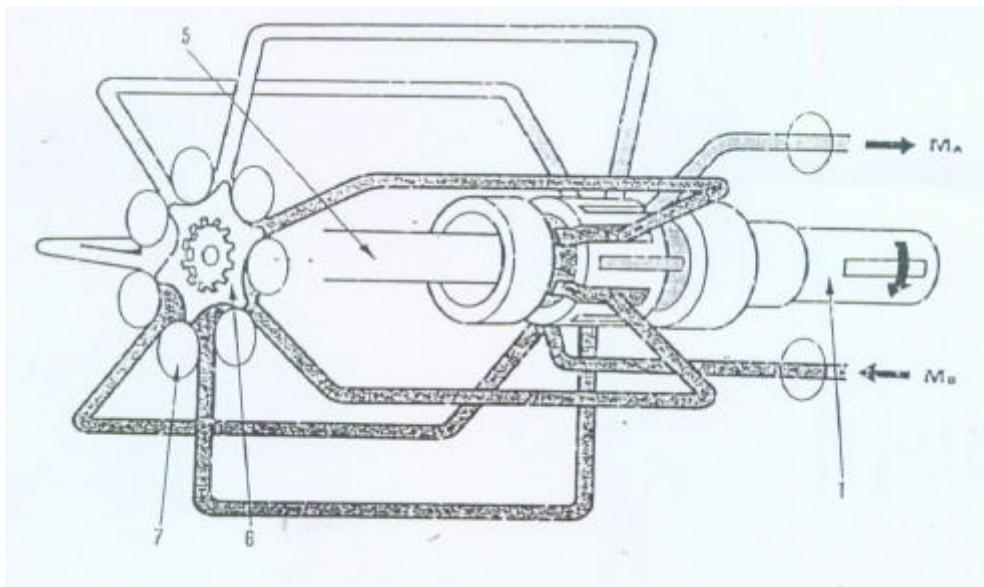


Gambar 4.162 Konstruksi Orbit Motor

#### 4. Komponen Alat Berat

Prinsip kerjanya dapat dilihat pada gambar 4.163 yaitu sebagai berikut :

Pola output shaft terdapat alur-alur yang berfungsi sebagai disc valve (9) untuk mengarahkan jalannya oli menuju sisi yang perlu pressure, bekerja sama dengan valve plate (11). Bila star gear (6) berputar karena pressure, maka akan memutar output shaft (1) berputar pula. Dengan demikian akan merubah kedudukan disc valve (9) terhadap valve plate (11), sehingga lubang yang bertekanan akan bergeser pula lubang demi lubang.



Gambar 4.163 Prinsip kerja orbit motor.

#### 4.4.3. Accumulator

Accumulator adalah suatu alat yang dapat digunakan sebagai :

- Store energi = menyimpan energi
- Absorb shock = meredam kejutan
- Build pressure gradually = menaikan tekanan bertahap
- Maintenance constant pressure = menjaga tekanan konstan

#### Pemilihan Akumulator

Seperti kita ketahui akumulator adalah suatu alat yang berfungsi sebagai :

- Menyimpan energi
- Menjaga tekanan sistem agar tetap konstan
- Sumber kebutuhan daya mendadak
- Meredam muai panas
- Meredam kejutan
- Menaikkan tekanan secara berangsur-angsur

#### 4. Komponen Alat Berat

Untuk itu akumulator harus dipilih secara hati-hati agar fungsi akumulator tersebut sesuai, dengan anggapan bahwa volume minimum fluida hidrolik tetap berada didalam tabung, biasanya tekanan sistem minimum ( $P_1 < P_2$ ).

Berikut ini pedoman hubungan antara tekanan sebelum pengisian dengan tekanan minimal.

- a) Jika akumulator berfungsi untuk menghilangkan kejutan maka besarnya  $P_1 \leq 60\%$  dari  $P_2$
- b) Jika akumulator berfungsi untuk penyimpanan, maka besarnya  $P_1 \leq 90\%$  dari  $P_2$
- c) Jika akumulator berfungsi untuk getaran, maka besarnya  $P_1 \leq 70\%$  dari  $P_2$
- d) Jika akumulator berfungsi sebagai daya darurat, maka besarnya  $P_1 = P_2$

Proses dasar yang digunakan untuk pemilihan akumulator adalah proses adiabatik (tanpa ada perubahan energi), jadi rumusnya

$$P_1 V_1^k = P_2 V_2^k$$

Dimana	$P_1$	=	Tekanan awal ( bar )
	$V_1$	=	Volume awal (m <sup>3</sup> )
	$P_2$	=	Volume Akhir ( bar )
	$V_2$	=	Volume Akhir( bar )
	K	=	Konstanta yang besarnya 1,4 (untuk udara)

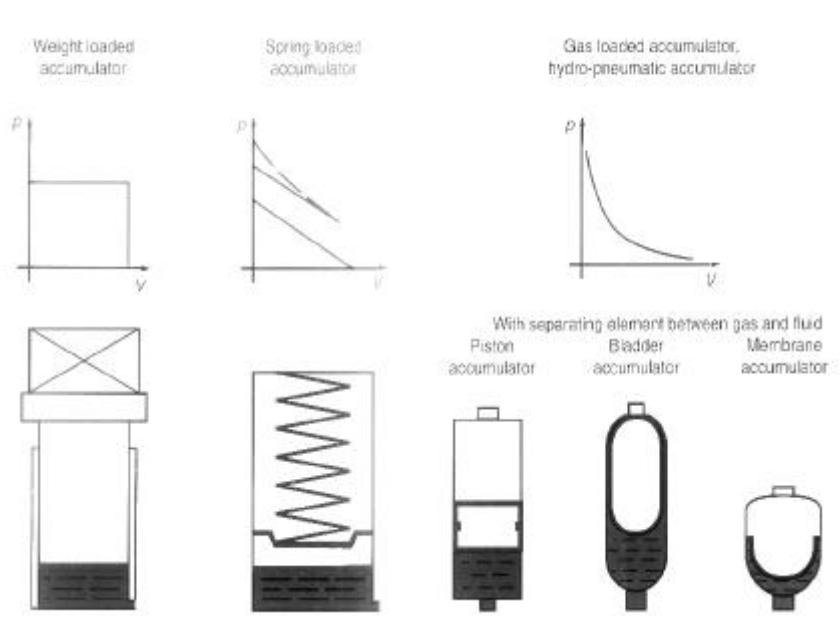
#### 4. Komponen Alat Berat

Akumulator : adalah suatu komponen hidrolik yang berupa tabung dimana fungsi akumulator tersebut untuk menyimpan fluida bertekanan, disamping itu juga fungsi akumulator untuk meredam kejutan pada sistem hidrolik.

Pada akumulator terdapat beberapa jenis, diantaranya :

- Akumulator tipe spring (pegas)
- Akumulator tipe piston
- Akumulator tipe Bladder
- Akumulator tipe Membrane
- Akumulator tipe weight loaded

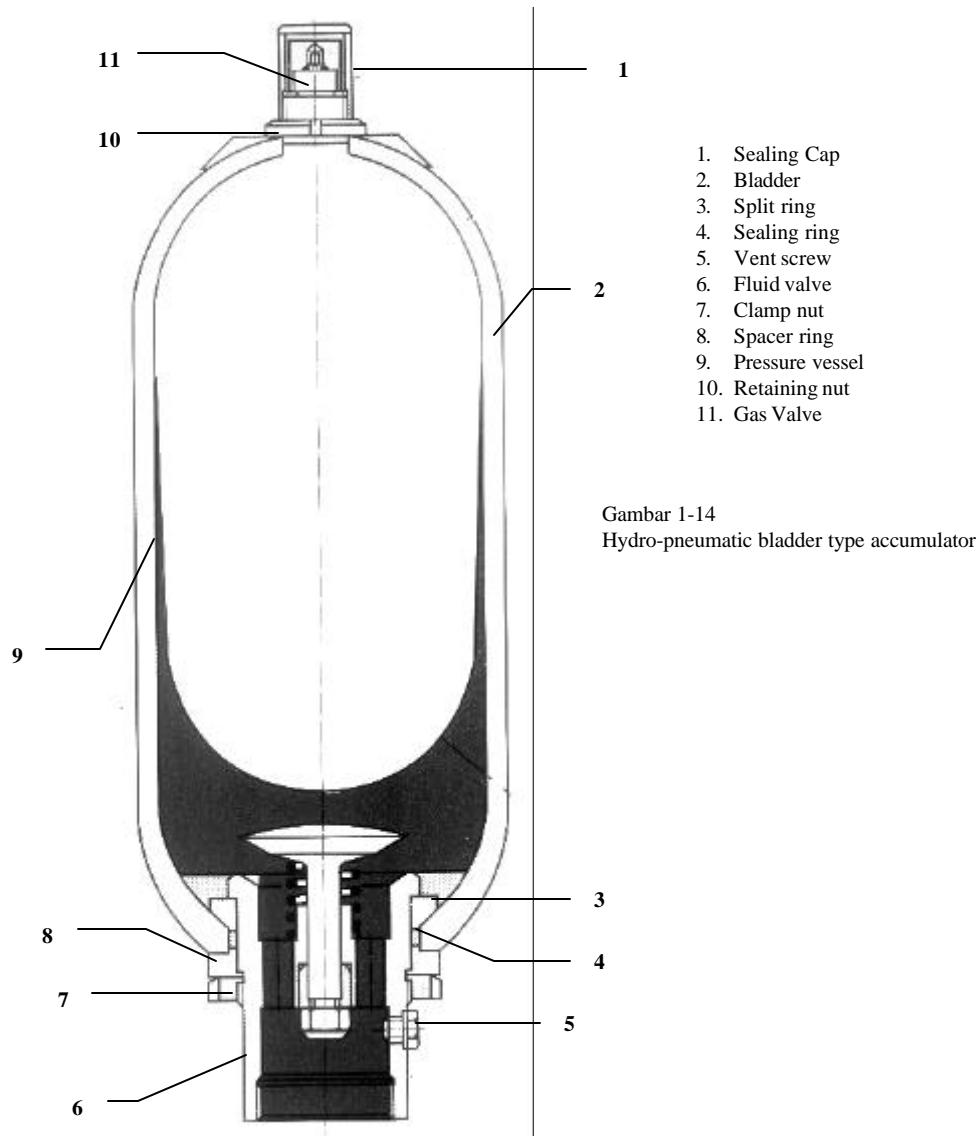
Untuk lebih jelasnya lihat konstruksi dibawah ini



Gambar 1-13

Gambar 4.164 Berbagai konstruksi akumulator

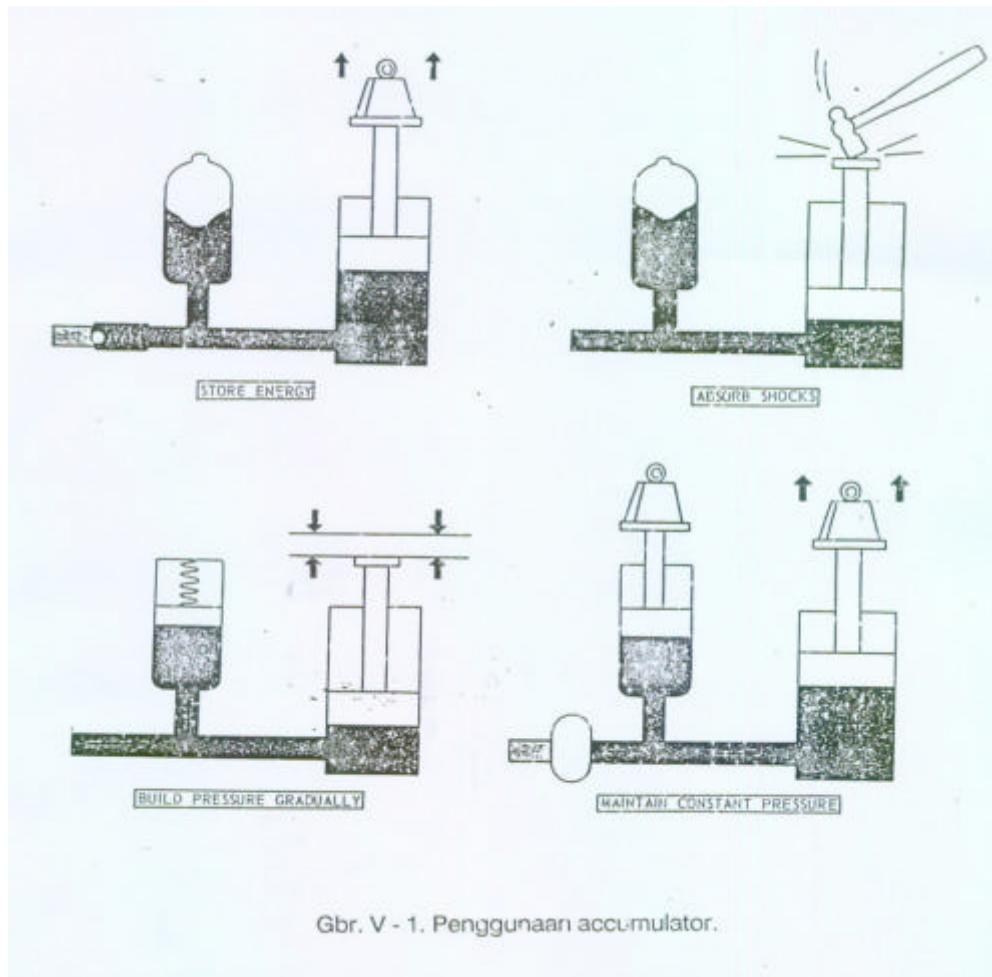
### Konstruksi Akumulator



Gambar 1-14  
Hydro-pneumatic bladder type accumulator

Gambar 4.165 Konstruksi Akumulator

#### 4. Komponen Alat Berat



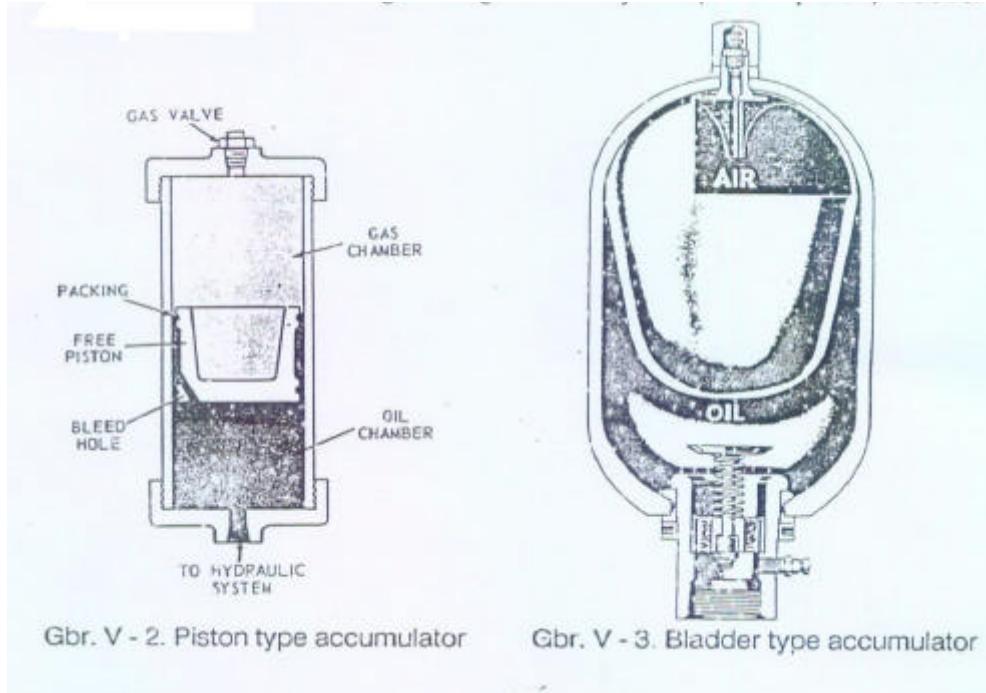
Gambar 4.166 Penggunaan akumulator

Tipe atau macam-macam accumulator :

##### 1. PNEUMATIC ACCUMULATOR (GAS LOADED).

Pneumatic berarti dioperasikan oleh pemampatan gas. Pada accumulator ini gas dan oli berada satu tempat. Ketika tekanan oli naik, oli masuk dan memampatkan gas. Ketika tekanan oli turun, gas mengembang, mendorong oli keluar. Untuk memisahkan gas dengan oli banyak dipakai : piston, bladder atau diaphragma.

#### 4. Komponen Alat Berat



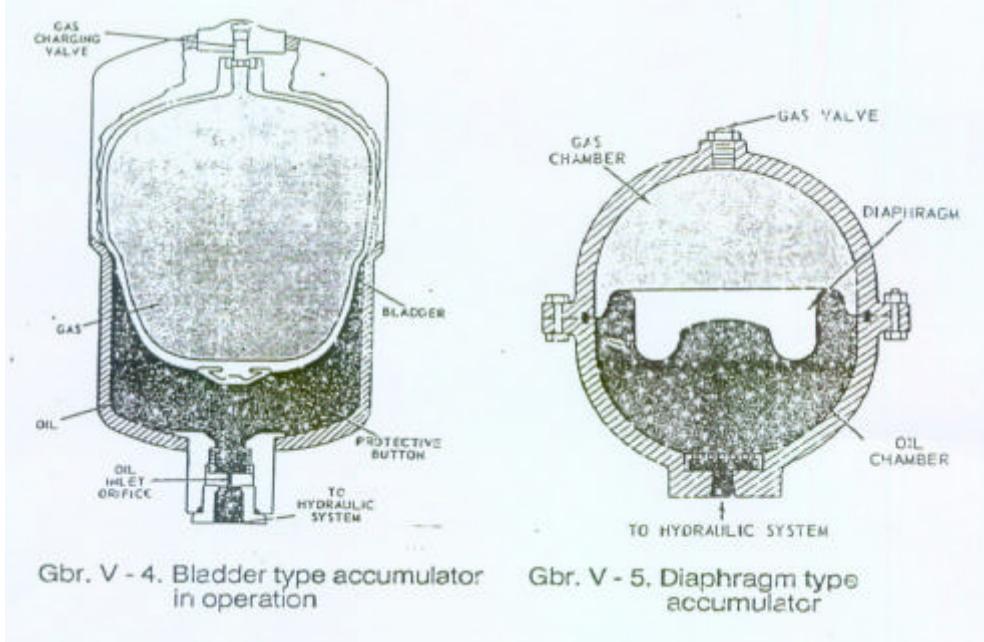
Gambar 4.167 Akumulator type piston dan bladder

Catatan :

Khusus pneumatic accumulator. Perhatikan dengan teliti apabila kita menggunakan pneumatic accumulator, terutama saat pengisian gas atau service.

- Tidak boleh mengisi accumulator dengan oksigen karena akan menimbulkan ledakan bila oksigen bercampur dengan oli bertekanan.
- Tidak boleh mengisi accumulator dengan udara. Sewaktu / ketika udara di mampatkan atau dikompresikan, uap air dalam udara mengembun dapat menimbulkan karat, merusak seal atau bagian-bagian yang peka dengan air.
- Selalu gunakan inert gas pada accumulator seperti **Nitrogen** kering, tidak berbahaya terhadap part-part dan aman dipergunakan.
- Pengisian accumulator tidak boleh melebihi tekanan gas yang disyaratkan.
- Bila kita akan memperbaiki accumulator atau akan melepaskannya, tekanan gasnya harus direlease atau dinolkan juga tekanan hidrolinya direlease.
- Jaga kebersihan sewaktu disassemble (contoh debu dan material-material yang kasar).

#### 4. Komponen Alat Berat



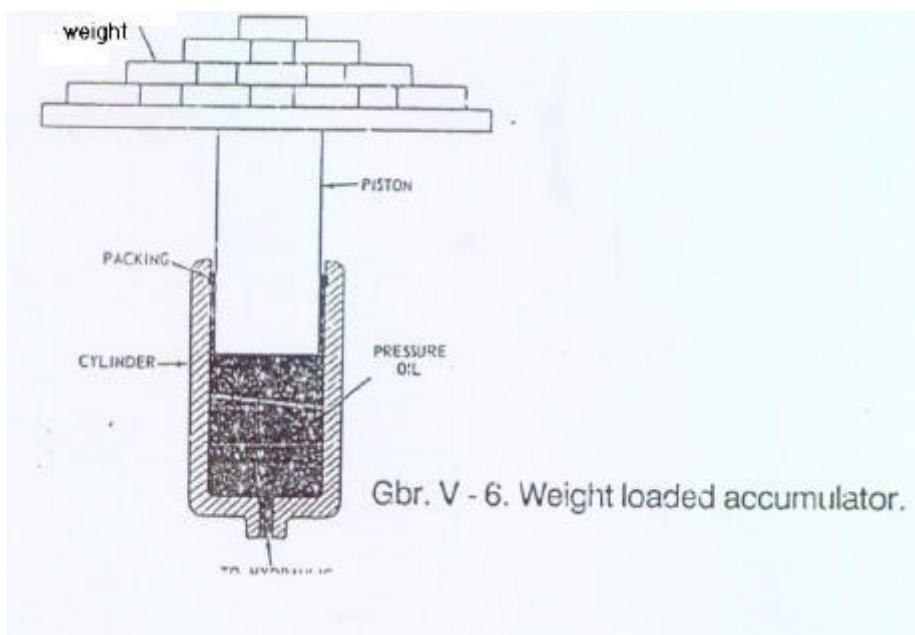
Gbr. V - 4. Bladder type accumulator in operation

Gbr. V - 5. Diaphragm type accumulator

Gambar 4.168 Akumulator type bladder dan diaphragma

#### 2. WEIGHT LOADED

Berbentuk accumulator yang pertama adalah **weight loaded type**



Gambar 4.169 Akumulator dengan beban pemberat

#### 4. Komponen Alat Berat

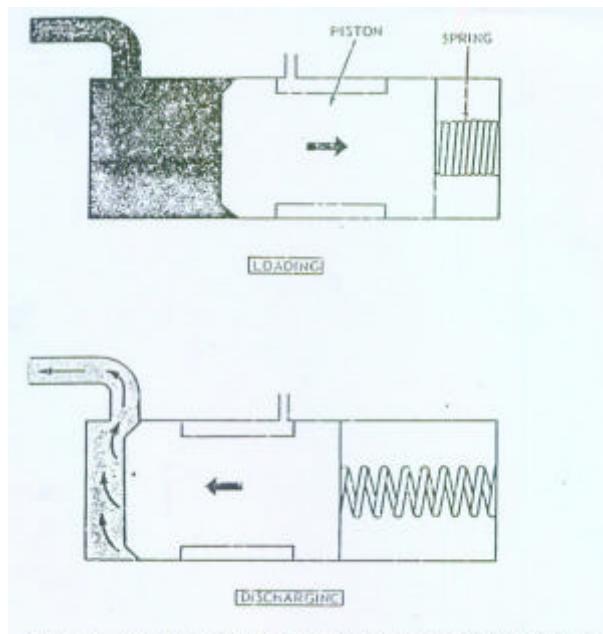
Accumulator ini menggunakan piston dan cylinder, dengan pemberat yang di tempatkan pada piston sehingga dapat melakukan loading atau charging oli. Loading dilakukan dengan tenaga gravity.

Cara mengoperasikannya sangat simple. Tekanan oli pada sirkuit hidrolik ddidorong masuk ke oil chamber bagian bawah. Hal ini mengangkat piston dan pemberat, accumulator sekarang bertekanan (charging), siap untuk bekerja. Ketika oli dibutuhkan, tekanan turun dalam system dan gaya gravitasi menyebabkan pemberat dan piston turun, sehingga oli dicharge kedalam system.

Keuntungan dari wight loaded accumulator adalah memungkinkan tekanan menjaditetap (constant). Kerugiannya terlalu besar pemberat yang ditempatkan pada piston sehingga menyulitkan operasinya.

#### 3. SPRING LOADED ACCUMULATOR.

Accumulator ini sangat sama dengan accumulator weight loaded, kecuali spring sebagai loading. Dalam operasi, tekanan oli bekerja pada piston dengan menekan spring. Sewaktu pressure drop, gaya spring mendorong oli masuk ke system.



Gbr. V - 7. Spring loaded accumulator in operation.

Gambar 4.170 Cara kerja akumulator pegas

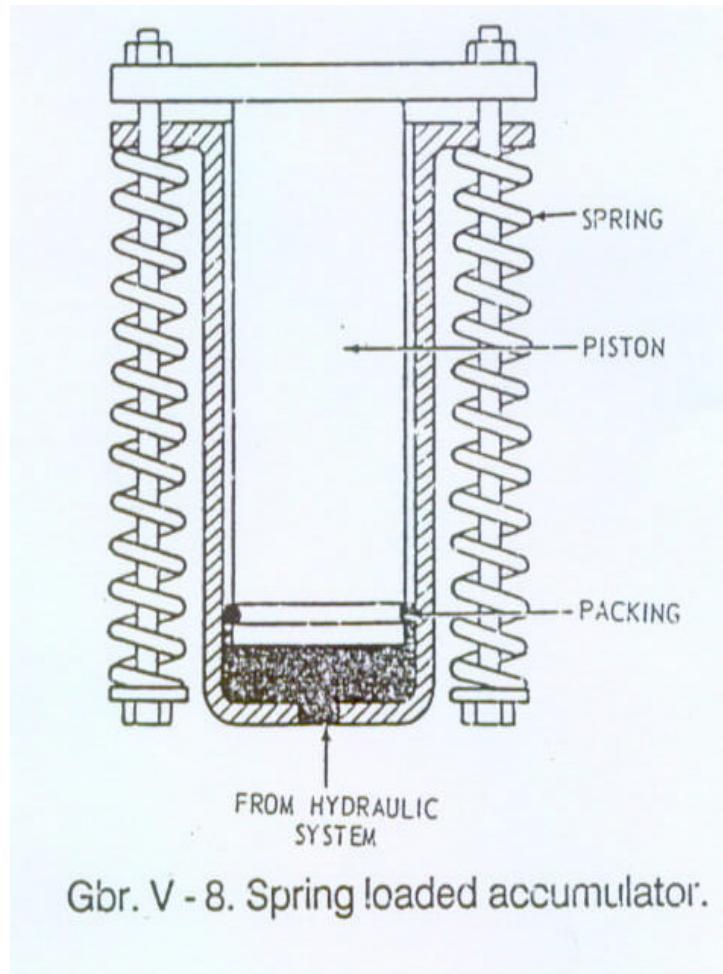
#### 4. Komponen Alat Berat

Umumnya ada 2 spring loaded.

- Internal spring
- External

Operasi spring loaded accumulator dapat bervariasi dengan merubah :

- Panjang spring
- Kekuatan spring
- Preload pada spring
- Ukuran piston
- Panjang langkah piston.



Gbr. V - 8. Spring loaded accumulator.

Gambar 4.171 Akumulator dengan beban pegas

## 4. Komponen Alat Berat

### 4.5. Sistem Pemindah Tenaga Hidrolis

#### A. Torque Converter

Torque Converter adalah komponen alat berat yang tergabung dalam *torque system*. *Torque system* adalah bagian dari alat berat berperan dalam sistem pemindah tenaga hidrolis yaitu suatu sistem pemindah tenaga dari *engine* ke *power train* pada kendaraan berat dengan perantaraan zat cair, dalam hal ini digunakan oli. *Torque flow system* dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Tabel 11 Klasifikasi torque converter (Komatsu)

Type	Terdiri dari	Aplikasinya pada
A.	<i>Torque Converter</i> <i>Torqflow Transmission</i>	D 55, 65, 75, 85, 155, dan D 355 GD 705, dan semua <i>wheel loader</i>
B	<i>Damper</i> <i>Torque Converter</i> <i>Torqflow Transmission</i>	D45, D53, dan D57
C	<i>Damper</i> <i>Hydroshift</i> <i>Transmission</i>	D21, 31, 41, GD505, 605, 655
D	<i>Damper</i> <i>Torque Converter with lock-up Clutch</i> <i>Torqflow Transmission</i>	WS 16 S dan WS 23 UD 320, 325 dan 680
E	<i>Torque Converter with lock-up Clutch</i> <i>Torqflow Transmission</i>	WS 16 dan HD 200

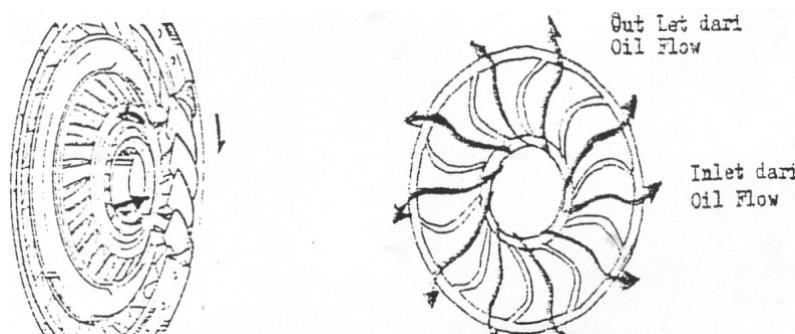
Untuk memindahkan tenaga yang dihasilkan oleh *engine* ke *power train* berikutnya dipakai suatu alat yang disebut *torque converter* atau kadang-kadang disebut juga dengan "Pengubah Torsi". *Torque Converter* ini dipasang diantara *engine* dan transmisi. Karena *Torque Converter* ini menggunakan oli, maka didapatkan keuntungan-keuntungan antara lain tidak berisik dan dapat meredam getaran-getaran yang ditimbulkan, baik dari *engine* maupun dari *powertrain*. Semua getaran itu dapat diredam oleh oli yang ada pada *Torque Converter* itu sendiri. Disamping keunggulan diatas, output yang dihasilkan dapat berubah-ubah sesuai dengan besar/kecilnya beban unit tanpa terjadi *stall*.

Pada umumnya *Torque Converter* terdiri dari 3 (tiga) komponen utama : (1) *Pump* (pompa oli), (2) *Turbine* (Turbin), (3) Stator

## 4. Komponen Alat Berat

### Pump :

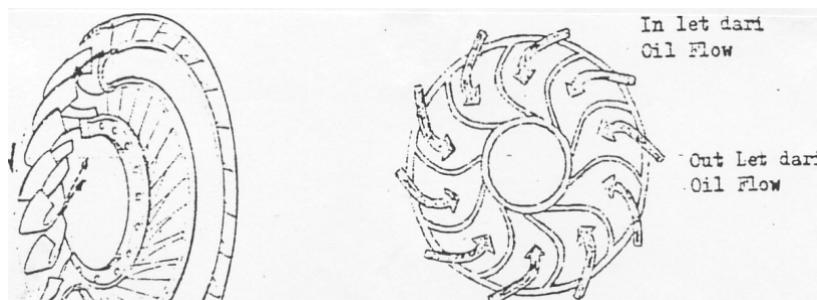
*Pump* atau pompa ini dipasang/dihubungkan dengan *flywheel* oleh *drivecase* dan digerakkan langsung oleh *engine*. Jadi begitu *engine* berputar, maka *pump* pun ikut berputar sehingga oli yang ada di dalamnya akan terlempar karena gaya sentrifugal dan bentuk sudu dari pada *pump* itu sendiri.. Dengan kata lain fungsi dari *pump* itu adalah merubah tenaga mekanis dari *engine* menjadi tenaga/energi kinetis oli yang diberikan kepadanya.



Gambar 4.172 Pump (Pompa Oli) pada Torque Converter

### Turbin :

Turbin dipasang tetap pada *output shaft* dan berfungsi merubah energi kinetis dari oli yang diberikan oleh *pump*, menjadi energi mekanis pada *shaft outputnya*. Seperti halnya *pump*, turbin pun terdiri dari sudu-sudu, dimana oli masuk dan keluar melewati sudu-sudu tersebut.



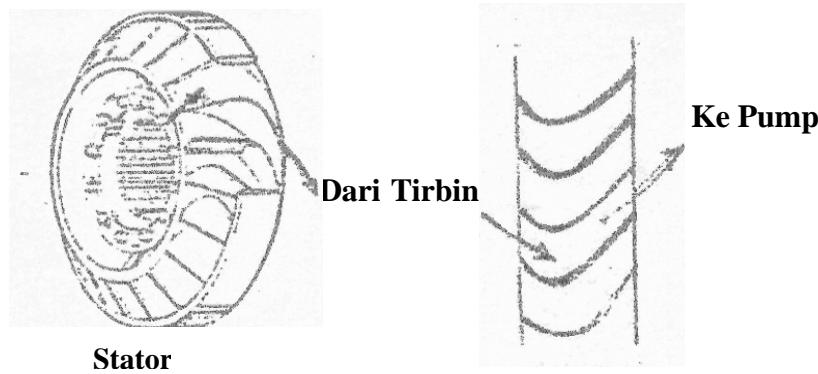
Gambar 4.173 Turbin pada Torque Converter

### Stator :

Stator dipasang tetap pada *housing* yang berfungsi mengarahkan *oilflow* dari sudu sudu turbin untuk masuk kembali ke sudu-sudu *pump* sesuai

#### 4. Komponen Alat Berat

dengan arah putaran *pump*, sehingga *oilflow* yang masih mempunyai tenaga kinetis akan membantu mendorong dan memperingan kerja *pump* dan selanjutnya akan memperbesar tenaga kinetis dan outlet *pump* berikutnya.

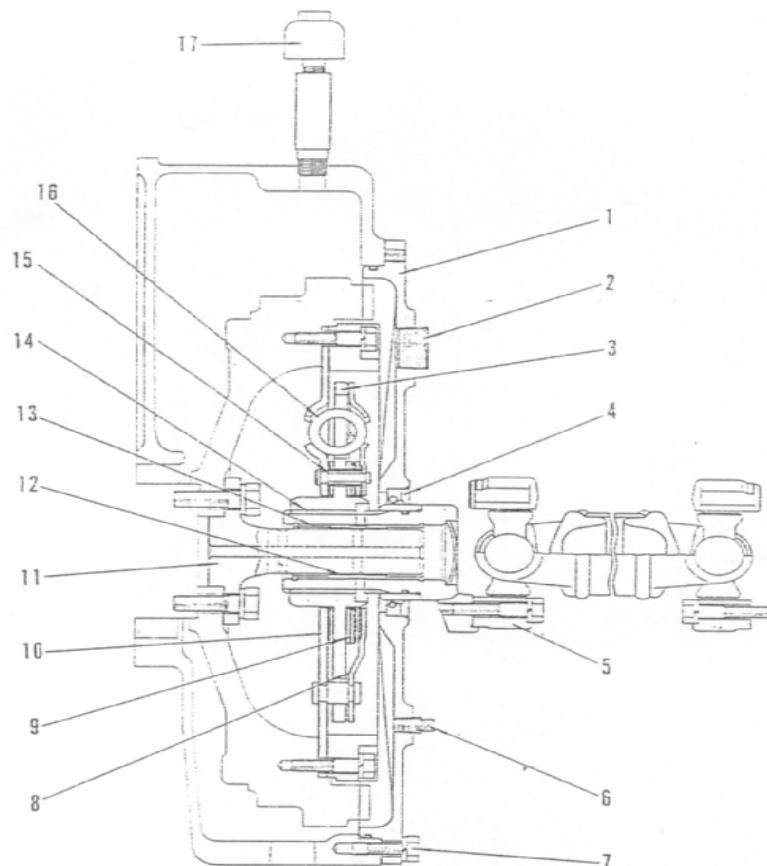


Gambar 4.174 Stator

#### B. Damper :

Damper dipasang tetap pada *flywheel* dengan baut. Putaran dan *engine* ditransmisikan kepada *spline hub* melalui *lining* dengan kontak gesekan dari plat gesek (*friction plate*) dan pegas torsi, sehingga poros *damper* berputar pada kecepatan yang sama dengan *engine*. Apabila putaran *engine* meningkat secara tiba-tiba, perputaran poros penggerak langsung ditransmisikan kepada poros *damper* melalui pen penyetop (*stopper pins*) pada plat kopling, sehingga mencegah selip *lining* pada plat gesek. Olakan/oskilasi yang dapat mempengaruhi operasi *engine* dapat direddam dengan pegas torsi. Kontak gesek antara plat dan *lining* juga efektif untuk mencegah oskilasi yang ditransmisikan pada poros *damper*. Gambar 65 merupakan konstruksi dari *damper* pada *torque converter*.

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.175. Konstruksi *Damper* dan nama-nama bagian *Damper*

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 1. Damper case     | 10. Lining         |
| 2. filter plug     | 11. Shaft          |
| 3. Damper disc     | 12. Collar         |
| 4. Oil seal        | 13. Needle bearing |
| 5. Universal Joint | 14. Spline hub     |
| 6. Oil level plug  | 15. Stopper pin    |
| 7. Bolt            | 16. Torsion spring |
| 8. Friction plate  | 17. Breather       |
| 9. Friction spring |                    |

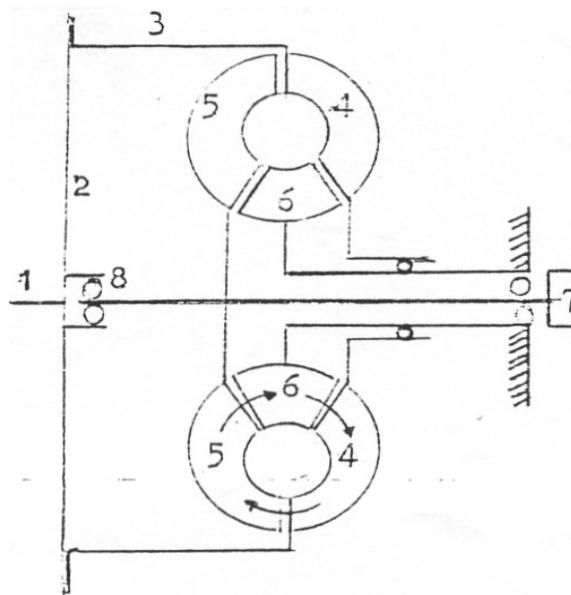
#### Prinsip kerja *Torque Converter*

Jika *pump* berputar oleh putaran *engine* dan pada sudu-sudunya penuh dengan oli, maka *pump* akan menghasilkan *oilflow* dalam bentuk energi

#### 4. Komponen Alat Berat

kinetis dan masuk ke sudu-sudu turbin. Akibatnya turbin akan berputar dan menggerakkan *output shaft*. Sisa *oilflow* yang masih mempunyai energi kinetis dari turbin mengalir masuk ke sudu-sudu stator dan selanjutnya mengalir ke arah mana *pump* berputar. Jika oli tidak ada atau kekurangan di dalam *torque converter*, maka turbin tidak dapat berputar dan tidak akan ada tenaga *engine* yang dipindahkan ke *output shaft*.

1. Input Shaft
2. Flywheel
3. drive case
4. Pump
5. Turbin
6. Output shaft
7. Bearing



Gambar 4.176 Prinsip kerja *torque converter*

Istilah-istilah dalam *Torque Converter*:

- a. *Stall* : suatu kedaan dimana kecepatan turbin = 0. Berhenti karena beban yang berlebihan, sedangkan kecepatan *pump* masih ada sesuai dengan kecepatan *engine*.
- b. *Element* : jumlah komponen utama dalam *torque converter* yang berhubungan dengan *oilflow*.
- c. *Stall Speed* : besarnya kecepatan maksimum dari *pump* atau *engine* pada saat turbin speed = 0, karena beban yang berlebihan.
- d. *Stage* : sesuatu yang berhubungan dengan jumlah output dari *torque converter*. Dalam hal ini adalah banyaknya jumlah turbin.
- e. *Phase* : perubahan kenaikan efisiensi dari *torque converter* (perubahan fungsi dari stator).
- f. *Torque Ratio*: perbandingan antara *torque* turbin dengan *torque* *pump*.
- g. *Efisiensi* : perbandingan *power output* terhadap *power input* yang dinyatakan dalam persen.

## 4. Komponen Alat Berat

$$\eta = \text{Torque Ratio} \times \text{Speed Ratio} \times 100 \%$$

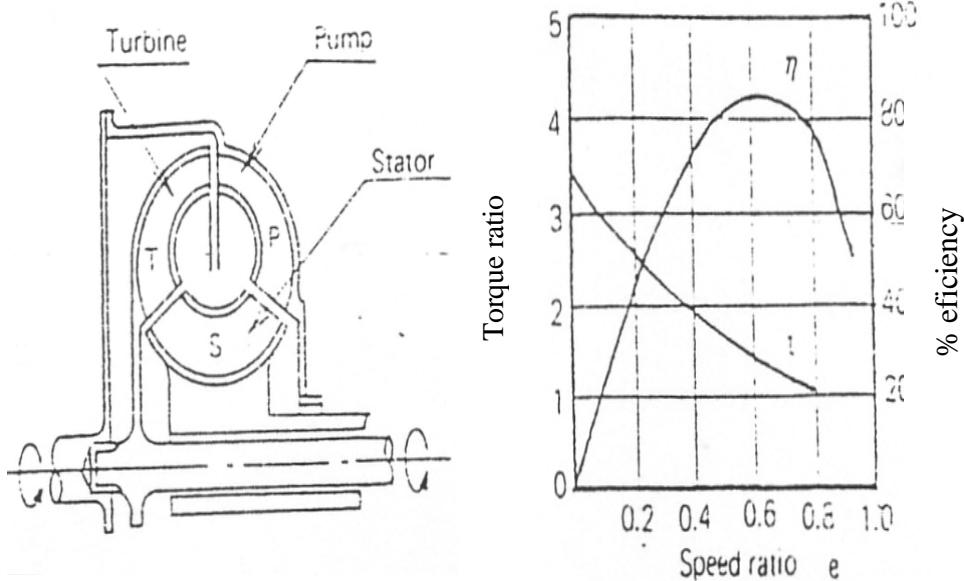
### Klasifikasi Torque Converter

Torque Converter yang diproduksi oleh Komatsu dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

#### 1. Three Element, Single Stage, Single Phase

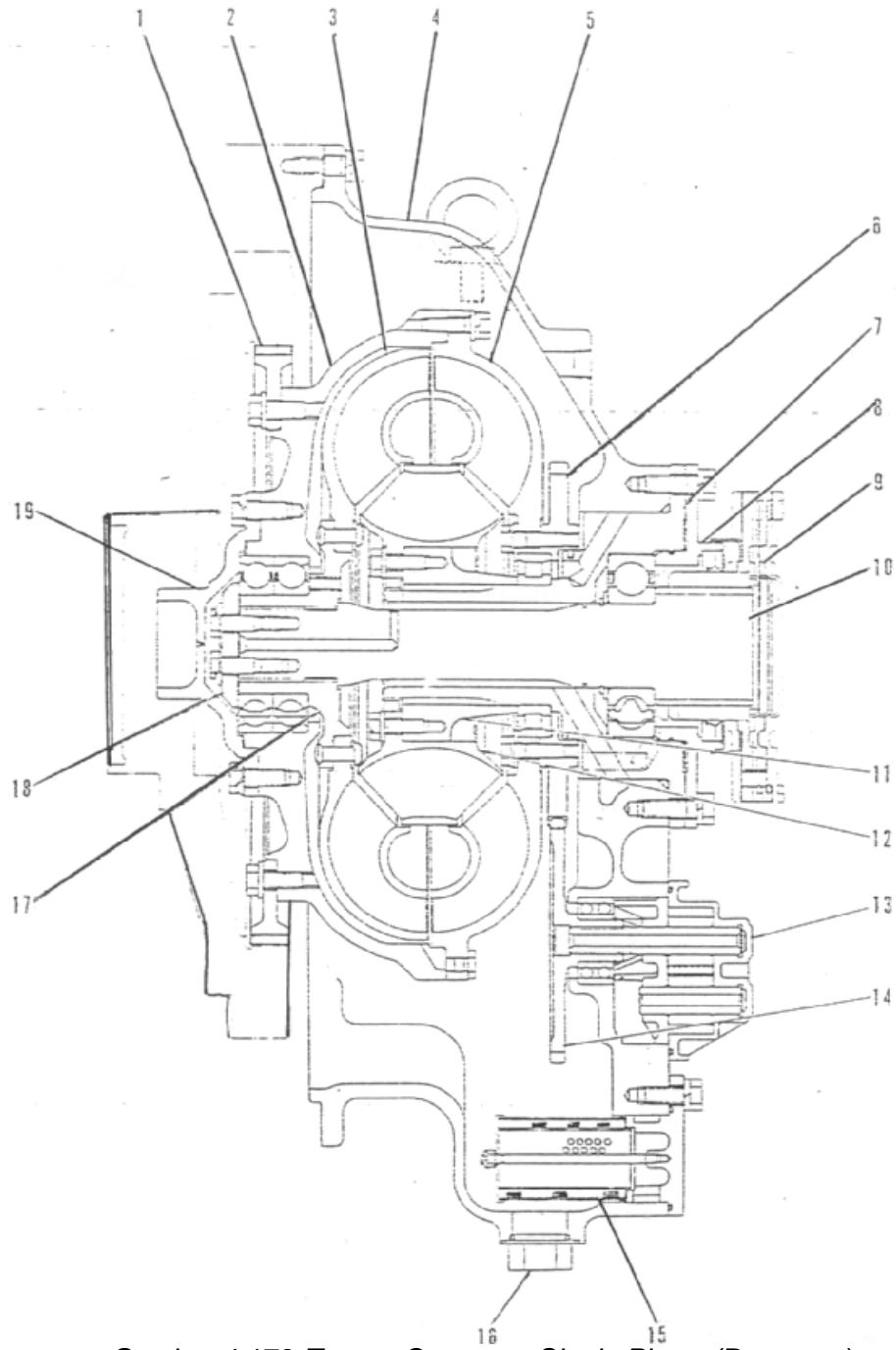
Keterangan *Three Element* artinya : *Torque Converter* tersebut mempunyai 3 komponen utama, yaitu 1 (satu) buah *pump*, 1 (satu) buah *turbin*, dan 1 (satu) buah *stator*. *Single Stage* artinya *Torque Converter* tersebut mempunyai 1 (satu) buah *turbin*. *Single Phase* artinya *Torque Converter* tersebut mempunyai 1 (satu) buah *stator* dan di *fix*.

Contoh Unit yang menggunakan type *Torque Converter* ini adalah : *D85 A*, *D 95 5*, *D 155 A*, *D 355 A*.



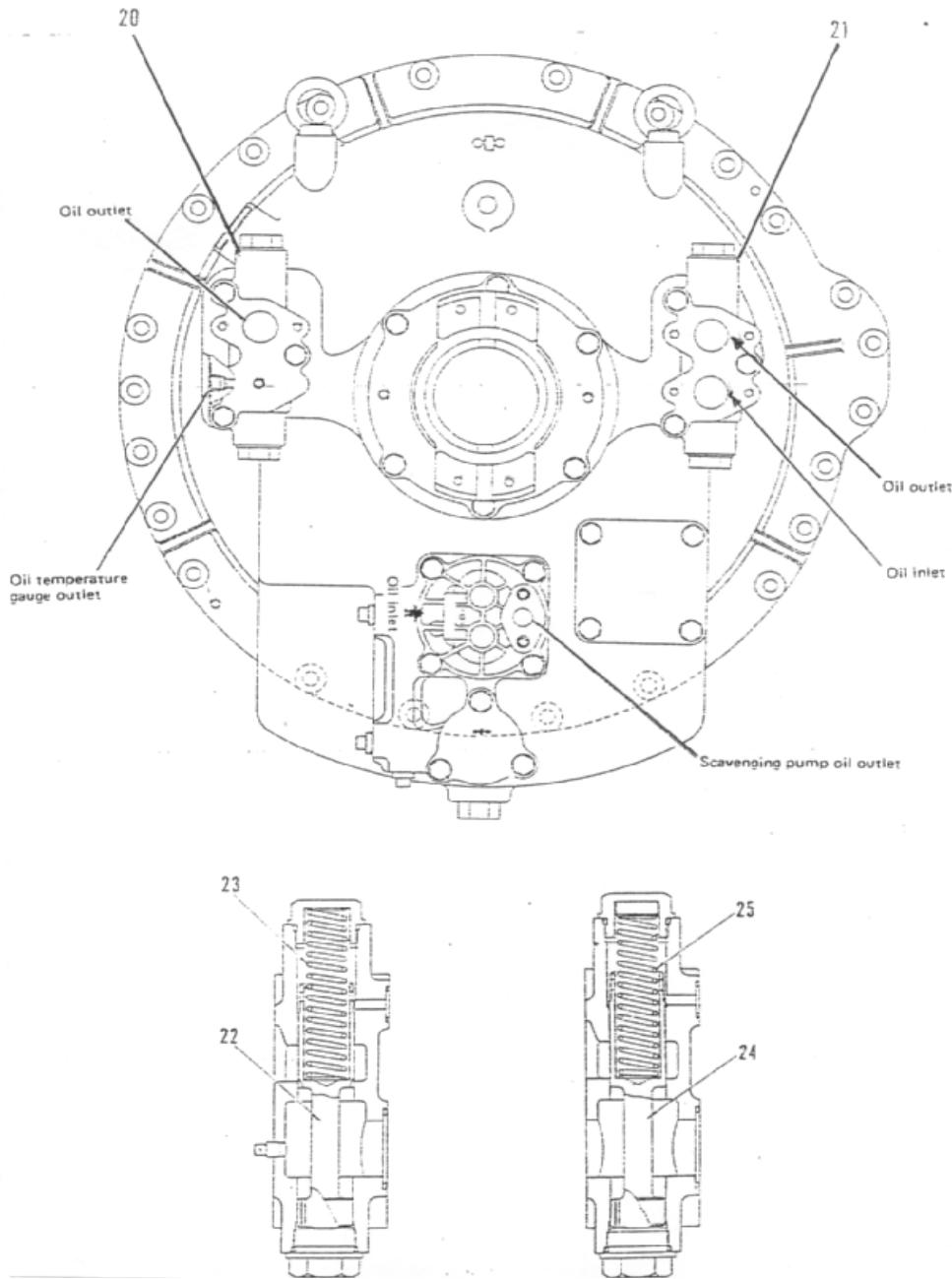
Gambar 4.177 Konstruksi dan grafik karakteristik *Single Phase*

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.178 Torque Corverter Single Phase (Potongan)

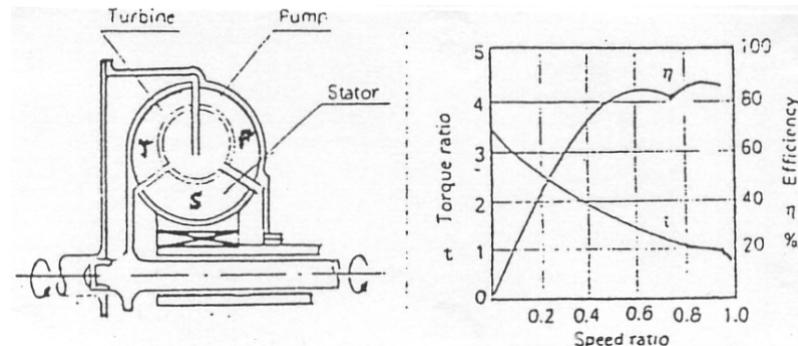
#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.179 Torque Corverter Single Phase (Pandangan Depan)

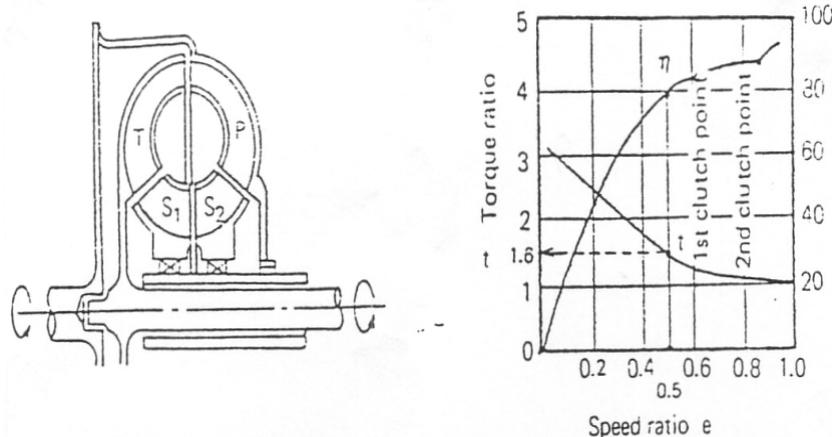
#### 4. Komponen Alat Berat

2. **Three Element, Single Stage, Double Phase**, artinya *Torque Converter* tersebut mempunyai satu buah stator, dimana stator tersebut dapat berputar. Perputaran stator ini berfungsi hanya untuk menaikkan tingkat efisiensi dan *torque converter*, dan 80 % menjadi 90 ¼ (lihat grafik karakteristik). Dan berputarnya stator searah dengan putaran *pump*. Contoh unit yang menggunakan type *torque converter* ini adalah *Dump Truck*.



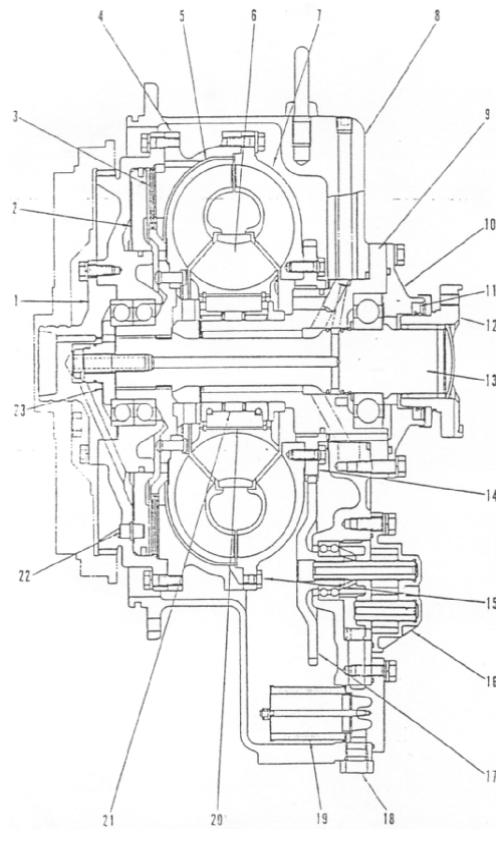
Gambar 4.180 Konstruksi dan grafik karakteristik Double Phase

3. **Four Element, Single Stage, Three Phase Four element** artinya *Torque Converter* ini mempunyai komponen utamanya 4 buah, yaitu : 1 (satu) buah *pump*, 1 (satu) buah turbin, dan 2 (dua) buah stator. *Three phase* artinya pada converter jenis ini terjadi 2 x kenaikan efisiensi, karena kedua stator dapat berputar pada putaran tertentu. Putarannya pun searah dengan putaran *pump*. Contoh unit yang menggunakan type *torque converter* ini adalah : *D 55, D 75, D65*.



Gambar 4.181. Konstruksi dan grafik karakteristik Threnee Phase

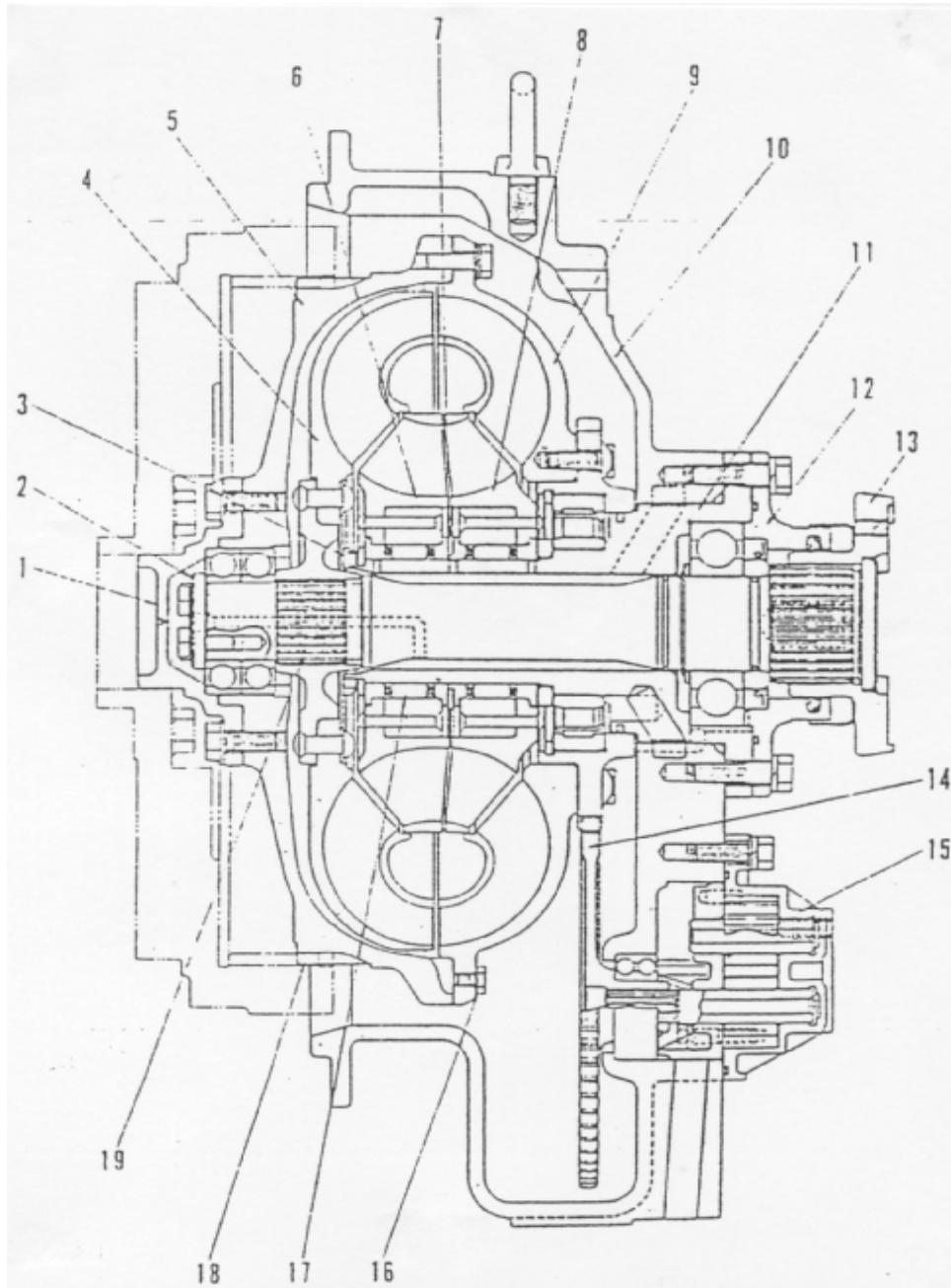
#### 4. Komponen Alat Berat



1. Pilot
2. Lock-up clutch piston
3. Disc
4. Case
5. Turbine
6. Stator
7. Pump
8. Housing
9. Stator shaft
10. Cover
11. Oil seal
12. Coupling
13. Turbine shaft
14. Gear
15. Drain plug
16. Scavenging pump
17. Driver gear
18. Drain plug
19. Strainer
20. Outer race
21. One-way clutch
22. Pin
23. Holder

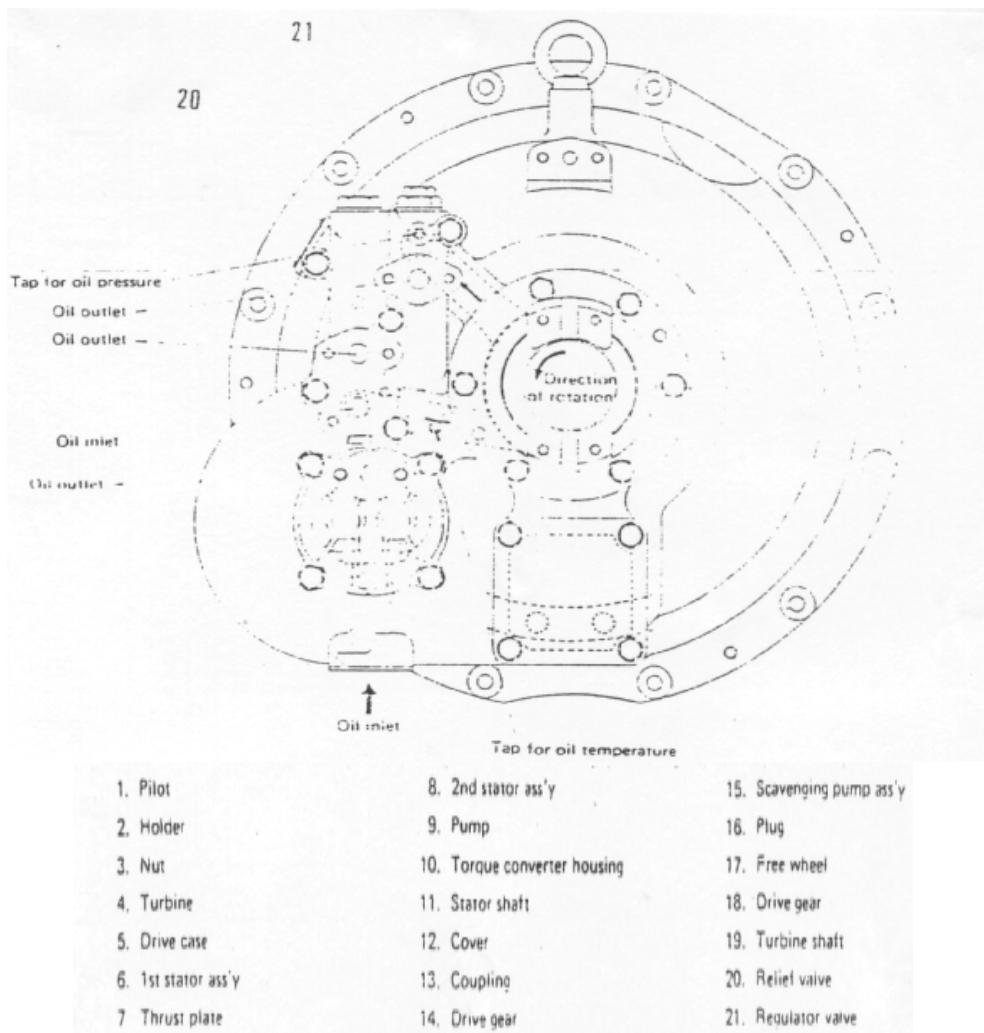
Gambar 4.182 Torque Converter Double Phase

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.183 Torque Converter Three Phase (Potongan)

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.184 *Torque Converter Three Phase* (Pandangan Depan)

##### **Free Wheel :**

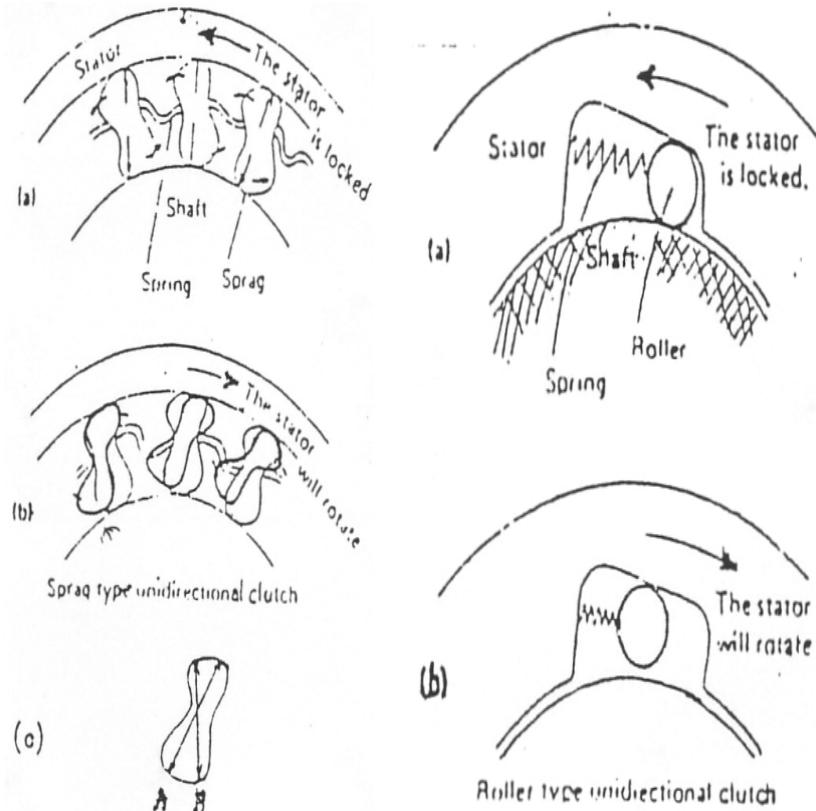
*Free wheel* dipasangkan pada stator, yang terletak antara stator dan *shaft* yang berfungsi agar stator tersebut dapat berputar ke satu arah saja pada *shaftnya*, yang mana nantinya akan berfungsi juga untuk kenaikan tingkat efisiensi *torque converter*. Type *Freewheel*, dikenal ada 2 (dua) : 1. *Roller Type*, 2. *Sprag Type*

*Roller Type Freewheel* : Konstruksinya seperti pada gambar 75, apabila *starter* diputar pada porosnya searah tanda panah, *roller* akan bergerak ke kanan kearah ruangan yang sempit dan stator akan terkunci, diam

#### 4. Komponen Alat Berat

terus. Apabila stator diputarkan ke arah panah *roller* akan bergerak ke kiri pada ruangan yang lebih luas, melawan *spring* sehingga memungkinkan stator dapat berputar dengan lancar. Contoh unit yang menggunakan *freewheel* ini adalah *Fork lift*, *Shovel Dozer*.

*Sprag Type Freewheel* : A lebih panjang dan B (terlihat pada gambar 76). Apabila stator diputar searah panah, *sprag* akan bergeser ke kin sesuai dengan arah panah, yang mana posisi ini A lebih panjang dan pada jarak antara stator dengan *shaft*, sehingga stator akan terkunci dan diam. Sebaliknya, apabila stator diputar searah panah, akan dapat berputar dengan lancar, selama B lebih pendek dari pada jarak antara stator dan *shaftnya*. Type ini digunakan pada *bulldozer*, *Dump Truck*, dan lain-lain.

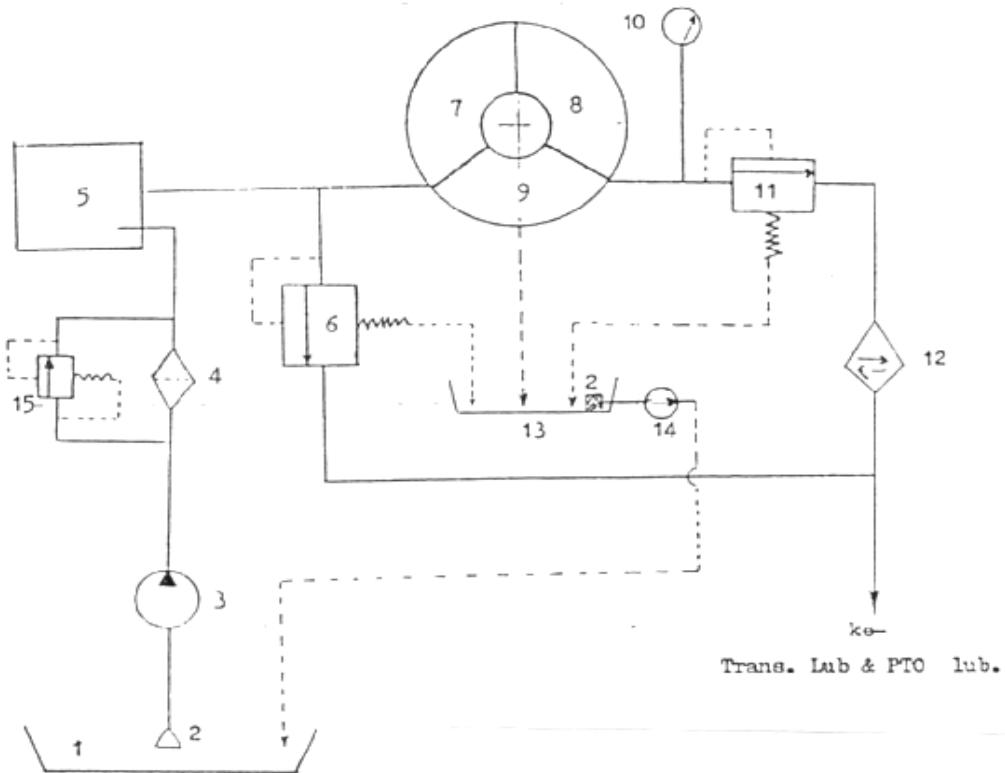


Gambar 4.185 roller Type  
Freewheel

Gambar 4.186 Sprag Type  
Freewheel

#### 4. Komponen Alat Berat

Rangkaian Hidrolik pada Torque Converter



Gambar 4.187 Rangkaian hidrolik Torque Converter

Keterangan Gambar :

- |                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| 8. Transmission Case     | 15. Turbin                      |
| 9. Strainer              | 16. Stator                      |
| 10. Trans. Oil Pump      | 17. Torque Converter Temp. Gage |
| 11. Trans Oil Filter     | 18. Torque Converter rg. Valve  |
| 12. trans. Control Valve | 19. Oil Cooler                  |
| 13. Relief Valve         | 20. Torque Converter Case       |
| 14. Pump                 | 21. Scavenging Pump             |
|                          | 22. Bypass/Safety Valve         |

Dalam *Torque Converter*, *impeller* yang juga berfungsi sebagai *pump* menerima *oil* dan *transmission case* oleh *transmission oil pump* melalui *transmission control valve*, dimana tekanannya dibatasi oleh *Torque Converter Relief Valve*. Oli yang merupakan zat perantara dalam menghantarkan tenaga di dalam *Torque Converter* sebagian akan bocor

#### 4. Komponen Alat Berat

melalui *seal ring* yang kemudian akan berfungsi untuk melumasi bearing-bearing dan akhirnya akan jatuh di dalam *torque converter case*. Oli ini bersama-sama dengan oli yang jatuh dan PTO akan dihisap oleh *scavenging pump* untuk dikembalikan ke *transmission case*. Karena adanya kebocoran *oil (internal leakage)*, *oil pressure* dalam *torque Converter* akan condong untuk berubah-ubah, dalam hal ini *regulator valve* berfungsi untuk menstabilkannya. Dalam penghantaran tenaga tersebut, oli dalam *torque converter* akan menjadi panas dan dapat dilihat pada *torque converter oil temperature gage* di instrumen *panel (dask board)* yang diambilkan melalui *tube* ke dekat *regulator valve*, dan selanjutnya oil tersebut di dinginkan di *oil cooler*.

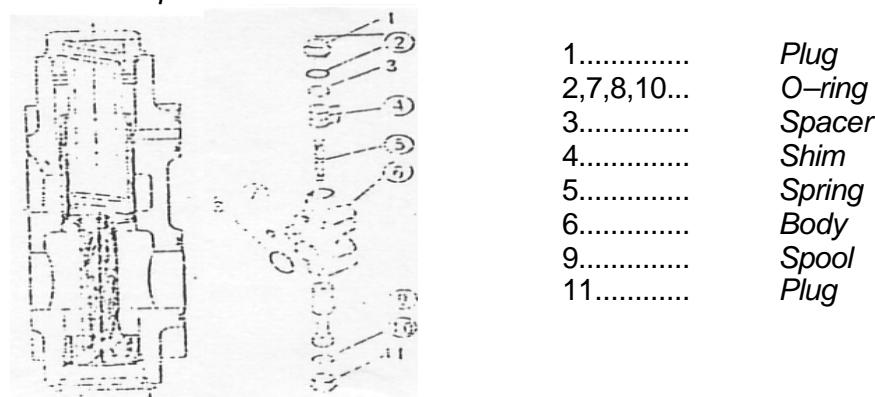
##### Valve Pada Torque Converter:

Pada suatu sirkuit hidrolik untuk *torque converter*, kebutuhan akan adanya *valve* sudah pasti sangat dibutuhkan. Dalam hal ini kita mengenal 2 (dua) buah i, yaitu

(1) *Torque Converter Relief Valve* dan (2) *Torque Converter Regulator Valve*, disamping control *Valve* untuk kebutuhan transmisi.

##### 1. *Torque Converter Relief Valve*:

Fungsinya adalah untuk membatasi tekanan maksimum yang akan masuk ke dalam *torque Converter*. *Relief valve* ini selalu ditempatkan pada sisi *inlet* dari *torque converter*.



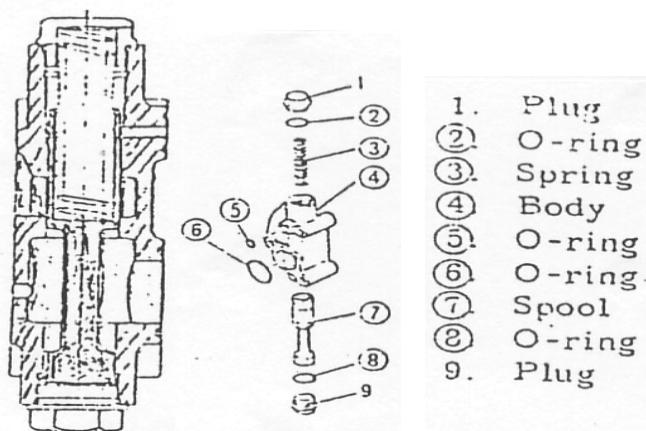
Gambar 4.188 Relief Valve

##### 2. *Torque Converter Regulator Valve*:

Di dalam *torque converter* sebagian tenaga *engine* berubah menjadi panas, dimana panas ini diambil oleh oli dan oli pun ikut panas. Oli yang panas ini selanjutnya dialirkan ke *oil cooler* untuk didinginkan, dan kembali lagi untuk bersirkulasi untuk kemudian akan masuk ke dalam *torque converter* lagi. Oli di dalam *torque converter* jauh lebih tinggi tekanannya dibandingkan dengan tekanan udara luar. Jika di dalam *torque converter*

#### 4. Komponen Alat Berat

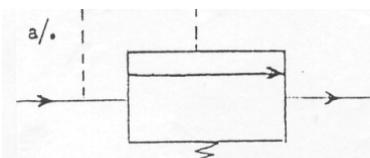
terdapat/ terjadi gelembung - gelembung udara , maka akan terjadi busa. Jika hal ini benar-benar terjadi akan menyebabkan perfomennya akan menurun / berkurang. Untuk mencegah hal ini yaitu agar jangan terjadi gelembung-gelembung udara di dalam *torque converter*, maka oli yang dapat keluar dan *torque converter* tekanannya dibatasi oleh *regulator valve* ini.



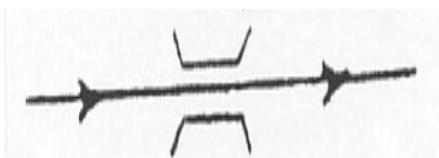
Gambar 4.189 Regulator Valve

Ada 2 (dua ) macam *regulator valve*:

1. *Regulator Valve, Variable type*
2. *Regulator Valve, Fix Type (Throttling Valve)* : contoh unit D53,D57, D75 S-3

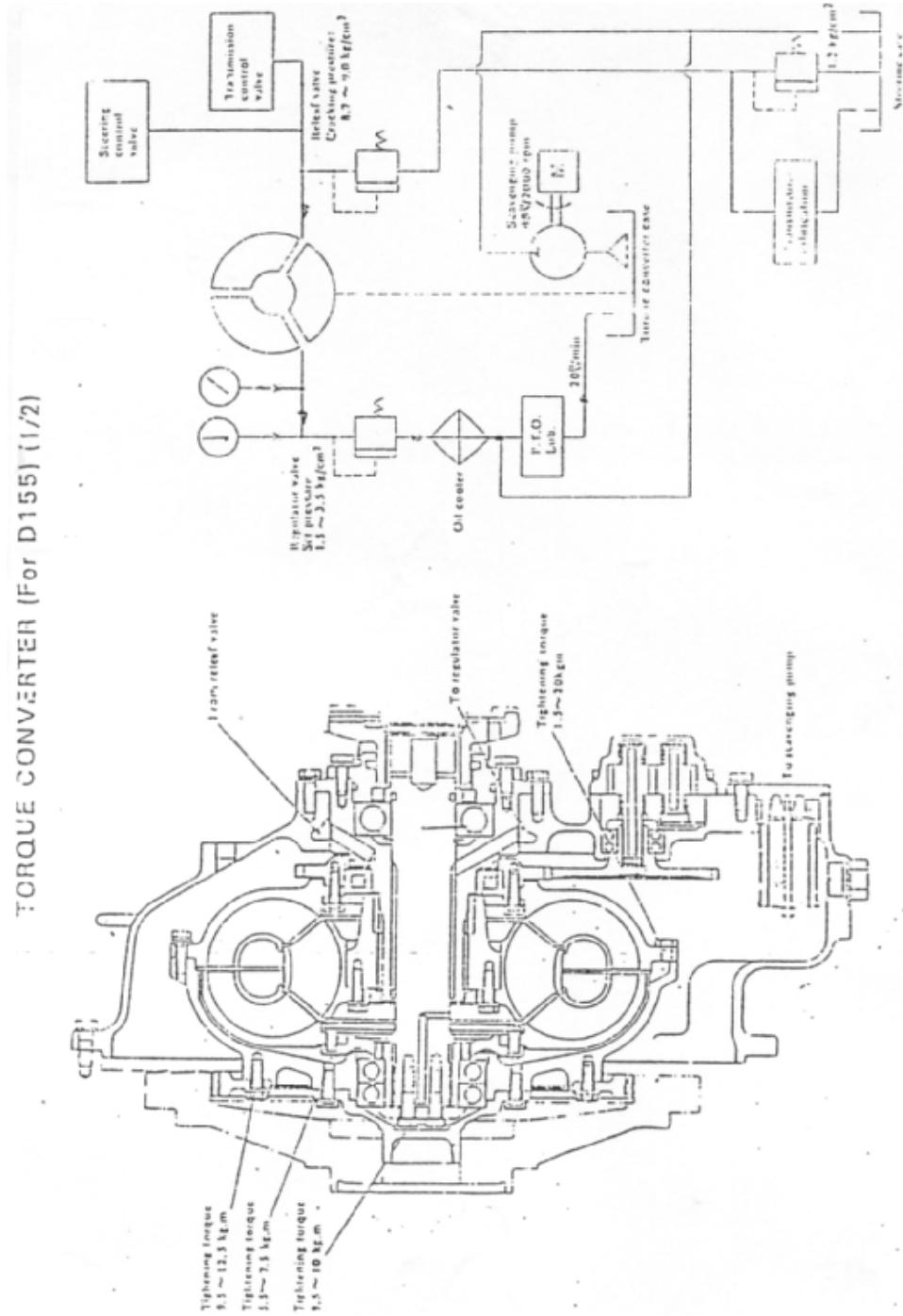


Gambar 4.190 Simbol RV  
Variable type



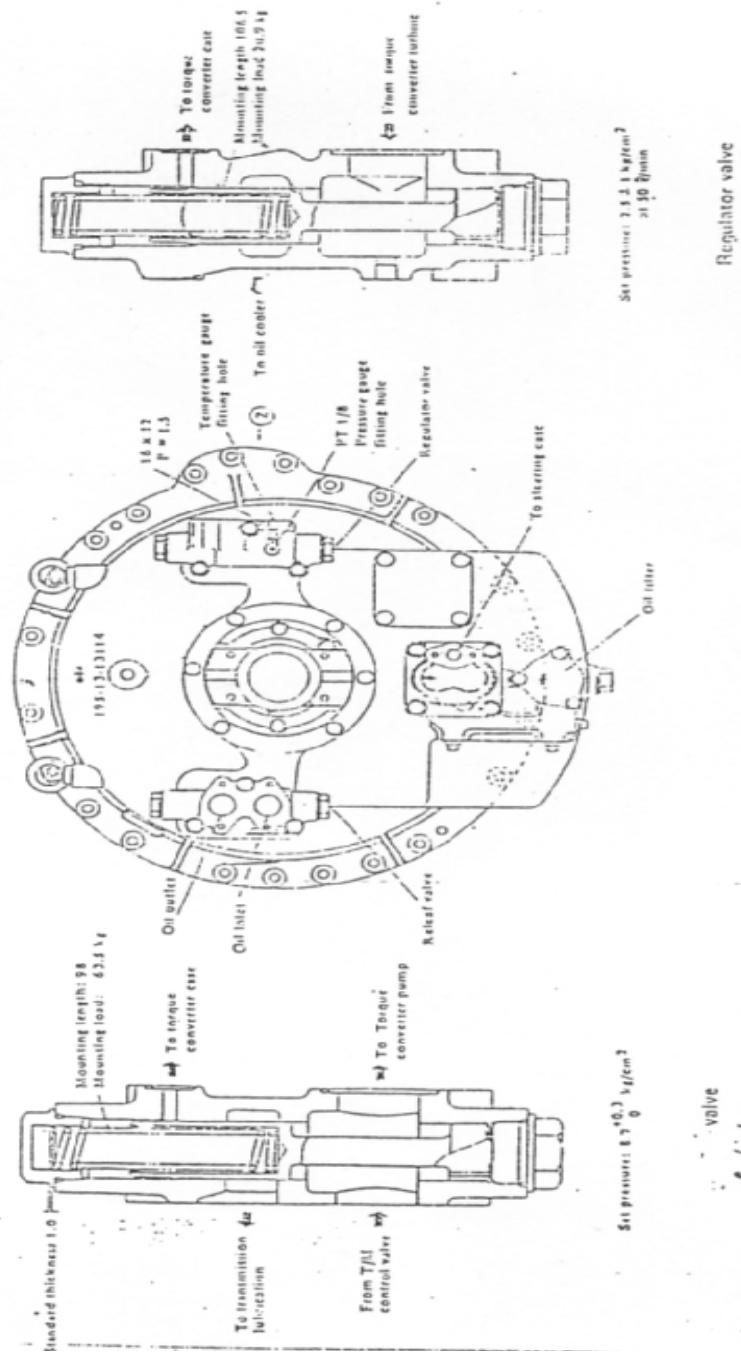
Gambar 4.191 Simbol RV Fix  
Types

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.192 Torque Converter dan aliran hidroliknya

### TORQUE CONVERTER (For: D155) (2/2)

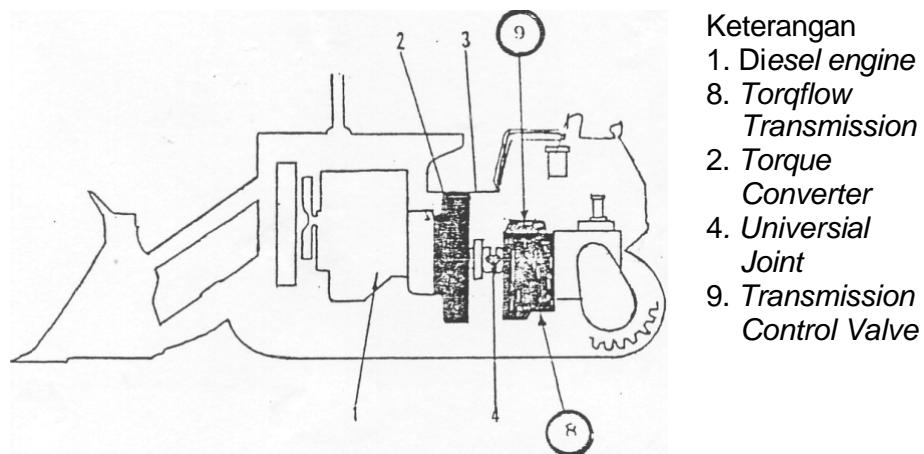


Gambar 4.193 Pandangan Belakang *Torque converter*

## 4. Komponen Alat Berat

### C. Torqflow Transmission

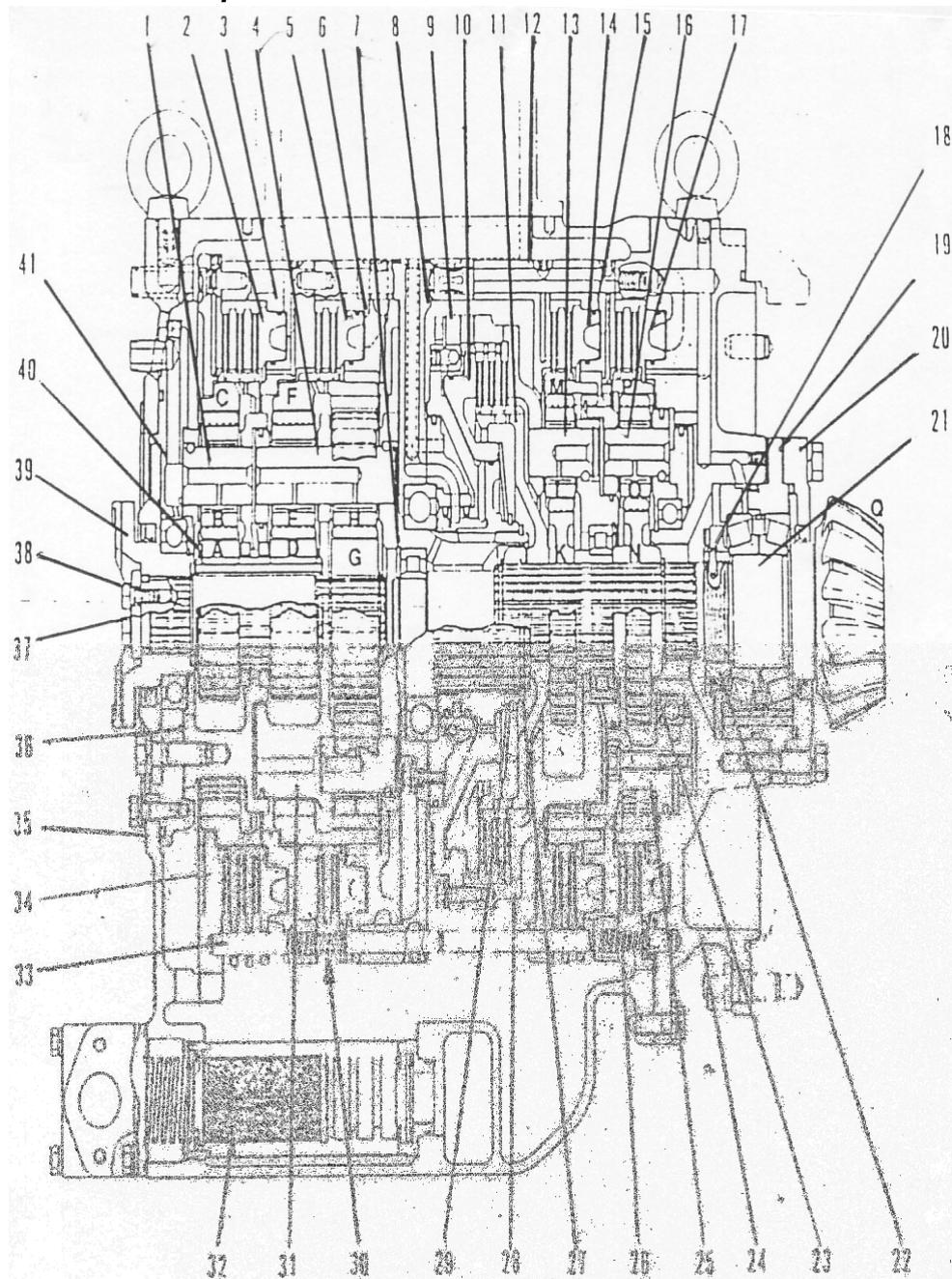
Torqflow Transmission adalah suatu sistem pemindahan tenaga (daya dan putaran) dengan menggunakan oli sebagai pengendali atau disebut juga *Hydraulic control*. Dalam sistem ini untuk memindahkan speed satu, speed dua, maju mundur dan sebagainya, dilakukan secara hidrolis. Jadi fungsi dan pada *transmission* ini adalah untuk mengatur kecepatan dari unit, bergerak maju maupun mundur. *Torqflow Transmission* terletak antara *torque converter* dan *Bevel Gear system*, dimana *input shaftnya* didapatkan dari *universal joint* dan *output shaftnya* berupa *pinion gear*.



Gambar 4.194 Susunan Power Train Dozer Shovel

## 4. Komponen Alat Berat

### Konstruksi Torqflow Transmission



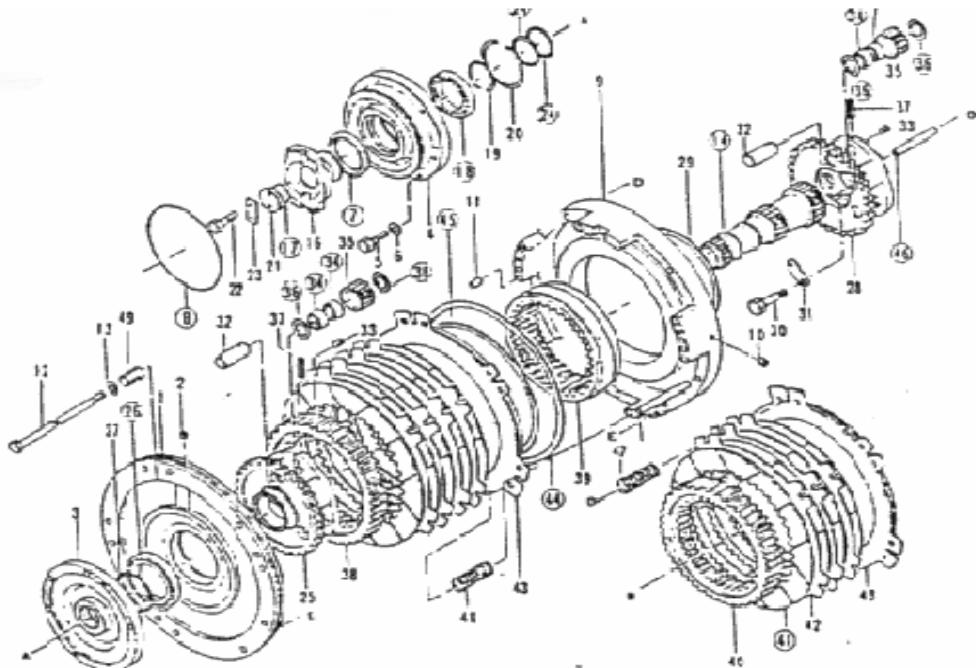
Gambar 4.195. Konstruksi Torqflow Transmission

#### 4. Komponen Alat Berat

Keterangan Gambar :

- |                        |                        |                         |
|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1. No 1 Pinion Shaft   | 8. Housing             | 15. No 4 piston housing |
| 2. No 2 Clutch Pinion  | 9. No 3 Piston Housing | 16. No 5 Piston Shaft   |
| 3. No 1 Piston Housing | 10. No 3 Clutch Piston | 17. No 5 Clutch Piston  |
| 4. No. 2 Pinion Shaft  | 11. No 3 Gear          | 18. Lock Pin            |
| 5. No 2 Clutch Piston  | 12. Housing            | 19. Bearing Cage        |
| 6. No 2 Piston Housing | 13. No 4 Piston Shaft  | 20. Cover               |
| 7. Snap Ring           | 14. No 4 Clutch Piston | 21. Output shaft        |
| 22. Nut                | 29. Spring             | 36. No 1 Carrier        |
| 23. Snap Ring          | 30. Spring             | 37. Holder              |
| 24. Rear Case          | 31. No 2 Carrier       | 38. Input Shaft         |
| 25. No 5 Carrier       | 32. Stariner           | 39. Coupling            |
| 26. Spring             | 33. pin                | 40. Snap Ring           |
| 27. Snap Ring          | 34. Front Cover        | 41. Cage                |
| 28. No 4 Carrier       | 35. Trans. Case        |                         |
| A. No. 1 Sun Gear      | H. No 3 Planet pinion  | M. No 4 Ring Gear       |
| B. No 1 Planet Pinion  | G. No 3 Sun Gear       | N. No 5 Sun Gear        |
| C. No 1 Ring Gear      | I. No 3 planet pinion  | O. No 5 Planet Pinion   |
| D. No. 2 Sun Gear      | J. gear                | P. No 5 Ring Gear       |
| E. No 2 Planet Pinion  | K. No 4 Sun Gear       | Q. Bevel Pinion         |
| F. No 2 Ring Gear      | L. No 4 Planet pinion  |                         |

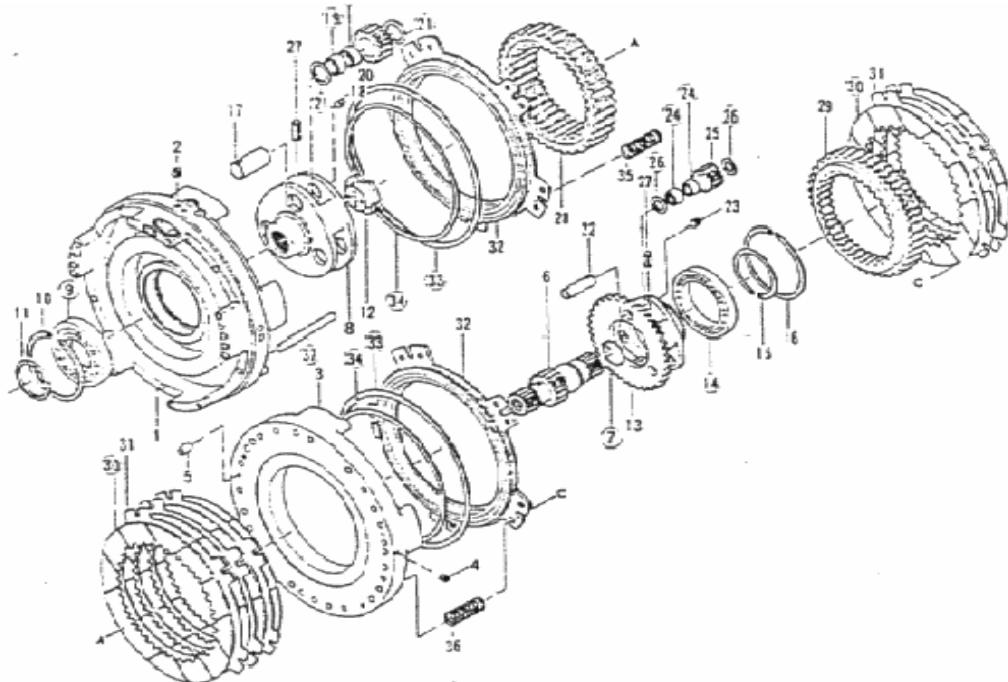
#### 4. Komponen Alat Berat



- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. Front plate        | 26. Bearing           |
| 2. Plug               | 27. Snap ring         |
| 3. Retainer           | 28. Planetary carrier |
| 4. Bearing cage       | 29. Snap ring         |
| 5. Bolt               | 30. Bolt              |
| 6. Spring washer      | 31. Lock              |
| 7. Oil seal           | 32. Shaft             |
| 8. O-ring             | 33. Plug              |
| 9. Housing            | 34. Bearing           |
| 10. Plug              | 35. Planetary gear    |
| 11. Dowel pin         | 36. Thrust washer     |
| 12. Bolt              | 37. Roll pin          |
| 13. Spring washer     | 38. Ring gear         |
| 14. Shaft             | 39. Ring gear         |
| 15. Coupling          | 40. Ring gear         |
| 16. O-ring            | 41. Clutch disc       |
| 17. Ball bearing      | 42. Plate             |
| 18. Snap ring         | 43. Piston            |
| 19. Snap ring         | 44. Seal ring         |
| 20. Snap ring         | 45. Seal ring         |
| 21. Holder            | 46. Pin               |
| 22. Bolt              | 47. Spring            |
| 23. Lock              | 48. Spring            |
| 24. Seal ring         | 49. Sleeve            |
| 25. Planetary carrier |                       |

Gambar 4.196 Bagian2 Komponen *Torqflow Transmission*

#### 4. Komponen Alat Berat



- |                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| 1. Housing            | 20. Planetary gear |
| 2. Plug               | 21. Thrust washer  |
| 3. Housing            | 22. Shaft          |
| 4. Plug               | 23. Plug           |
| 5. Dowel pin          | 24. Bearing        |
| 6. Shaft              | 25. Planetary gear |
| 7. O-ring             | 26. Thrust washer  |
| 8. Planetary carrier  | 27. Roll pin       |
| 9. Ball bearing       | 28. Ring gear      |
| 10. Snap ring         | 29. Ring gear      |
| 11. Spacer            | 30. Clutch disc    |
| 12. Retainer          | 31. Plate          |
| 13. Planetary carrier | 32. Piston         |
| 14. Ball bearing      | 33. Seal ring      |
| 15. Snap ring         | 34. Seal ring      |
| 16. Snap ring         | 35. Spring         |
| 17. Shaft             | 36. Spring         |
| 18. Plug              | 37. Pin            |
| 19. Bearing           |                    |

Gambar 4.197 Bagian-bagian Komponen *Torqflow Transmission*  
(lanjutan)

#### 4. Komponen Alat Berat

Berikut ini tabel sejauh mana tingkat kemampuan perpindahan kecepatan dari beberapa model :

Tabel 12 Model Tingkat kecepatan

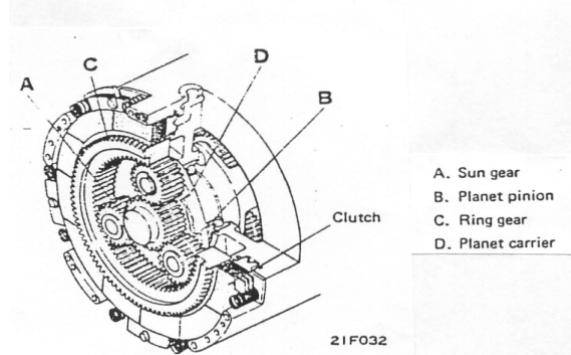
Unit Model	Direction	Stage
D 31 D 53 D 57 D 75 S — 3 D 65 D 85, D 155	Forward	$1^{\text{st}}$ speed $2^{\text{nd}}$ speed $3^{\text{rd}}$ speed
		$1^{\text{st}}$ speed $2^{\text{nd}}$ speed $3^{\text{rd}}$ speed
	reverse	$1^{\text{st}}$ speed $2^{\text{nd}}$ speed $3^{\text{rd}}$ speed
D 55 S — 3 D 75 S — 2 D 85 A S — 5	Forward	$1^{\text{st}}$ speed $2^{\text{nd}}$ speed
	Reverse	$1^{\text{st}}$ speed $2^{\text{nd}}$ speed

Terdapat dua macam *Torque Transmission* pada unit Komatsu yaitu :

1. Planetary Gear System
2. Clutch Pack System (Constantmesh untuk Multiple Disc System)

##### a. Planetary Gear System:

Ada dua tipe, yakni : (1) *Single Pinion Type*, (2) *Double Pinion Type*. Konstruksi *planetary gear system* dapat dilihat pada gambar 86, bagian-bagian utamanya. Untuk *Single Pinion*: *Sun Gear*, *Ring Gear*, *Planet Pinion*, dan *Planet Carrier*. Untuk yang menggunakan *double type pinion*, *planet pinion* yang dipakai adalah 6 (enam) buah, jadi tidak sama halnya dengan yang *single Type pinion* yang hanya menggunakan 3 (tiga) buah *planet pinion*.



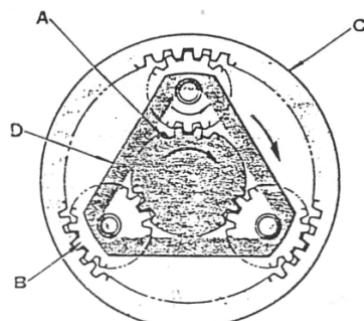
Gambar 4.198 Planetary Gear

## 4. Komponen Alat Berat

### Cara Kerja Single Pinion Type :

#### *Ring gear (A) ditahan.*

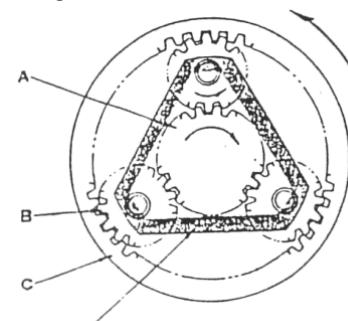
*Sun Gear (A) berputar searah jarum jam dan akan memutar *planet pinion* (B). Karena *ring gear* (C) ditahan, maka *planet pinion* dapat mengelilingi *Ring Gear*, sehingga hasil akhir putaran dan *carrier* akan searah dengan *sun gear*. *Carrier* yang terpasang pada *planet pinion* akan mengikuti putaran dari *planet pinion*. Gear sebagai *input* dan *Carrier* sebagai *out put*, maka putaran adalah searah.*



Keterangan Gambar :

- A. sun Gear
- B. Planet Pinion
- C. Ring Gear
- D. Planet Carrier

Gambar 4.199 Planetary Gear dengan  
*Ring Gear* ditahan A ditahan



Keterangan Gambar :

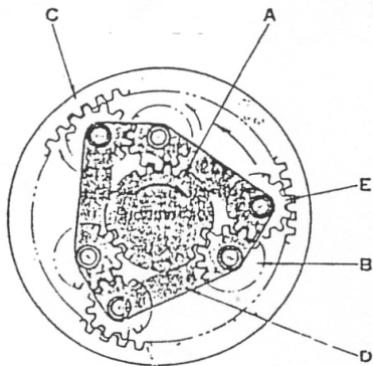
- A. Sun Gear
- B. Planet Pinion
- C. Ring Gear
- D. Planet Carrier

Gambar 4.200 Carrier ditahan

*Sun Gear A berputar searah jarum jam akan memutar *Planet pinion* (B) dengan arah yang berlawanan. Karena *Ring Gear* dibebaskan maka *planet pinion* akan berputar mengelilingi sambil membawa *ring gear* yang berlawanan arah dengan arah putaran *Sun Gear*. *Carrier* yang terpasang pada *pinion* tidak ikut berputar. Dalam hal ini *Sun Gear* sebagai *input*, *ring gear* sebagai *out put*, maka putaran akhir adalah berlawanan.*

## 4. Komponen Alat Berat

### Cara Kerja Double Pinion Type :



Gambar 4.201 Cara kerja Double Pinion Type

Sistem ini menggunakan *planet pinion* 6 (enam buah). Bila *ring gear* ditahan putaran *sun gear* searah putaran jarum jam akan memutar *planet pinion* dengan arah yang berlawanan. *Planet pinion Gear (B)* akan memutar *Planet Pinion Gear (B)* dengan arah yang berlawanan pula. *Carrier* yang terpasang pada *planet pinion Gear (B)* ikut berputar searah. *Sun Gear* sebagai *input* dan *Carrier* sebagai *output* maka akan didapatkan putaran *input* dan *output* searah.

Kombinasi antara Single Pinion dan Double Pinion:

a. *Single Pinion Type:*

*Sun Gear ? Planet Pinion ? Ring Gear OR Carrier.* Unit yang menggunakan adalah : D 55 S-3 dan D 75 S-2

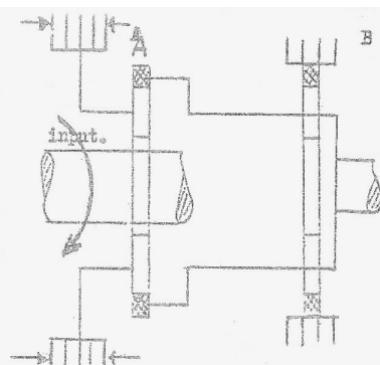
b. *Double Pinion Type:*

*Sun Gear ? Planet Pinion ? Planet Pinion ? Ring Gear or Carrier.* Unit yang menggunakan :D31, D53, D57, D65, D75, D85, D155.

## 4. Komponen Alat Berat

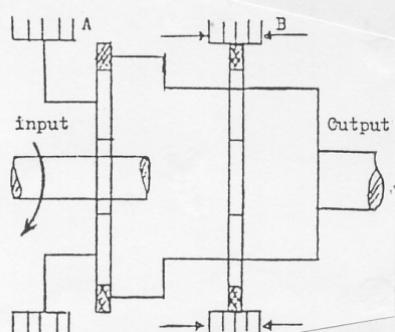
### Clutc Pack

#### Susunan Clutch Pack untuk Reverse — Forward:



Apabila *input shaft/sun gear* kita putar dan nntuk *Reverse clutch* kita engage-kan/ditahan, maka *Ring Gear* pada susunan A yang langsung berhubungan dengan *output shaft* akan berputar berlawanan.

Gambar 4.202 Reverse Clutch di engage



Apabila *forward clutch* yang di engage-kan, maka *carrier B* yang langsung berhubungan dengan *output shaft* akan berputar searah dengan *input*, sedangkan susunan A berputar *idling* saja. Jadi dalam hal ini susunan clutch A digunakan untuk reverse dan susunan Clutch (*ring gear*) digunakan untuk forward.

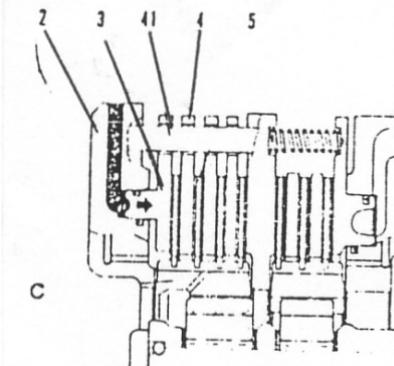
Gambar 4.203 Forward clutch di enggake

Dibawah ini akan diterangkan bagaimana caranya untuk *ENGAGE* dan *DIS ENGAGE*.

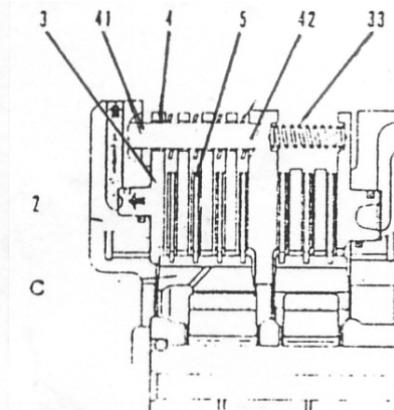
#### 4. Komponen Alat Berat

**ENGAGE** : Oli yang bertekanan (*oil pressure*) alirannya diatur oleh *Transmission Control Valve* masuk melalui port A menekan *piston* dan melawan kekuatan pegas/*spring*, sehingga susunan *disc* dan *plate* akan merapat (*engage*). Karena *piston* dan *plate* diikat oleh *pin* ke *transmission housing*, maka *disc* akan menekan *ring gear* untuk tidak berputar.

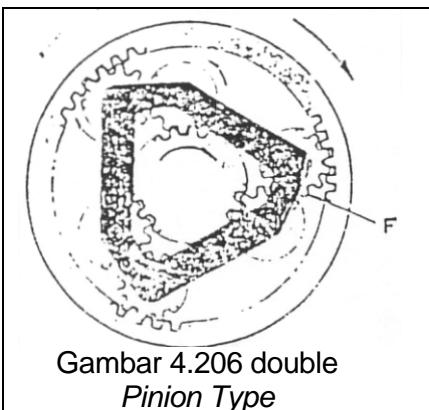
**DIS-ENGAGE**: *Oil pressure* di *drain* lewat *control valve* dimana *return spring* mendorong *piston* ke posisi semula dan oli kembali ke *case* melalui lubang A (*port A*).



Gambar 4.204 Engage



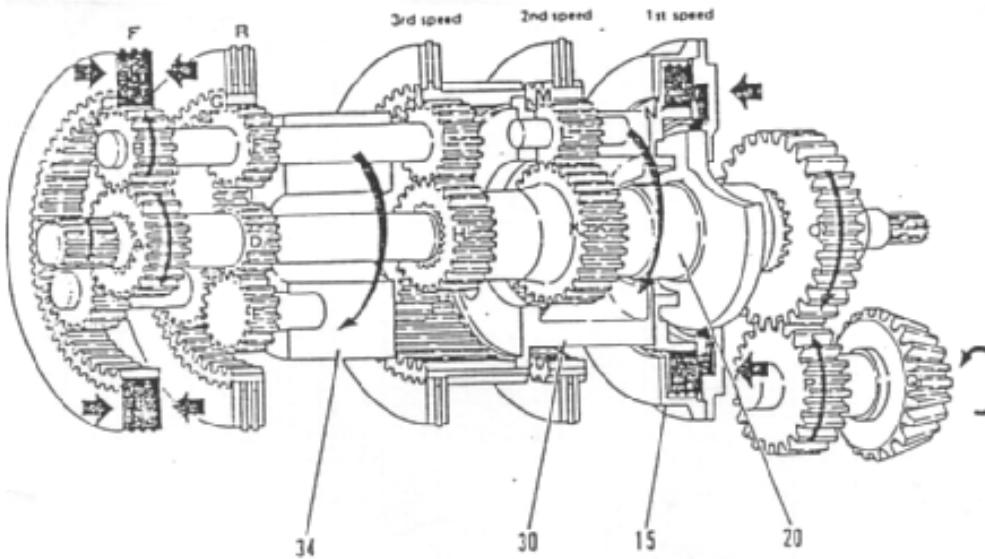
Gambar 4.205 Dis-Engage



**REVERSE** : dengan menggunakan *planetary Gear* pada Double *Pinion Type* Seperti pada gambar samping, dimana hanya *Ring Gear* saja yang mempunyai *Clutch Disc*, sedangkan untuk *forward* adalah biasa saja yaitu dengan *single pinion*.

#### 4. Komponen Alat Berat

##### **Power Transmitting Line** a. Forward, 1 st Speed

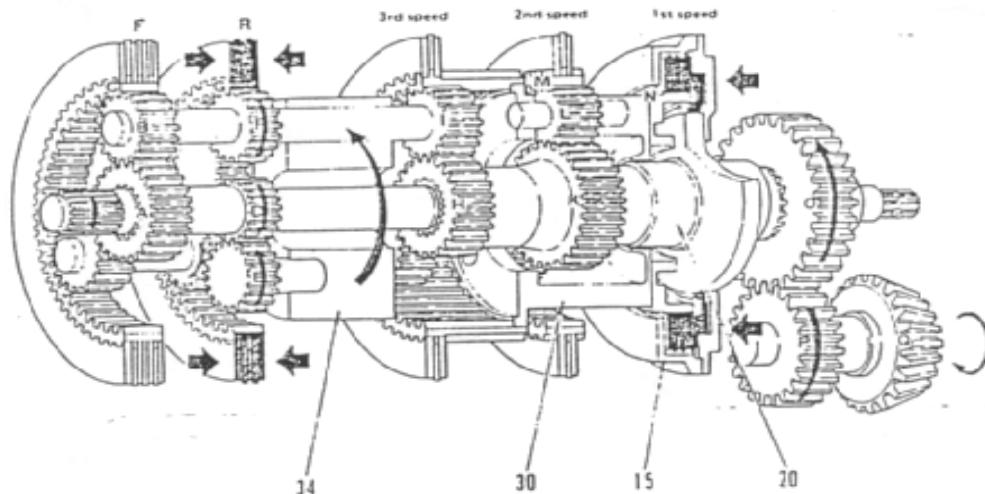


Gambar 4.207 Maju Kecepatan 1

##### Keterangan :

*Forward* : Apabila *input shaft* berputar dan *F Clutch* di-enggakekan maka *carrier* yang langsung berhubungan dengan *carrier R* dan *output shaft* akan berputar searah dengan *input*, sedangkan *reverse clutch* berputar slip saja.

##### b. REVERSE, 1 st Speed.



Gambar 4.208 Mundur Kecepatan 1

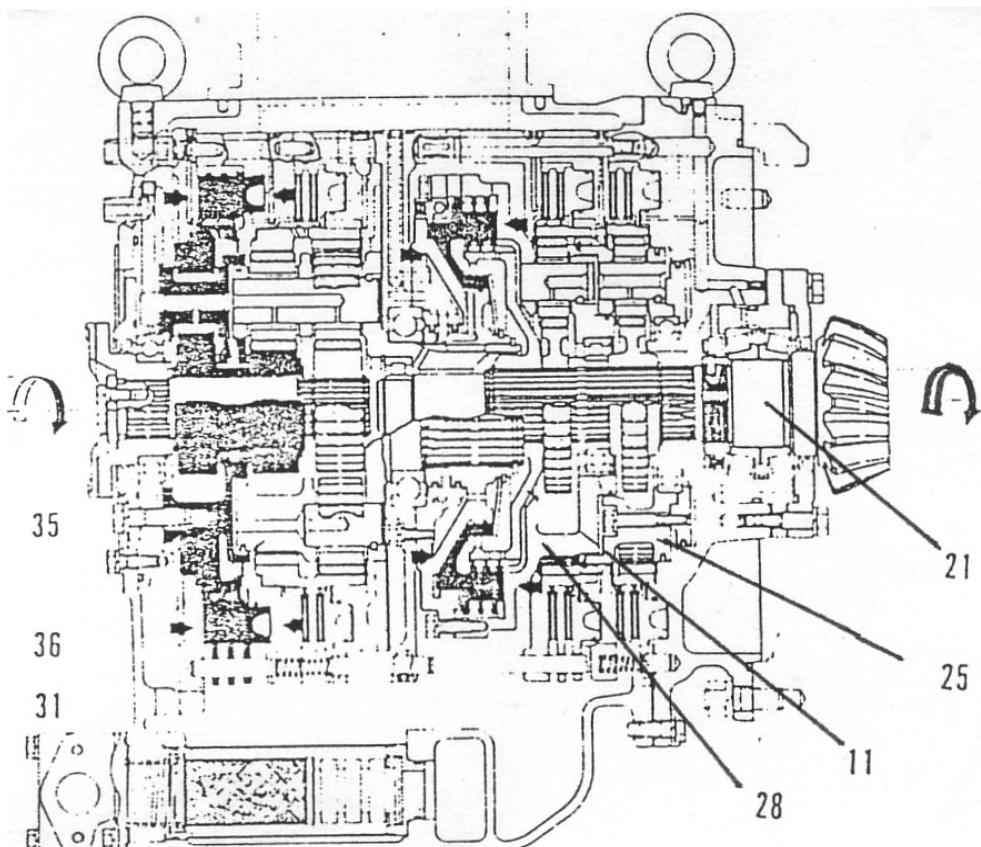
## 4. Komponen Alat Berat

### Keterangan:

Reverse : Apabila *R Clutch* di-engagekan, maka *carrier R* yang langsung berhubungan dengan *output* akan berputar berlawanan dengan *input shaft*, sedangkan *F Clutch* berputar selip saja. Tipe unit yang menggunakan jenis ini adalah : D31, D65, D85, D155, dan D355.

### **Rotary Clutch dan Ball Check Valve :**

Tidak semua unit *torqflow transmission* menggunakan *rotary clutch*. Satu keuntungan penggunaan *rotary clutch* adalah dapat mempersingkat konstruksinya, yaitu dengan adanya *rotary clutch* ini paling tidak sudah mengurangi satu set *planetary*. Urnumnya *rotary clutch* ini dietempatkan untuk speed satu. Dimaksudkan agar didapatkan *torque* yang besar pada saat itu, sehingga tidak lagi memerlukan waktu menunggu yang lama, sebab begitu *engine* di *start* oli sudah *stand by* pada *rotary clutch* ini. Konstruksi dan penempatan *rotary clutch* ini dapat dilihat pada gambar 4.208 berikut:



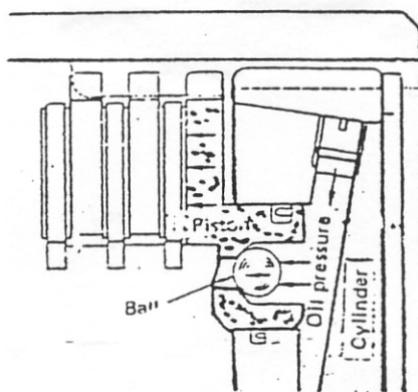
Gambar 4.209 Power Train kecepatan 1

#### 4. Komponen Alat Berat

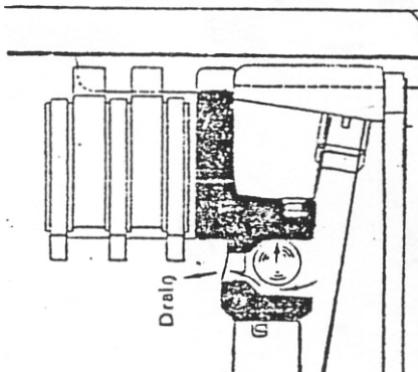
Jika kita perhatikan gambar diatas, terlihat bahwa *Rotary Clutch* dan *ball Check valve* terletak pada tengah-tengah dari *torqflow transmission*.. Contoh ini terdapat pada unit *D65*. *Rotary clutch* ini selalu berputar bersama-sama dengan *output shaft*. Hal ini tidak sama dengan *clutch-clutch* yang lain. Untuk *engagenya* yaitu menggunakan *oil pressure* melalui *shaft*, sehingga *Ball Check Valve* menutup saluran *drain*.

Jadi fungsi dari *Ball Check Valve* adalah:

1. Menutup *drain port* saat *oil pressure* masuk sehingga untuk *engage clutch* dapat terjaga dengan baik.
2. Membuka *drain port* sehingga oli dapat dengan cepat keluar *clutch* akan cepat *dis-engage*.



Gambar 4.210 Ball Check Valve : Clutch Engaged



Gambar 4.211 Ball Check valve : Cluch Dis—Enggaged

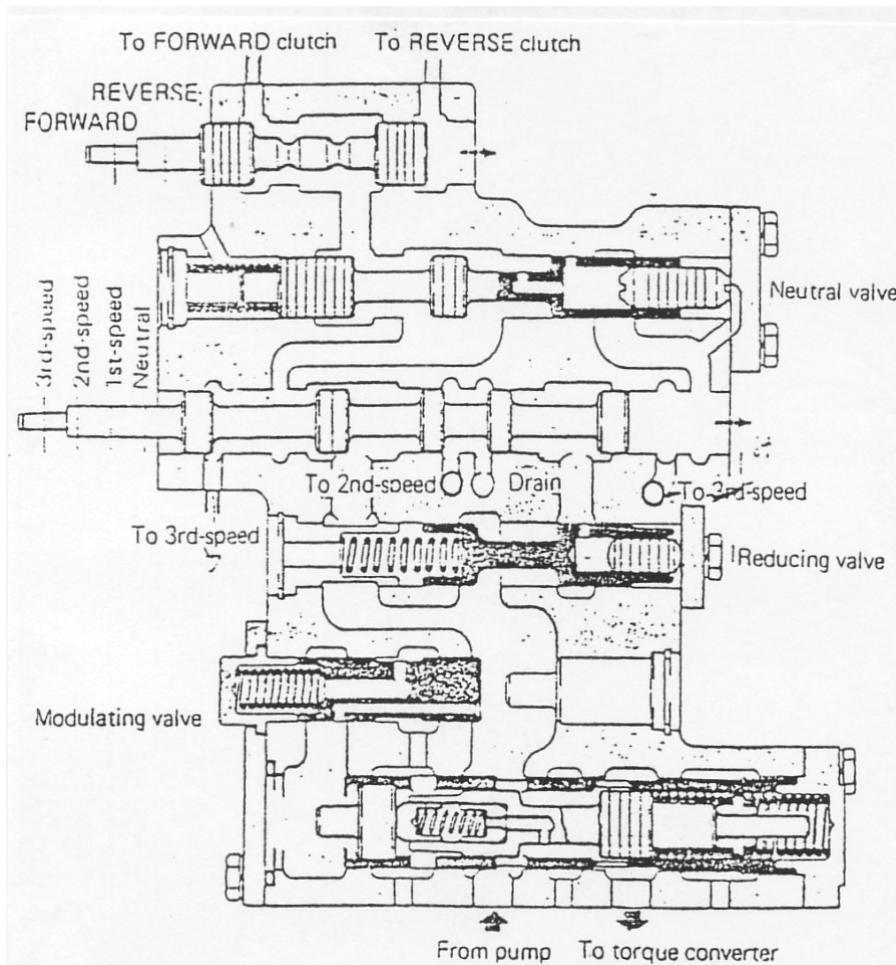
##### **Transmission control valve :**

*Control valve* adalah kombinasi dari beberapa *valve* yang bekerja pada fungsi masing-masing (mengatur *oil pressure*, meredam kejutan

#### 4. Komponen Alat Berat

tekanan oli, mengatur arah aliran, dan lain-lain sebagainya) yang akan dipergunakan oleh setiap *Clutch* pada *transmission*. Valve tersebut antara lain :

- a. *Modulating relief Valve*
- b. *Quick Return Valve*
- c. *Reducing Valve* (tidak semua model dari control valve menggunakan)
- d. *Speed valve*
- e. *Safety/neutral Valve* (tidak semua model control valve menggunakan)
- f. *Directional Valve*



Gambar 4.212 contoh konstruksi *Control Valve* pada alat berat

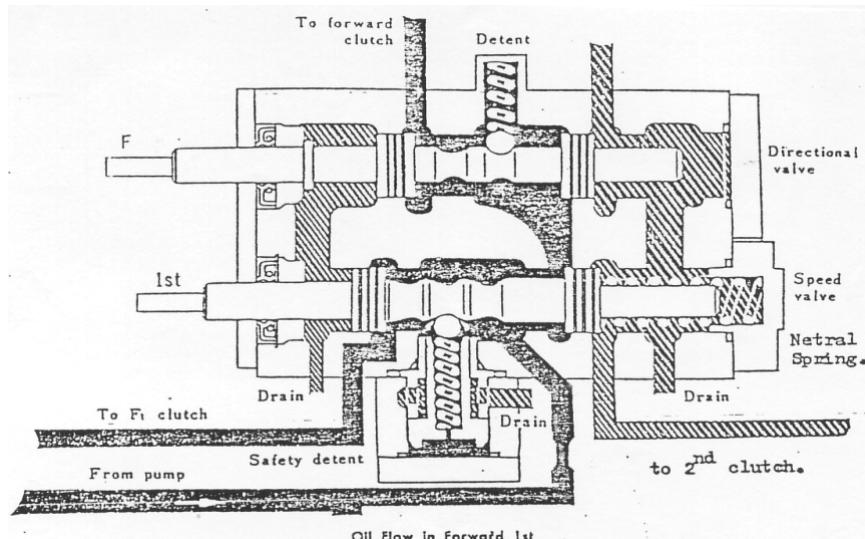
## 4. Komponen Alat Berat

*Transmission Control Valve* terletak pada bagian atas *Transmission Housing*, fungsi dari bagian *control valve* diatas akan dijelaskan sebagai berikut:

### **1. Fungsi dari valve pada control valve**

- a. *Modulating Relief Valve* berfungsi : untuk mengatur aliran dan tekanan oli yang akan masuk ke dalam *Torque Converter* terutama pada saat *shifting*. Hal ini berguna untuk mengurangi kejutan.
- b. *Quick Return valve* berfungsi : mengatur langkah gerak dari *sleeve* dan *Modulating Relief Valve* yaitu dengan mengatur *flowoil* ke *sleeve* samping dan *drain*, sehingga dapat terjadi cepat dalam *dis-engage* dan lambat dalam *engage* dan setiap transmisi *clutch*.
- c. *Reducing Valve* berfungsi : menurunkan tekanan oli yang akan masuk ke *Rotary Clutch*.
- d. *Speed Valve* berfungsi : mengatur arah lairan ke setiap *speed clutch* dan *drain*.
- e. *Safety Valve* berfungsi sebagai penyelamat jangan sampai unit bergerak (maju mundur) sebelum dikehendaki oleh operator pada saat *engine di start*.
- f. *Directional Valve* berfungsi mengarahkan aliran oli ke *directional clutch* (*forward- reverse*)

### **2. Netral Valve Type Safety Detend**



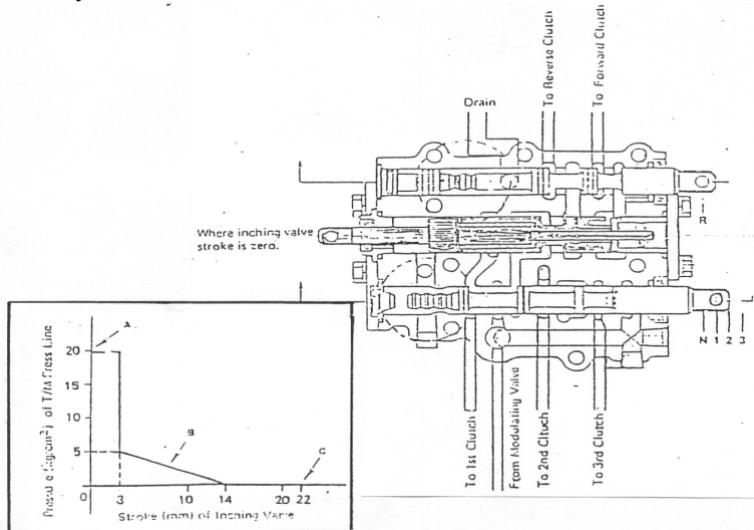
Gambar 4.212 a *Control Valve type Safety Valve*

#### 4. Komponen Alat Berat

Gambar diatas adalah tipe lain dari *safety valve* dengan cara kerjanya sebagai berikut. *Speed valve* ini mempunyai *neutral spring* yang selalu mendorong kekiri ke arah *neutral position* dan *speed valve*. Juga mempunyai *piston detent* berikut springnya.. Apabila *engine* dihidupkan, *hydraulic system* bekerja memberikan tekanan kepada kedua sisi piston (atas dan bawah). Karena beda penampang, piston tertekan keatas menekan *piston spring* selanjutnya ke *ball* dan menahan *speed valve* melawan *neutral spring*, sehingga *speed valve* dapat diposisikan sesuai dengan kehendak operator (1 st, 2 nd dan *netral*). Apabila *engine* dimatikan dan *hydraulic system* berhenti menekan *piston*, sekalipun *speed valve* pada posisi 2 nd, akan terdorong oleh *neutral spring* ke kiri ke *Neutral Position*. Tipe ini dipakai pada *unit D 55 5-3* dan *D 75 S-2*.

##### **Inching Valve:**

*Inching Valve* terletak diantara *Speed Valve* dan *Directional Valve* dalam *Transmission Control Valve*. Dan berfungsi mengontrol *Oil Pressure* (*Transmission Oil Pressure* dari  $20 \text{ kg/cm}^2$  hingga  $0 \text{ kg/cm}^2$ ) yang menuju *Directional Valve* dengan jalan mengoperasikan *Inching Pedal*. Sehingga *Directional Clutch* dapat dibuat setengah *engaged* hingga *full engaged* sesuai dengan besarnya *Pedal Stroke* (= *valve stroke*) yang dikehendaki. Dengan menginjak *inching pedal* secara pelan-pelan, ini berarti mengurangi *oil pressure* dari *directional Clutch* dengan jalan menghubungkannya dengan lubang *drain* sedikit demi sedikit hingga *oil pressure* menjadi  $= 0 \text{ kg/cm}^2$ . Gambar 4.114 menunjukkan konstruksi *inching valve* dan karakteristiknya.



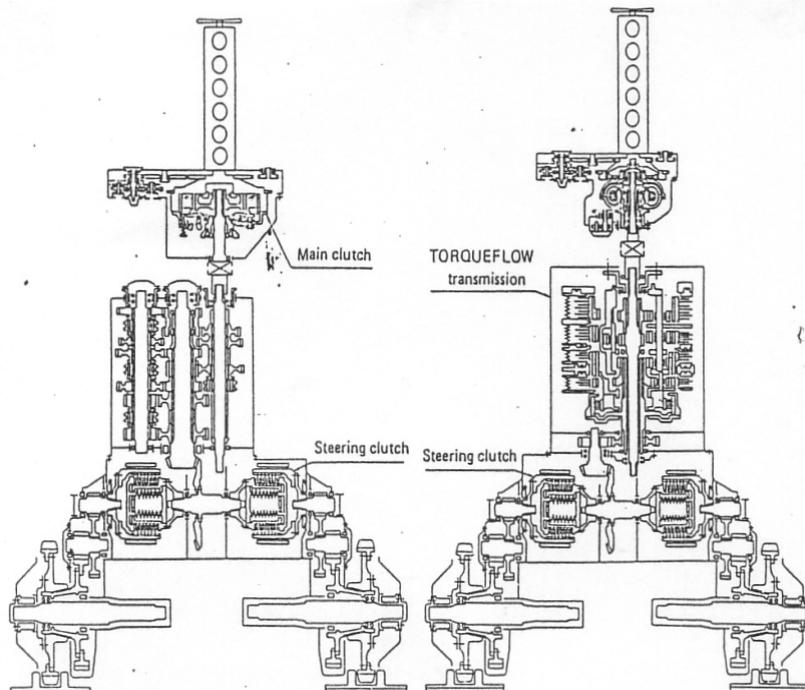
Gambar 4.113 Konstruksi *Inching Valve* dan karakteristiknya

### 4.7 Sistem Kemudi/steering clutch, rem, dan roda gigi tirus

#### 4.7.1 Pengertian Umum Sistem Kemudi

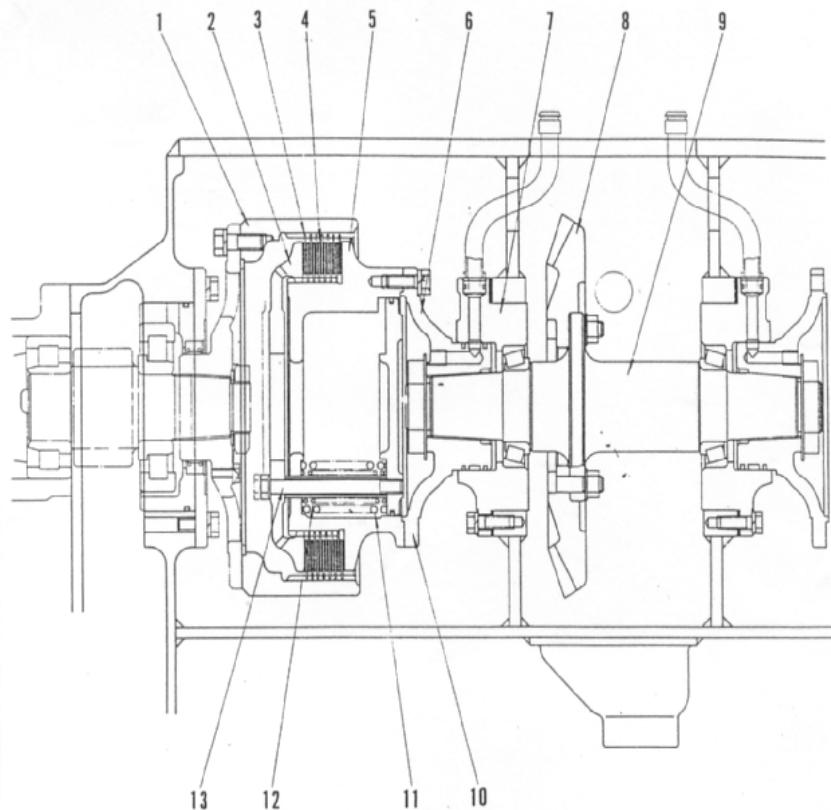
Fungsi Kemudi adalah suatu sistem pengendali peralatan alat berat yang dapat digunakan untuk membelokkan arah gerak lurus unit menjadi ke kiri atau ke kanan pada sudut tertentu dari  $0^\circ$  sd  $360^\circ$  dari gerakan semula. Mekanis pergerakan sistem kemudi yang akan kita bahas hanya menyangkut masalah *Crawler Tractors* yaitu yang menyangkut type *Clutch and Brake System*. Sedangkan untuk jenis yang sederhana sebagaimana sistem kemudi pada kendaraan jalan raya, pada prinsipnya tidak berbeda (mahasiswa sudah mendapat pengetahuan pada Sistem Kemudi Rem dan Suspensi/Sistem Pengendali Kendaraan).

Di sini dalam pengendalian peralatan tersebut ketika akan belok yaitu dengan cara merenggangkan antara *Disc* dan *Plate* yang tersusun diantara *Inner Drum* dan *Outer Drum* sebelah kiri atau kanan dengan perantaraan oli yang bertekanan atau menarik yokenya. Contoh unit pemakainya : *Bulldozer* dan *Dozer Shovel*



Gambar 4.114 Konstruksi *Bulldozer/Shovel* dari mesin-roda crawler

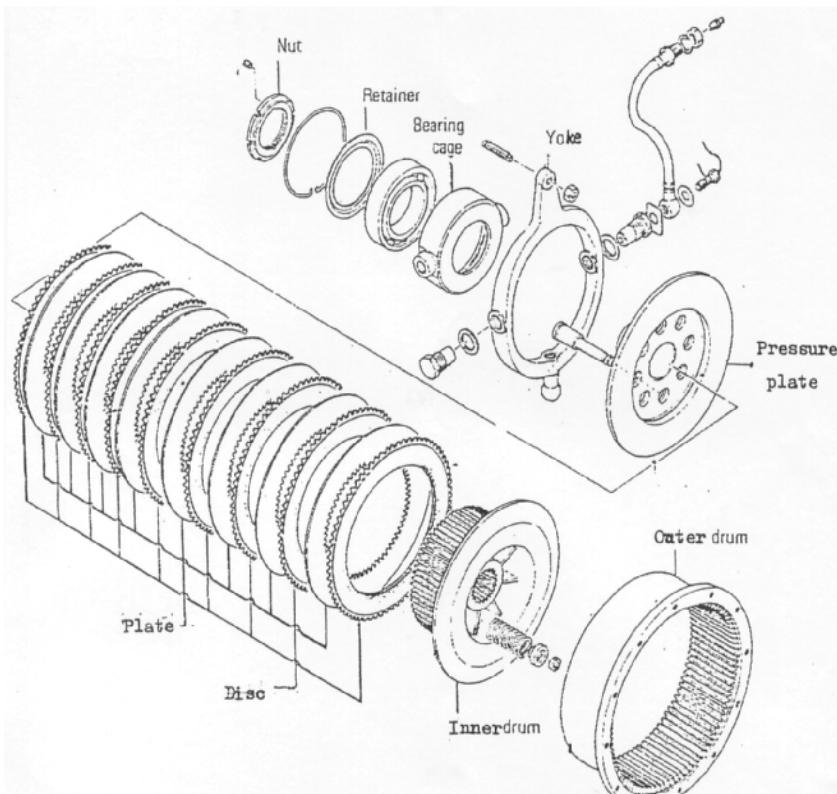
## Komponen Alat Berat



Gambar 4.115 Bevel Gear Shaft-Steering Clutch

- |                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| 1. Outer drum (Brake drum)  | 8. Bevel gear       |
| 2. Pressure plate           | 9. Bevel gear shaft |
| 3. Disc                     | 10. Piston          |
| 4. Plate                    | 11. Spring          |
| 5. Inner drum (clutch drum) | 12. Spring          |
| 6. Bevel gear shaft hub     | 13. Bolt            |
| 7. Bearing cage             |                     |

## Komponen Alat Berat



Gambar 4.116 Komponen Steering Clutch mechanical

Keterangan:

**Disc** : terbuat dari baja yang bagian luarnya diberi lapisan bronze berguna untuk mengurangi keausan. Disc ini berfungsi sebagai *friction plate* yang bergigi dibagian luarnya dan duduk pada *spline outer drum*.

**Plate** : terbuat dari baja yang tahan karat dan temperatur yang tinggi. Plate ini berfungsi sebagai *friction plate* yang bergigi dibagian diameter dalamnya dan duduk pada *spiline inner drum*.

**Inner Drum** : berfungsi sebagai tempat dudukan plate dan menerima putaran dari *bevel gear shaft* yang diikat dengan perantaraan flens.

**Outer Drum** : Berfungsi sebagai tempat dudukan dudukan disc dan *brake band* yang meneruskan putaran dari *bevel gear* dan dihubungkan dengan *top pinion gear* dan *final drive* yang diikat dengan perantaraan flens.

## Komponen Alat Berat

**Pressure Plate** : Berfungsi sebagai penekan *plate* dan *disc*, dimana kekuatan tekan tersebut diperoleh dari *spring* atau *oil pressure*.

**Spring** : berfungsi sebagai sumber kekuatan untuk menekan susunan *plate* dan *disc* dengan perantaraan *pressure plate*. Pada type yang lain fungsi ini diganti dengan *oil pressure* menekan permukaan *piston*.

**Brake Band** : berfungsi sebagai pemberhenti sisa-sisa putaran pada *outer drum* (*top pinion final drive*) dengan cara mengikat *outer drum*nya.

**Yoke** : berfungsi sebagai pengantar untuk menarik *pressure plate* pada tipe yang mekanikal dan semi hidrolik.

Untuk mengatasi keausan *Disc Clutch*nya , maka sistem kemudi dibagi dalam dua tipe, yaitu:

1. *Dry Type Steering Clutch* (tipe kering)
  2. *Wet Type Steering Clutch* (tipe basah)
1. Pengertian tipe kering dimana *steering clutch* yang terpasang tidak direndam oleh oli, pada *disc* lapisan luarnya dilapisi material yang tahan panas dan tidak mudah aus. Pada tipe ini kita harus menjaga agar *steering clutch*nya jangan sampai terkena oli yang bisa berakibat *steering clutch*nya slip. Konstruksi *steering clutch*, dimana antara *steering clutch* dengan *bevel gear* diberi pembatas (sekat) agar oli untuk pelumasan dari *bevel gear* tidak masuk ke *steering clutch*nya.
  2. Pengertian tipe basah dimana *steering clutch*nya yang terpasang sudah terendam oli, pada *disc* lapisan luarnya dilapisi oleh *bimetal disc* yang diberi alur-laur agar oli tersebut apabila terjadi proses *en-gaged* (merapat) oli bisa keluar. Pada tipe basah ini oli berfungsi sebagai pelumasan dan juga sebagai pendingin sehingga umur *disc* dan *plat*nya bisa tahan lama.

### 4.7.2 Macam Sistem Penggerak Steering Clutch.

1. *Mechanical System*. Pada sistem ini pergerakan *steering clutch* untuk meng *engaged* (merapatkan) atau mendis-*engaged*-kan (merenggangkan langsung digerakkan oleh tenaga operator
2. *Semi Hydraulic System*. Pada sistem ini pergerakan *steering clutch* untuk merenggangkan (*dis-engaged*) sistemnya si

## Komponen Alat Berat

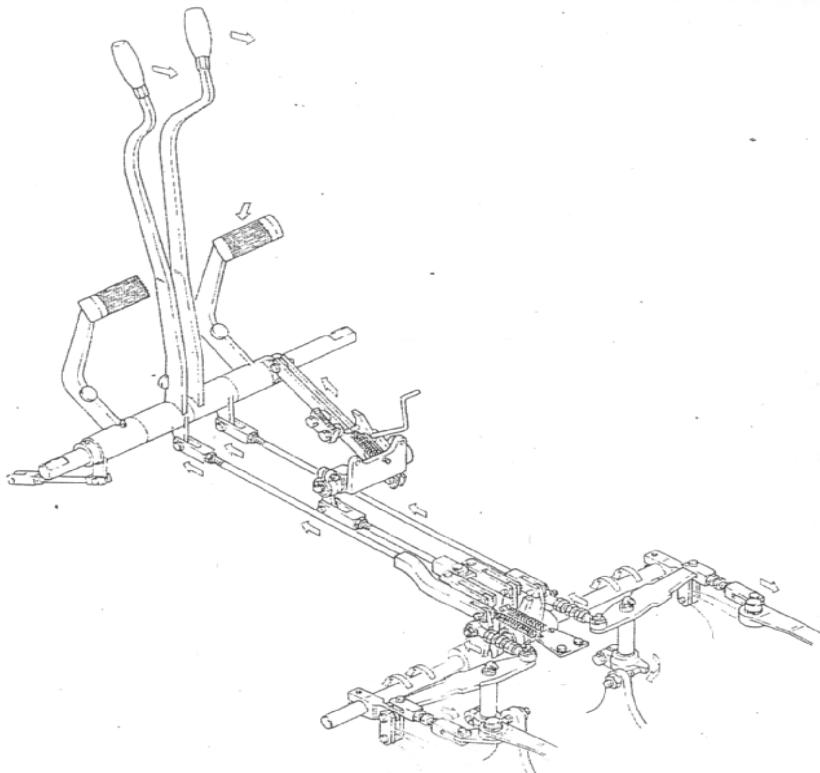
operator tidak langsung merenggangkan ke *steering clutch* tetapi dibantu oleh *booster* agar lebih ringan.

3. *Hydraulic System*. Pada sistem ini pergerakan *steering clutch* untuk merenggangkan (*dis-engaged*) operator hanya membuka sluran pada *control valvenya* saja.

### 1. Sistem Penggerak tipe Mekanik

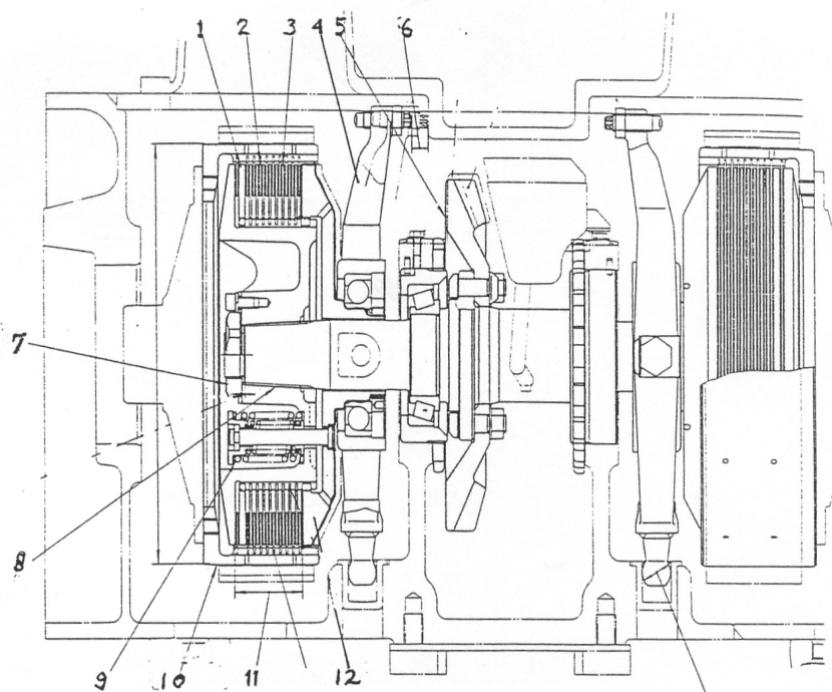
Tipe ini banyak dipakai pada unit-unit yang model lama, yaitu: *D 20-3, D 21-3, D 30-15, D 31-16, D 50-15, D 53-15*. Gambar 107 menunjukkan konstruksi *steering linkage*.

Dari *linkage* yang digerakkan oleh operator yang diteruskan ke *steering clutchnya* dalam proses *engage* dan *disengaged*. Untuk mendapatkan proses *engaged* ke *disengaged*, maka *linkagenya* diteruskan kepada *yoke steering clutch*, dikarenakan pada bagian bawah *yoke* tadi duduk pada bantalan yang seolah-olah *pit*, maka *yoke* tadi akan tertarik. *Yoke* dipress dengan *pressure platenya*, jadi apabila *yoke* tadi tertarik maka *pressure platenya* ikut



Gambar 4.117 Konstruksi *Steering Linkage*

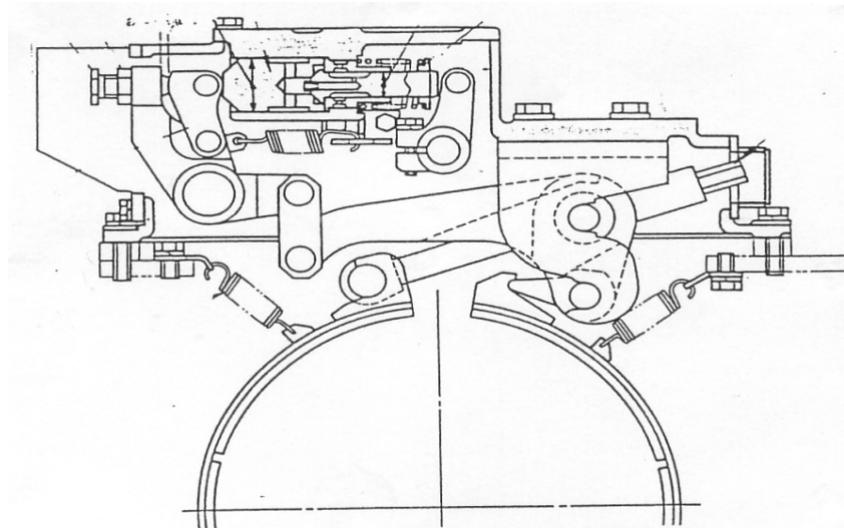
## Komponen Alat Berat



Gambar 4.118 Konstruksi Steering Clutch.

tertarik , sedangkan pada *pressure plate* diikatkan *rod* untuk dudukan *spring* yang bagian ujungnya di tahan oleh *retainer*, sehingga kita menarik *yoke* berarti menarik *pressure plate* juga menarik *spring*. Dengan demikian *plate* dan *discnya* akan terjadi *dis-engaged* maka *steering clutch* akan slip. Untuk mendapatkan proses *dis-engaged steering clutch*, operator hanya menarik *spool control valvenya* saja, dengan demikian berarti membuka saluran yang akan ke *steering boosternya* kemana yang kita kehendaki. Dengan membuka saluran tersebut maka oli akan menekan permukaan *piston booster* dan mendorong *yokenya*. *Yoke* tersebut akan mendorong *retainer* dan diteruskan ke *rod*, dimana *rod* tersebut duduk pada *pressure plate*, sehingga *pressure plate* juga terdorong. Dengan demikian *plate* dan *discnya* akan merenggang, akibatnya *steering clutch* terjadi *slip*. Pada tipe *D50*, *D53-17* brakenya juga dilengkapi *booster* seperti gambar 4.118

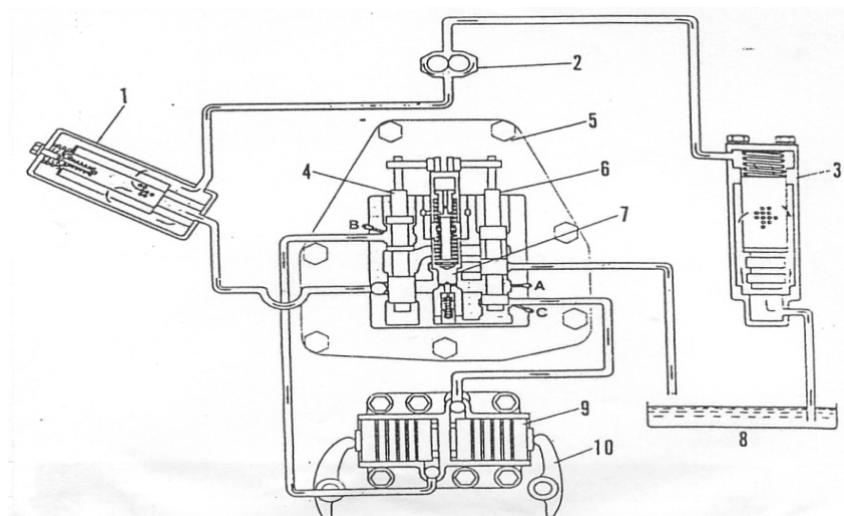
## Komponen Alat Berat



Gambar 4.119 Brake System D50, 53-17

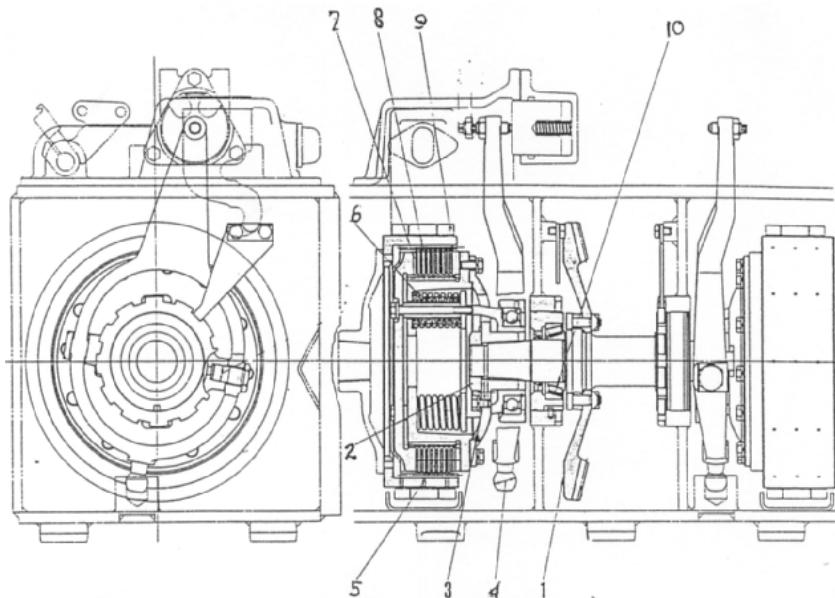
### 2. Sistem Penggerakan Tipe Semi Hidrolik

Pada tipe ini prinsip kerjanya hampir sama dengan tipe yang mekanik, hanya saja pada tipe ini untuk menggerakkan yokenya dibantu oleh booster. Adapun kegunaan booster tersebut untuk meringankan tenaga operator. Unit pemakainya adalah : D31-17, D45-3, D50-16 (untuk serial no. 65000-Up) D53-17, D57-1, D60-3, D 80-8. Pada tipe diatas steering clutchnya terendam oli.



Gambar 4.120 Sirkuit oli untuk ke booster steering clutch

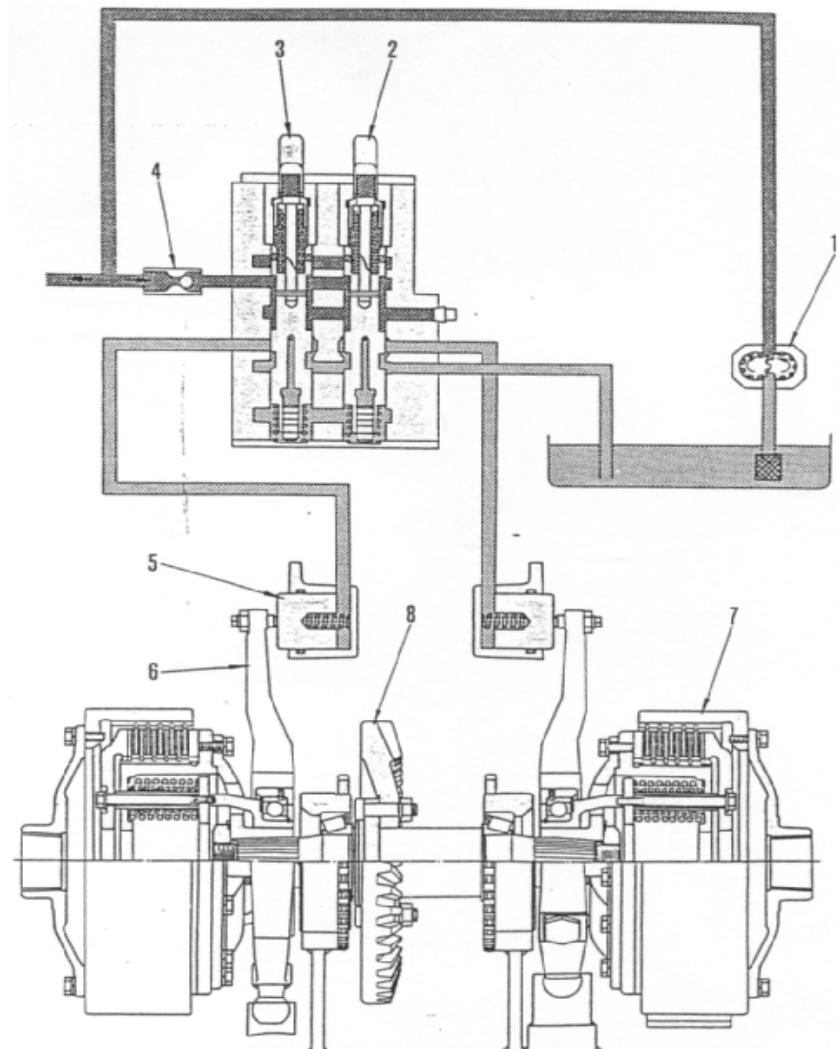
## Komponen Alat Berat



Gambar 4.121 Konstruksi lengkap sistem semi hidrolik

- |    |                               |     |                   |
|----|-------------------------------|-----|-------------------|
| 1. | <i>Bevel Gear</i>             | 6.  | <i>Disc</i>       |
| 2. | <i>Nut</i>                    | 7.  | <i>Spring</i>     |
| 3. | <i>Hub Flange</i>             | 8.  | <i>Plate</i>      |
| 4. | <i>Head Yoke</i>              | 9.  | <i>Brake Band</i> |
| 5. | <i>Susunan disc dan plate</i> | 10. | <i>Bearing</i>    |

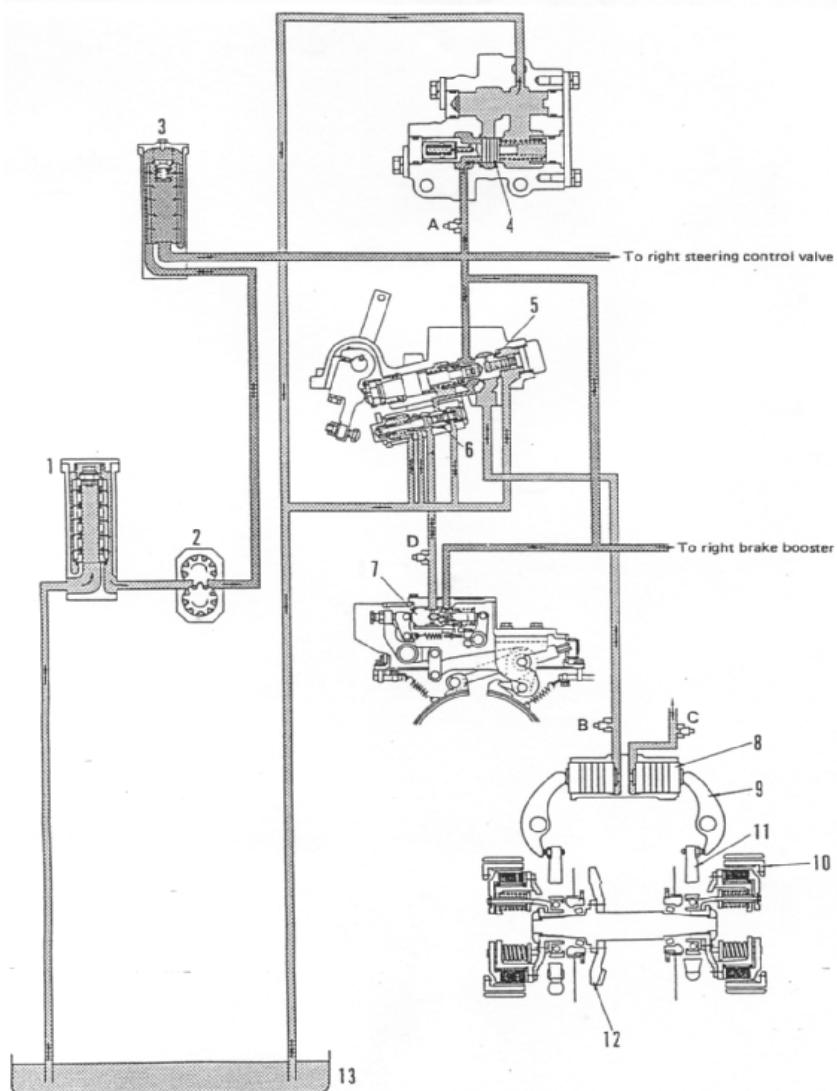
## Komponen Alat Berat



Gambar 4.122 Konstruksi dan sirkuit sistem semi hidrolik untuk  
*D3 1-17*

1. *Transmission-steering pump*
2. *Right steeringcontrol valve*
3. *Left steering control valve*
4. *Check valve*
5. *Piston*
6. *Yoke*
7. *Steering clutch*
8. *Bevel gear*

## Komponen Alat Berat



Gambar 4.123 Konstruksi dan sirkuit sistem semi hidrolik untuk D50,53-17

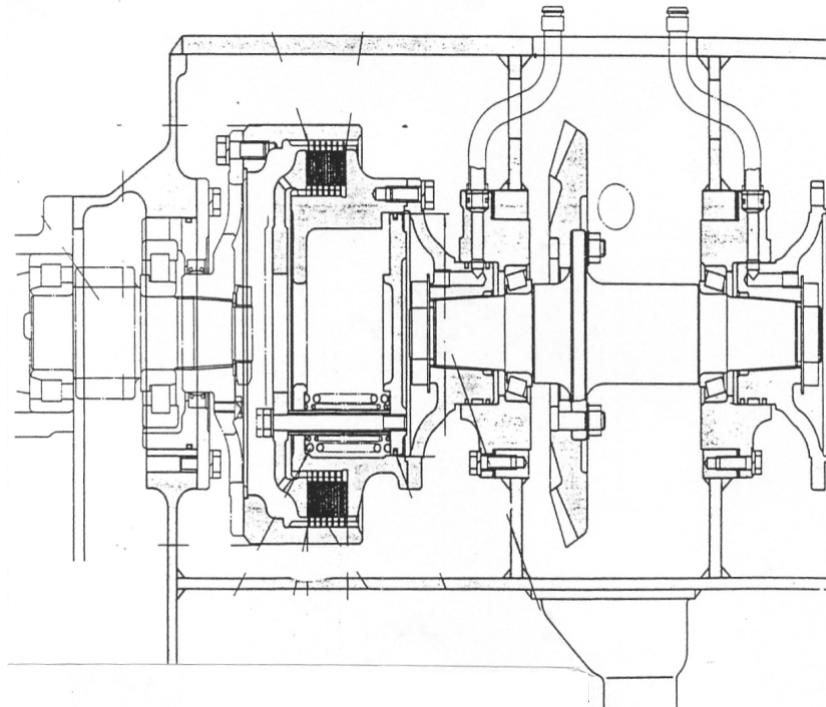
### 3. Sistem Penggerakan Tipe Hidrolik

Dalam tipe ini kita mempergunakan oli yang bertekanan untuk men *dis-engaged steering clutch*. Adapun jenis ini dibagi dalam tiga tipe :

1. **Spring Loaded I** : Pada tipe ini dimana proses *engaged steering clutchnya* dengan kekuatan *spring* dan untuk men *dis-engagedkannya* dipergunakan tenaga oli. Unit pemakainya *D 60*,

## Komponen Alat Berat

65-6, D 60,65-8, D 75 S-3, D 80,85 -18, D 150, 155-1, D355-3, D375-1, D 455-1



Gambar 4.124 Steering Clutch D 155-1

### Cara Kerja Spring Loaded I :

Pada *spring loaded* tipe ini dalam posisi *neutral steering clutch*nya dalam keadaan *engaged* dengan kekuatan *spring*, diniana *spring* tersebut akan menarik *pressure plate* untuk merapatkan *disc* dan *plate*. Untuk proses *dis-engaged* kita melihat sirkuit hidroliknya pada gambar 115. Disini oli sebagai pengantar tenaga untuk melakukan proses *dis-engaged* yang menekan dipermukaan piston. Oli yang terendam di dalam case diisap oleh pompa diteruskan ke *filter* dan masuk ke *control valve* (pada tipe lain ada yang ke *flow driver/relief valve* dulu baru ke *control valve*).

Apabila *steering lever* tidak digerakkan maka oli tersebut akan kembali ke *case* melalui lubang pembuang pada *control valve*. Jika *steering lever* kita tarik yang kiri atau kanan maka oli tersebut mengarah ke saluran yang dibuka dan *spoolnya* yang

## Komponen Alat Berat

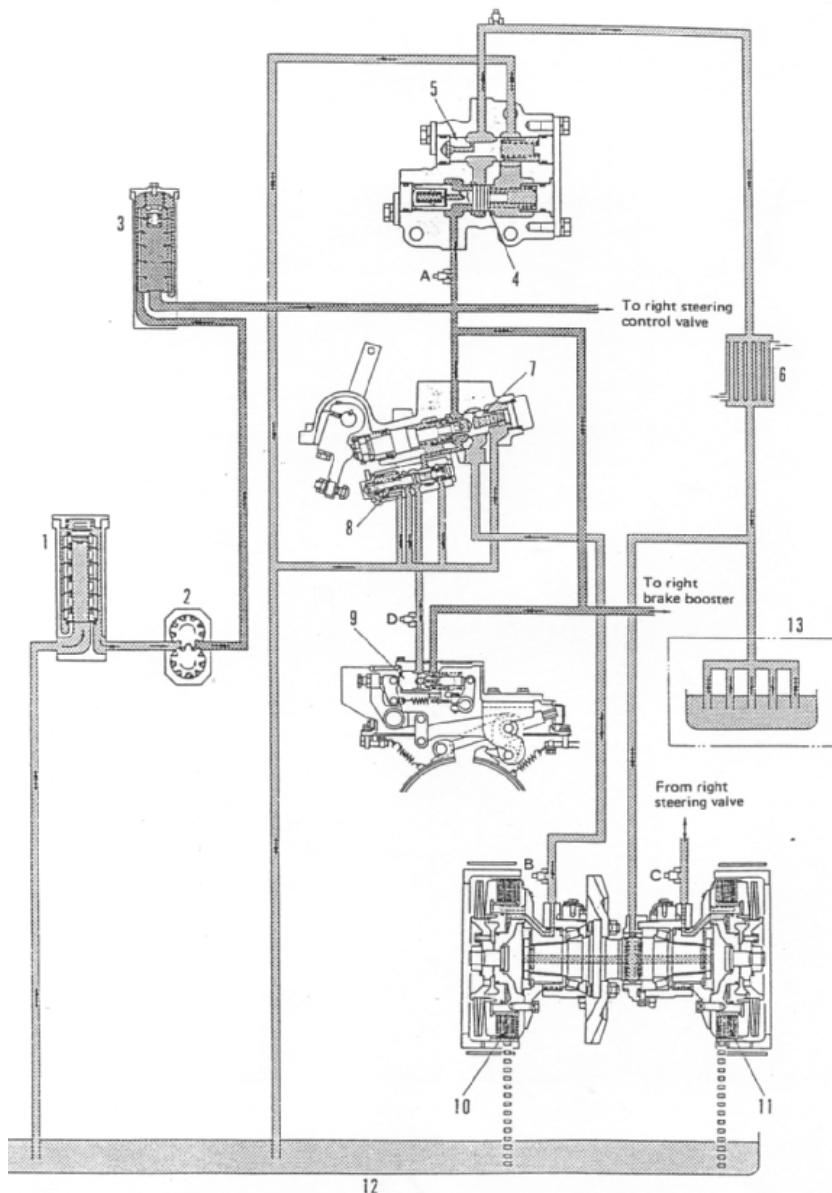
---

kiri atau kanan menuju *steering clutch*nya ke arah permukaan *piston*, dengan tekanan tertentu. Akibatnya oli terjebak disana akan menekan untuk melawan kekuatan *spring* tergantung pada luas penampang *piston* dan besarnya tekanan yang ditentukan.. Disini *piston* tersebut juga akan mendorong *pressure plate*, dengan demikian *disc* dan *platenya* akan terjadi *slip*. Maka tenaga yang diteruskan dari *bevel gear* tidak dapat diteruskan ke *final drivenya*, akibatnya unit tersebut bisa belok ke kiri atau kanan tergantung *lever* mana yang kita tarik (pijak). Apabila kita tarik atau injak kedua-duanya maka unit dapat berbenti.

Fungsi Komponen

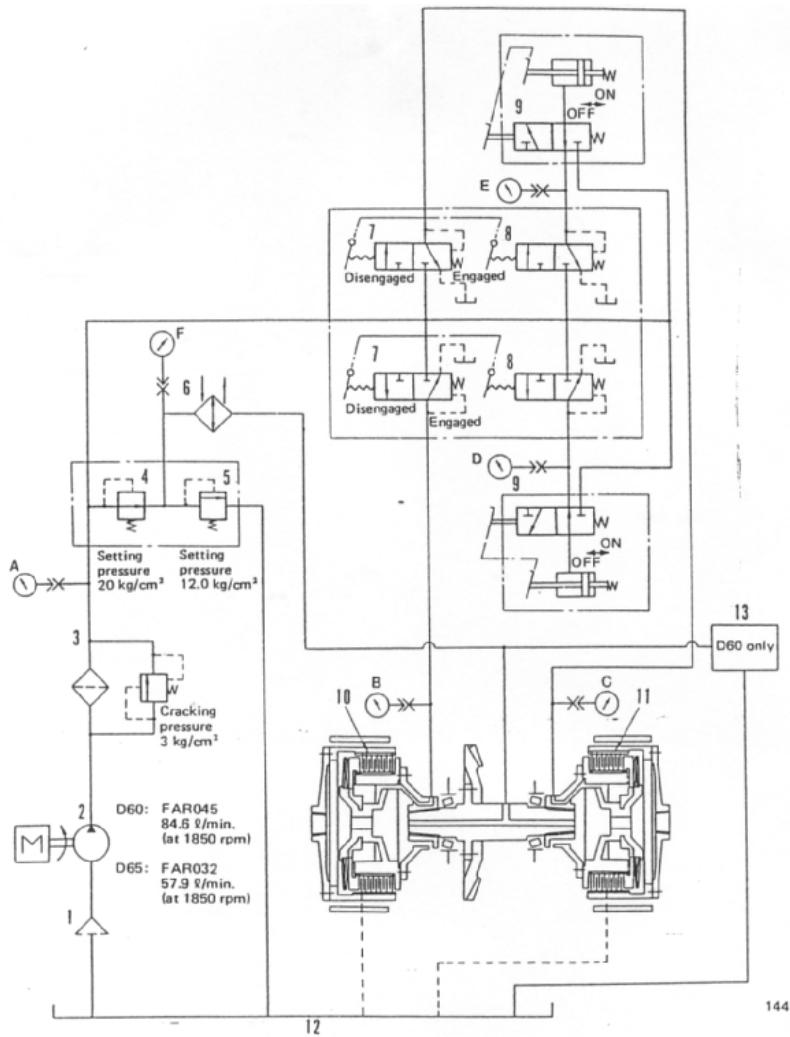
1. Oli : Berfungsi sebagai media pengantar untuk menekan permukaan *piston* untuk melawan kekuatan *spring*.
2. Tangki Oli (Case) :berfungsi sebagai penampung oli *steering clutch* dan juga tempat lokasinya.
3. Stariner : berfungsi sebagai sanigan awal (kasar) sebelum oh masuk ke pompa steering.
4. Pompa steering : berfungsi sebagai pemindah oli *steering* ke dalam sistem, adapun jenis pompa yang sering dipakai adalah *gear pump*.
5. *Filter* : berfungsi sebagai saringan yang lebih halus agar jangan ada kotoran masuk ke dalam sistem.
6. *Flow divider* : berfungsi sebagai pembagi aliran ke *steering clutch* dan *brake*, tergantung daripada kapasitas yang telah ditetapkan. Adapun unit yang mempergunakan komponen ini adalah : D 80,85 -18, D 150,155-1, D355-3
7. *Relief valve* : berfungsi sebagai alat pengaman untuk menjaga agar tekanan di dalam sistem tetap konstan sesuai dengan *settingnya*.
8. *Control valve* : berfungsi sebagai pengatur arah aliran dari pada sistem kemana yang dikehendaki oleh operator *spool* mana yang akan digerakkannya.
9. *Piston* : berfungsi sebagai penerima tenaga hidrolik untuk menekan atau menarik *pressure plate*, dimana kekuatan tekan tersebut tergantung pada luas permukaan *pistonnya* dan besarnya tekanan oli.

## Komponen Alat Berat



Gambar 4.125 Sirkuit steering clutch D60, 65-7,8

## Komponen Alat Berat

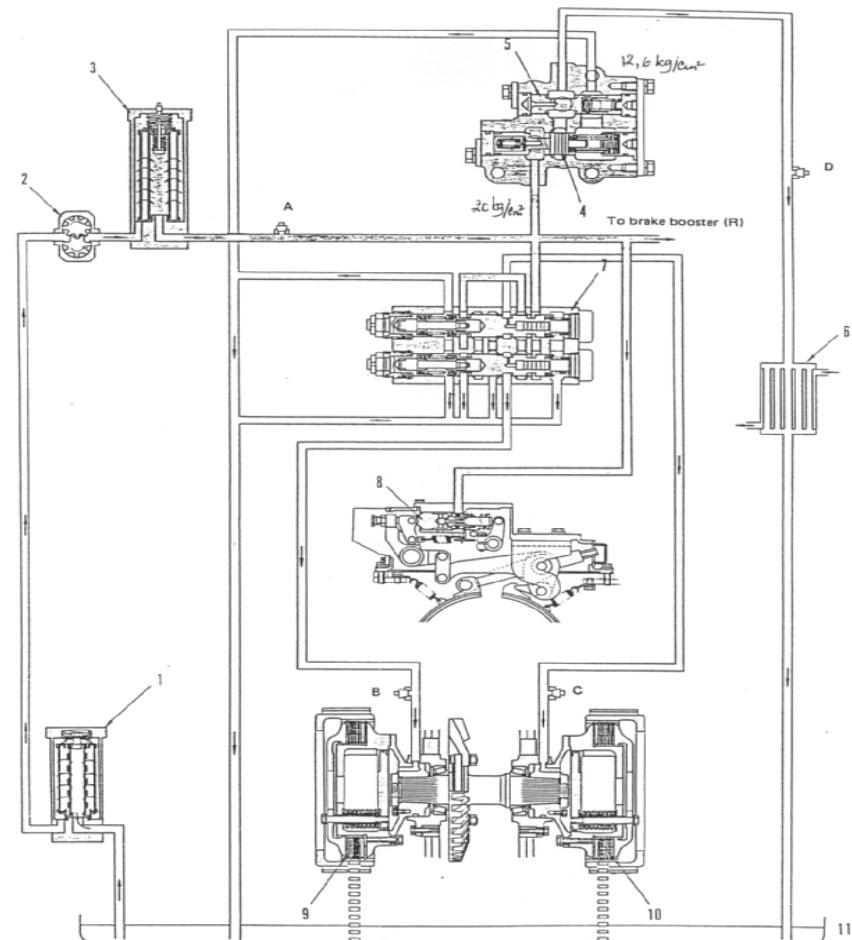


Gambar 4.126 Sircuit diagram D60, 65-7, 8

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1. Steering strainer (magnet type) | 8. Brake valve                          |
| 2. Steering pump                   | 9. Brake booster                        |
| 3. Steering filter                 | 10. Left steering clutch                |
| 4. Relief valve                    | 11. Right steering clutch               |
| 5. Oil cooler by-pass valve        | 12. Steering case                       |
| 6. Oil cooler                      | 13. Transmission lubrication (060 only) |
| 7. Steering control valve          |   |

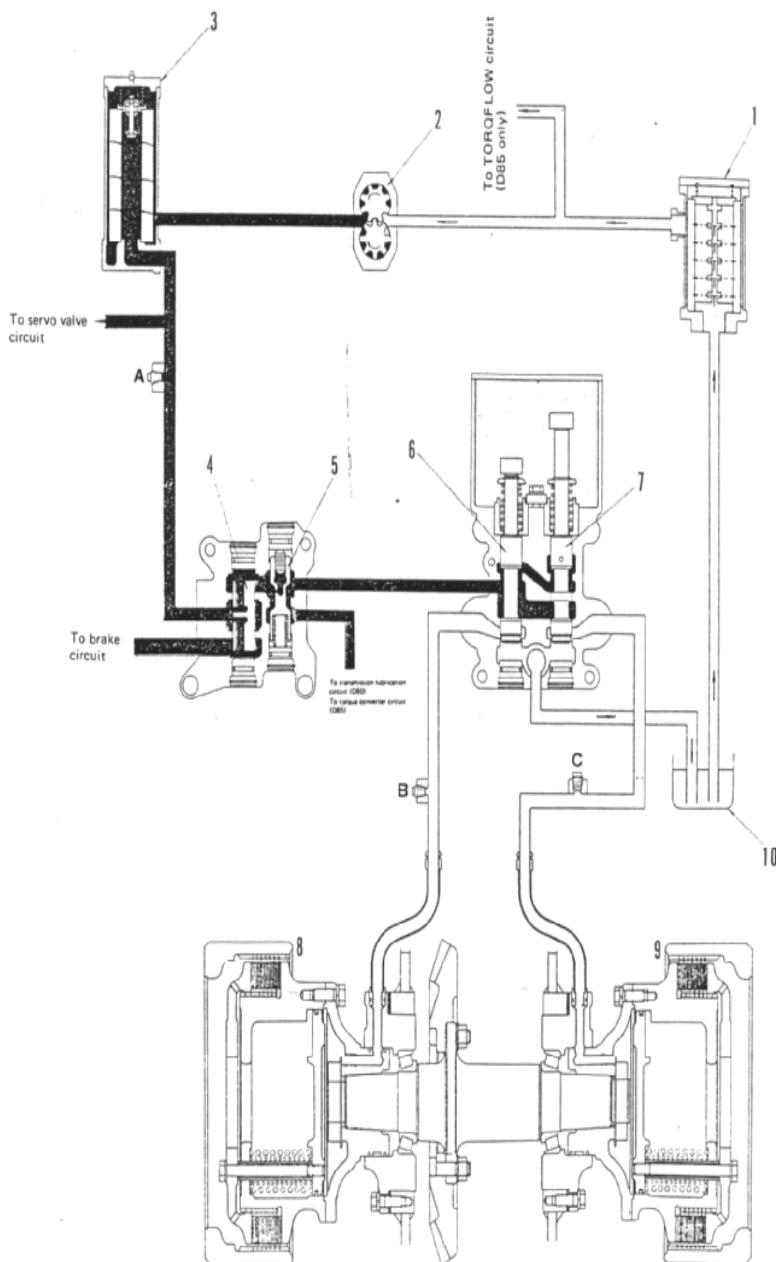
## Komponen Alat Berat

- A. Plug for relief valve pressure (PT 1/8)
- B. Plug for left steering clutch pressure (PT 1/8)
- C. Plug for right steering clutch pressure (PT 1/8)
- D. Plug for left brake booster pressure (PT 1/8)
- E. Plug for right brake booster pressure (PT 1/8)
- F. Plug for by-pass valve setting pressure (PT 1/8)



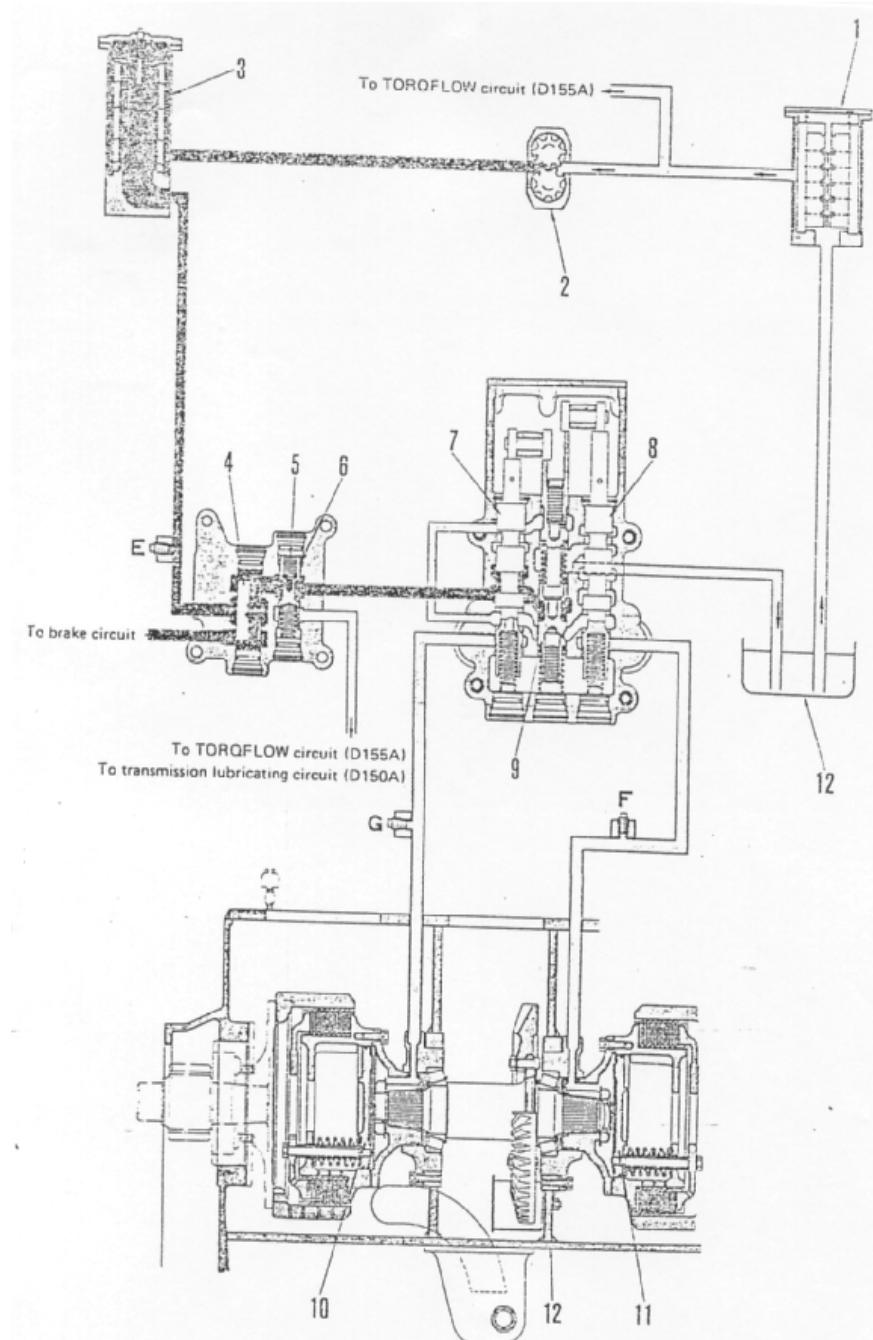
Gambar 4.127 Sirkuit steering Clutch D75s-3,5

## Komponen Alat Berat



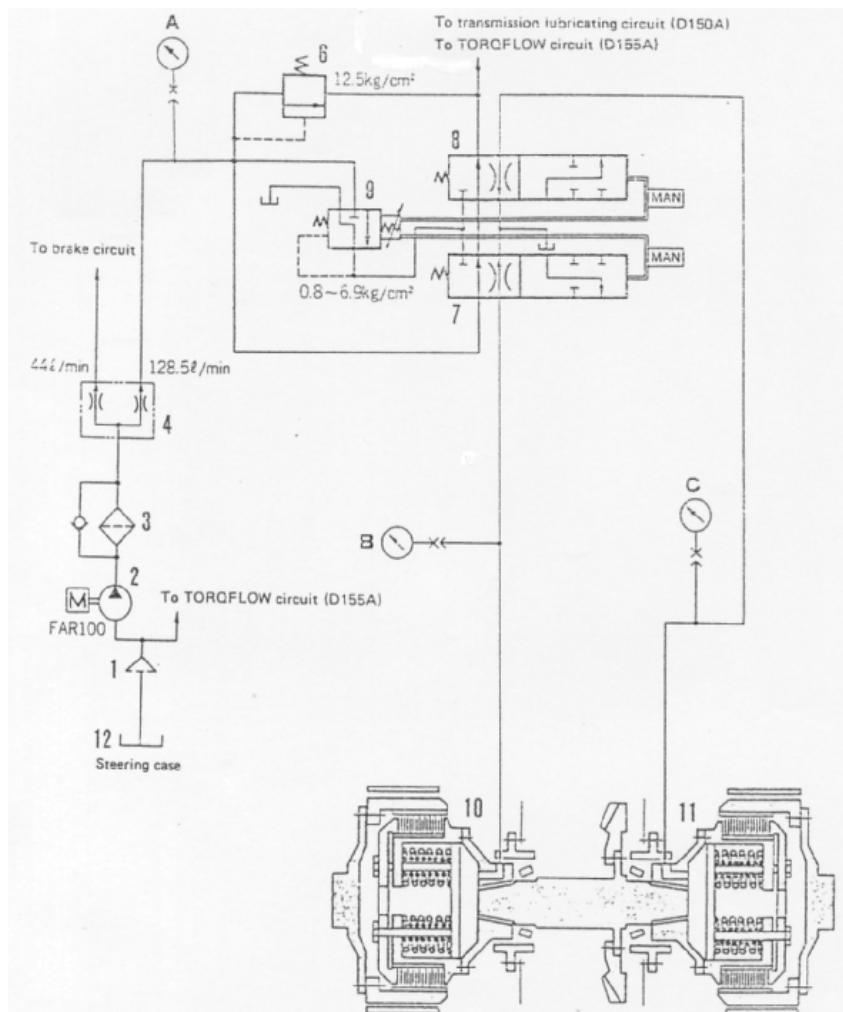
Gambar 4.128 Sirkuit Steering Clutch D80,85-18

## Komponen Alat Berat



Gambar 4.129 Sirkuit Steering Clutch D150, 155-1

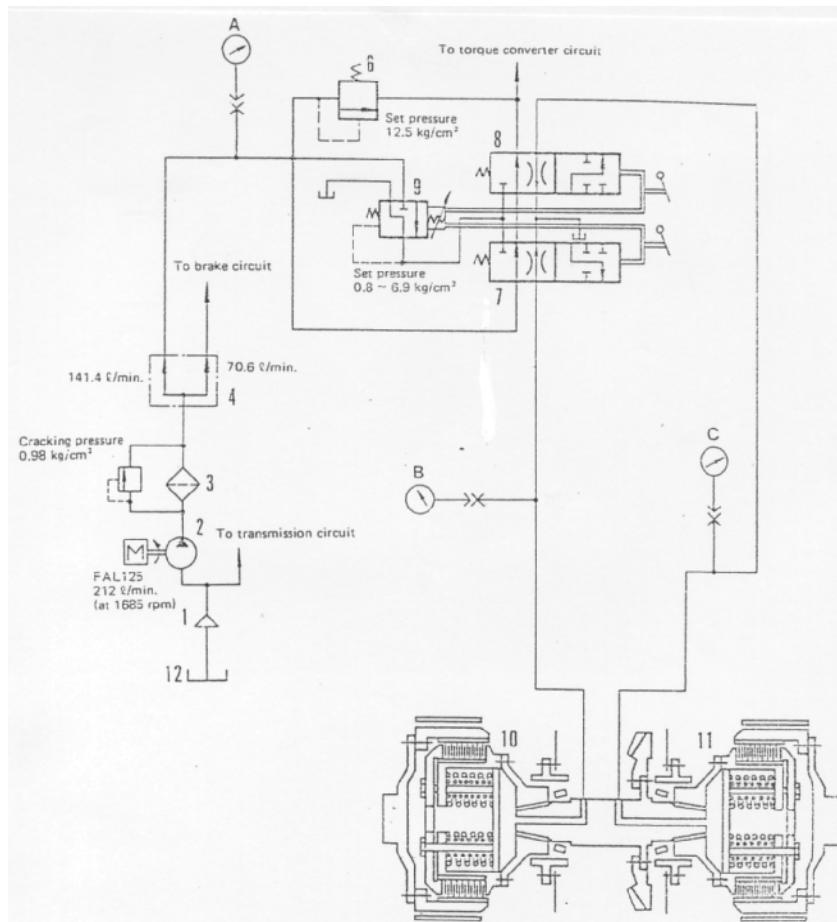
## Komponen Alat Berat



1. Magnetic strainer
2. Steering pump (FAR 100)
3. Steering filter
4. Distribution valve
5. Piston
6. Main relief valve
7. Clutch spool (LH)
8. Clutch spool (RH)
9. Modulating valve
10. Clutch (LH)
11. Clutch (RH)
12. Steering case
- A. Plug for clutch main pressure PT 1/8
- B. Plug for right clutch pressure (PT 1/8)
- C. Plug for left clutch pressure (PT 1/8)

Gambar 4.130 Sircuit diagram D150, 150-1

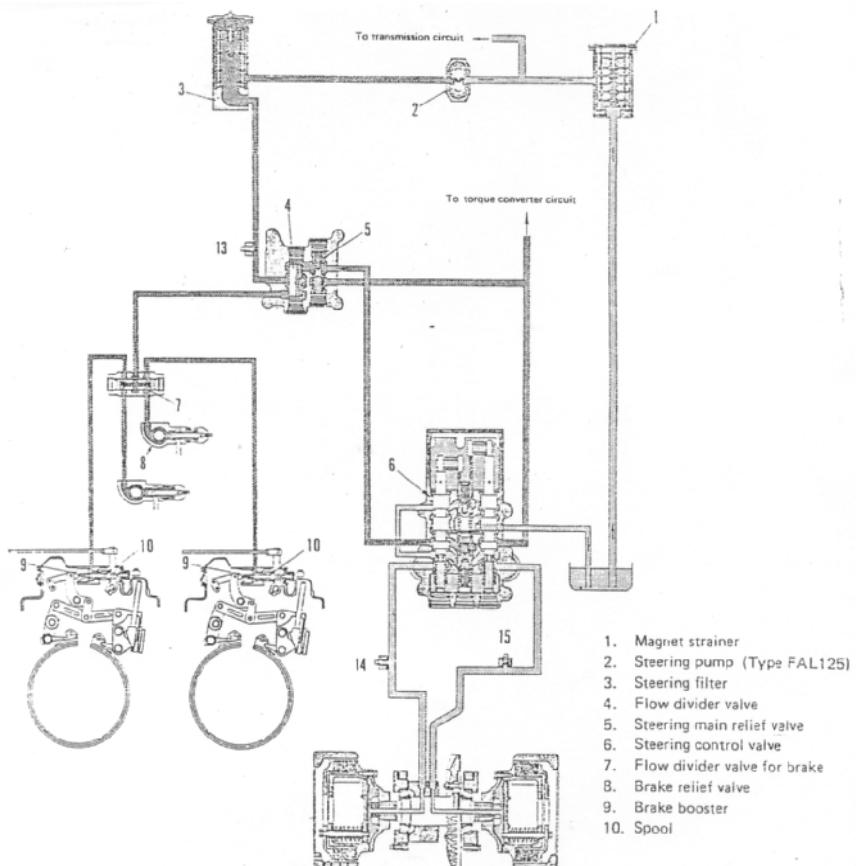
## Komponen Alat Berat



- |                           |                       |  |
|---------------------------|-----------------------|--|
| 1. Magnet strainer        | 7. Left clutch spool  | A. Main clutch pressure outlet (PT 1/8)  |
| 2. Steering pump (FAL12S) | 8. Right clutch spool | B. Left clutch pressure outlet (PT 1/81) |
| 3. Steering filter        | 9. Modulating valve   | C. Right clutch pressure outlet (PT 118) |
| 4. Flow divider           | 10. Left clutch       |  |
| 5. Piston                 | 11. Right clutch      |  |
| 6. Main relief valve      | 12. Steering case     |  |

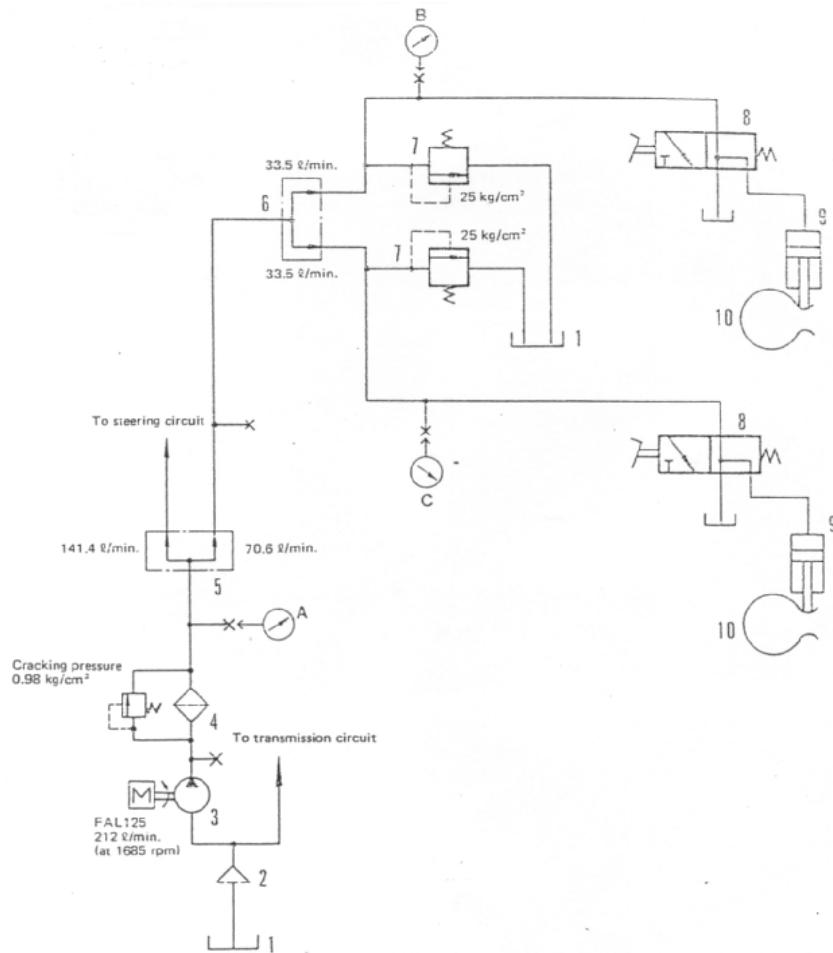
Gambar 4.131 Sirkuit diagram D150, 150-1 (lanjutan)

## Komponen Alat Berat



Gambar 4.132 Sirkuit Steering Clutch D355-3

## Komponen Alat Berat

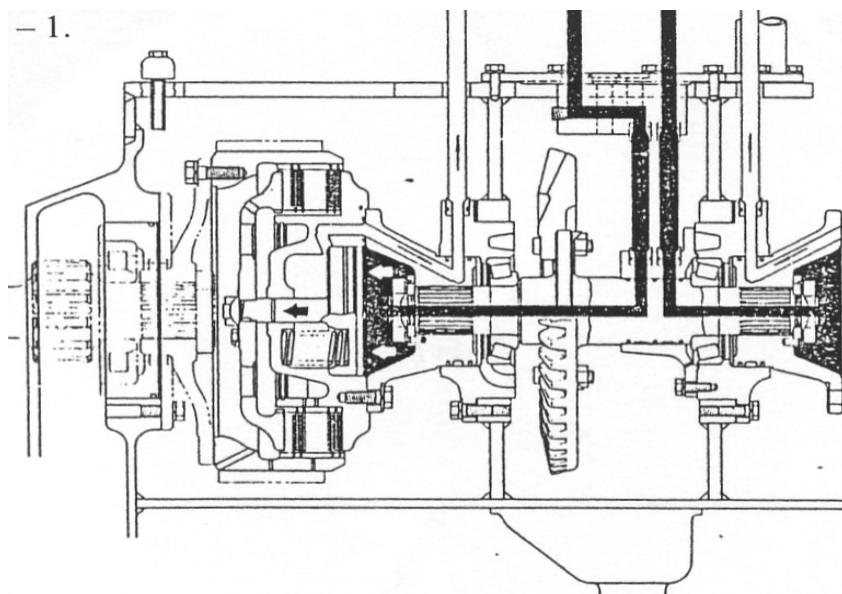


- |                                |                       |   |
|--------------------------------|-----------------------|---|
| 1. Steering case               | 6. Brake flow divider | A. Brake booster pressure ou'i (PT 1/8) |
| 2. Magnet strainer             | 7. Brake relief valve | B. Left brake pressure riutlet (PT 1/B) |
| 3. Steering pump               | 8. Spool              | C. Right brake pressure out'et (PT 1/8) |
| 4. Steering filter             | 9. Brake booster      |   |
| 5. Steering brake flow divider | 10. Steering brake    |   |

Gambar 4.133 Sirkuit diagram D 355-3

## Komponen Alat Berat

2. **Spring Loaded II** : Pada tipe ini dimana proses *engaged*nya dengan kekuatan *spring* ditambah dengan *oil pressure* dan untuk mendis-*engaged*kannya dipergunakan tenaga *oil pressure* saja. Unit pemakainya adalah: *D 80,85-12. D 95 S-1, D 355—1.*



Gambar 4.134 Steering Clutch *D80,85-12*

### Cara kerja *Spring loaded II*

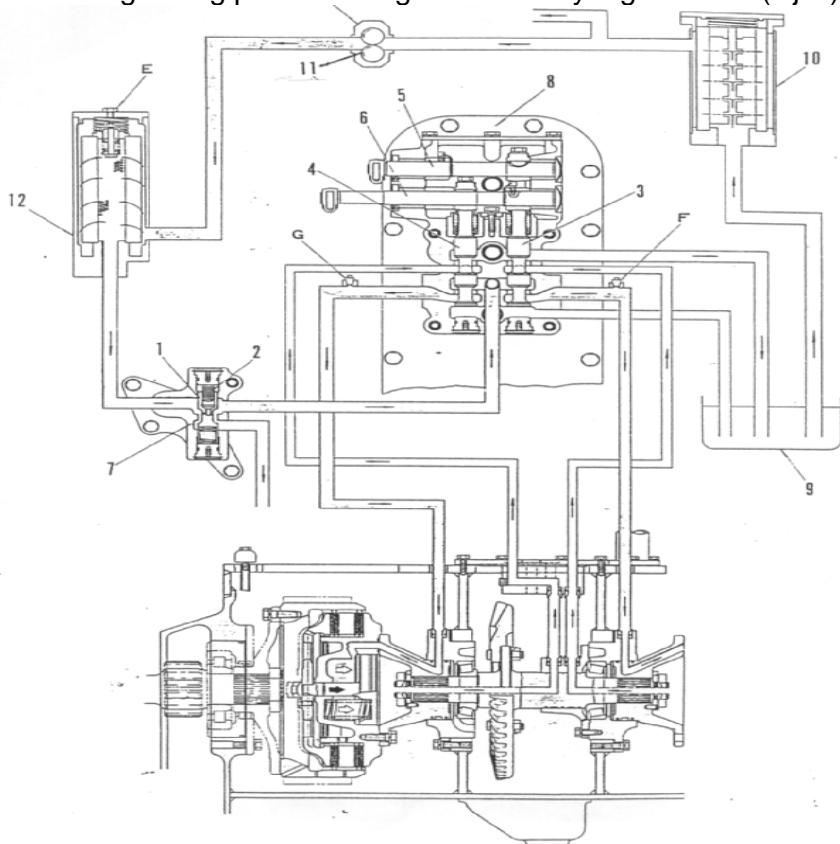
Pada *steering clutch* tipe ini dalam posisi netral *steering clutch*nya dalam keadaan *engaged* dengan kekuatan *spring* ditambah *oil pressure* yang bekerja di belakang *piston*nya yang membantu kekuatan *spring* untuk menarik *pressure platen*nya dalam merapatkan *disc* dan *platen*nya.

Untuk proses *dis-engaged* kita melihat sirkuit hidroliknya pada gambar 126. Disini *oil pressure* berfungsi sebagai proses *dis-engaged* dialirkan melalui *shaft bevel gear*nya. Oli yang diisap dari *case* oleh pompa diteruskan ke *filter* dan masuk ke *relief valve*nya dan terus ke *spool control valve* menuju belakang *piston*.

Apabila kita menarik *steering lever* (menginjak) kiri atau kanan maka *spool control* akan membuka saluran yang ke *bevel gear shaft*nya dan membuka saluran yang ke *case* dan oli yang ada di belakang *piston* tadi. Sehingga oli yang tadinya membantu *spring* kini mengahir ke *case* dan *oil pressure* masuk ke dalam

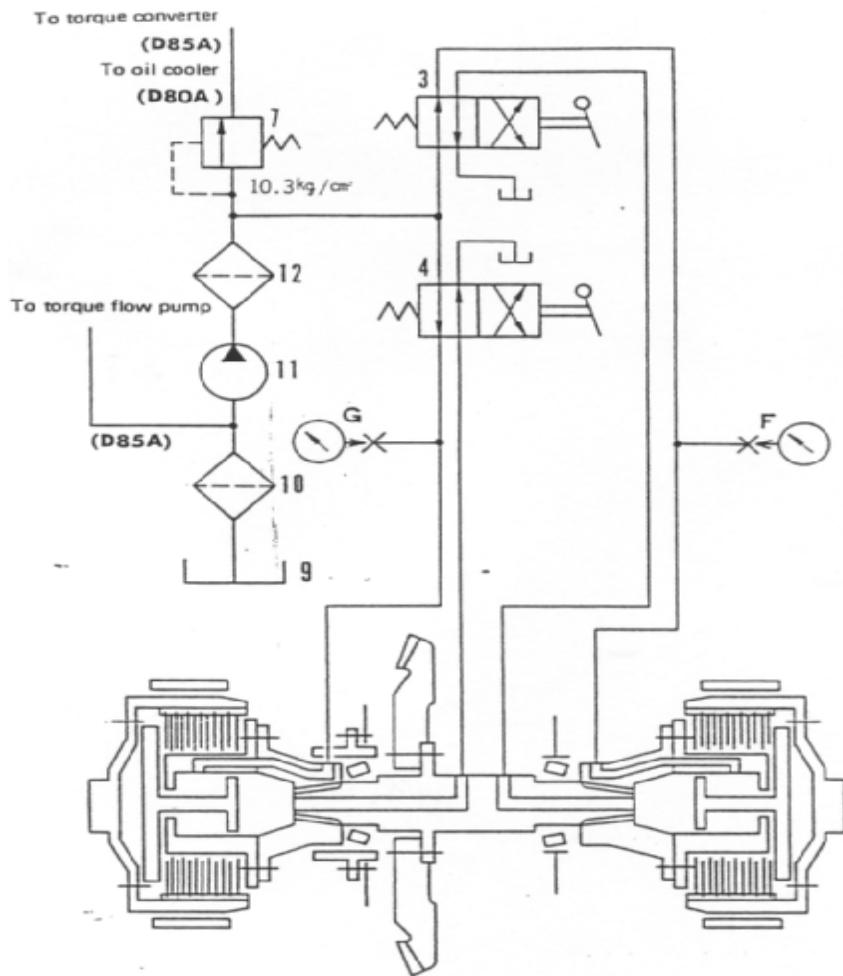
## Komponen Alat Berat

*shaft bevel gear* menekan permukaan *piston* melawan kekuatan *spring* dan mendorong *pressure plate*. Dengan demikian *disc* dan *platenya* *slip* dan tenaga yang diteruskan melalui *bevel gear* tidak sampai ke *final disc*, akibatnya unit dapat belok kiri atau kanan tergantung pada steering lever mana yang kita tarik (injak)



Gambar 4.135 sirkuit Seering Clutch D 80,85-12

## Komponen Alat Berat

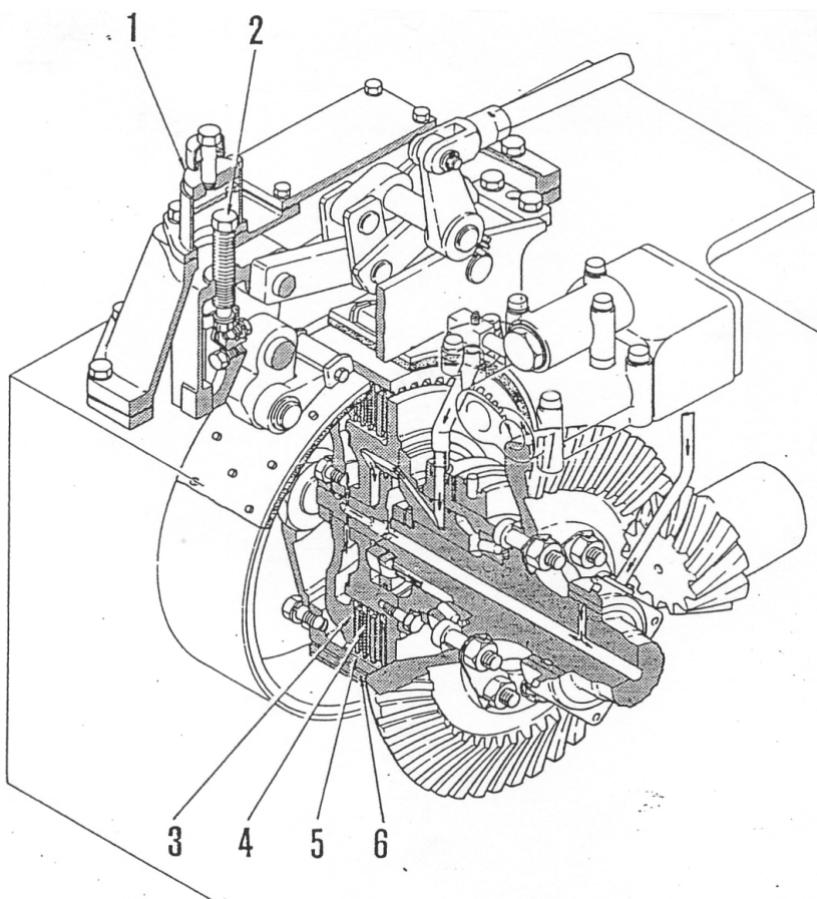


1. Relief valve 2. Piston 3. Right valve spool 4. Left valve spool 5. Right lever shaft. 6. Left lever shaft. 7. Main relief valve ass'y 8. Control valve ass'y 9. Steering case 10. Magnet strainer	11. Steering pump 12. Steering filter  E. Steering clutch main relief pre pickup plug F. Oil pre pickup point when right clutch is ENGAGED. G. Oil pre pickup point when left clutch is ENGAGED
---	---

Gambar 4.136 Sirkuit diagram D 80,85-12

## Komponen Alat Berat

3. **Full Hidrolik** : Pada tipe ini proses *engaged* maupun *disengagenya* mempergunakan tenaga hidrolik. Unit pemakainya adalah : D 75 S-2, D 55 S-3.



Keterangan :

- |                |          |               |
|----------------|----------|---------------|
| 1. Brake cover | 3. Plate | 5. Drum       |
| 2. Adjust bolt | 4. Disc  | 6. Brake band |

Gambar 4.137 Steering Clutch full hidrolik

## Komponen Alat Berat

---

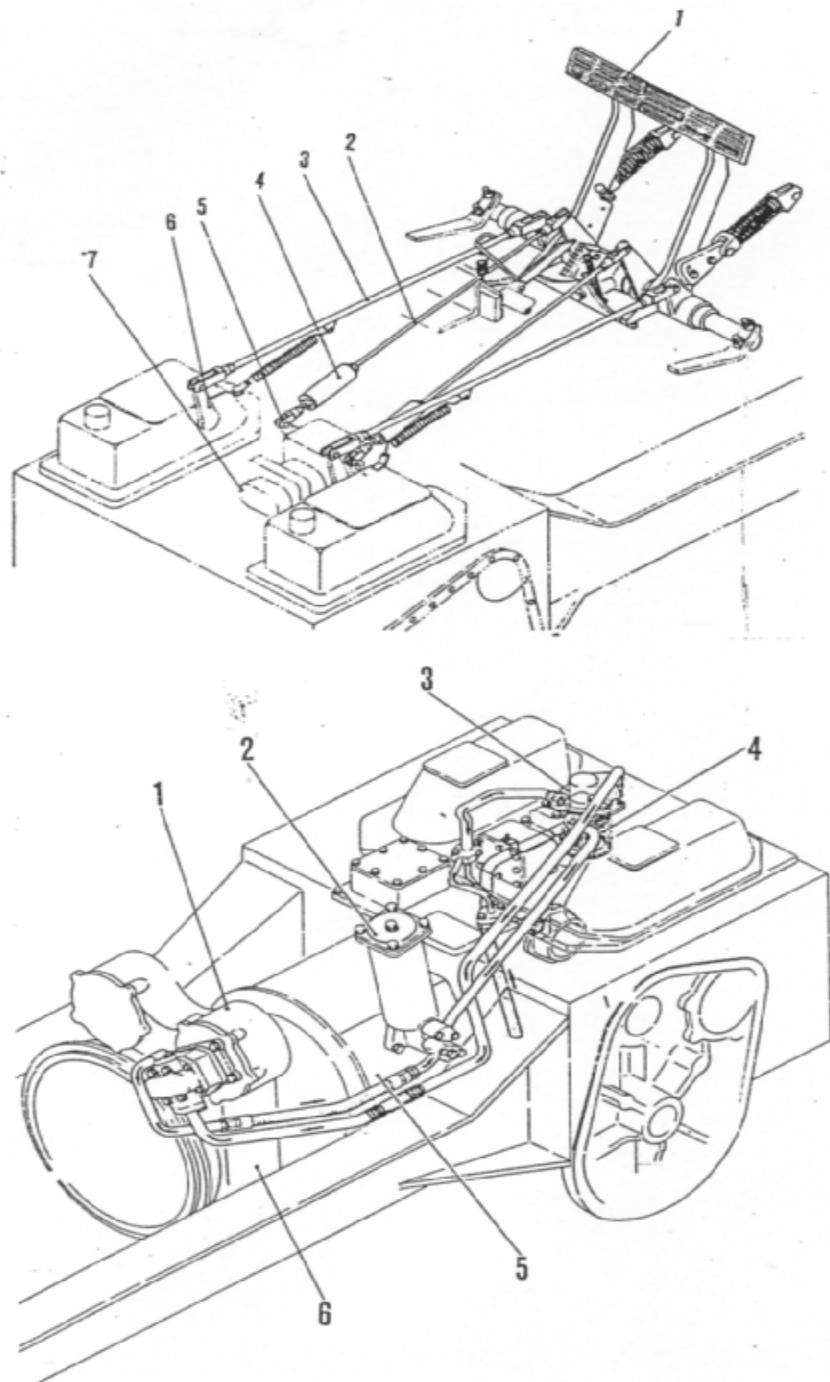
### Cara Kerja sistem full hidrolik :

Pada *steering clutch* tipe ini dalam posisi *engine mati steering clutchnya* dalam posisi *dis-engaged*, hal ini disebabkan tidak adanya *oil pressure* yang menekan *piston* untuk menarik *pressure platenya*. Jadi pada komponen *steering clutchnya* tidak memakai *spring*. Untuk proses kerjanya ketika *engine* kita hidupkan, langsung *oil pressure* yang dihasilkan oleh pompa terus ke *filter* dan masuk ke *control valve* (yang biasa disebut : saluran silang), disini *oil pressure* langsung mengarah ke masing-masing *steering clutch* ke belakang *piston* dan terjebak. Akibatnya *piston* tersebut menarik *pressure plate* yang diikatkan pada *shaft pistonnya*, dimana *oli* yang bertekanan tadi terus naik dan *pressure plate* menekan susunan *disc* dan *platenya* sehingga terjadi *engaged*.

Pada proses *dis-engaged*, apabila pedal *steering* kita injak kiri atau kanan maka salah satu salurainya akan mengarahkan *oil pressure*nya kemana pedal *steering* yang tidak kita injak untuk membantu memperkuat proses *engagednya*, sedangkan yang kita injak *oil pressure*nya disalurkan ke tangki (case) dan yang bekerja sekarang adalah *oil pressure* pada *shaft bevel gear* yang tadinya sebagai pelumasan saja pada permukaan *piston*. Akibatnya pedal yang kita injak tadi terjadi *dis-engaged*.

Perlu diingat bahwa pada tipe *full hidrolik* ini apabila pedal *steering* kita injak kedua-duanya maka unit tidak akan berhenti tetapi masih terus jalan, disebabkan pada saluran silang masih mengalirkan *oil pressure* ke *pistonnya* ( terjadi apabila pedal diinjak setengah-setengah). Dan apabila kita injak penuh maka *brakennya* akan bekerja, akibatnya *engine* akan turun rpmnya dan *torque converternya* diam. Akibatnya unit bisa berhenti (hal ini dapat digunakan untuk menguji/mengetes baik tidaknya *power unit*). Gambar 4.138 menunjukkan skema hidrolik dan *steering control*.

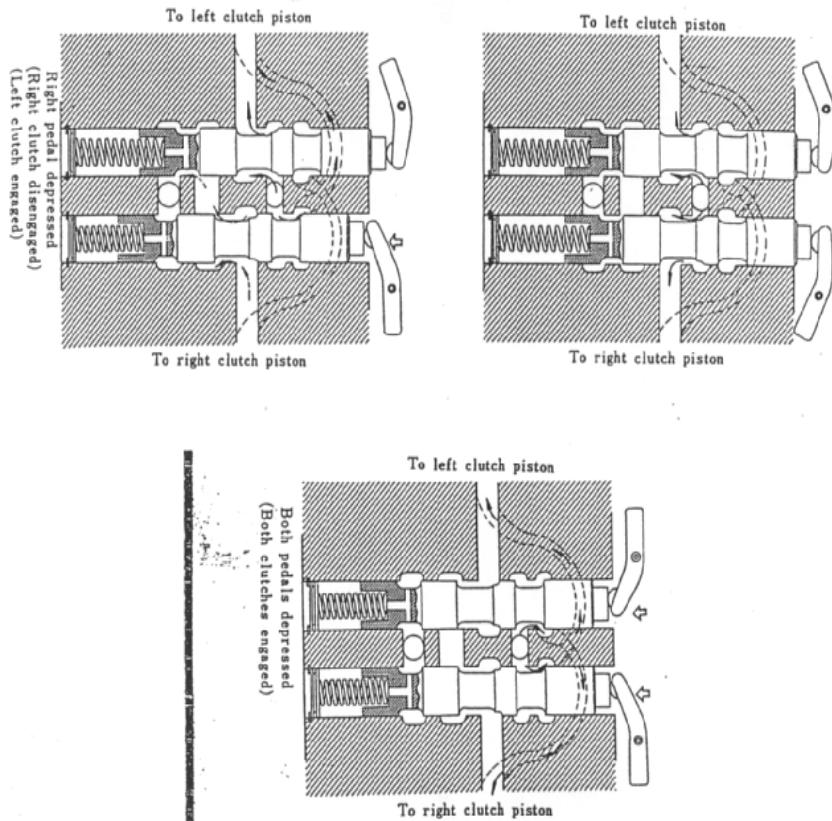
## Komponen Alat Berat



Gambar 4.138 Hydraulic Schematic of Steering Control

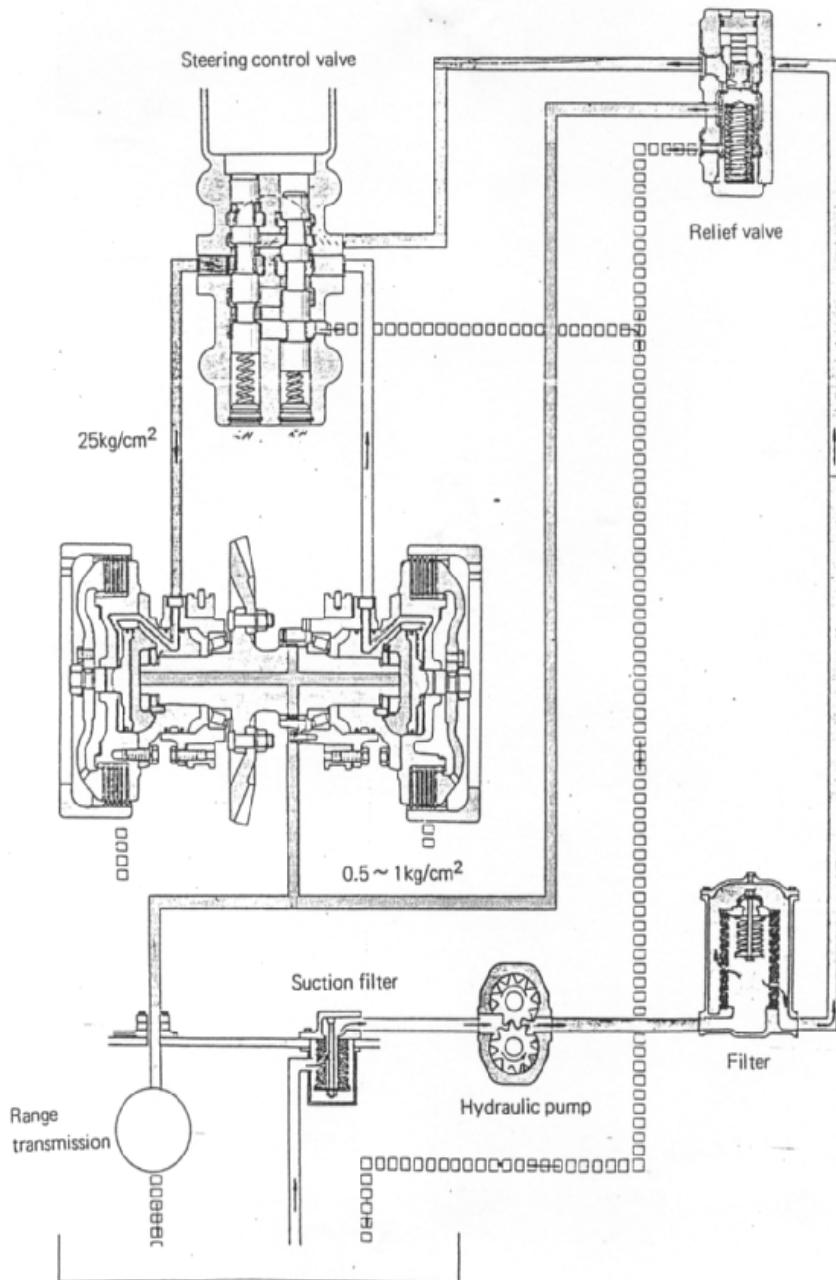
## Komponen Alat Berat

- |                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| 1. Oil pump               | 4. Filter                |
| 2. Oil filter             | 5. Torqflow transmission |
| 3. Steering control va've | 6. Torque converter      |



Gambar 4.139 Spool Control Valve Saluran Silang

## Komponen Alat Berat

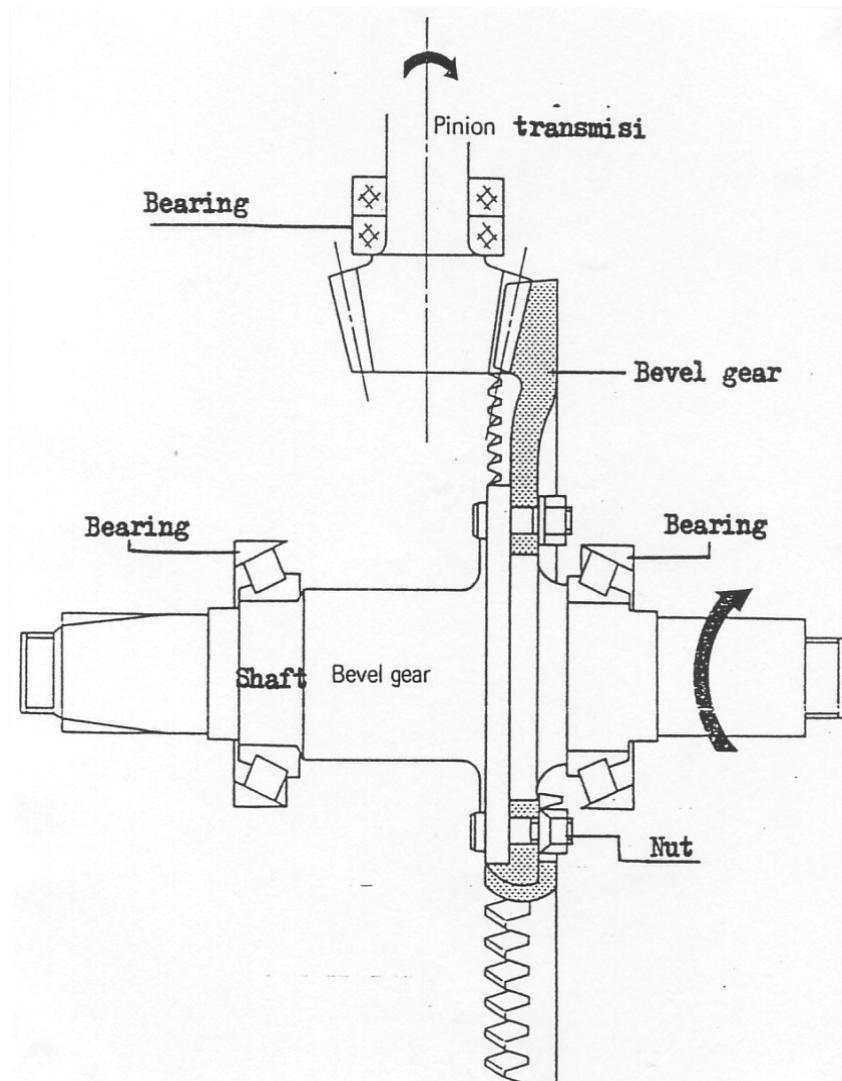


Gambar 4.140. Skema hidrolik Steering Control Valve

## Komponen Alat Berat

### 4.7.3 Roda Gigi Tirus (*Bevel Gear*)

Roda Gigi Tirus (*Bevel Gear*) berfungsi menerauskan arah putaran dari transmisi ke *steering clutch*, dimana arah putaran yang horisontal yang datang dari depan dirubah menjadi putaran yang melintang.

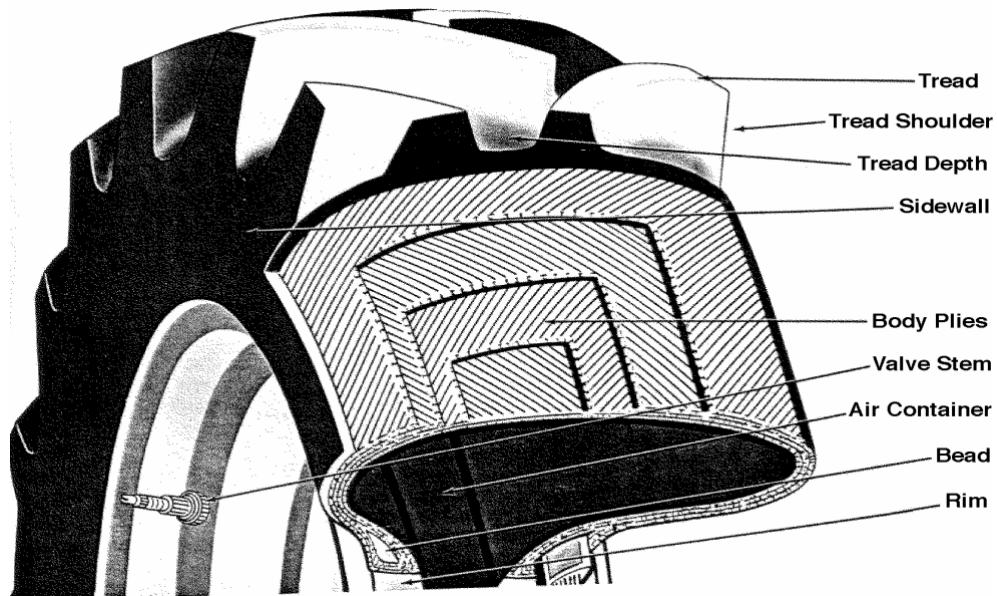


Gambar 4.141 Skema arah putaran dari transmisi ke *bevel gear*

## 4. Komponen Alat Berat

### 4.7. Ban dan Rangka Alat Berat

#### 4.7.1. Ban



Gambar 4.142 Profil Ban

#### Pengertian-pengertian

##### **MANIK-MANIK (BEAD)**

Manik-manik ban melekatkan ban pada pelek/velg (rim). Manik-manik ban adalah kumpulan kawat yang menjadi penguat ban. Semua lapisan ban diikat bersama manik-manik dan kawat manik-manik untuk mencegah perubahan bentuk atau menyesuaikan pemasangan pada pelek.

##### **PELAPIS BADAN BAN (BODY PLIES)**

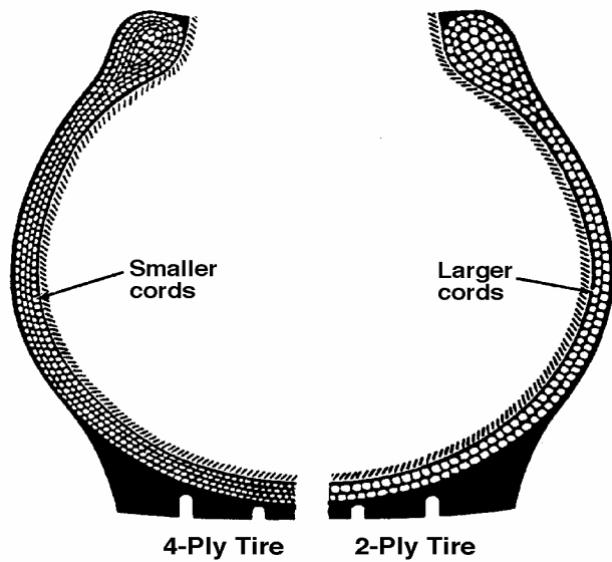
Pelapis ban adalah benang atau kain berlapis karet penjal. Ban harus cukup kuat untuk menahan tekanan pemompaan angin yang menunjang bantalan dan melembutkan getaran. Setiap benang dalam tiap lapis dilindungi oleh karet campuran yang kenyal dan setiap lapisan berikutnya disekat oleh lapisan karet campuran yang sama .Bahan benang (cord)

#### 4. Komponen Alat Berat

dapat terbuat dari kapas, rayon, nylon, polyester, dan sebagainya. Rayon dan nylon adalah yang paling populer, namun saat ini polyester yang paling populer digunakan. Sebuah ban dapat memiliki 2, 4, 6 lapis benang (biasanya untuk mobil sedan, wagon dan truk pick-up ringan); atau 6 sampai 14 lapis untuk kendaraan truk besar. Terkadang lapisan ban sampai 20 lapis lebih dibuat untuk peralatan besar di luar jalan (off-the-road).

##### Tingkat Lapisan (*Ply Rating*)

Semua ban untuk di luar jalan menggunakan tingkat lapisan. Tingkat pelapis memberikan keterangan jumlah tingkat lapisan yang sebenarnya di dalam sebuah ban. Sekarang ban diketahui dari identifikasi yang diberikan untuk rekomendasi beban pada waktu digunakan perbaikan jenis ban tertentu.



Gambar 4.143 Lapisan pada ban

Tingkat lapisan memberitahukan kekuatan, namun tidak perlu dibahas jumlah lapisan benang dalam ban ini. Contoh, banyak ban yang menggunakan 4 tingkat lapisan dapat juga hanya 2 tingkat lapisan. Maksudnya bahwa pelapis menambah kekuatan dan membawa beban ban yang sebenarnya 4 lapisan. Gambar 2 membandingkan konstruksi 2 dan 4

#### **4. Komponen Alat Berat**

---

lapisan ban. Untuk mencapai kekuatan yang sama, catat bagaimana 2 lapisan benang ban lebih besar.

#### **PENGGOLONGAN BEBAN (LOAD RANGE)**

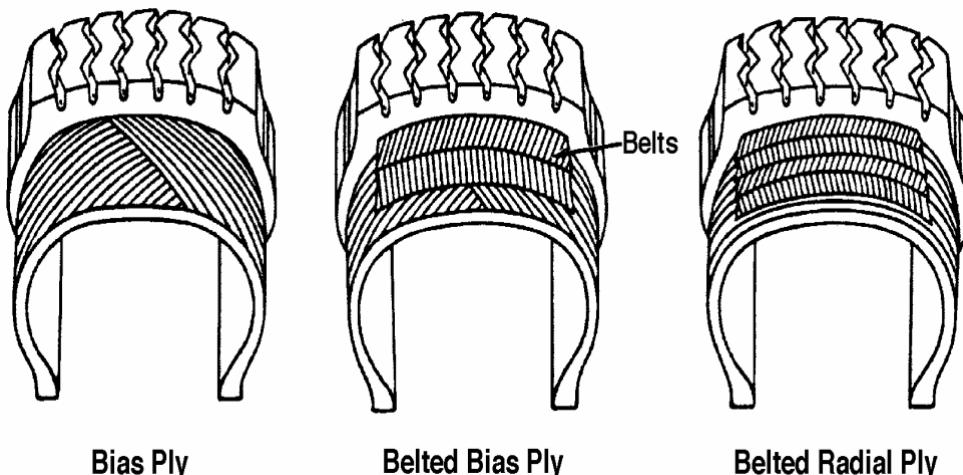
Ban mobil dan truk sekarang diketahui dari “Penggolongan (load range)” pada tingkat pelapisnya. Sistem pangabjadan dari A ke L digunakan untuk ban di jalan raya dan tingkat pelapis masih digunakan untuk ban di luar jalan raya. Tingkat lapisan adalah petunjuk ukuran penggolongan beban.

Golongan beban	Pemasangan	Tingkat lapisan
A		2
B		4
C		6
D		8
E		10
F		12
G		14
H		16
I		18
J		20
K		22
L		24

#### 4. Komponen Alat Berat

##### Ban Berlapis Diagonal/Silang (*Bias Ply*)

Di dalam konstruksi ban yang biasa, benang pelapis dibuat dari satu manik-manik ban ke manik-manik ban yang lainnya secara menyilang. (Gambar 3, kiri). Setiap lapisan ban dibuat arah diagonal/menyilang. Konstruksi penyilangan ini memberikan kekerasan pada kedua sisi dan alur ban.



Gambar 4.144 Bias ply pada ban

##### Ban Berlapis Sabuk Silang (*Belted Bias Ply*)

Dalam konstruksi sabuk silang, Badan ban sama seperti penyilangan badan ban kecuali badan ban dibalut oleh sabuk yang agak keras (Gambar 3, tengah). Sabuk ini tersusun dari benang yang mengelilingi badan ban dibawah alur. Penyusunan seperti ini memiliki sudut yang lebih kecil dibandingkan penyilangan lapisan ban. Penyusunan ini memberikan kekerasan pada sisi dan lebih banyak lagi pada alur ban. Sabuk mengurangi gerakan alur selama kontak dengan jalan, dengan demikian alur berfungsi sebagaimana mestinya.

##### Ban Radial Berlapis Sabuk (*Belted Radial Ply*)

Benang pada badan ban dibuat memotong badan ban dari manik-manik ke manik-manik seluruhnya ke sudut kanan. (gambar 3). Sabuk agak keras, penyusunan benang, mengelilingi badan ban dibawah alur. Karena dalam penyilangan sabuk ban, sabuk mengurangi gerakan alur selama

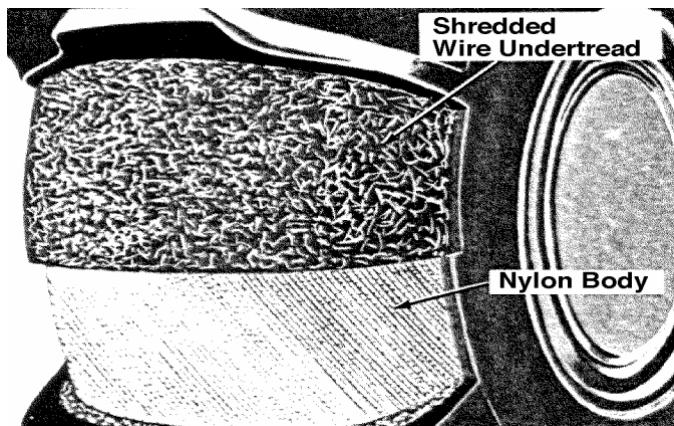
#### 4. Komponen Alat Berat

berhubungan dengan jalan. Dengan demikian alur berfungsi sebagaimana mestinya. Konstruksi melingkar memberikan dukungan yang lebih baik pada alur dari pada lapisan menyilang atau lapisan ban sabuk silang

##### Ban Berlapis Penebal - Kawat (*Wire-Reinforced Ply*)

Pada beberapa ban besar, mobil dan kendaraan peralatan berat lainnya, sebuah lapisan ban (Gambar 4) dijaga antara alur dan badan ban. Pelapis kawat pelindung ini melindungi pemotongan ke dalam badan ban yang kebanyakan akibat penetrasi, menjaga alur terpotong dari pengembangan dan menahan alur terdekat terputus jadi pasir dan kotoran tidak masuk dan menyebabkan ada celah.

Kebanyakan ban ditandai dengan "SWB (shredded wire braid= Jalinan kawat pencegah sobekan)" pada sisinya.



Gambar 4.145 Jalinan kawat pencegah sobekan (SWB)

**Sisi Ban (Sidewalls)** Sisi ban adalah karet penutup pada kedua sisi badan ban. Kedua sisinya dirancang lentur dan lengkung tanpa ada yang pecah selama keduanya melentur dan menahan kejutan mendadak.

**Alur (Tread)** Alur adalah bagian dari ban yang menyentuh jalan secara langsung. Alur harus memiliki daya tarik maju, tahan lama dan tahan robekan. Ada banyak pola alur dan bagian yang kedalamannya tergantung pada kondisi jalan dan kebutuhan.

## 4. Komponen Alat Berat

---

### ***Tubeless inner liner***

Pengarah (tidak terlihat) adalah bagian yang menyatu dengan ban tanpa ban dalam, tertutup bagian dalamnya oleh manik-manik. Pengarah di dalam ban berfungsi sebagai pembantu udara. Udara ini mengurangi berat karena terlindung ban dalam dan tingkap (*flap*) serta memudahkan pemeliharaan.

### **Ban Dalam (*Tube*)**

Fungsi dari ban dalam adalah untuk menahan udara, gas lembam atau cairan bertekanan dalam sebuah ban.

### **Tingkap (*Flaps*)**

Ban dengan ban dalam memiliki flap untuk melindungi ban dalam terluka/robek akibat hubungan pelek dan manik-manik ban, sering disebut pengarah bagian dalam.

### **Pelek dan Piringan Ban (*Rim and Wheel Disk*)**

Pelek dan piringan roda mendukung ban. Ada beberapa jenis pelek tuang yang dipakai pada mobil dan truk.

#### 1.1 KODE UNTUK BAN

Banyak jenis ban dibuat untuk penggunaan pertanian dan komersil. Untuk lebih memudahkannya, kode keseragaman diambil dari Asosiasi Ban dan Pelek bersama Asosiasi Pembuat Karet.

Kode standar ditandai pada kedua sisi ban dan umumnya bertuliskan huruf dan angka. Lihat bagan dibawah.

Huruf "R" berarti roda traktor belakang ... Nomor 1 dibelakangnya memberitahukan anda bahwa ban memiliki alur reguler.

#### KODE STANDAR INDUSTRI

#### UNTUK JENIS BAN

#### **4. Komponen Alat Berat**

---

Jenis Ban	Kode
BAN TRAKTOR DEPAN	
Alur padi	F-1
Alur rusuk tunggal	F-2
Alur rusuk ganda	F-2D
Alur rusuk triple	F-2T
Alur Industri	F-3
BAN PENGERAK RODA TRAKTOR (BELAKANG)	
Roda belakang, alur reguler	R-1
Alur dalam alang-alang dan padi	R-2
Alur tidak langsung-dangkal	R-3
Alur sedang industrial	R-4
PERLENGKAPAN	
Alur rusuk	I-1
Alur traksi	I-3
Roda ekor bajak	I-4
Alur halus	I-6
OFF-THE-ROAD (INDUSTRIAL)	
Rusuk	E-1
Traksi	E-2

#### 4. Komponen Alat Berat

---

Berbatu	E-3
Berbatu alur dalam	E-4
Berbatu sedang	E-5
Berbatu maksimum	E-6
Mengapung	E-7

Kode juga meliputi alur (tread) yang sama untuk kode seri "G" Pertanian, "L" Loader, dan "ML" militer.

Banyak pabrik ban membuat bermacam-macam ban. Jika ban itu tidak memiliki kode, ban tersebut ditandai dengan kode yang paling sejenis. Jika anda tidak yakin yang mana ban terbaik, konsultasikan dengan penyalur yang memiliki reputasi untuk mendengarkan pendapatnya, untuk memenuhi keyakinan anda.

Banyak pabrik ban menambahkan huruf "O" setelah kode industri. Ini sama artinya dengan "open tread (alur terbuka)" dan "C" untuk "closed tread (alur tertutup)" dirancang dalam klasifikasi R-2.

#### PEMOMPAAN PADA BAN

Pemompaan pada ban yang benar adalah penting dengan maksud untuk usia ban. Ban dirancang untuk beroperasi dengan perubahan tak menentu pada kedua sisinya atau "tonjolan". Tekanan udara yang benar perlu seperti tonjolan dan gesekan yang sesuai, keadaan mengapung, beban, pendukung kendali lenturan, dan mencegah panas yang berlebih.

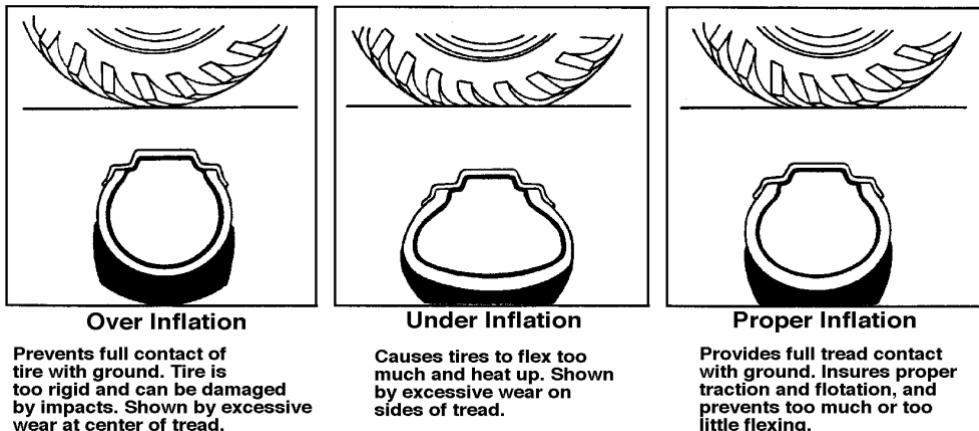
**Note:** Pemompaan tekanan udara di ban diberikan dalam satuan pounds per square inch (psi). Sewaktu tekanan pengisian dibahas disini, juga akan dibahas tentang "psi", contoh, mengisi dengan 35 psi. Sistem pengukur metrik dibolehkan dalam kilopascals (kpa).

#### PEMOMPAAN YANG BERLEBIH

Ban yang dipompa berlebihan tidak boleh kontak langsung dengan permukaan tanah/jalan (kiri, Gambar 5). Alur tengah yang dipakai. Oleh karena ban lebih keras, ban lebih mudah menjadi rusak akibat trotoar

#### 4. Komponen Alat Berat

jalan, bebatuan, dan sebagainya.



Gambar 4.146 Pemompaan pada ban

#### PEMOMPAAN YANG KURANG

Ban yang dipompa kurang dari yang semestinya akan lebih banyak meletur setiap saat roda dibelokkan, mengakibatkan panas yang tinggi didalam ban dan kerusakan lebih awal. Pemompaan udara yang kurang diperlihatkan dengan pemakaian sisi alur (tread) yang terlalu banyak sementara alur tengah tidak dipakai.

#### PEMOMPAAN YANG SESUAI

Pemompaan ban yang benar (kanan, Gambar 5) memakai semua alur (tread) tersentuh tanah/jalan, Tapi masih belum cukup lembut untuk lentur yang berlebihan.

#### ALAT PENGUKUR TEKANAN (PRESSURE GAUGE)

Pemompaan udara yang sesuai harus dijaga setiap waktu. Sebuah alat ukur tekanan yang tepat diperlukan. Alat ukur tekanan tersedia untuk pengujian kering dan cairan. Dua jenis ini juga terpisah untuk tekanan tinggi dan rendah. Selalu menggunakan alat ukur yang tepat pada waktu memeriksa tekanan. Biasanya, alat ukur tekanan tinggi tidak memuaskan untuk ban bertekanan rendah, karena alat ukur ini dikalibrasi dalam penambahan 5 pound. Alat ukur tekanan rendah lebih baik untuk tekanan

#### **4. Komponen Alat Berat**

---

rendah, karena alat ukur ini dikalibrasi dalam penambahan 1 pound.

Ketepatan/akurasi adalah yang sangat penting. Ketepatan hanya dapat ditentukan oleh pemeriksaan alat ukur dengan alat ukur yang sudah diketahui ketepatannya. Oleh karena itu, menjaga/menyimpan sebuah alat ukur yang akurat untuk dijual dengan tujuan pemeriksaan ketepatan/akurasi alat ukur lain. Alat ukur tekanan rendah biasanya agak sukar diterima untuk ketepatan/akurasinya

#### **BAGAIMANA MEMOMPAKAN UDARA KEDALAM BAN**

pemompaan udara yang sesuai adalah kemungkinan bagian yang paling terpenting dalam pemeliharaan ban. Ingat:

1. Selalu memeriksa tekanan dan pemompaan pada waktu ban dalam keadaan dingin. Ini sangat penting karena ban berputar dan panas mengembang, udara mengembang dan tekanan meningkat. Tekanan ban kendaraan dapat naik 4-5 psi (28 - 41 kPa). Ban truk dan industri ban, tekanan dapat naik lebih banyak lagi.

**Note:** Di beberapa industri ban, tekanan dapat memakan waktu lama hingga 24 jam atau lebih untuk memulihkan temperatur normal pada ban.

2. Jangan mengempiskan tekanan ban dalam keadaan panas. Hasil perubahan dalam tekanan ban ini menjadi terlalu rendah/kurang pada waktu tekanan temperatur menjadi normal. Pengempisan tekanan mengurangi beban dan kecepatan
3. Jikan anda memperhatikan ban yang kempis sewaktu digunakan, tambahkan udara sehingga tekanan menjadi sama seperti sisi ban kendaraan lainnya. Periksa kembali tekanan setelah 30 menit digunakan.
4. Selalu menggunakan alat ukur tekanan jenis cairan pada waktu memeriksa tekanan ban dengan cairan balas. Periksa tekanan dengan pentil ban dibawahnya. Selalu mencuci alat ukur dengan air bersih setelah memeriksa ban.

**Note:** Jika ini tidak memungkinkan atau diinginkan untuk memeriksa tekanan dengan pentil ban di bawah, tempatkan pentil diatasnya.

## 4. Komponen Alat Berat

---

Tambahkan kira-kira 0,5 psi (3.4 kPa) gunakan alat ukur tekanan untuk pembacaan pada ketinggian 30 cm pelek.

5. Pada waktu dudukan alur ban pada pelek atau roda jangan melebihkan tekanan pemompaan yang ditentukan oleh pabrik untuk memasang ban. Pemompaan dengan tekanan maksimum akan merobek manik, terkadang juga pelek. Pemompaan dengan tekanan tinggi mengakibatkan bahaya ledakankuat.

**Perhatian:** Kesalahan mengikuti prosedur yang sesuai pada waktu memasang ban pada roda atau pelek/velg dapat membuat ledakan yang dapat mengakibatkan luka serius atau kematian. Jangan mencoba-coba memasang ban hingga anda memiliki peralatan yang sesuai dan dapat dengan mahir mengerjakan pekerjaan ini.

### Pemompaan Ban Traktor dan Pemasangan Ban

Traktor untuk pertanian dan pemasangan ban digunakan setiap waktu dalam kondisi lapangan dimana udara dapat mempenetrasiikan lapisan tanah dan semua alur (tread) yang lebar berhubungan dengan tanah. Pada waktu operasi diatas permukaan jalan yang keras, tekanan pompa menjadi rendah, batang alur menggeliat bersamaa maju mundurnya saat pembebanan. Pada tingkat yang lebih kasar lagi atau permukaan jalan yang keras, hal ini sering memakai batang alur bawah.

Jika ban dipakai untuk jangka panjang di jalan raya atau permukaan jalan yang keras serta rencana beban adalah ringan, untuk mengurangi pemakaian alur, naikkan tekanan dengan batas maksimum.

Periksa manual operator mesin untuk tekanan pompa ban pada kondisi berbeda-beda. Pastikan untuk mengikuti rekomendasi dari buku ini.

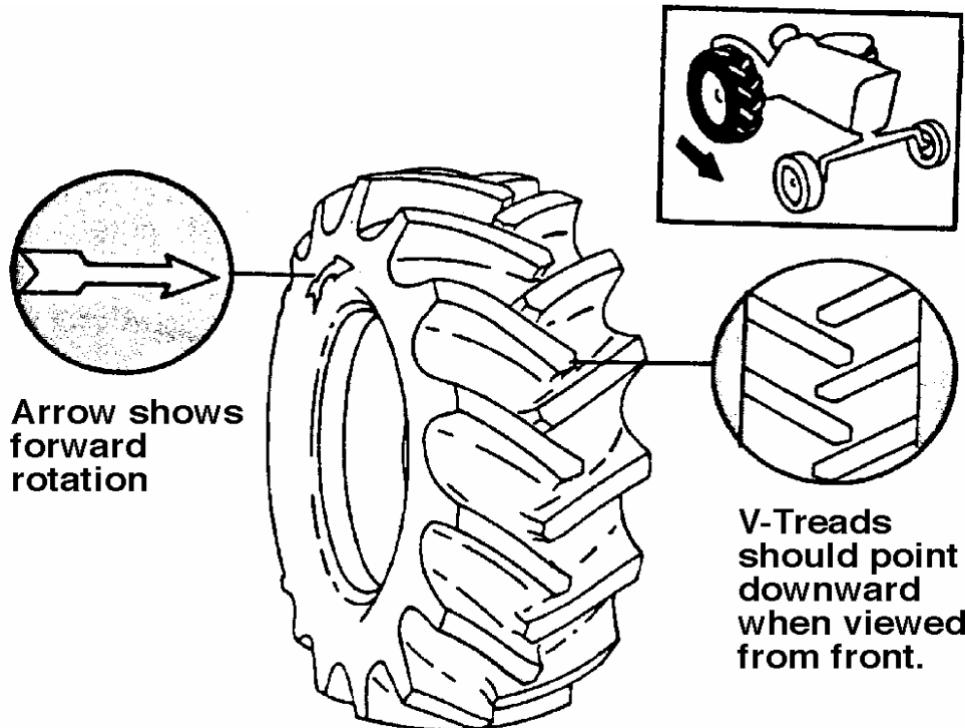
#### 1.2 Arah Anak Panah Pada Ban

Ban roda penggerak pada kebanyakan mesin harus dipasang pada arah putaran tertentu untuk memperoleh gerak tarik maksimal. Karena itu, anak panah (Gambar 4.147) sering tertera pada sisi ban untuk menunjukkan arah putaran kedepan. Ini paling penting untuk ban traktor pertanian yang menggunakan alur V dimana pola V harus menunjuk kearah bawah

#### 4. Komponen Alat Berat

sewaktu dilihat dari depan.

Terbaliknya alur (tread) akan merusak batang alur. Alur V akan dibalik hanya pada peralatan penggerak tanah seperti traktor pertanian.



Gambar 4.147 Arah panah gerak tarik maksimal

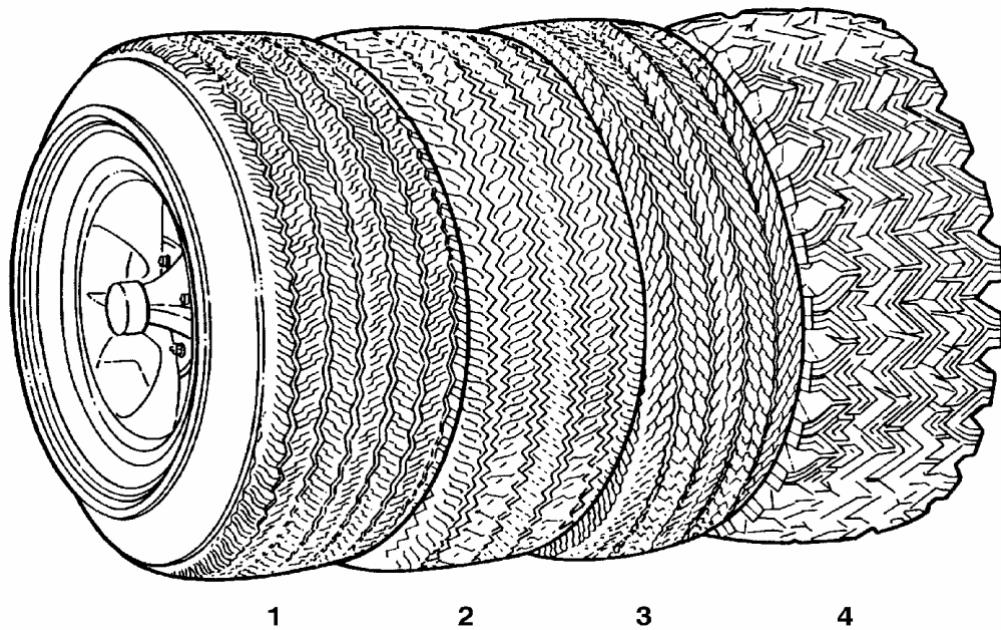
##### 1.3 Ban Truk

Ban truk moderen harus memiliki kemampuan di banyak tempat dan di bawah kondisi yang sangat tak terduga. Jenis ban yang anda pasang harus dapat mengantisipasi kondisi ini untuk mendapatkan nilai lebih dari yang anda bayarkan. Dalam Gambar 4.148 empat jenis rancangan alur (tread) dan pembuatan ban untuk memuaskan beberapa kebutuhan industri truk. No.1 memperlihatkan sebuah ban radial sabuk baja. Dapat digunakan dalam berbagai posisi dan untuk semua jenis jalan raya. Ukuran jenis ban dalam adalah 8.25-15 dan 100-20. Jenis ban truk tanpa menggunakan ban dalam adalah 10R-22.5 atau 12.75R-22.5 dan daya beban mencapai G.

#### 4. Komponen Alat Berat

Gambar 4.148 no.2 memperlihatkan sebuah traksi ban yang memiliki rancangan alur lebar dan berat untuk memperoleh gaya tarik maksimal yang baik. Paling umum untuk dibuat dengan benang tubuh ban dari nilon. Ban ini digunakan untuk jalan berbatu dan jalan raya. No.3 adalah ban dengan arah tidak langsung digunakan paling banyak oleh militer. Ban ini dibuat keras dan pola alur memberikan traksi yang bagus bagi arah dan pemakaian diatas tanah yang tidak rata.

Gambar 4.148 memperlihatkan sebuah ban ukuran 18.22.5 semua traksi ganda. Mampu membawa beban yang paling besar dan pengapungan/pengambangan jenis ban ini biasanya pada pengoperasiannya ban ganda tidak diperlukan. Ban traksi ganda dibuat dari ukuran 10-16.5 hingga 18-22.5 dan memiliki tingkat beban C ke J.

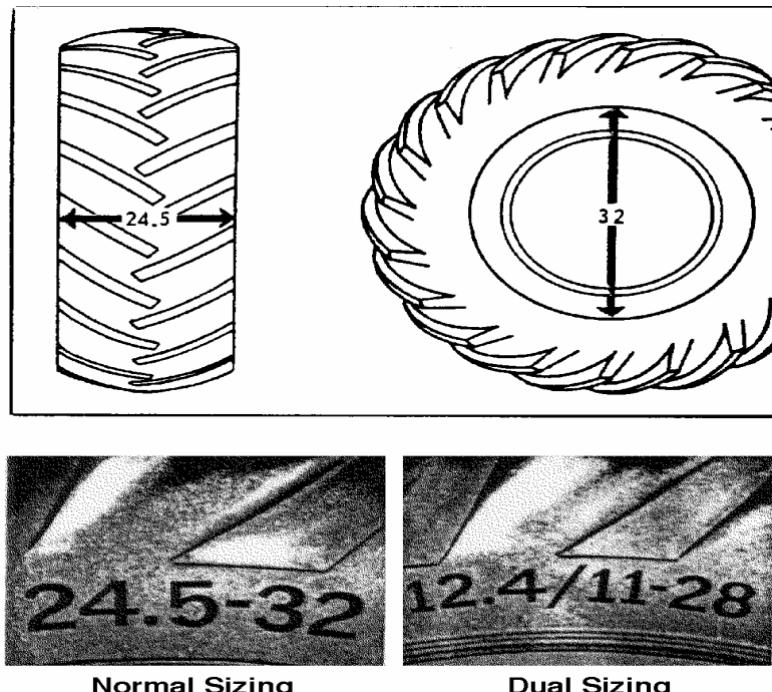


Gambar 4.148 Ban Truk

#### 4. Komponen Alat Berat

##### Ukuran Ban – Apa Tujuannya

Gambar 8 memperlihatkan jenis tanda ukuran pada sisi sebuah ban untuk di luar jalan (off-the-road). 24.5 berarti ukuran lebar ban dalam inci pada waktu dipasang pada pelek yang direkomendasikan. Angka 32 memberikan bilangan diameter pelek dalam inci.



Gambar 4.149 Jenis tanda ukuran pada ban

##### 1.4 Kemampuan Perawatan Ban (*Tire Serviceability*)

Tiga pokok penyebab kerusakan pada ban:

- Masalah pemompaan ban (lebih atau kurang)
- Beban berlebih
- Kecepatan berlebih

Ada enam penyebab kerusakan awal pada ban yang mana seorang mekanik memiliki beberapa kontrol yang lebih, daftar ini seperti yang sering

#### 4. Komponen Alat Berat

---

terjadi:

- Kekurangan atau kelebihan pemompaan udara pada ban
- Pemasangan ban tidak cocok (berganda)
- Pemasangan ban pada pelek/velg
- Pemasangan roda atau pelek/velg
- Masalah suspensi
- Kerusakan pada rem
- Penyimpanan
- Poros bengkok

Ada dua wialayah dimana seorang mekanik memiliki sedikit atau tidak ada kontrol yang dapat menyebabkan masalah dan kerusakan dini:

- Beban berlebih atau penempatan beban salah tempat pada kendaraan
- Kondisi beban jalan

Kemampuan memperbaiki ban banyak berkurang kapan masalah diatas atau kombinasi masalah ini masih ada

Pemompaan yang kurang menyebabkan sisi ban lebih banyak melentur dan panas. Panas yang berlebih berjalan sisi luar wajah alur menyebabkan terpisah/terputusnya sabuk dengan pelapis. Suhu di dalam sebuah ban yang kurang dipompa dapat meimbulkan percikan api dan menyebabkan terbakar. Ini terjadi pada truk dengan beban ban yang berlebihan dan kurang pemompaan angin..

Pemompaan yang berlebih akan menimbulkan kerusakan ditengah-tengah permukaan alur. Tekanan yang berlebih pada ban dapat menyebabkan ban menjadi penyebab bahaya dijalan raya dan kurang membuat lenturan. Terkadang menyebabkan pelapis putus/terpisah atau benang (cord) menjadi putus.

Pencocokan ukuran ban pada truk dan peralatan dengan roda ganda atau tunggal adalah faktor yang penting berikutnya dalam pemakaian ban. Jangan salah pemasangan atau putaran ban pada kendaraan. Salah pemasangan atau ukuran dapat menyebabkan beban yang ada menjadi pembebaran pada sisi yang rendah dari kendaraan, karena kelebihan beban jadi ban harus diset. Juga perbedaan ukuran ban dapat menyebabkan kerusakan awal pada poros penggerak atau putaran gardan

#### 4. Komponen Alat Berat

---

setiap waktu.

Penggunaan kunci pas memiliki peranan penting pada waktu memasang roda dan pelek/velg rusak. Pemasangan yang tidak sesuai menyebabkan pelek/velg menjadi bengkok atau melengkung, kemudian ban berjalan tidak seperti seharusnya terhadap poros dan menyebabkan ban dan pelek/velg lebih cepat rusak.

Masalah suspensi dapat menyebabkan ban tidak bisa untuk berputar cepat. Pegas yang lemah pada satu sisi unit menyebabkan pembebahan ke sisi yang lemah dan masalah ban yang terjadi seperti sekarang ini beban berpindah kesisi yang lemah. Pemakaian pegas penyangga, center bolt, tie rod end dan king pin bushing menyebabkan ketidakseragaman roda yang akan membuat peningkatan keausan pada ban.

Rem (*brake*) tidak terlihat menjadi penyebab yang menonjol aus pada ban, namun kesalahan pengaturan rem dapat menyebabkan meningkatnya ban aus. Rem menjadi terlalu cepat, kesalahan penyetelan atau pemasangan rem akan menyebabkan ban aus tidak normal dan seimbang.

Gudang penyimpanan ban tidak banyak memberikan pengaruhnya. Untuk menyimpan ban dari kerusakan, simpan ban pada rak dengan temperatur 4 sampai 15 derajat Celcius. Jangan menyimpannya terkena sinar matahari terlalu banyak dan ban tidak boleh terkena bahan bakar, air atau minyak. Jangan menyimpan ban dimana peralatan listrik masih digunakan karena udara disekitarnya penyebab yang sangat kuat untuk mengoksidasi karet

Poros bengkok tidak umum, namun dapat terjadi jika kendaraan kelebihan beban. Kebengkokan ini merubah ukuran ruang dan piringan (*caster*) pada poros kendali (*steering axle*) menyebabkan aus. Pada poros roda ganda, ban yang didalam lebih cepat aus jika poros bengkok keatas ditengah-tengahnya; Aus pada ban luar jika poros bengkok kebawah. Terlalu banyak tumpuan kedalam menyebabkan ban retak pada pinggiran dalam pada pinggiran alur seperti gigi gergaji tangan. Terlalu banyak tumpuan keluar terlihat keretakan bagian pinggir pada sisi luar dari rusuk alur.

Kelebihan beban, salah menempatkan beban atau kasar dalam mengendalikan dapat menyebabkan roda atau pelek/velg rusak. Kelebihan beban yang paling umum truk di luar jalan raya dan menyebabkan ban panas dan terpisah/putus. Kondisi jalan menurun dapat menjadikan usia peralatan ban yang pendek di luar jalan raya. Biaya perbaikan jalan

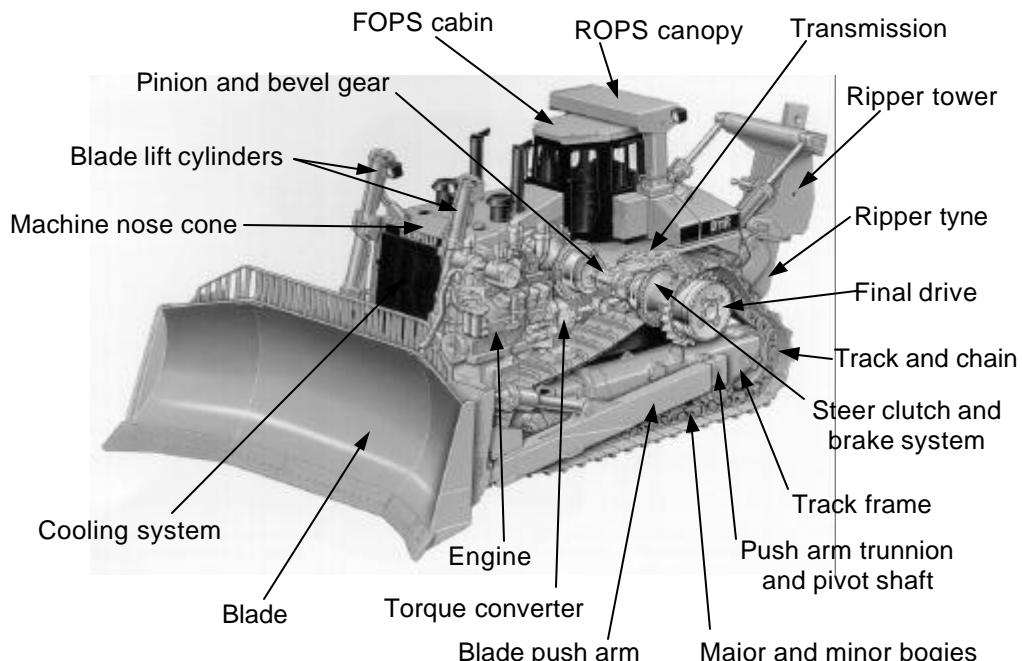
## 4. Komponen Alat Berat

menurun itu sendiri lebih murah dibandingkan harga ban. Kurang lenturan dan beban kejutan yang dipindahkan pada ban, usia ban akan lebih lama atau kemampuan merawatnya.

### 4.7.2. Rangka

Baik mesin traktor jenis **track**, **wheel loader**, truk **off-highway**, **excavator** atau **grader**, frame mesin merupakan struktur utamanya yang harus mendukung:

- Mesin dan seluruh aksesorisnya
- transmisi, **drive line**, **final drive**, **suspension** dan **braking system**
- hidrolik dan seluruh **working attachment**
- **operator station**
- tekanan yang membebani mesin frame (*forces of the machine payload*)



Gambar 4.150 Frame traktor jenis **track**

#### 4. Komponen Alat Berat

---

Disamping itu, frame juga harus mampu bertahan terhadap torsi mesin yang dipanjangkan dan juga mampu menahan beban kejut (*shock loading*) yang ditransmit dari **underfoot conditions felt back** melalui sistem suspensi mesin , dan secara berkesinambungan menahan struktur integritas **power train alignment**.

Frame harus kokoh namun cukup fleksibel untuk menahan tekanan, regangan (*strain*) dan vibrasi kejut yang selalu ada pada seluruh struktur selama kondisi operasi **off-highway**.

Untuk melindungi frame peralatan berat (*earthmoving*) dan pertambangan, perancang harus memasukkan sistem yang cukup untuk menahan segala jenis tekanan induksi beban, implemen dan **ground**, vibrasi kejut dan **strain**, dan sistem ini harus diperiksa secara berkala agar tetap dapat melindungi frame dari kerusakan.

#### Konstruksi dan Jenis Frame Peralatan Berat (*Earthmoving*) dan Pertambangan

Frame, baik frame dozer atau excavator jenis track, truk *off-highway*, **loader** atau **grader**, merupakan bagian utama dari struktur mesin. Frame dirancang untuk mendukung:

- mesin dan seluruh aksesorisnya
- transmisi, **driveline**, **final drive**, **suspension** dan **braking system**
- hidrolik dan seluruh **working attachment**
- **operator station**
- tekanan yang membebani mesin frame (*forces of the machine payload*)

Disamping itu frame harus mampu:

- menahan seluruh putaran mesin (*engine torque*), termasuk periode power mesin penuh yang diperpanjang (*prolonged periods of full engine power*)
- **braking effort** dalam seluruh kondisi operasional
- beban kejut yang ditransmisikan oleh seluruh **underfoot conditions back** melalui sistem suspensi

## 4. Komponen Alat Berat

---

Frame harus kokoh namun cukup fleksibel untuk menahan tekanan, regangan (*strain*) dan vibrasi kejut yang selalu ada pada seluruh struktur selama kondisi operasi **off-highway**.

Struktur mesin juga harus mempertimbangkan:

- perubahan operasional dalam lingkungan, yaitu tempat dimana mesin akan beroperasi.
- Karakteristik **loading/moving** yang diinginkan
- Kapasitas membawa beban yang diinginkan (*intended load-carrying capacities*)
- Jenis pekerjaan yang harus diselesaikan

Struktur frame bervariasi dari satu pabrik pembuat ke pabrik pembuat lain, namun variasi mesin tersebut dapat bekerja berdampingan dalam bidang pertambangan di seluruh dunia.

### Baja Tuang (Cast Steel)

Adalah hal yang penting bahwa mesin terbuat dari material yang langsung dapat diperbaiki di lapangan, tanpa memerlukan seorang ahli maupun peralatan. Semakin banyak karbon, semakin sedikit bahan yang dilas.

Baja tuang merupakan campuran besi murni yang memiliki sifat sebagai berikut:

- Lebih kuat (memberikan resistensi yang lebih besar terhadap pembebanan kejut) daripada besi tuang (*cast iron*) maupun **ductile iron** karena dapat dibengkokkan dan dikembalikan ke posisi semula.
- Dimensi **part**nya dapat divariasikan untuk membawa beban yang diinginkan dari satu **cross section** satu ke **cross section** lainnya. Baja ini dapat dituang menjadi beragam bentuk dan ketebalan sesuai yang diinginkan.
- Baja tuang memiliki kekuatan, kekerasan dan **ductility** yang lebih tinggi daripada bahan tuangan lain. Oleh karena itu, Bobot (*weight*) dapat dikurangi dengan menggunakan **thinner wall** pada tahap akhir pe-

## 4. Komponen Alat Berat

---

nuangan dengan tetap mempertahankan kekuatan yang diinginkan.

Oleh sebab itulah pabrik pembuat menggunakan baja tuang karbon rendah hingga menengah (*low-to-medium carbon cast steel*) pada frame mesin alat berat dan pertambangan.

### Jenis Frame

Frame (yang merupakan bagian utama dari struktur mesin) harus mendukung mesin (*engine*), transmisi, hidrolik dan seluruh komponennya seperti **driveline**, **braking system**, suspensi dan seluruh **working attachment** lainnya, dan tetap mempertahankan bentuk dan integritas sementara menahan tekanan yang membebani mesin (*machine payload*).

Pabrik pembuat harus menekankan permasalahan dasar sebelum merancang potongan peralatan berat dan pertambangan. Penting kiranya untuk mempertimbangkan hal-hal di bawah ini bila merancang potongan alat berat dan pertambangan:

- Kehandalan dan biaya pengoperasian rendah (power dan efisiensi dengan menggunakan teknologi canggih untuk produksi tertinggi dan biaya /m<sup>3</sup> material yang ditangani/digerakkan).
- Mesin yang dapat diperbaiki (pabrik pembuat menyediakan semua komponen utama, dan dirancang sebagai unit bergerak, dan sebagian besar unit dapat dilepas tanpa mengganggu atau melepas unit yang lain). Rancangan komponen modular utama memperkenankan penggantian komponen dengan cepat yang pada akhirnya meminimalkan waktu pemeliharaan dan meningkatkan kemampuan mesin beroperasi.

Alat berat dan pertambangan jenis track diperkirakan merupakan peralatan pertambangan yang paling tahan lama, mampu beroperasi di seluruh medan kerja dan lingkungan. Oleh karena itulah kita menguji kemampuan frame jenis mesin tersebut terlebih dahulu.

### Frame Traktor Jenis Track

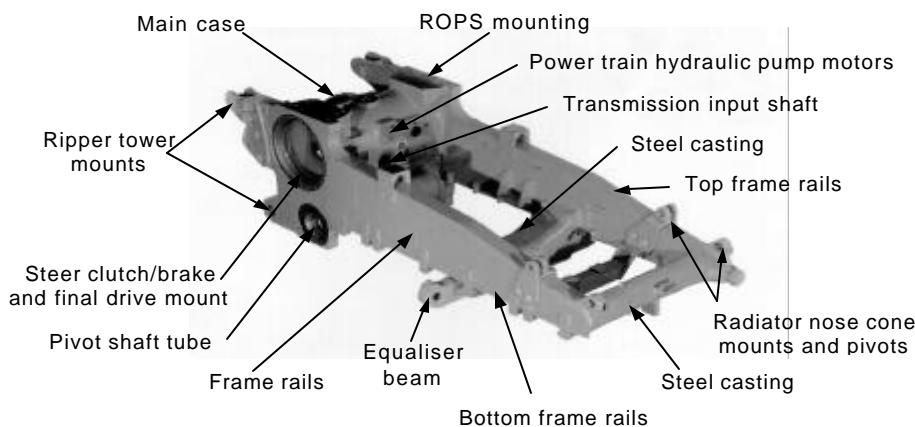
Traktor jenis track digunakan untuk **underfoot condition** yang sangat buruk, mampu bekerja pada beragam bidang sudut lateral dan longitudinal, mampu menahan pembebanan kejut (*shock loading*) yang ditransmit oleh

#### 4. Komponen Alat Berat

implement seperti **blade** dan **ripper**. Bila merancang mesin traktor jenis **track**, seorang perancang harus memastikan integritas mesin dengan menekankan pada hal-hal berikut ini:

- Pembengkokan (*flexing*) frame mesin yang sesuai untuk menahan tekanan induksi yang berasal dari pengoperasian **underfoot condition** yang sangat buruk.
- Mempertahankan kelurusan diantara komponen seperti transmisi, transmisi roda konis dan pinion (*bevel and pinion gear*), **steering clutches** dan **brakes** dan juga **final drive**, serta **working attachment** seperti pompa hidrolik.
- Peninggian (*Elevating*) sebanyak pembebangan kejut ( yang berasal dari operasi *blade* dan *ripper*) dari **machine power train** dan **working attachments**.
- Mempertahankan pusat gravitasi mesin serendah mungkin, dengan demikian membuat pengoperasian mesin lebih aman pada sudut longitudinal dan lateral ekstrim yang ditemui dalam lingkungan pengoperasian normal.

Untuk menekankan pembengkokan dan pengaruh yang ada pada **power train component**, perancang harus memasukkan seluruh **power train component** ke dalam ‘**main case**’ frame-nya. **Main case** dibuat dari ‘baja tuang’ (cast steel) dan mendukung transmisi, **pinion** dan **bevel gear**, **steering clutch** dan **brake**, bersama dengan **final drive**.



Gambar 4.151 Frame traktor jenis tract

#### 4. Komponen Alat Berat

Dengan memasang komponen **power train** ke dalam ‘main case’ dan meninggikan **power train** tersebut, secara efektif mengisolasi komponen **power train** dari beban kejut yang diinduksi **ground** (*ground induced shock load*), beban kejut implement (*implement shock load*) dan beban pelurusan frame pengeroll (*roller frame alignment load*). Dengan meninggikan sprocket juga mencegah sprocket terkena abrasif yang dapat menyebabkan keausan pada **sprocket teeth** and **track bushing**.

Dengan merumahkan seluruh komponen power train utama, berarti telah mengurangi masalah pembengkokan frame dan pensejajaran. **Mounting face** pada ‘main case’ dikerjakan dengan mesin dan dilubangi, dan pensejajaran komponen dikendalikan dengan tensi bolt dan pin. Secara fisik bentuk ‘cast steel main case’ mengurangi pembengkokan lateral dan longitudinal, oleh karena itu memungkinkan bagi ‘main case’ untuk juga merumahkan **power train oil reservoir** dalam, **plumbing**, dan **oil pump mount**.

‘Main case’ adalah benda tuang kompleks, yang juga merumahkan ‘**solid steel pivot shaft tube**’ yang bertugas memposisikan dan meluruskan roller frame dengan sumbu frame tersebut. Pivot shaft ditopang oleh bushing yang dapat meluruskan sendiri (*self-align*) bila dipasang ke dalam lubang ‘Main case’. ‘**Pivot shaft tube**’ diisi dengan **lubricating oil** untuk melubrikasi **bush** dan **shaft** selama berlangsungnya operasi. ‘**Blade push arm trunion**’ yang dipasang pada ujung **pivot shaft** juga mengamankan dan menguatkan **track roller frame** pada posisi.

**Catatan:** Pembebaan kejut yang berasal dari tekanan induksi implement dan ground (*ground and implement induced force*) ditransmisikan melalui **blade push arm** ke **pivot shaft**, dan tidak melalui **final drive** dan **power train**, dengan demikian menjelaskan alasan mengapa **power train** dan **final drive** hanya membawa beban torsi.

**Pivot shaft** sebenarnya merupakan pusat gravitasi mesin dan sebagian besar komponen power train dekat dengan pusat gravitasi tersebut. Jika mesin harus melakukan **roll over**, maka langit-langit (canopy) ‘sistem pelindung rollover’ (*Rollover Protection System/ROPS*) yang terdapat pada bagian atas ‘frame utama’ (*main frame*), dan dirancang untuk menahan beban maksimum mesin, melindungi tempat operator dari kerusakan parah.

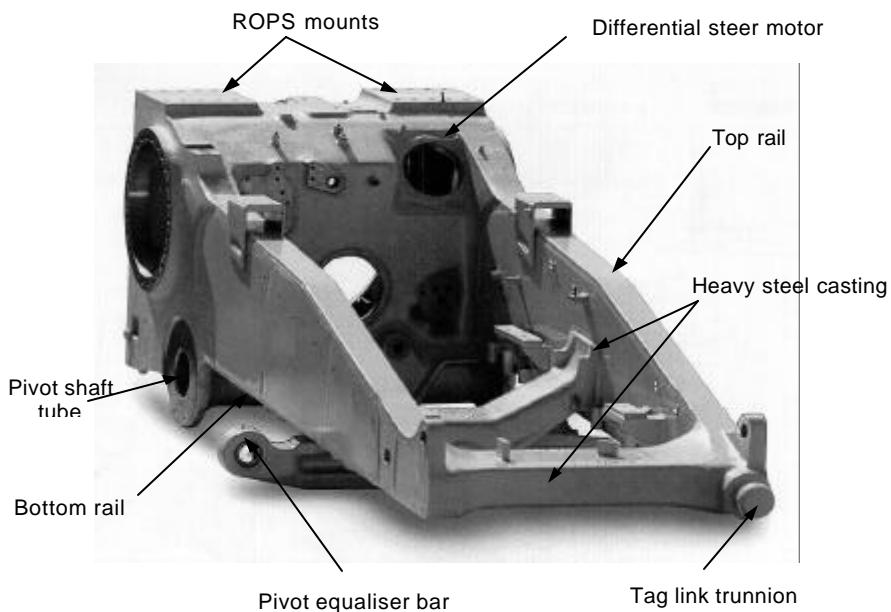
**Engine** dan **torque divider** dipasang rendah pada frame dan dirangkai ke

#### 4. Komponen Alat Berat

**transmission input shaft** melalui **drive line**. Sumbu **engine crankshaft/torque divider output shaft** dan **transmission input shaft** adalah 3° ke arah belakang mesin. Hal ini membantu menurunkan pusat gravitasi dan mengurangi pengaruh puntiran engine (engine torque) mengeroll pada bagian depan frame.

**Machine ripper tower** dipasang secara langsung ke **main case** frame, dengan **ripper beam** yang mentransmit beban ke bantalan **ripper** yang lebih rendah, yang dipasang dekat dengan sumbu lateral **machine pivot shaft**. Hal ini mencegah mesin berkedudukan di **rear idler** sementara **ripping**, yang menyebabkan beban stress yang seharusnya tidak terjadi pada frame dan memperkenankan kontak track maksimum ke ground setiap saat.

Frame rails merupakan rancangan ‘bagian kotak penuh’ (*full box-section*), dan seperti halnya **main case** terbuat dari baja tuang (*cast steel*). Rail atas dan bawah frame adalah bagian yang berputar secara terus menerus dengan sambungan atau mesin yang tidak dilas.



Gambar 4.152 Frame traktor jenis track

## 4. Komponen Alat Berat

---

Karena baja tuang dapat dituang menjadi beragam bentuk dan ketebalan yang diinginkan, **heavy steel casting** ditambahkan secara menyamping untuk menahan beban kejut yang berasal dari *pivoted equalizer bar* dan juga yang berasal dari **blade** melalui **tag link trunnion**. **Heavy steel casting** ini juga bertindak sebagai **bracing** untuk mengurangi pembengkokan longitudinal **frame rail** dan membantu menambah kekuatan ‘**main case**’ frame.

Frame yang diidentifikasi ilustrasi di atas adalah frame traktor jenis track dengan **differential steering**, dan komponen yang berhubungan dengan sistem **differential steering** juga terletak di dalam **main case** mesin.

Top/bottom rails: Rail atas dan bawah merupakan bagian yang berputar secara terus menerus, dengan sambungan atau mesin yang tidak dilas.

Heavy steel castings: Penuangan baja (*steel casting*) memberikan kekuatan tambahan kepada main case, saddle batang perata (*equalizer bar saddle*), komponen silang bagian depan (*front cross member*) dan **tag-link trunnion**, serta banyak mengurangi pembengkokan longitudinal frame.

Main case: **Main case** terutama meninggikan **final drive**, memberikan **framework** komponen **power train** yang dimodularkan, melindungi **power train** dari beban **impact** dan vibrasi dan ditempatkan disekitar pusat gravitasi mesin.

### Frame *Wheel-loader* Khusus

**Wheel-loader** bekerja pada permukaan yang dipersiapkan, dengan kondisi underfoot yang agak baik. Umumnya adalah tanggung jawab seorang operator wheel loader untuk terus menjaga kondisi underfoot pada **loader's immediate work area**. Kinerja wheel-loader diukur dengan hal berikut ini:

- Daya breakout
- Waktu beban bucket (waktu siklus)

#### 4. Komponen Alat Berat

Untuk mencapai kinerja ini, jenis mesin ini perlu dirancang dengan karakteristik mesin sebagai berikut:

- Torsi roda yang baik (*fast forward/reverse ground speed*)
- Kemampuan beroperasi dan bermanuver pada medan terbatas dan kedekatan beroperasi dan bermanuver pada kendaraan yang akan dibebani.
- Daya tinggi untuk **breakout**, dan mengangkat secara efisien dengan sebanyak mungkin keuntungan mekanis.

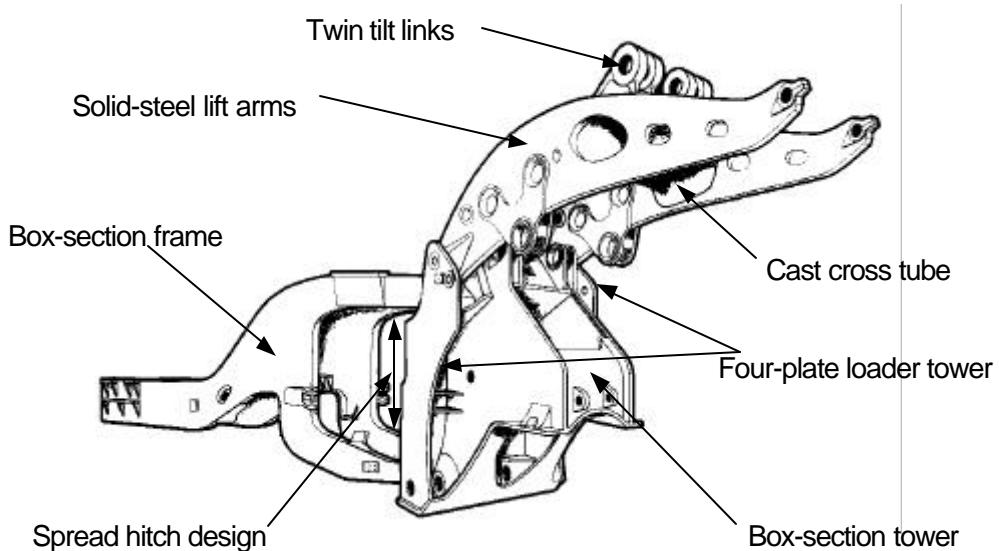
**Catatan:** Kombinasi unsur-unsur di atas memberikan waktu siklus operasional mesin (alat) tersebut.

Untuk mendapatkan waktu siklus yang sempurna, mesin memerlukan sistem hidrolik, kemudi dan operational braking penuh yang menghantarkan **flow rate** dan tekanan kerja tinggi, waktu beban bucket (waktu siklus) dan daya brakeout yang sempurna. Karakteristik ini dicapai melalui:

- Perpindahan positif (*positive displacement*), pompa efisiensi tinggi, pemasokan **maximum flow rate** untuk respon yang cepat.
- Silinder kemudi lubang-besar (*large-bore steering cylinder*) dan **flow rate** tinggi yang memberikan daya kemudi yang sangat kuat untuk manuver yang cepat dalam kondisi underfoot.
- **Large-bore lift** dan **tilt cylinders**, **fast lift** dan daya breakout tinggi yang berasal dari **flow rate** dan tekanan kerja tinggi.

**Ingatlah:** Frame merupakan bagian utama dan struktur mesin, dan perancang bertanggung jawab atas hal-hal di atas, bila merancang **wheel-loader**.

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.153 Frame *Wheel-loader*

##### Box-section Frame

**Box-section frame** sebuah ***Wheel-loader*** dirancang untuk menahan beban kejut dan tekanan pembengkokan. Bagian frame yang satu ini difabrikasi sebagai konstruksi **box-section** dari **continuous cast steel plate**, dan mengakomodasi mesin dan aksesorisnya, transmisi, diferensial dan final drive bagian belakang, reservoir hidrolik, aksesoris hidrolik dan pompa, sistem kemudi (*steering*) dan stasiun operator.

##### Spread Hitch

Spread hitch dirancang untuk membebaskan beban tekanan pada ***hitch pin*** dan ***hitch pin roller bearing***, serta mengakomodasi transmisi mesin dan mentransfer ***case***. Rancangan fisik area ini memungkinkan 40° artikulasi titik tengah (*center point articulation*), untuk pensikluskan seperempat dari keketatan (*tight quarter cycling*) dengan tidak mengubah stabilitas (saat aksis ini merupakan pusat gravitasi). Geometri kemudi (*steering geometry*) memungkinkan kedua aksel depan dan belakang untuk bergerak (*track*) sebagaimana mestinya, walaupun dalam penguncian penuh (*full-lock*).

## 4. Komponen Alat Berat

---

### Four-plate Loader Tower

Porsi frame ini mengacu pada bagian depan frame. Frame ini terdiri dari loader tower empat pelat (*four-plate loader tower*) dan **box-section tower**, yang bergabung untuk menopang mekanisme **tilt** dan **lift**, dan juga mengakomodasi silinder **tilt** dan **lift** hidrolik diferensial bagian depan dan **final drive**.

Porsi frame ini difabrikasi dengan menggunakan pelat baja tuang **continuous** dan dirancang menjadi kokoh.

### Solid Steel Lift Arms

**Lift arm** dibuat dari baja tuang pelat yang keras, dan ditempelkan pada bagian atas setiap sisi keempat **plate loader tower**. **Solid steel lift arm** disambung oleh tabung silang eliptis (*elliptical cross tube*), yang dibuat dari baja tuang, dan memastikan kelurusan lubang pin yang benar dan meminimalkan pembengkokan **solid steel lift arm**.

### Penuangan (Casting) yang digunakan dalam Area bertekanan Tinggi (high-stress area)

Steel castings digunakan pada area bertekanan tinggi (*high stress area*) untuk membantu pendistribusian beban. Contoh area bertekanan tinggi adalah bantalan silinder angkat (*lift cylinder mounting*), rangkaian silinder kemudi (*steering cylinder mounting*) dan **solid-steel lift arm cast cross tube**.

### Twin Tilt Links

**Twin tilt link** dibuat dari baja tuang dan ditempelkan pada cast cross tube lengan angkat baja keras (*solid-steel lift arm*). Yang ditempelkan pada bagian atas twin tilt links adalah tilt cylinders, dan yang ditempelkan pada bagian bawah adalah **bucket drag link** yang mengatur ketinggian bucket.

### Ringkasan

Lebih dari 75% frame wheel-loader dilas **robotically**. Hal ini memberikan pengelasan berkonsisten tinggi dengan penetrasi pelat dalam dan pelumeran pelat yang sempurna. Kelebihan dari jenis pengelasan ini adalah kekuatan kelelahan yang lebih tinggi dan ketahanan yang lebih

## 4. Komponen Alat Berat

---

lama daripada metode pengelasan konvensional.

### Frame bagian belakang **Box-section**

Frame bagian belakang **box-section** menahan daya torsional yang terbangkit dalam siklus pembebahan dan mempertahankan kelurusan **hitch pin**, mesin, **power train** dan aksesorisnya.

### Four-plate loader tower

**Loader tower** menahan pembebahan kejut dan beban torsional selama **breakout** dan **loading**, sementara tetap mempertahankan kelurusan **hitch** dan **loader linkage pin**.

Frame loader dilengkapi dengan dua tilt Zbar sedangkan loader linkages dilengkapi dengan **cast cross-tube**, **cast tilt lever**, **solid plate lift arm**, dan **maintenance free pin** pada sambungan bucket ke lengan (*bucket-to-arm connection*).

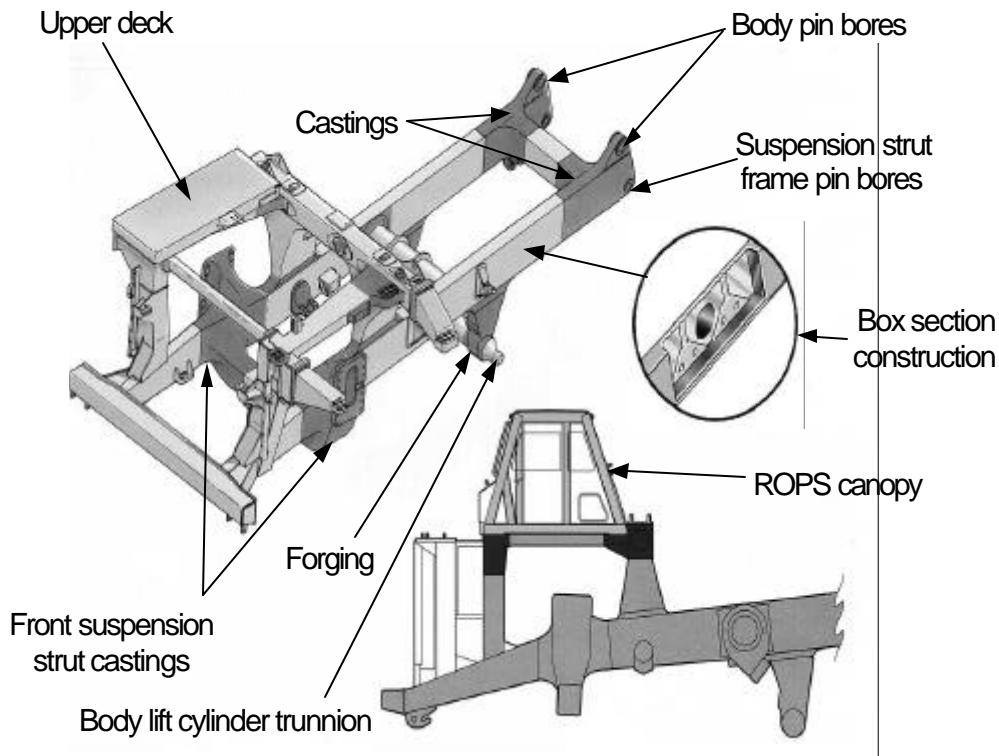
**Machining** yang dikendalikan oleh komputer harus mempertahankan struktur tetap pada ikatannya (*fixture*) pada keseluruhan proses **machining**, tujuannya adalah untuk memastikan kelurusan transmisi/mesin, **axle pad** dan **pin bore** yang benar sebelum pemasangan mesin.

### Frame Truk Jenis Khusus

Perancang truk jenis **off-highway** mengharapkan frame pada truk tersebut dapat menahan pembengkokan yang berat dan aplikasi pembebahan kejut yang tinggi. Selain sebagai peralatan berat dan pertambangan, truk merupakan mesin yang bergerak paling cepat, dan paling banyak mengalami pembebahan kejut tinggi yang berasal dari penjalanan pada kondisi underfoot yang kasar dan selama pembebahan. Truk juga mengalami daya sentrifugal selama kombinasi underfoot yang buruk. Baja lunak memberikan fleksibilitas, daya tahan dan resistensi terhadap beban kejut (*impact load*) di hampir seluruh variasi **ambient temperature**.

Frame truk **off-highway** jenis khusus dapat memasukkan hingga 20 tuangan (*casting*) dan 2 **forging** pada area bertekanan tinggi, dengan demikian memberikan dua dan satu setengah hingga empat kali kekuatan frame truk yang dibuat dengan menggunakan teknologi sebelumnya.

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.154 Frame truk

##### Frame **Box-section**

Kebanyakan perancang truk **off-highway** menggunakan rancangan konsep frame **box-section**, dan penetrasi dalam robotik, pengelasan **wrap-around** yang meyambung (*continuous*). Jenis proses pengelasan ini mengurangi resiko kerusakan yang berasal dari beban pembengkokan tanpa penambahan berat pada frame.

##### Perbaikan Frame

Kebanyakan dari frame truk **off-highway** yang menggunakan baja lunak, memberikan fleksibilitas, daya tahan dan resistensi yang baik terhadap beban kejut yang ekstrim.

## 4. Komponen Alat Berat

**Catatan:** Perbaikan frame dapat dilakukan terhadap bagian baja lunak truk **off-highway** tanpa pemanasan awal, pada suhu udara **ambient** di atas 16°C (60°F) yang menghindari kerusakan metalurgi.

### Frame Castings and forgings

Perancang frame dewasa ini menggabungkan **casting** dan **forging** pada area bertekanan tinggi (*high stress area*), yang memberikan hingga empat kali kekuatan **earlier equivalent sized fabricated structure**. **Casting** yang digunakan dewasa ini memiliki radius besar dengan **reinforcing rib** internal untuk menyebarluaskan stress yang dapat menyebabkan kelelahan dan keretakan, dan memperkenankan pengelasan yang ditempatkan pada area frame, yang pada dasarnya menciptakan konstruksi tekanan yang lebih rendah (*lower stress construction*)

**Catatan:** Truk **off-highway** memiliki perbedaan dalam pengaplikasiannya dengan traktor jenis track dan **wheel-loader**, pada truk **off-highway** secara khusus dirancang untuk menahan pembebanan kejut sementara truk akan dimasukkan beban, dan menahan kejutan, tekanan dan pembengkokan sementara truk membawa beban tersebut.

Frame truk **off-highway** modern menggunakan **casting** dan **forging** pada area bertekanan tinggi (*high stress*), bersama dengan **mild steel box-section** untuk melengkapi konstruksi frame. Baja lunak (*mild steel*) memberikan fleksibilitas, daya tahan dan resistensi yang baik terhadap beban kejut (*impact load*), namun perancang harus benar-benar mempertimbangkan bobot frame.

Setiap pengurangan dalam ukuran fisik konstruksi frame, berarti bahwa produk akhir banyak tergantung atas sistem suspensi kendaraan untuk menahan sebagian besar tekanan dan pembebanan kejut yang ditransmisikan.

### Sistem Suspensi

Sistem suspensi truk **off highway** modern terutama dirancang untuk menghilangkan **haulroad** (kondisi *underfoot*) dan beban kejut, menahan

## 4. Komponen Alat Berat

---

tekanan dan pengaruh yang terus-menerus untuk waktu yang lama, sementara mempertahankan integritas sistem suspensi, komponen dan frame kendaraan.

Sistem suspensi terdiri dari empat ***oil/nitrogen rebound cylinder*** tersendiri yang menahan kejut sebelum daya kejut tersebut mencapai komponen mesin dan frame kendaraan. Sistem suspensi ini mengurangi kelelahan di dalam komponen mesin dan frame kendaraan, dan memberikan operator pergerakan yang nyaman.

Gas nitrogen dan oil di dalam silinder memiliki fungsi sebagai berikut:

- oil menahan kejut dan daya yang menyebabkan stress dan pembengkokan (*twisting*).
- Gas nitrogen memberikan ***rebound*** untuk kondisi setting awal (*pre-set state*) dan pemposisian.

***Oil/nitrogen rebound suspension strut*** bagian belakang memperkenankan ayunan aksel bagian belakang, sementara menahan bending dan tekanan pembengkokan yang ditransmit dari permukaan jalan yang kasar.

***Oil/nitrogen rebound suspension strut*** bagian depan dipasang dan dikait dengan baut pada frame, dan juga bertindak sebagai ***steering kingpin***. ***Spindle*** dan ***wheel***-nya dipasang langsung ke ujung rod silinder (*cylinder rod end*) untuk menghilangkan ***caster*** dan ***camber adjustment***.

### Warning

Prosedur berikut ini berlaku untuk pengoperasian sebagian besar truk ***off-highway***.

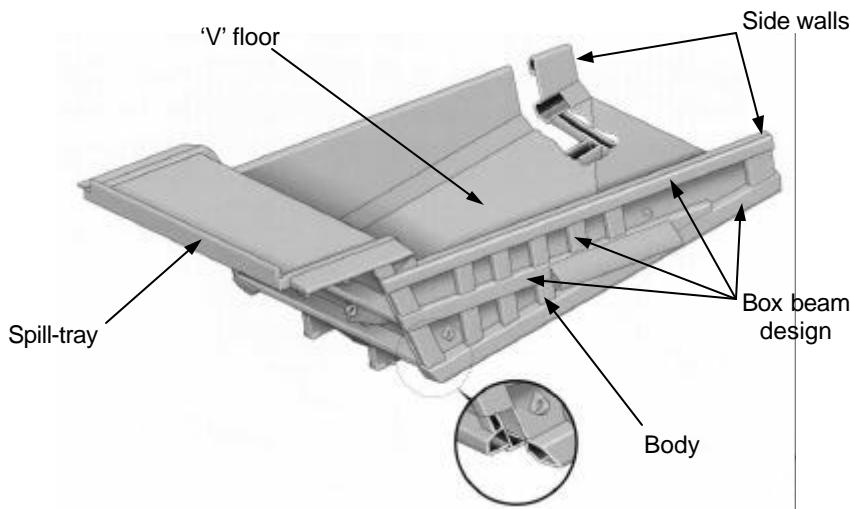
Letakkan ***bed dump lever*** pada posisi ***float*** selama pengoperasian kendaraan untuk alasan keselamatan berikut ini:

- ***Oil brake*** dan hidrolik berbagi reservoir oil yang sama, dan dengan katup kendali ***bed dump*** pada posisi ***float***, ***oil brake*** dan hidrolik dapat diarahkan ke pendingin (*cooler*) oil brake dan hidrolik.
- Dengan ***bed*** yang direndahkan dan katup kendali ***bed dump*** pada

#### 4. Komponen Alat Berat

posisi **hold**, penge-**lock**-an hidrolik silinder **dump bed** dapat dijadikan jaminan dan memastikan **bed** dikunci dengan aman pada frame kendaraan. Hal ini akan mencegah frame dari pelengkungan dan pembengkokan yang disebabkan oleh kejutan (*shock*) dan tekanan (*stress*). Hal ini juga memastikan bahwa daya tekanan dan daya kejut tidak akan ditahan oleh komponen sistem suspensi yang dirancang untuk melakukan hal tersebut.

Komponen yang sangat bernilai berkenaan dengan frame kendaraan adalah body truk. Body/bed truk dipasang langsung pada frame kendaraan. Seperti telah disebutkan sebelumnya, tekanan beban body langsung menuju ke suspensi dan bukan ke frame (selama tuas body dump berada pada posisi float). Hal ini, sebagian, disebabkan oleh rancangan dan konstruksi dump body yang terpasang pada frame kendaraan.



Gambar 4.155 Bed truk

Body truk dirancang sedemikian rupa sehingga sesuai dengan aplikasi khusus berkenaan dengan material yang akan digunakan, jenis mesin beban (loader/shovel) dan sesuai dengan faktor environmental khusus. Silinder dump hidrolik tingkat ganda dengan **all-stage power up** dan **last-stage power down** hanya rancangan, dipasang ke frame kendaraan pada **head-end** silinder, **rod-end** silindernya dipasang pada bagian bawah **dump body**.

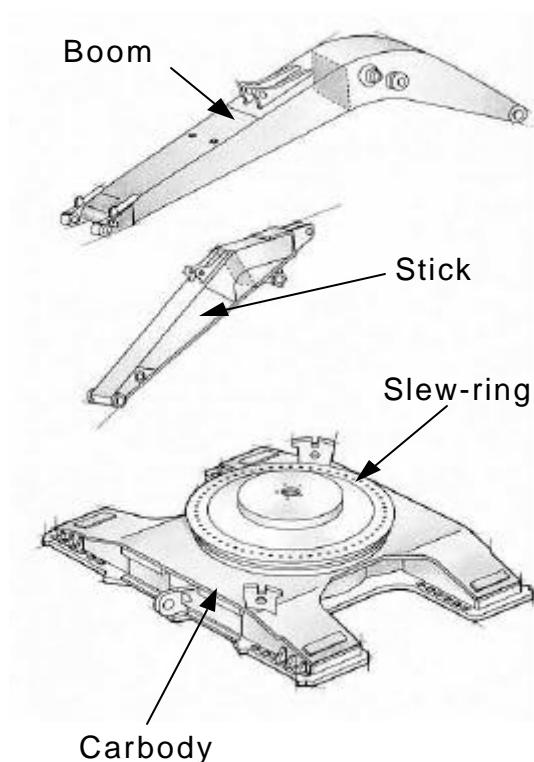
**Five-sided beam** yang menahan pembebanan kejut (*impact loading*)

#### 4. Komponen Alat Berat

dan hauling stress menggabungkan **sidewall** dan **floor junction**. Perancang harus memasukkan ke dalam rancangan body truk, **sidewall**, **top rail**, **corner** dan **cabin spill tray area** untuk memberikan resistensi kejut yang maksimal.

Pada body harus terdapat **dual-slope floor** karena retensi beban naik dan titik berat (*center of gravity*) yang lebih rendah. **V floor** mengurangi pembebanan kejut terhadap frame dengan menyebarluaskan beban kejut tersebut ke samping dan ke atas, sebagai pengganti penyebarluasan ke bawah. **V floor** yang sama juga membantu memusatkan beban. **Ducktail** dan **forward body slope** dirancang untuk menguasai material sementara kendaraan berada pada jalur yang curam, mengurangi pergerakan dan tumpahan material.

#### Excavator Frames



Gambar 156 Frame ekskavator

'Carbody' sebenarnya merupakan 'frame utama' dari semua ekskavator, yang menggunakan pelat *cast steel single moulded*, hal ini dikarenakan ekskavator memerlukan resistensi untuk menahan beban kejut dan pembengkokan torsional saat rangka bagian atas bergerak 360°. *Carbody* dipasang langsung ke *roller frame* mesin tensi yang banyak dan bolt yang diregangkan yang meminimalkan gerakan antara *roller frame* dan *carbody*. *Forged swing bearing* mendukung struktur *carbody* bagian atas dan menahan beban kejut tinggi yang ditransmisi ke seluruh mesin.

## 4. Komponen Alat Berat

---

Ahli rancang umumnya menggunakan **swing motor** tunggal untuk memperkenankan transisi daya halus ke **swing gear**, yang mempertinggi **swing gear wear pattern**. Frame utama (tidak terlihat) dirancang dengan channel **cross-beam** dan **channel beam** bagian luar yang mendukung komponen sistem hidrolik dan platform operator.

Umumnya, dua **box-section beam** panjang membentuk tulang belakang (*backbone*) frame utama, yang mendukung bobot dan fungsi bobot lawan (*counterweight*), mesin dan **boom foot**.

**Boom tower** dan **rail** utama dibuat dari pelat baja berkekuatan tarik tinggi **solid cast rolled**, dengan bantalan engine yang ditunjukkan untuk kekuatan tambahan.

Boom dan stick ekskavator dibuat dengan menggunakan struktur **box-section** besar yang dilas dan diroll tunggal dengan fabrikasi multi pelat dan tebal dalam area stress yang tinggi. Jenis konstruksi ini memperkenankan struktur untuk membengkok (*flex*) dan menyebarluaskan stress.

**Steel forging** digunakan pada area stress tinggi mencakup **boom foot**, **boom nose**, **boom cylinder** dan sambungan stick. Sebagian besar pengelasan dilakukan **robotically** untuk konsistensi.

### Caution

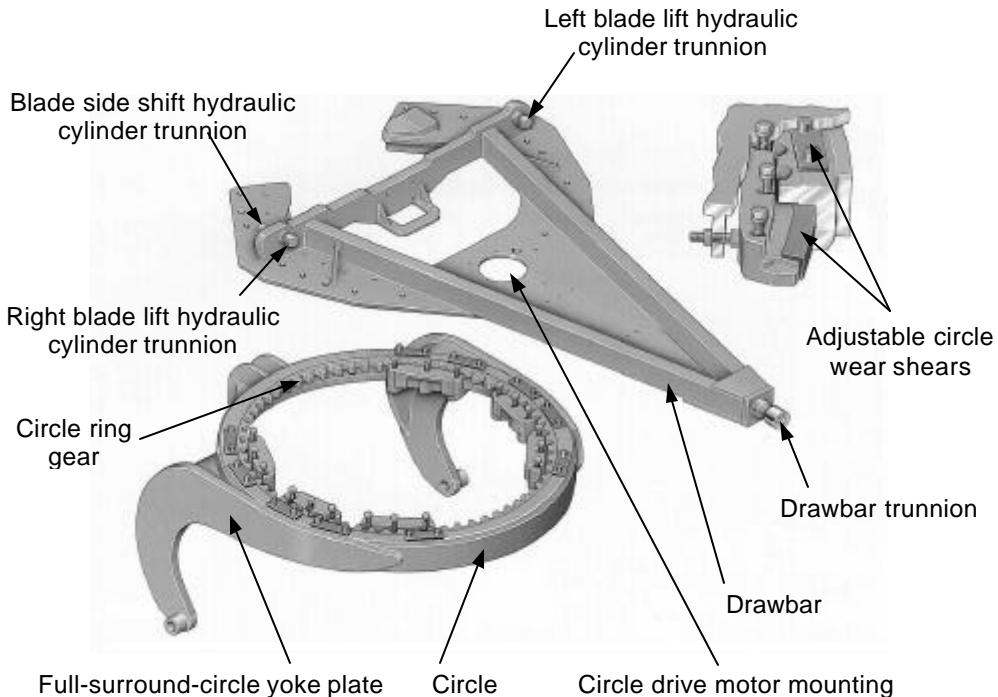
Kebanyakan dari stick dan boom ekskavator merupakan beban yang diringankan (*stress relieved*) untuk memaksimalkan kekuatan dan meminimalkan bobot **all-up** struktur. Periksalah spesifikasi pabrik pembuat dan instruksi khusus sebelum menggunakan panas atau melakukan pengelasan terhadap boom maupun stick pada jenis mesin ini.

### Frame Motor Grader

Frame dari kebanyakan motor grader bagian depan dirancang sebagai pelat bagian bawah dan atas potongan tunggal yang bergerak dari **bolster** ke sambungan artikulasi (*articulation joint*).

Frame bagian belakang memiliki dua **box-section channel integral** dengan **case differential** yang dilas penuh. Sebagian besar beban kejut, pembengkokan, pelengkungan dan tekanan sisi berasal dari kejutan vertikal induksi tanah (*ground induced vertical shock*) ketika **moldboard** (*blade*) berkontak dengan obyek yang tidak dapat bergerak.

#### 4. Komponen Alat Berat



Gambar 4.157 Frame Motor grader

**Drawbar** terdiri dari sebuah **A-frame**, rancangan **box-section**, dengan sisi bawah berupa permukaan yang diberi mesin untuk pengepasan dan penyetelan blade (*moldboard*) yang akurat. Sebuah lingkaran tempa satu potong (*one-piece forged circle*), yang diamankan oleh enam sepatu ladam penopang, dirancang untuk menahan beban stress yang tinggi. Untuk menahan keausan, gigi disepuh keras-induksi pada bagian depannya.

Perancang harus memasukkan dua sistem yang bersifat melindungi untuk membebaskan beban kujut tinggi (*high impact load*) untuk melindungi frame utama dan komponen bantu. Sistem tersebut adalah:

- Akumulator angkat blade (*blade lift accumulator*)
- Clutch selip gerak lingkar (*circle drive slip clutch*)

##### Blade Lift Accumulator

Blade lift accumulators menahan beban kejut vertikal bila moldboard kontak dengan obyek yang tidak bergerak. Sistem ini khususnya berguna pada

## 4. Komponen Alat Berat

---

grading yang kasar dan kondisi underfoot yang berbatu. Sistem ini juga memberikan operator kontrol yang akurat sementara memperkenankan pelepasan dari beban kejut vertikal yang mentransfer ke dalam frame utama dan komponen bantu mesin.

### Circle Driver Slip clutch

**Circle driven split clutch** melindungi **drawbar**, lingkaran (*circle*), **moldboard** dan frame utama dari beban kejut horizontal (*horizontal shock*) bila sebuah obyek terkontak dekat dengan **toe** atau **heel blade**-nya.

### ROPS Canopies

ROPS (Struktur pelindung berguling/*rollover protection structure*) berbeda dengan kabin operator, pada ROPS kabbinya hanya sebagai FOPS (Struktur pelindung jatuh/*fall-on protection structure*). Oleh karena itu ROPS canopy merupakan frame pelindung yang, bila dipasang, melindungi kabin dan operator seandainya kendaraan terguling.

### Warning

Struktur ROPS merupakan stress relieved, box-section steel tingkatan sangat tinggi, dan bagaimanapun juga setiap part struktur ini tidak boleh terkena panas. Sebelum melakukan tugas pemeliharaan pada ROPS, anda harus meminta saran dari pabrik pembuat peralatan tersebut terlebih dahulu.

## 5

# Sistem dan Konstruksi Alat Berat

### 5.1. Sistem dan Konstruksi Gantry Crane

Gantry Crane merupakan sebuah derek (*crane*) yang memiliki kerekan pengangkat (*hoist*) yang dipasang pada troli (*trolley*) untuk gerakan mendatar. Banyak istilah lain untuk gantry : *rocketry*, rangka untuk membawa rocket yang mau diluncurkan. *Gantry cranes* dan *Overhead traveling cranes* adalah type crane yang dipakai mengangkat suatu obyek dgn derek yang dipasang pada troli dan dapat bergerak mendatar pada rel atau bagian rel yang dipasang di bawah rangka. Biasanya digunakan di pelabuhan-pelabuhan peti kemas untuk kegiatan bongkar-muat barang dari dan ke kapal. Mobile Cranes (MbC) terdiri dari bagian peralatan untuk bergerak (mendatar) dengan roda-roda dari ban karet untuk memuat dan membongkar ke kapal. Rail-mounted Gantry Crane (RMG) merupakan alat berat yang dipakai untuk kegiatan di pelabuhan kontainer atau kargo.



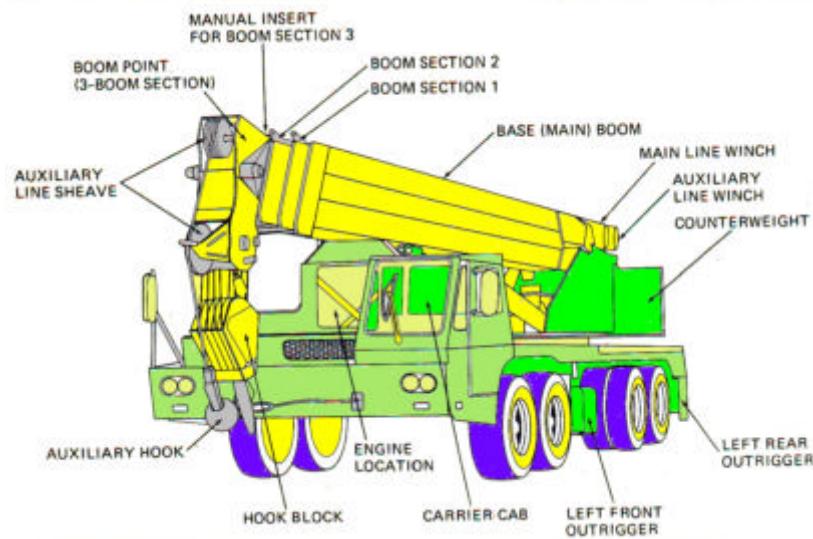
Gambar 5.1 Gantri crane yang dipakai pada pelabuhan untuk kargo

Menurut Departemen Tenaga Kerja AS dalam regulasi 1910. 179 (a)(1)([www.osha.gov](http://www.osha.gov)), “crane” adalah mesin untuk mengangkat dan menurunkan beban dan bergerak mendatar, dengan mekanisme derek yang menjadi bagian terpadu dari mesin. Crane dapat menetap (fix) atau bergerak (mobile) dan dapat digerak secara manual maupun dengan energi (power). “Gantry crane” means a crane similar to an overhead crane except that the bridge for carrying the trolley or trolleys is rigidly supported on two or more legs running on fixed rails or other runway (1910.179(a)(1).

Berbagai istilah lain selain diatas : work station crane (di pabrik atau

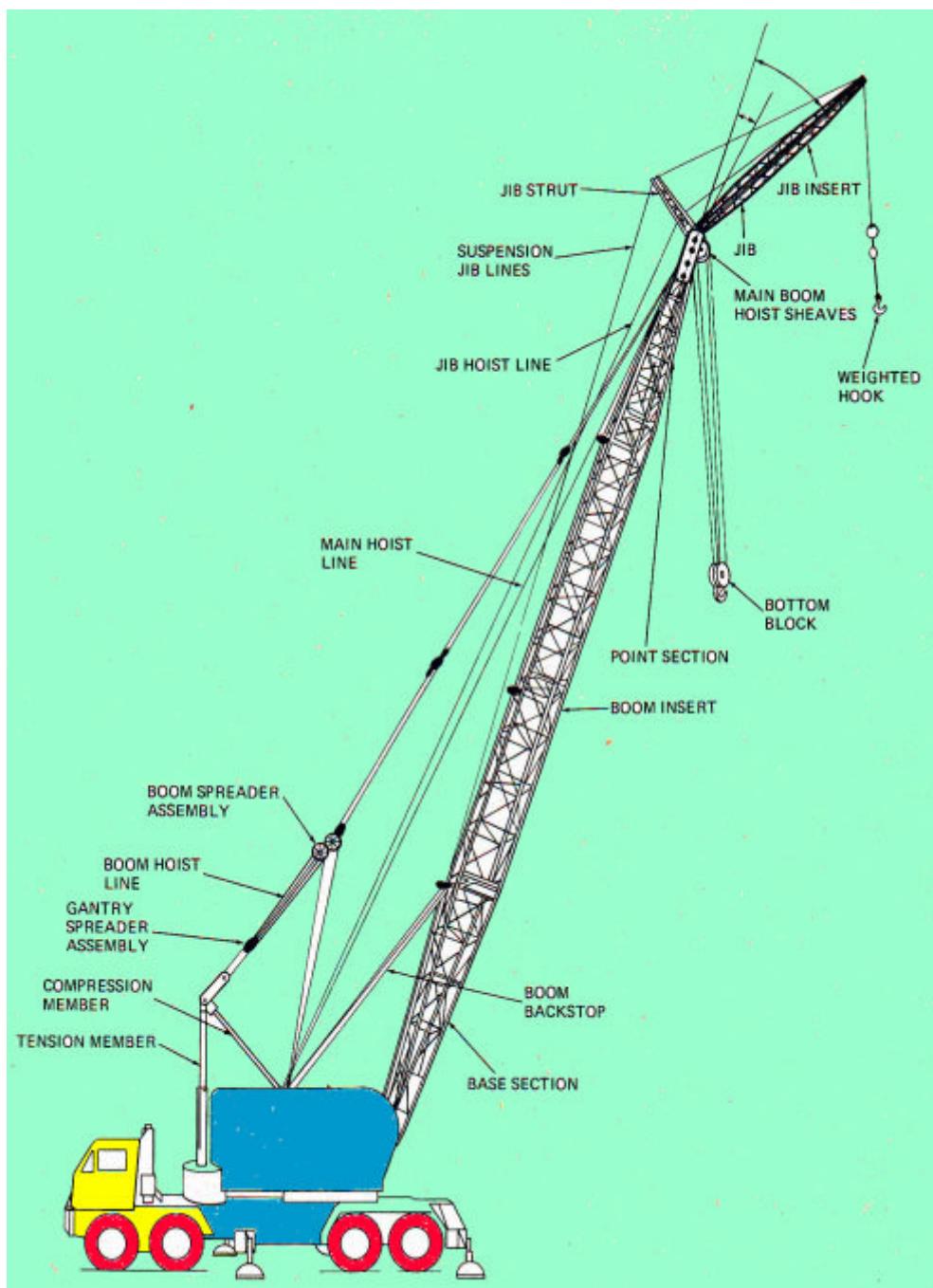
## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat

di bengkel), Electric Overhead Travelling (EOT) cranes (pabrik baja, bengkel servis kereta api, pabrik kertas), overhead bridge crane (kapasitas 2 sampai 200 ton. Umumnya digerakkan dengan listrik dan dicat kuning. Untuk yang mobile : hydraulic motor truck crane (derek truk dengan motor hidrolik), crane boom with jib attachment (derek tiang dengan peralatan penopang).



Gambar 5.2 Hydraulic motortruck crane

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat



Gambar 5.3 Typical crane boom with jib attached

---

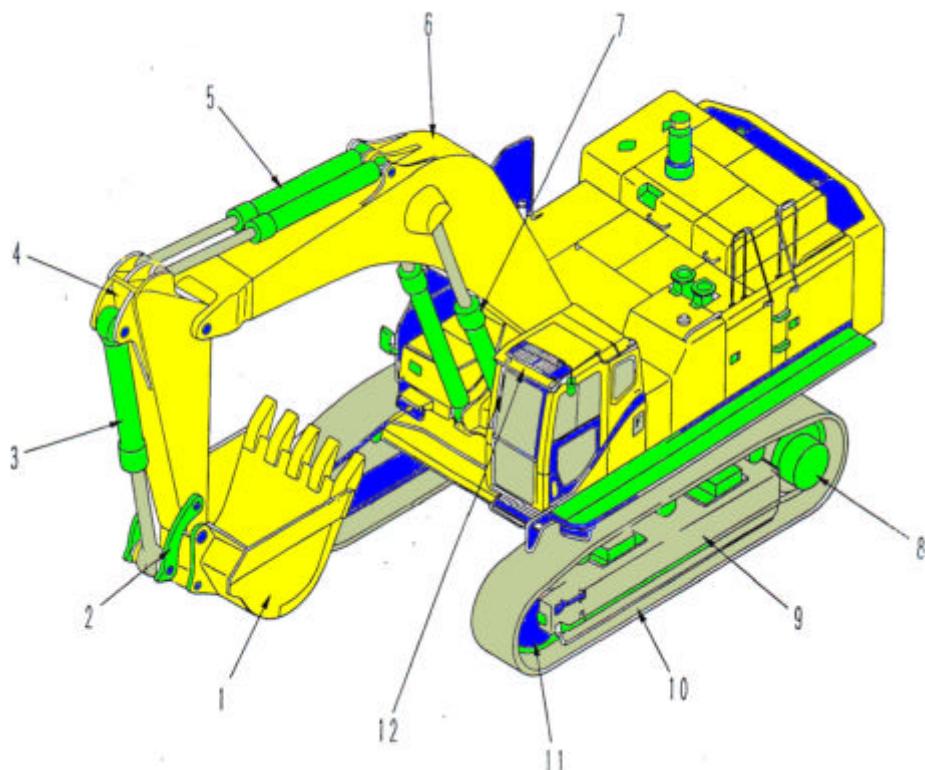
## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat

### 5.2. Sistem dan Konstruksi *Hydraulic Crawler Crane*

Hydraulic crawler crane adalah crane yang beroda crawler (rantai) yang digunakan untuk mengangkat beban dan mobilitasnya seperti hydraulic crane yang menggunakan roda ban. Penggunaan crawler menjadi keterbatasan dalam gerak namun daya dukung tanah lebih stabil dibanding dengan roda ban. Prinsipnya hydraulic crawler crane seperti hydraulic excavator yang menggunakan crawler/rantai, hanya digunakan untuk mengangkat beban bukan untuk menggali.

### 5.3. Sistem dan Konstruksi *Hydraulic Excavator type Backhoe*

Hydraulic Excavator adalah alat yang serba guna yang dapat untuk menggali tanah, membuat parit, memuat material ke dump truck atau kayu ke trailer. Dengan kombinasi penggantian *attachment* maka dapat digunakan untuk memecah batu, mencabut tanggul, membongkar aspal dan lain-lain. Kontruksi excavator bagian atasnya (upper structure) mampu berputar (swing) 360 derajat, sehingga alat ini sangat lincah untuk penggalian dan pemindahan tanah pada area yang sempit.

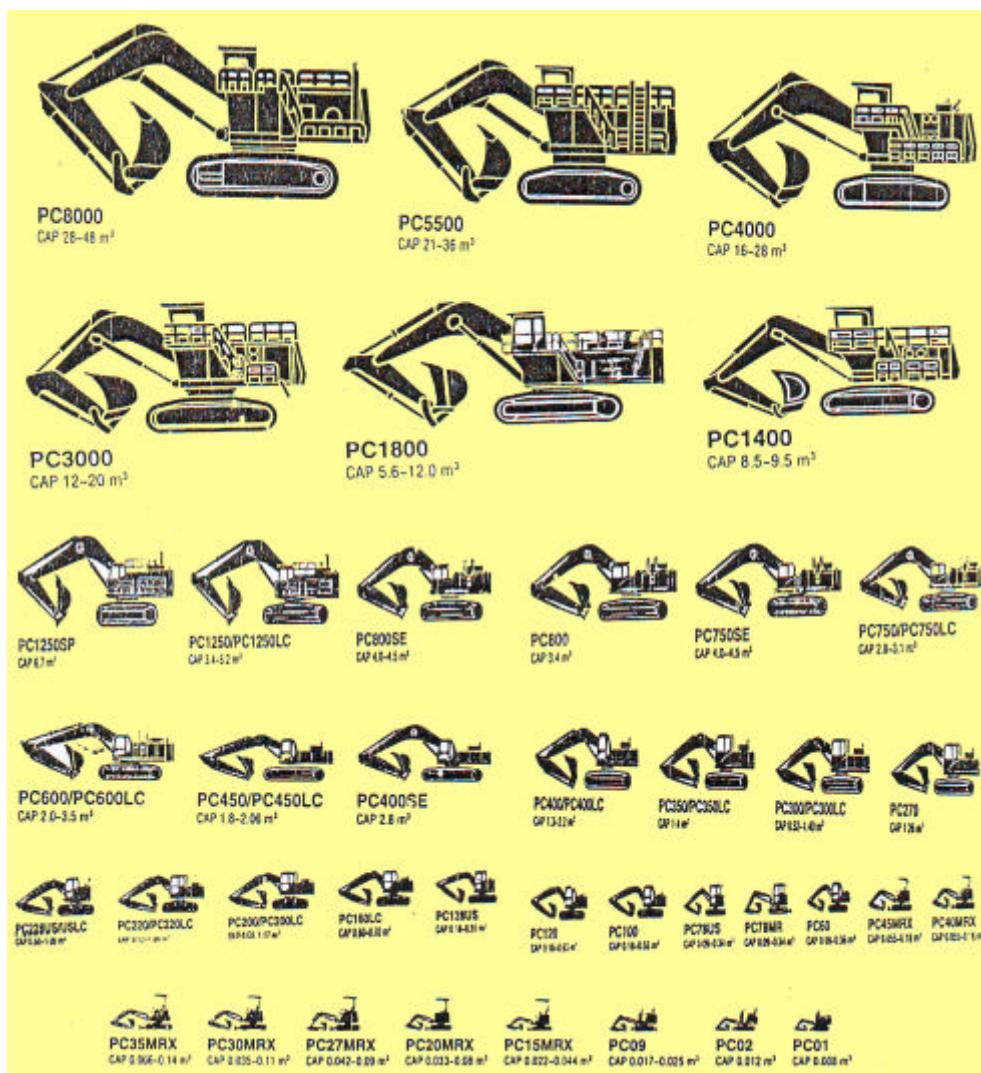


Gambar 5.4 Nama bagian Excavator

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat

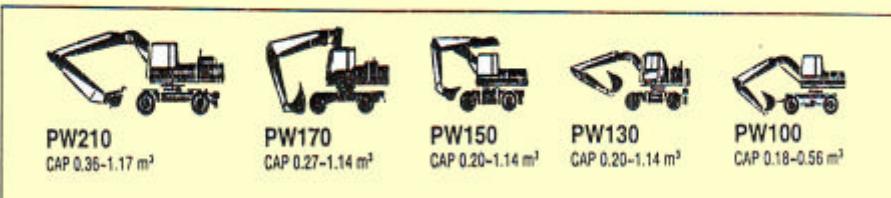
- |                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| (1) Bucket          | (8) Sprocket                         |
| (2) Bucket link     | (9) Track frame                      |
| (3) Bucket cylinder | (10) Track shoe                      |
| (4) Arm             | (11) Idler                           |
| (5) Arm cylinder    | (12) OPG (Operator Protection Guard) |
| (6) Boom            | This is an option for the PC750-7.   |
| (7) Boom cylinder   |                                      |

### 1. HYDROULIC EXCAVATORS (BACK HOE)

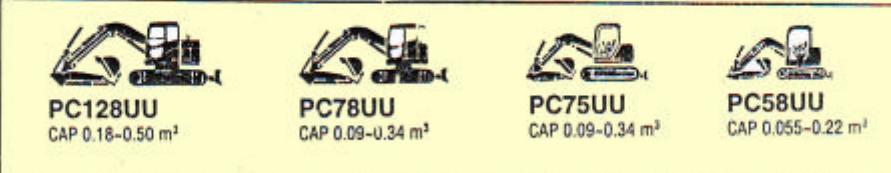


Gambar 5.5 Produk Excavator (dalam berbagai ukuran)

3. HYDRAULIC EXCAVATORS ( WHEEL TYPE )



4. HYDRAULIC EXCAVATORS ( MINIMAL SWING RADIUS EXCAVATORS) MRSX



Gambar 5.6 Produk Excavator Komatsu type Wheel & MRSX

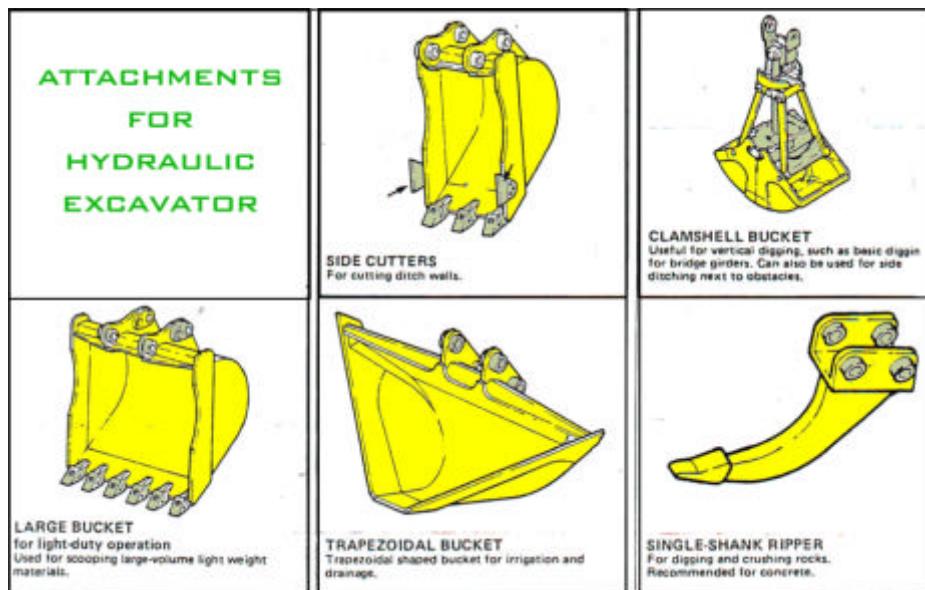
**MODEL EXCAVATORS ADA EMPAT TYPE**

1. Hydraulic Excavator (Back Hoe)
2. Hydraulic Excavator (Loading Shovel)
3. Hydraulic Excavator (Wheel Type)
4. MRSX (Minimal Swing Radius Excavator)

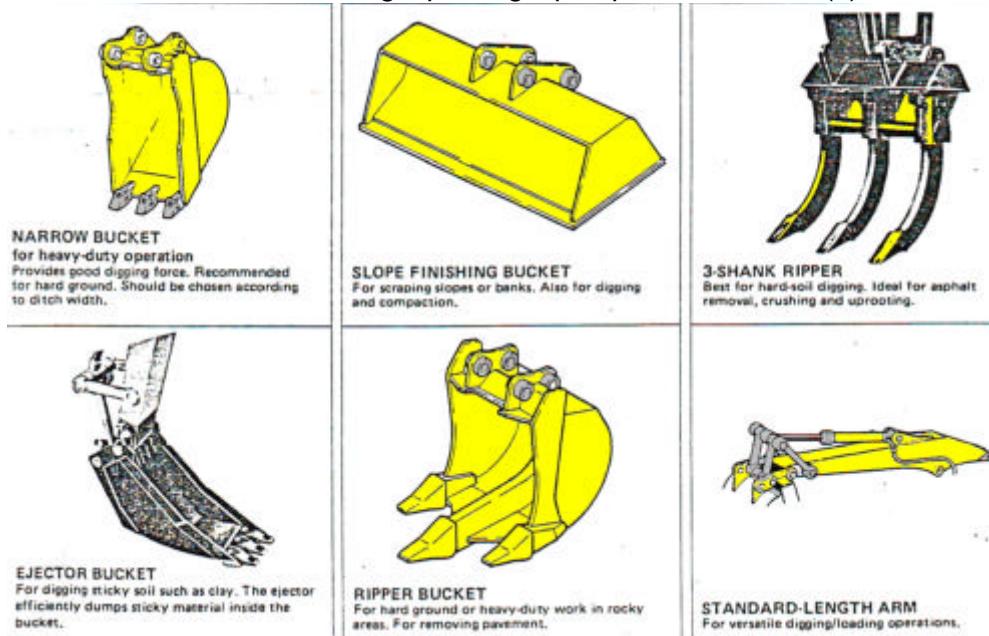
Untuk excavator pada huruf belakang Modifikasi (Generasi) diluar LC Long Track dengan istilah sperti dibawah ini

- HD = Heavy Duty (untuk speck Logging)  
SP = Super Production (Mining)  
SE = Super Earth Mover  
US = Ultra Tail and Standard boom  
UU = Ultra Urban (Minimal Swing radius Excavator 120 °)  
MR = Mighty Rubber Crawler Excavator (traveling aspal dan quarry mining)

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat

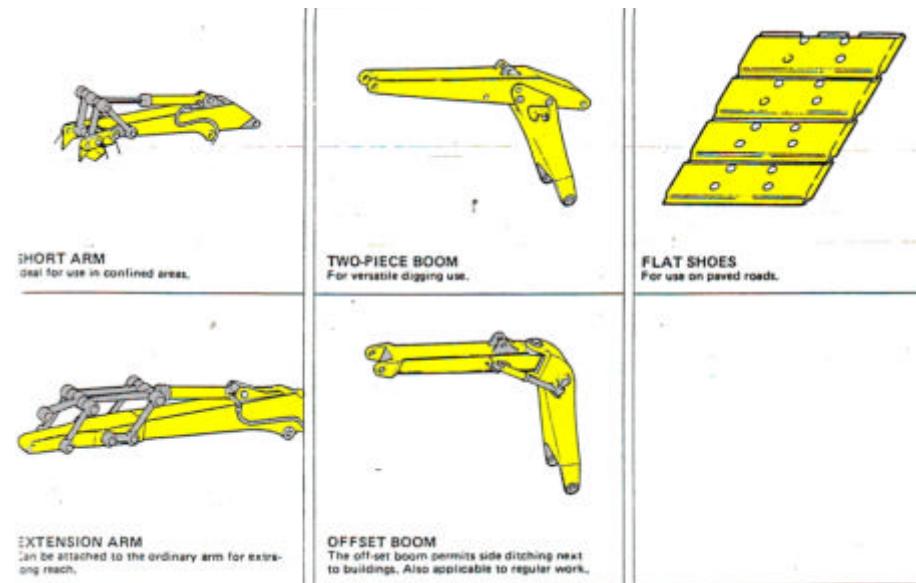


Gambar 5.7 Berbagai perlengkapan pada Excavator (1)

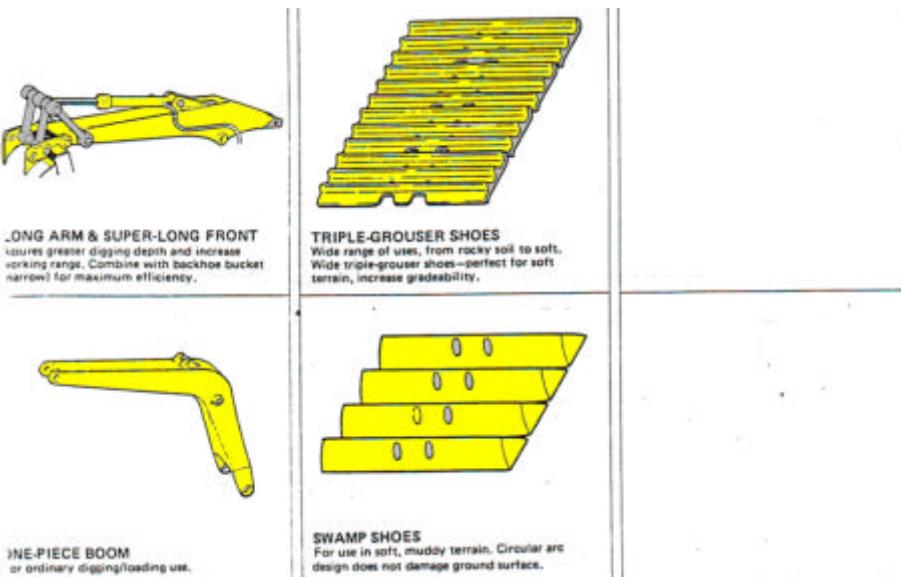


Gambar 5.8 Berbagai perlengkapan pada Excavator (2)

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat



Gambar 5.9 Berbagai perlengkapan pada Excavator (3)

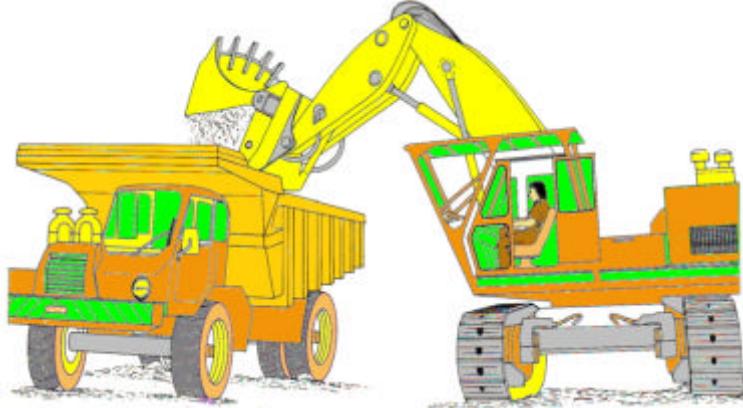


Gambar 5.10 Berbagai perlengkapan pada Excavator (4)

---

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat

### 5.4. Sistem dan Konstruksi *Hydraulic Excavator type Shovel*



Gambar 5.11 Hydraulic shovel sedang memuat pada dumptruck

### 5.5. Sistem dan Konstruksi *Motor Grader*

Motor grader adalah Tractor roda dengan perlengkapan kerja :

- Blade digunakan untuk meratakan tanah
- Scafier dipasang pada bagian depan blade digunakan untuk memecahkan material yang keras
- Ripper dipasang pada bagian belakang unit.

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat



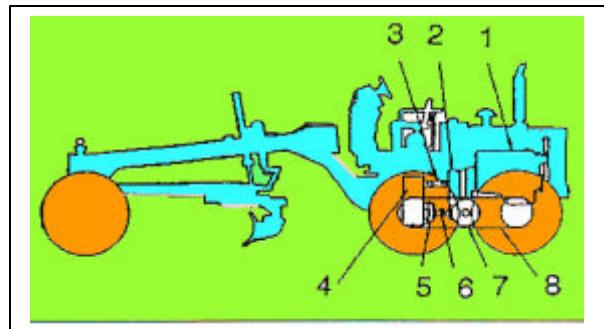
Gambar 5.12 Produk Motor Grader (berbagai type)

### MODEL GRADER ADA DUA TYPE

1. Power Shift
2. main Clutch

### NAMA KOMPONEN

1. Engine
2. Main Cluth
3. Drive shaft
4. Transmission
5. Parking Brake
6. Drive shaft
7. Final Drive



Gambar 5.13 Nama Komponen Motor Grader

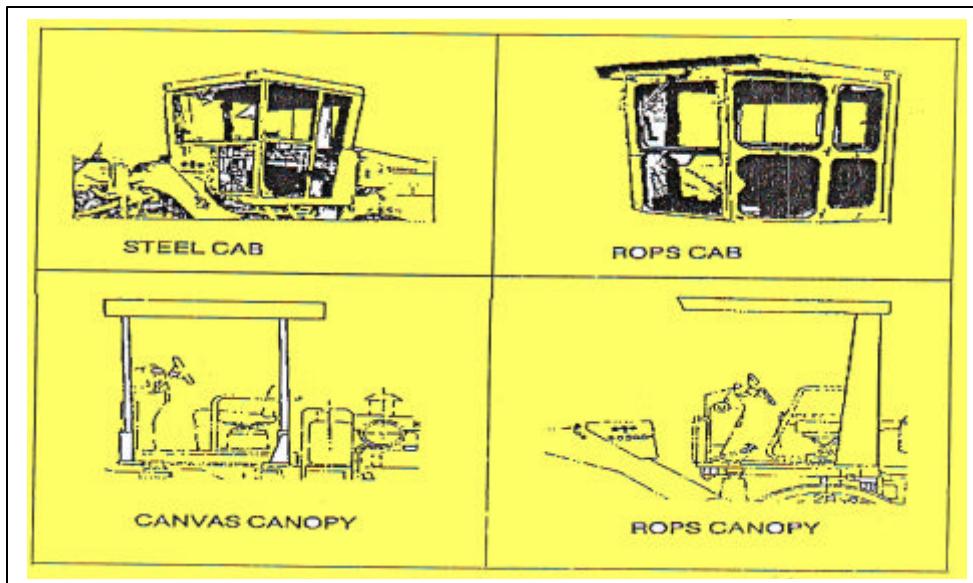
---

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat

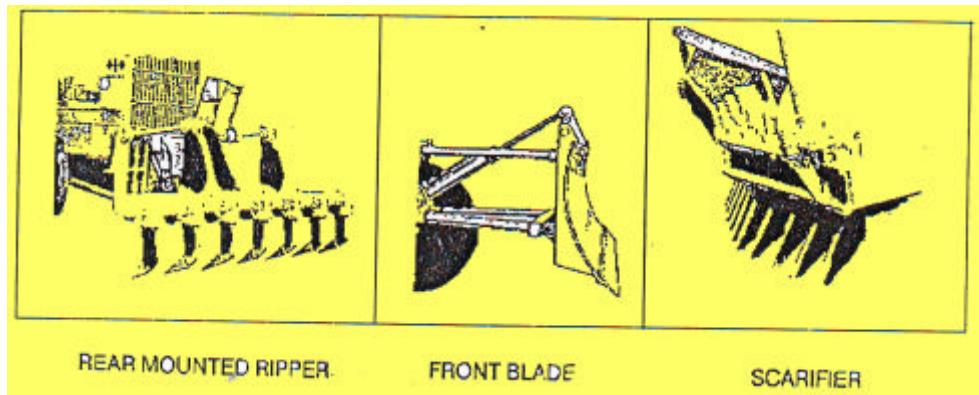
### 8. Tandem Drive

Motor Grader pada umumnya digunakan untuk pekerjaan finishing mengikis tebing, membuat parit.

Secara garis besar, penamaan kode Motor Grader komatsu adalah sebagai berikut :



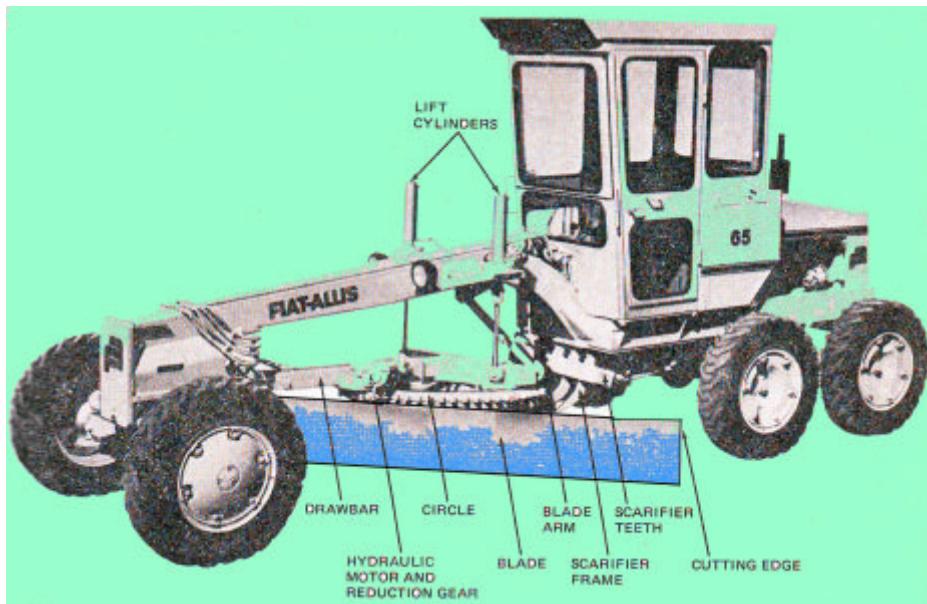
Gambar 5.14 Cabin Motor Grader  
**ATTACHMENT MOTOR GRADER**



Gambar 5.15 Perlengkapan Motor Grader

---

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat



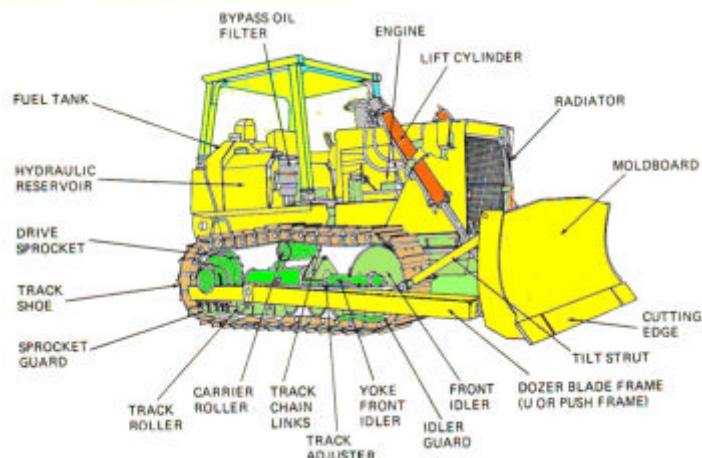
Gambar 5.16 Nama komponen Motor Grader

### 5.6. Sistem dan Konstruksi *Bulldozer*

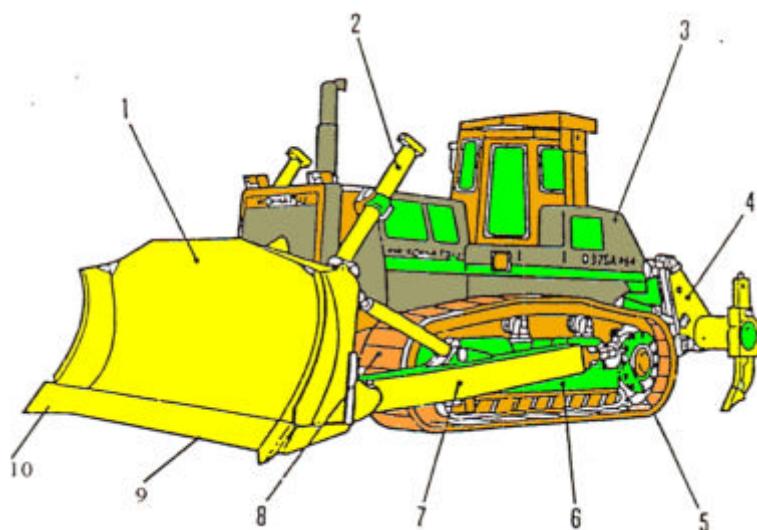
**Bulldozer** adalah tractor rantai yang dapat dipergunakan untuk pekerjaan menggali, menggusur, mendorong tanah atau material dan menarik log atau potable camp yang dapat dioperasikan di medan berbatu, berbukit, maupun tanah Lumpur di berbagai sector pekerjaan seperti tambang (mining), konstruksi (construction), logging & HTI (forestry dan perkebunan (agro). Bulldozer dapat melakukan pemindahan tanah yang efektif sejauh 100 m dengan cara estafet. Nama komponen Bulldozer :

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 1. Blade          | 6. Main Frame     |
| 2. Lift Silinder  | 7. Straight frame |
| 3. Carrier Roller | 8. Truack shoe    |
| 4. Ripper         | 9. Cutting edge   |
| 5. Sprocket       | 10. End bit       |

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat

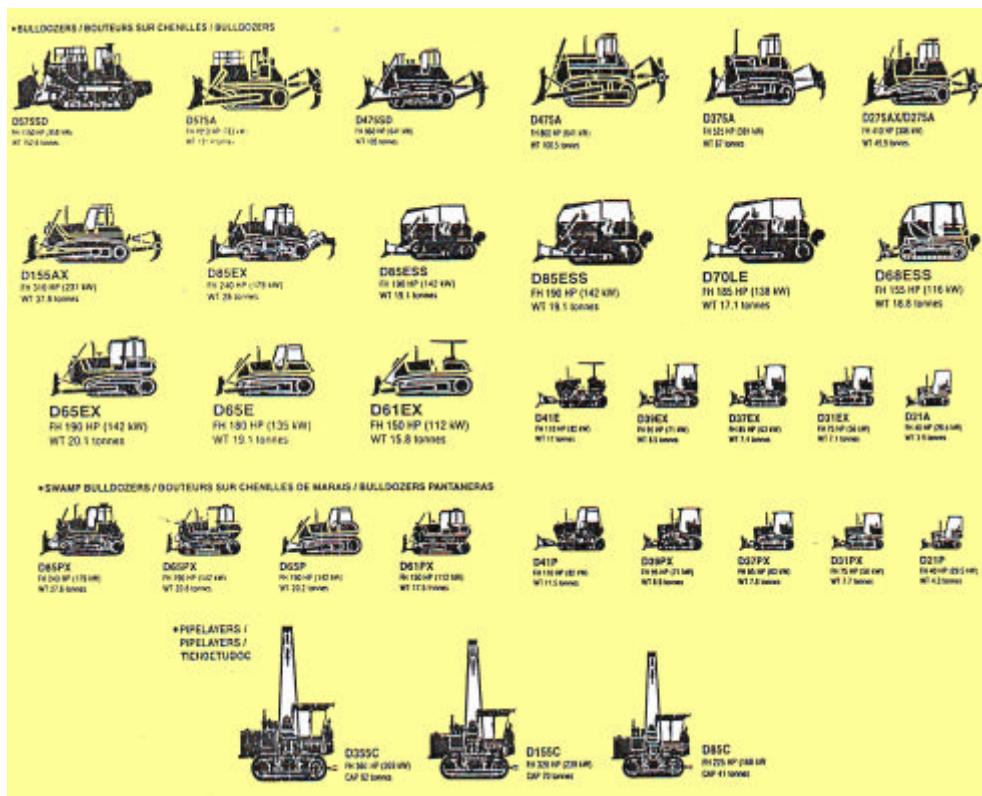


Gambar 5.17 Nama bagian Track-type tractor



Gambar 5.18 Nama komponen bulldozer

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat



Gambar 5.19 produk Bulldozer dalam berbagai ukuran

### MODEL BULDOZER ADA EMPAT TYPE

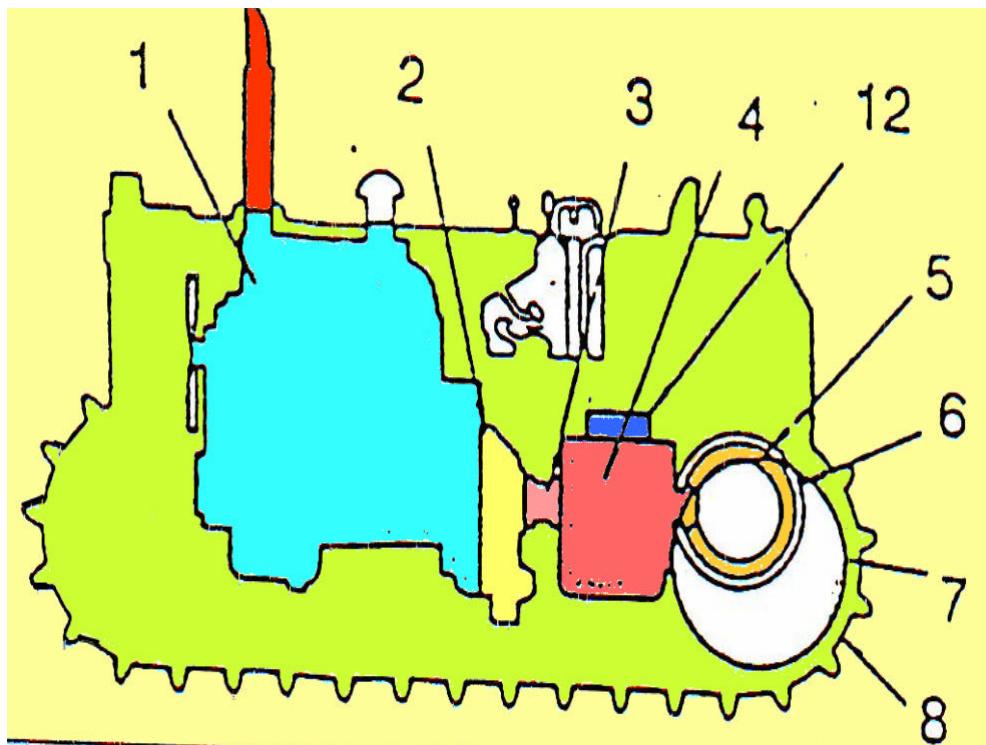
1. Bulldozer
2. Swamp Bulldozer
3. Dozer Shovel
4. Pipelayer

### POWER TRAIN

Power train Bulldozer jika dilihat dari sistem pemindahan tenaganya terdiri 3 model yaitu :

1. DIRECT DRIVE
2. TORQUE CONVERTER
3. DAMPER & HIDROSHIFT

Bulldozer dengan Direct Drive system

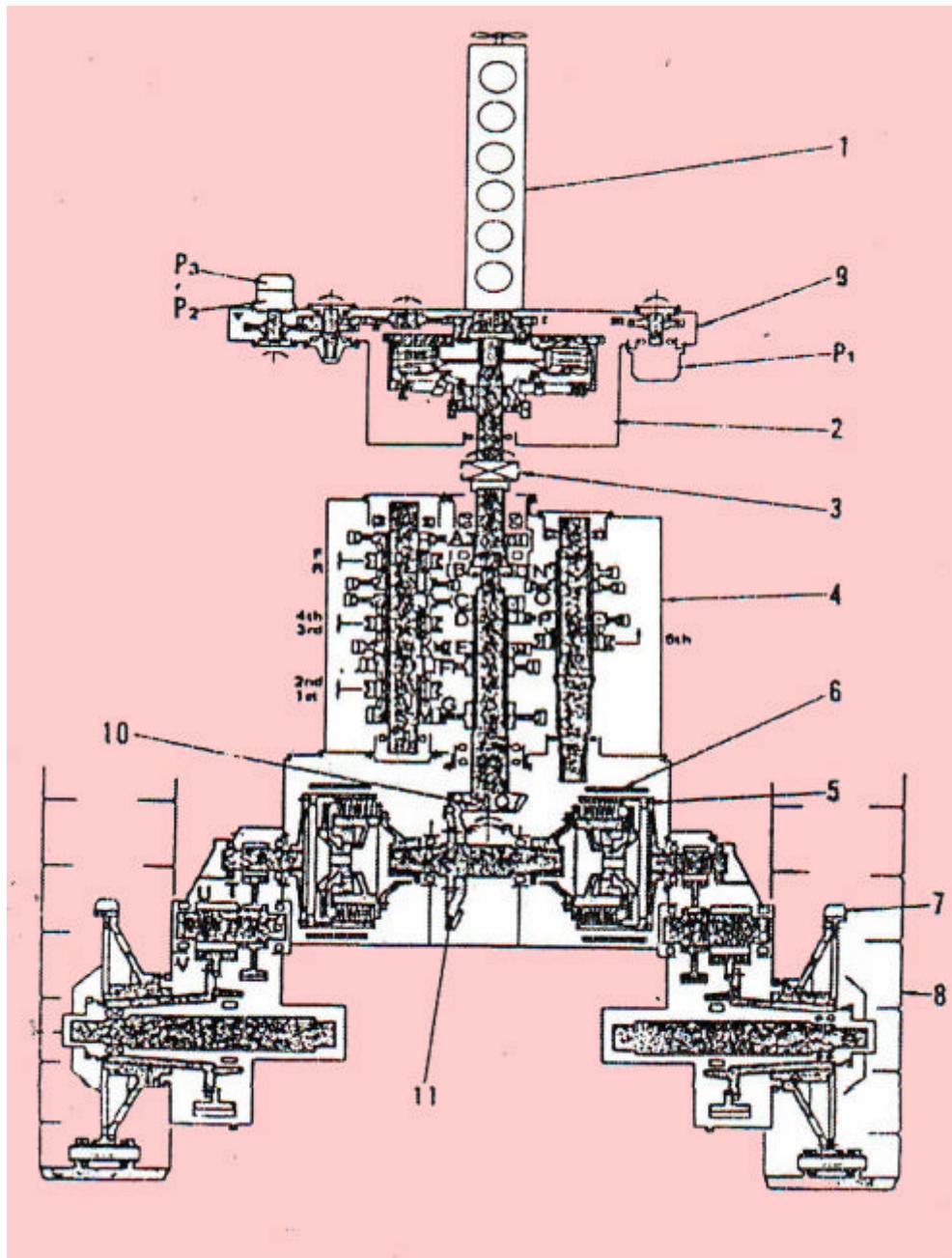


Gambar 5.20 Nama Bagian Bulldozer

- |                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| 1. Engine             | 5. Steering Clutch |
| 2. Clutch             | 6. Steering Brake  |
| 3. U-Joint            | 7. Sprocket        |
| 4. Transmisi mekanis  | 8. Track           |
| 12. T/M Control valve |                    |

---

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat



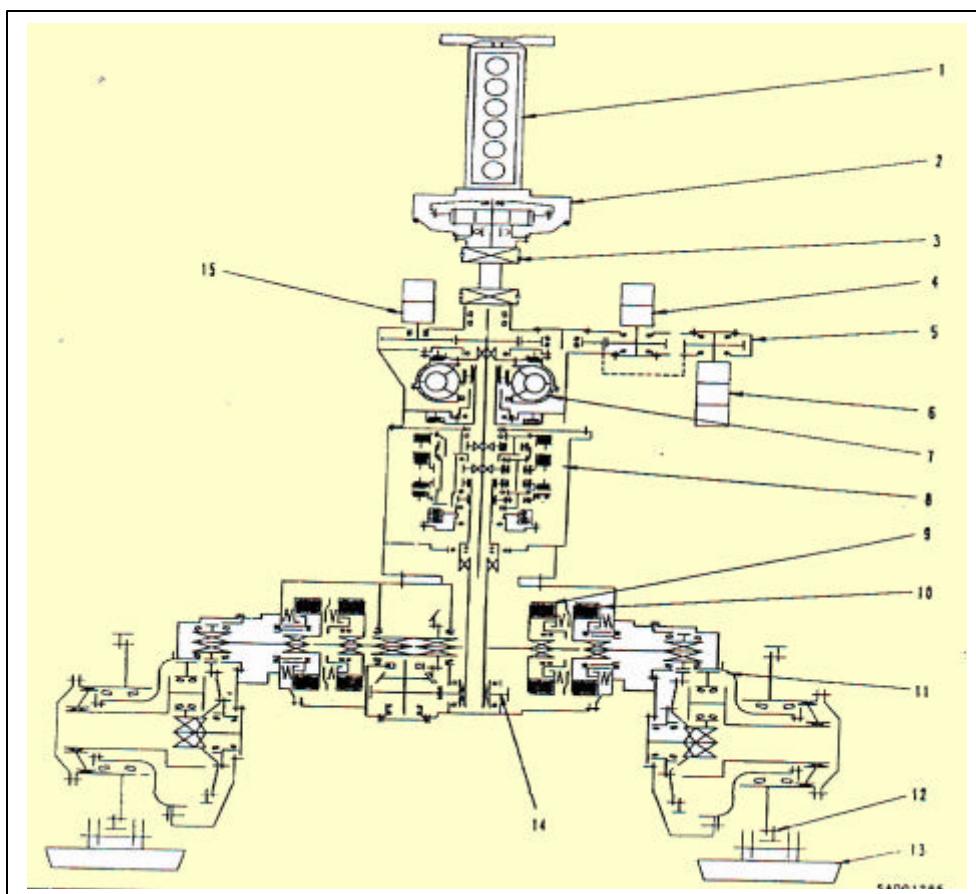
Gambar 5.21 Contoh D 70 L

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1. Engine            | 7. Sprocket          |
| 2. Main Clutch       | 8. Track Shoe        |
| 3. U-Joint           | 9. PTO               |
| 4. Transmisi mekanis | 10. dan 11 Bevelgear |
| 5. Steering Clutch   | P1,                  |
| 6. Steering Brake    | P2,P3,Pump           |

### Bulldozer dengan Torqflow Transmission

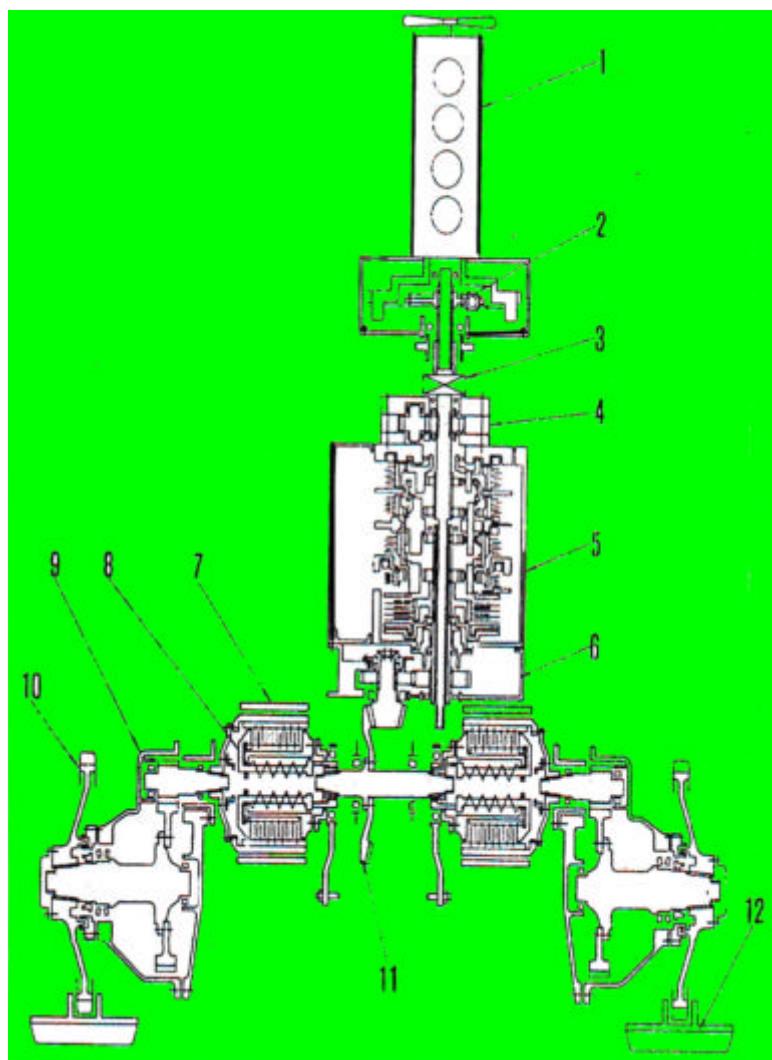
- |                   |                    |                 |
|-------------------|--------------------|-----------------|
| 1. Engine         | 6. Pompa Hidroulik | 11. Final Drive |
| 2. Damper         | 7.Torque Converter | 12. Sprocket    |
| 3. U-Joint        | 8. Transmisi       | 13. Track       |
| 4.Pompa Transmisi | 9. Steering Clutch | 14. Transfer    |
| 5. PTO            | 10. Steering Brake | 15. Scav. pump  |



Gambar 5.22 Contoh D 375-3A-3

**Bulldozer dengan Hidroshift system**

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| 1. Engine            | 7. Steering Brake  |
| 2. Damper            | 8. Steering Clutch |
| 3. U-Joint           | 9. Final drive     |
| 4. Pompa Transmisi   | 10. Sprocket       |
| 5. Transm.Hidroshift | 11. Bvel gear      |
| 6. Transfer          | 12. Track          |



Gambar 23 Bulldozer dengan hydrosift system.

## ATTACHMENT DOZER

### Rake Blade

Adalah blade berbentuk garpu yang terpasang pada bagian depan Bulldozer, berguna untuk mencabut sisa-sisa akar pohon dan mendorong ranting-ranting kayu agar kerusakan top soil dapat dikurangi.

Selain hal itu, blade ini dapat juga digunakan untuk memisahkan batu-batu dengan ukuran tertentu pada pekerjaan Quarry (lihat gambar 5.20 a)

### Ripper

Ripper adalah peralatan yang berbentuk taji yang terpasang pada bagian belakang Bulldozer untuk memecah batu, tanah keras menjadi bongkahan-bongkahan sehingga mudah untuk didorong. Ripper terdiri dari 2 jenis yaitu (periksa gambar 5.20 c dan d)

- a. Multi shank ripper (riggid & variable)
- b. Giant Ripper

### Towing Winch

Gulungan kawat baja pada belakang Bulldozer yangdigunakan untuk menarik kayu (log), unit/machine, Portable Camp, dll

### Backhoe

Peralatan tambahan pada belakang Bulldozeryang digunakan untuk membuat parit dengan kemampuan swing (berputar) 180 derajat

### J- Blade

Blade yang berbentuk U, dengan desain blade seperti ini membuat tanah akan sedikit terbuang ke samping sehingga pendorongan lebih efektif, umumnya blade ini digunakan pada pekerjaan konstruksi.

### Angle blade

Blade dapat diserongkan 25 derajat, ke kanan dan kekiri dan dapat ditinggikan secara manual. efektif untuk pekerjaan scraping tanah lunak atau salju sehingga material terbuang ke samping

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat

### Straight Tilt blade Straight dozer

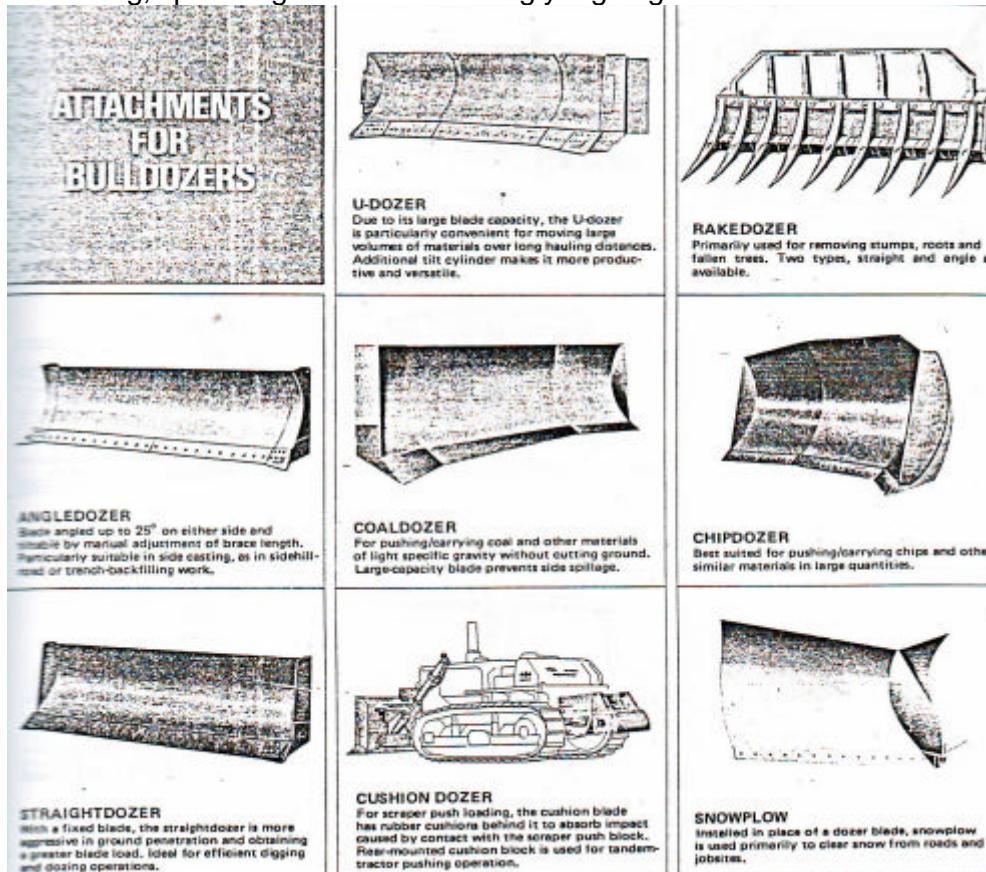
Blade yang dapat ditinggikan sebelah sehingga kemiringan/sudut pemotongan dapat diatur dari operator sebagai penopang blade ini digunakan rangka/frame tipe straight frame. Dengan blade ini efektif untuk melkukan dozing material besar dan berat

### Dual Tilt Dozer

Blade yang dilengkapi dengan 2 bilt silinser pada 2 sisi, sehingga optimum untuk pemotongan berbagai material dan pengaturan sudut pemotongan yang lebih baik sehingga meningkatkan produksi.

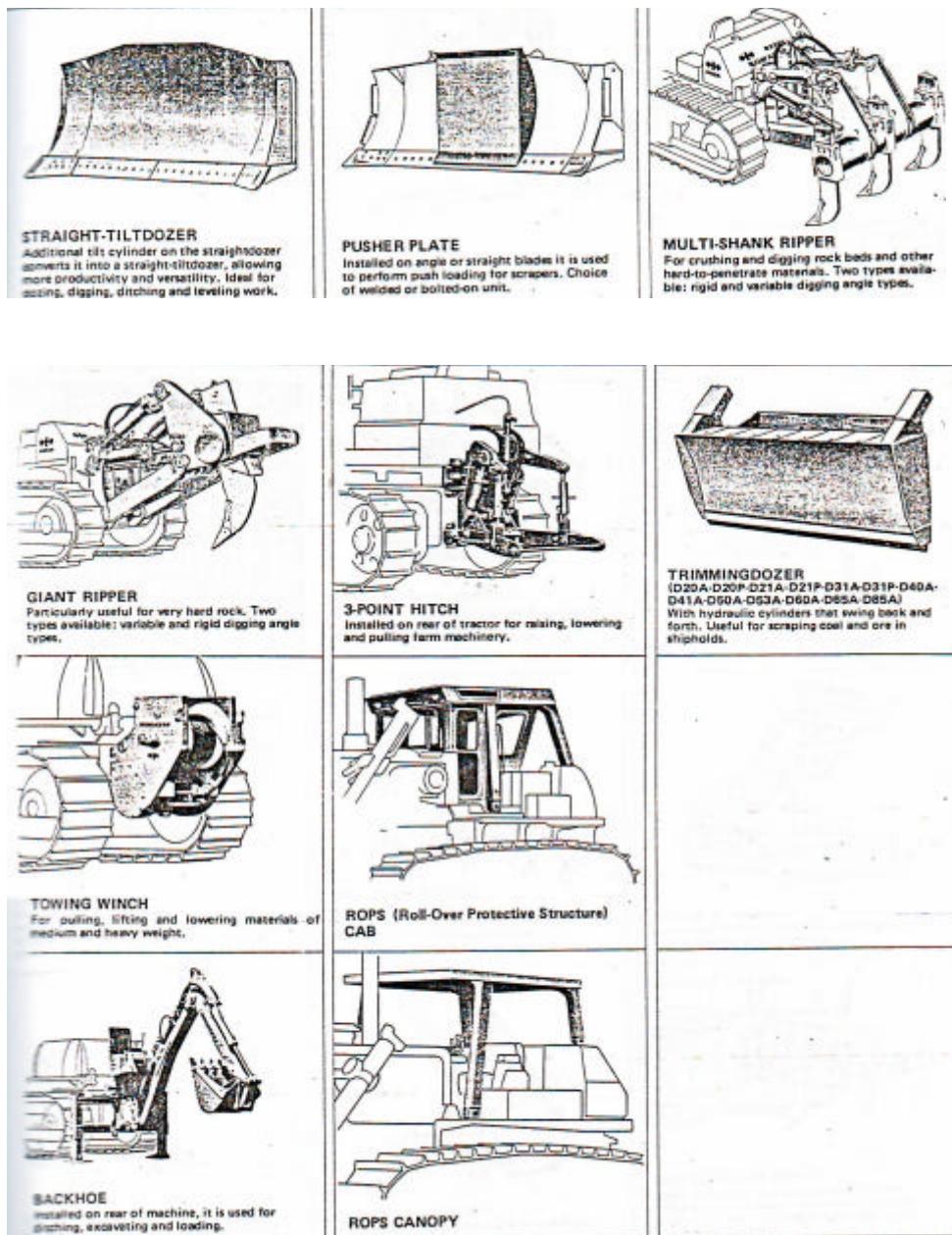
### Power angle tiltdozer

Pengaturan sudut kemiringan dan ketinggian blade pada satu sisi dapat diatur dari kabin operator dan blade ini efektif untuk pekerjaan grading, back filling, spreading dan aland clearing yang ringan.



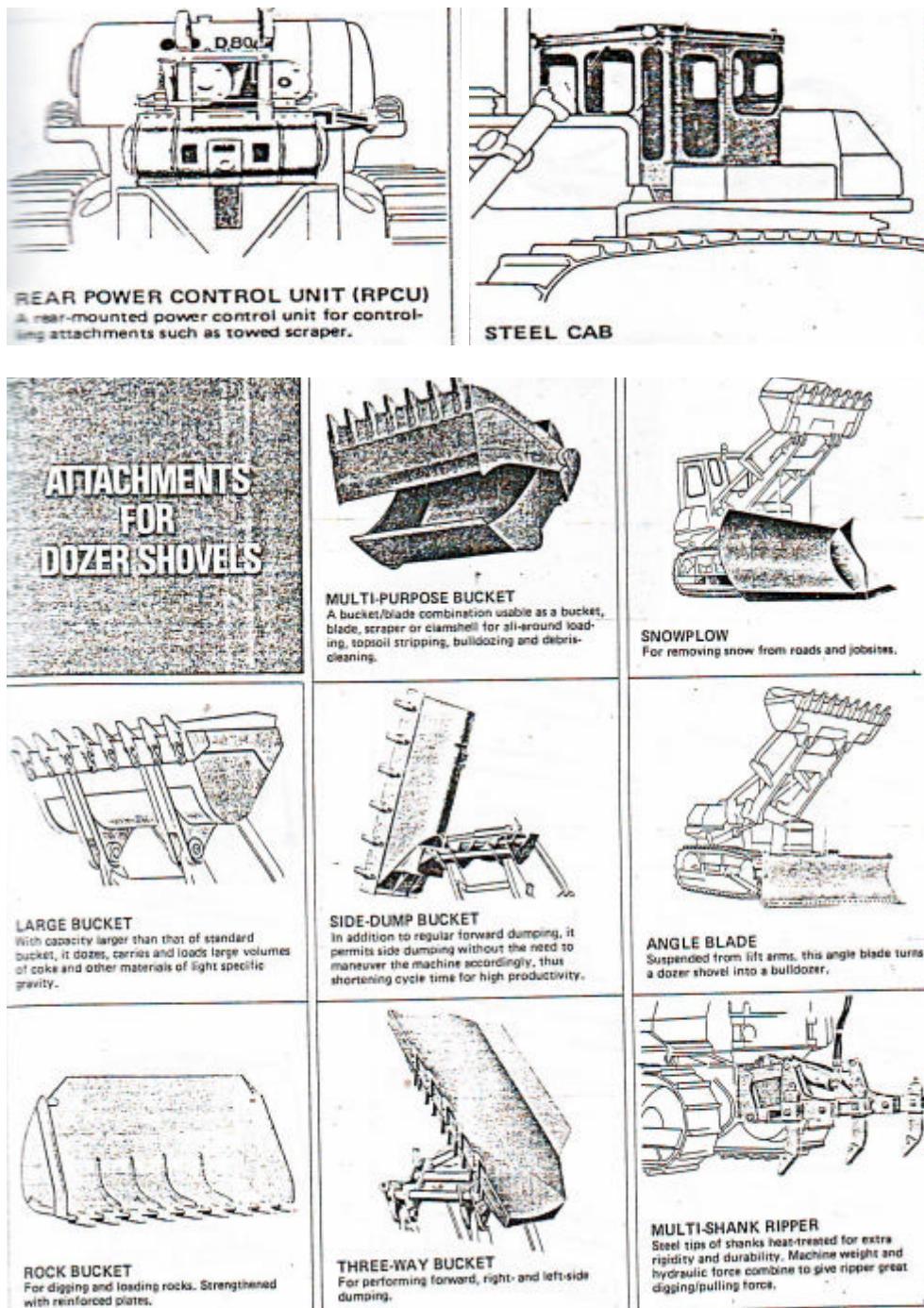
Gambar 5.24 Perlengkapan bulldozer (1)

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat



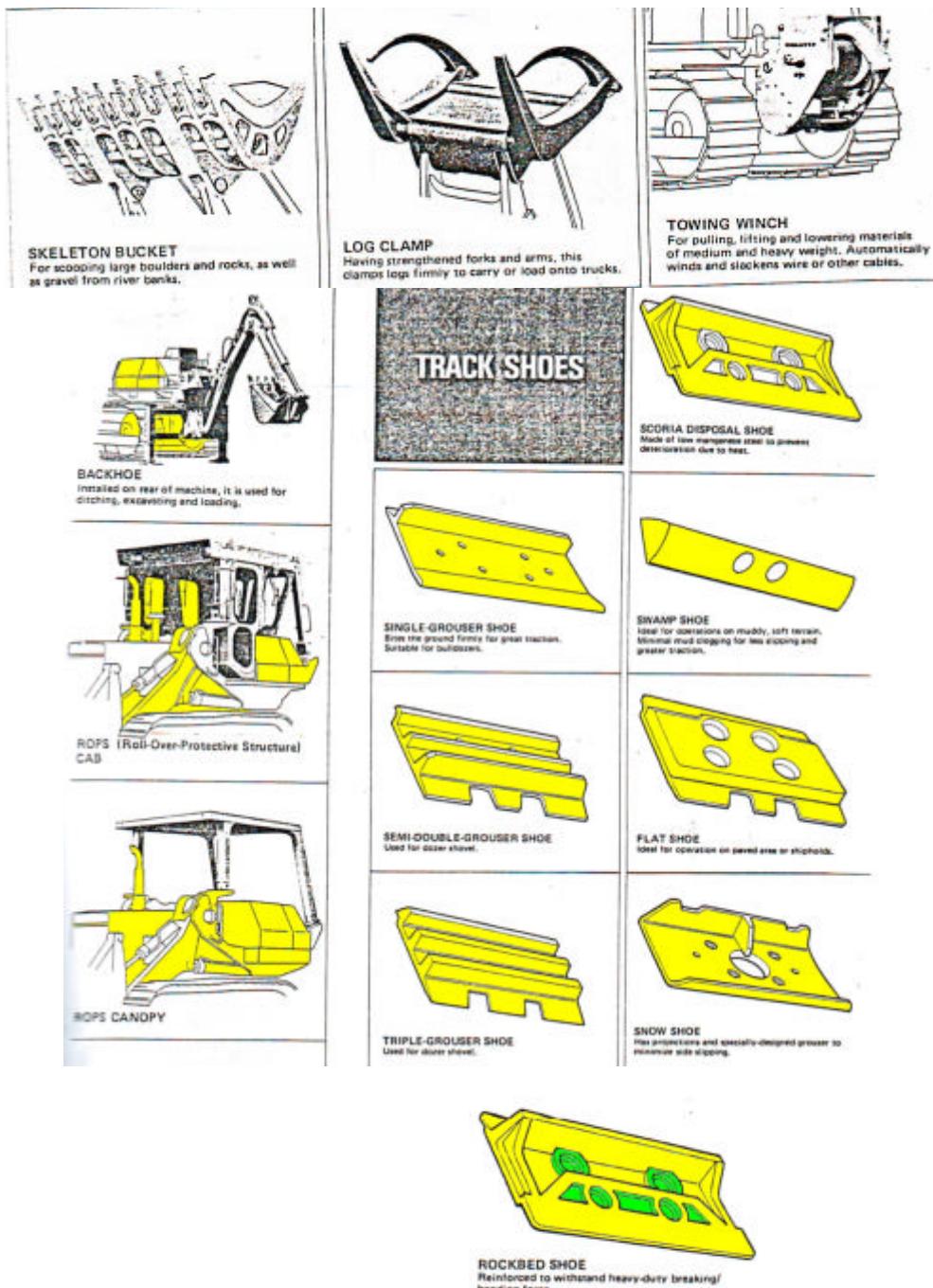
Gambar 5.25 Perlengkapan Bulldozer (2)

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat



Gambar 5.26 Perlengkapan Doser Shovel (1)

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat



Gambar 5.27 Perlengkapan Doser Shovel (2)

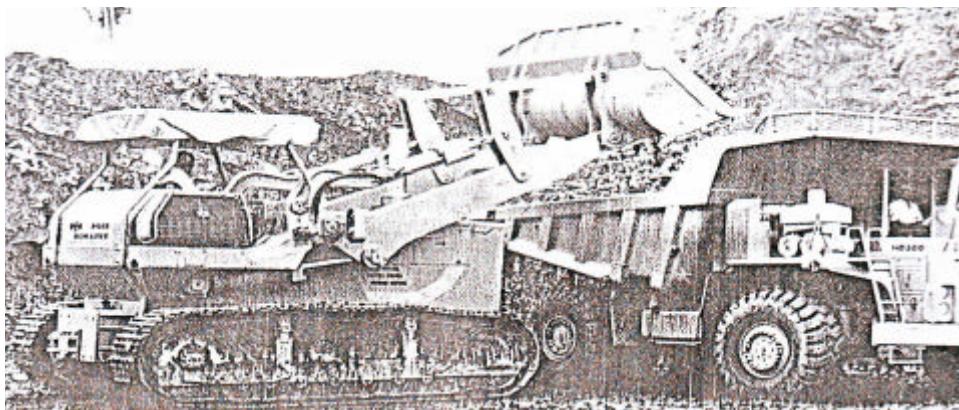
---

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat

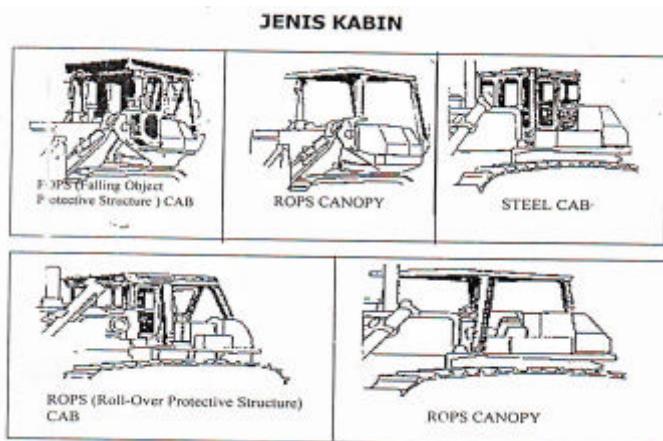
### DOZER SHOVEL

Dozer shovel adalah tractor rantai yang dilengkapi dengan bucket yang berfungsi sebagai alat angkut jarak pendek (loading) dan efisiensi untuk daerah kerja yang rata dan kering

Contoh : Memindahkan material dari lokasi ke dump truck.



Gambar 5.28 Doser Shovel



Gambar 5.29 Jenis kabin Doser Shovel

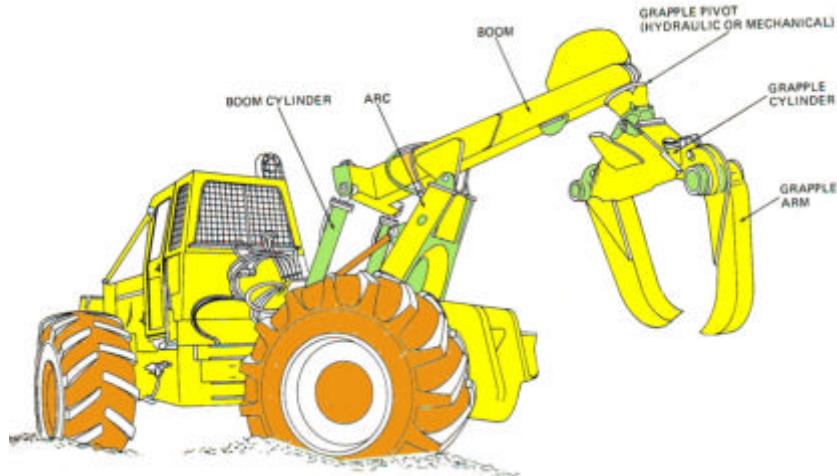
**ROPS** = Roll Over Protective Structur merupakan rangka pelindung yang didesain agar aman terhadap bahaya terguling.

**FOPS** = Failling Objective Protective Structure merupakan rangka pelindung yang didesain untuk melindungi bahaya kejatuhan berada dari luar.

---

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat

### 5.7. Sistem dan Konstruksi *Bulldozer Logging*

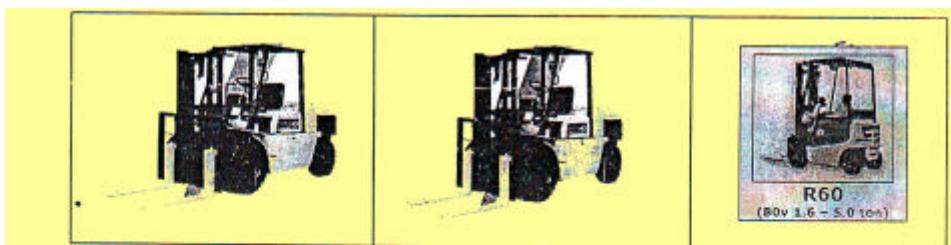


Gambar 5.30 Articulated steering skidder grapple

### 5.8. Sistem dan Konstruksi *Forklift*

Forklift atau disebut juga forklift truck adalah suatu alat yang terdiri dari body (badan) dan work Equipment (peralatan kerja) yang digunakan untuk memuat (loading) dan menurunkan muatan (unloading) pada daerah yang sempit.

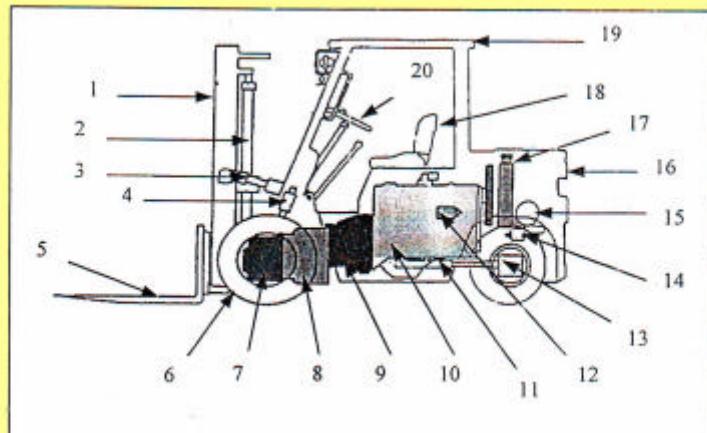
## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat



### MODEL FORKLIFT ADA TIGA TYPE.

1. Forklift Diesel
2. Forklift Gassolin
3. Forklift Battery

### NAMA KOMPONEN FORKLIFT DIESEL DAN GAS SOLIN

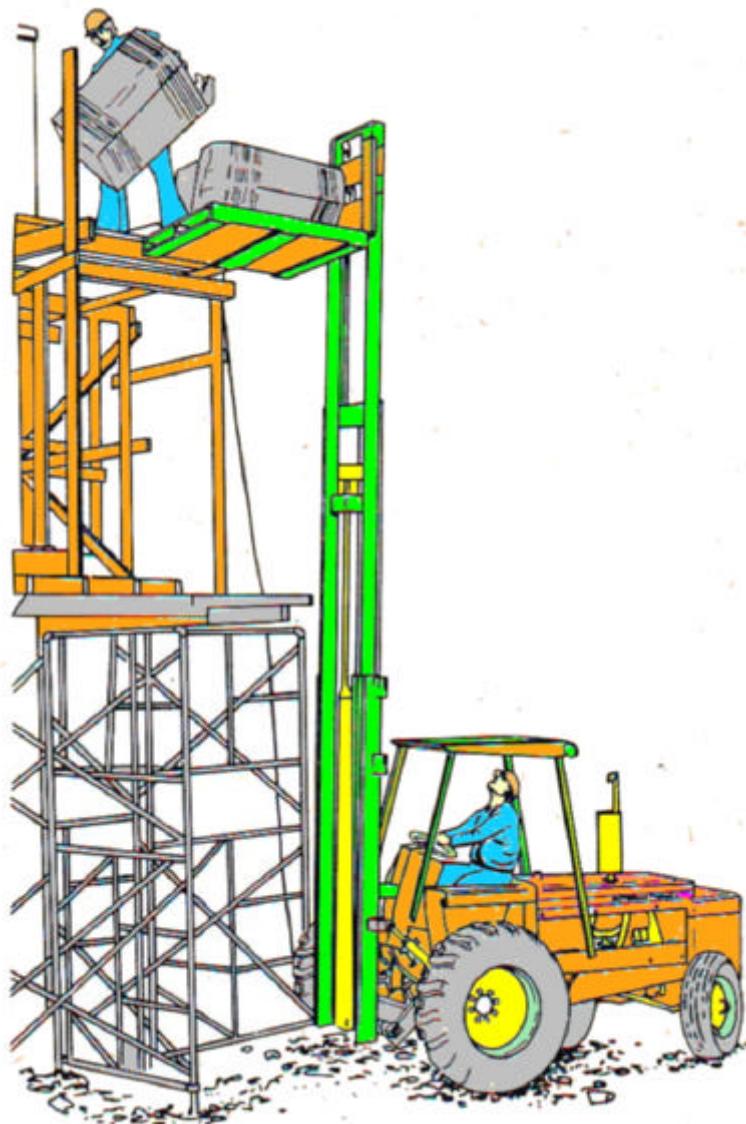


Gambar 5.31. Komponen Forklift

- |                  |                               |                    |
|------------------|-------------------------------|--------------------|
| 1. Mast          | 9. Clutc or torque converter  | 15. Muffer         |
| 2. Lift Cylinder | 10. Engine                    | 16. Weight         |
| 3. Tilt cylinder | 11. PS cylinder               | 17. Radiator       |
| 4. Control valve | 12. Hydroulic pump            | 18. Operator Sheet |
| 5. Fork          | diesel engine                 | 19. Overhead guard |
| 6. Front Wheel   | 13. Rear axle                 | 20. Steering wheel |
| 7. Front axle    | 14. Hydroulic gassolin engine |                    |
| 8. Transmission  |                               |                    |

---

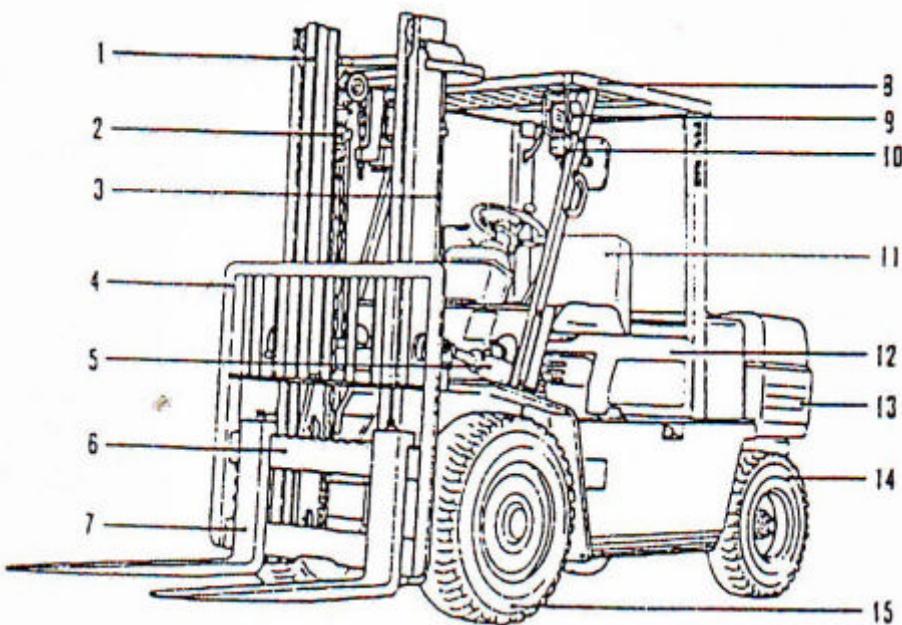
5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat



Gambar 5.32 Small lift truck

---

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat

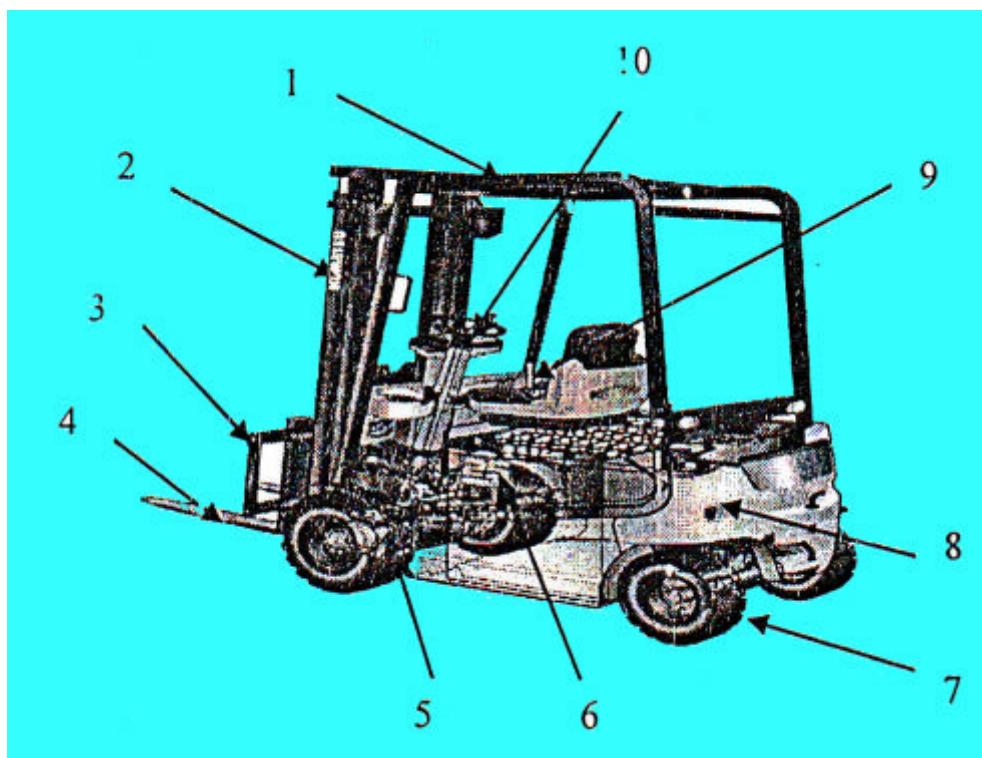


Gambar 5.33 bagian-bagian Forklift

- |                  |                      |                    |
|------------------|----------------------|--------------------|
| 1. Mast          | 6. Fork carriage     | 11. Operator sheet |
| 2. Lift chain    | 7. Forks             | 12. Engine hood    |
| 3. Lift cylinder | 8. Overhead guard    | 13. Counter weight |
| 4. Backrest      | 9. Head lamp         | 14. Rear wheel     |
| 5. Tilt cylinder | 10. Turn signal lamp | 15. Front wheel    |

---

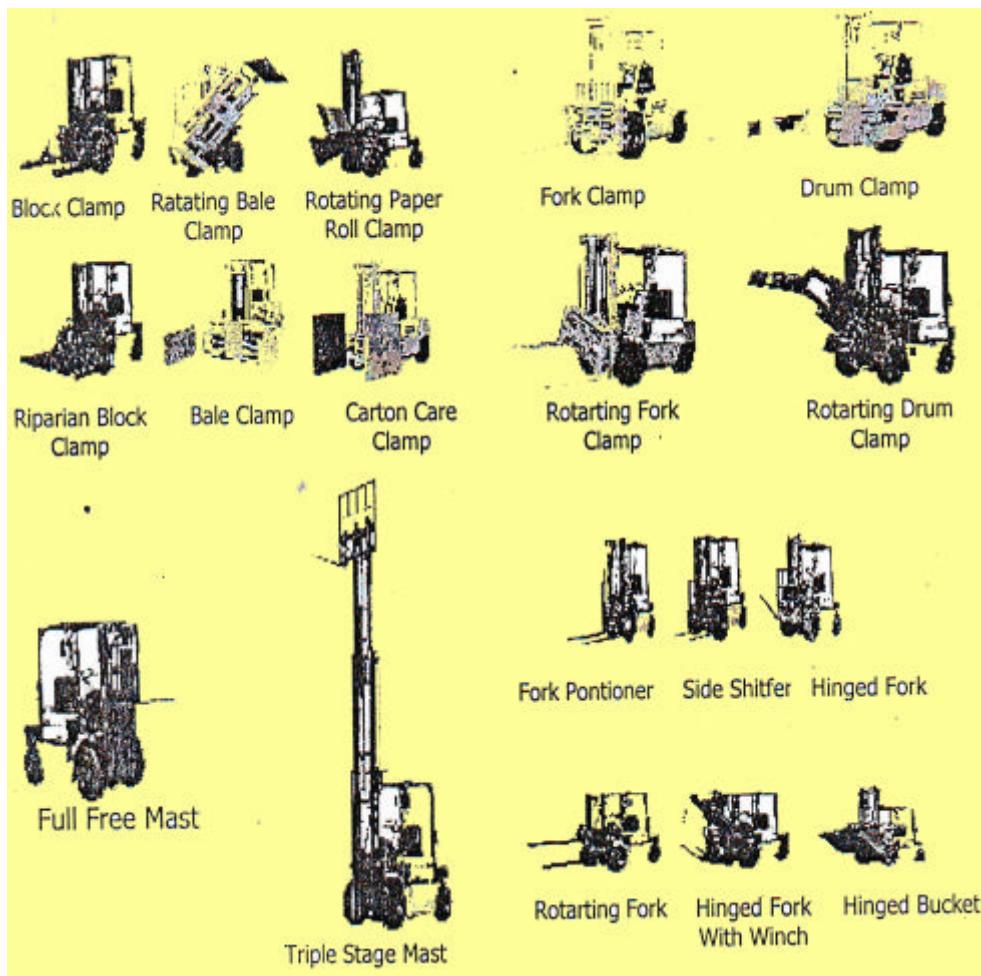
## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat



Gambar 5.34 Nama Komponen Forklift battery

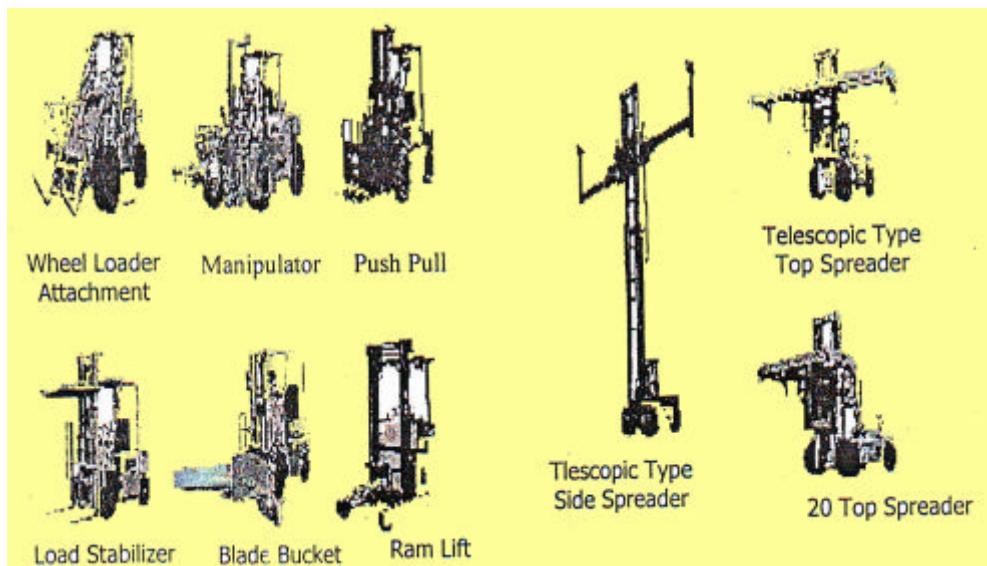
- |             |                            |                    |
|-------------|----------------------------|--------------------|
| 1. OH guard | 5. Front wheel drive motor | 9. Control lever   |
| 2. Mast     | 6. Battery                 | 10. Steering wheel |
| 3. Backrest | 7. Rear wheel              |                    |
| 4. Fork     | 8. Counter Weight          |                    |

### JENIS ATTACHMENT PADA FORKLIFT



Gambar 5.35 Perlengkapan Forklift (1)

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat



Gambar 5.36 Perlengkapan Forklift (2)

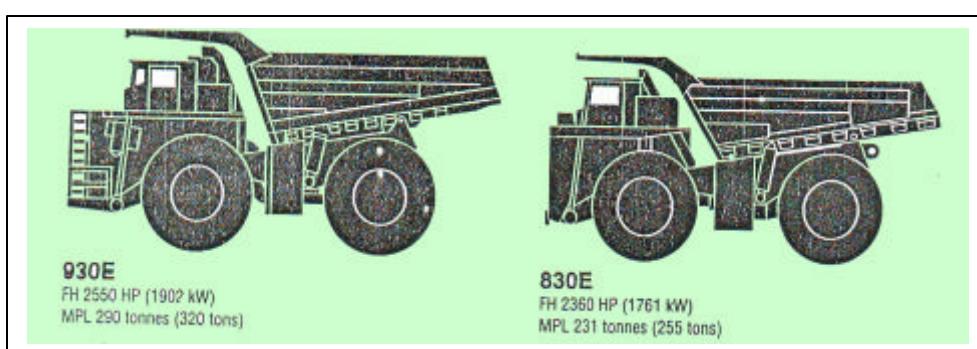
### 5.9. Sistem dan Konstruksi *Dumptruck*

Dump Truck adalah alat pengangkut material dari jarak sedang hingga jauh dimana materialnya dapat diisikan oleh wheel loader, excavator maupun shovel.

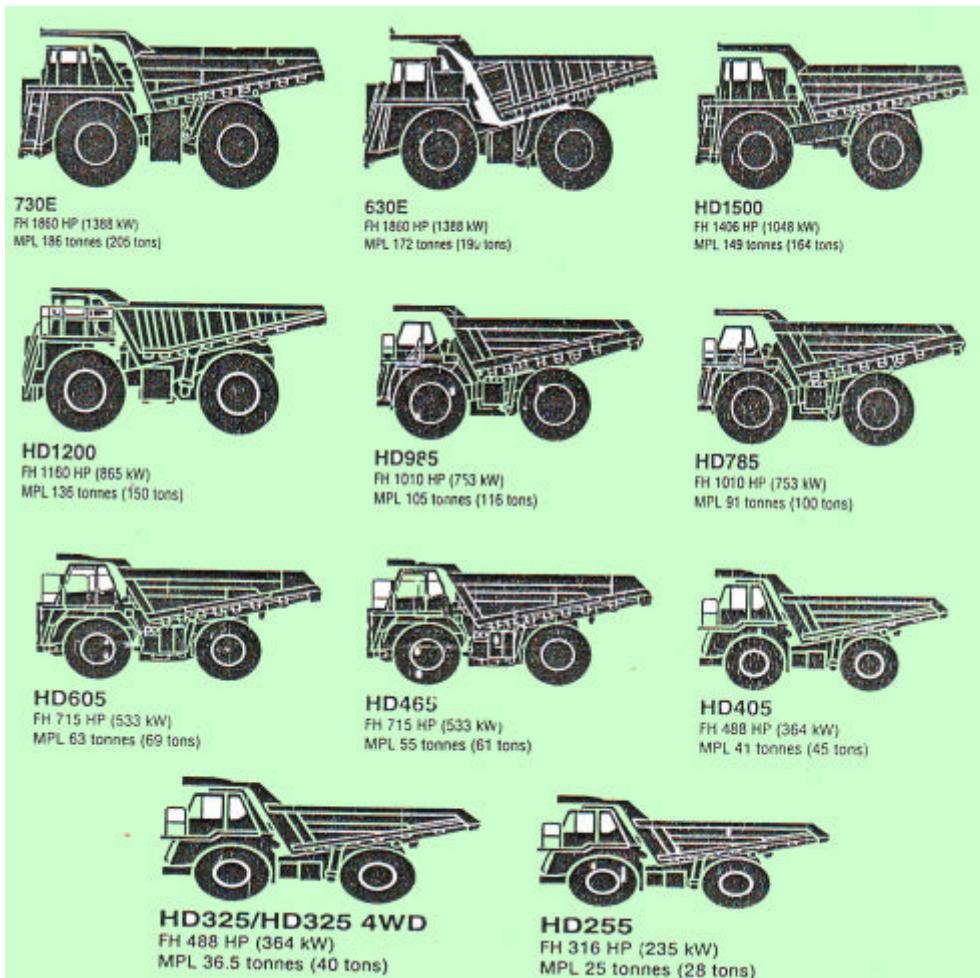
Dump Truck Komatsu hingga sekarang ini adalah

#### PRODUCT LINE DUMP TRUCK

DUMP TRUCK (Hauling Capacity)



## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat



SLAG DUMP TRUCKS ( Pot Capacity )



Gambar 5.37 Produk Dumptruck Komatsu

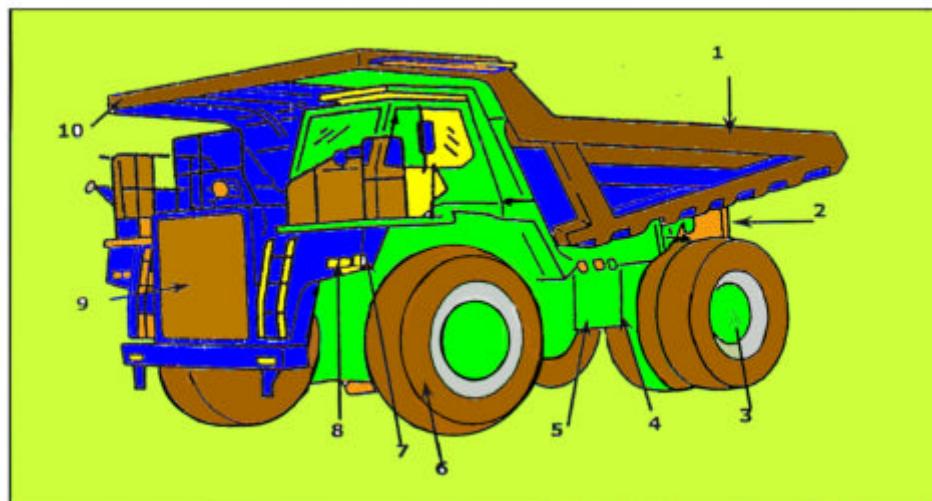
## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat



MODEL DUMP TRUCK ADA TIGA TYPE.

1. Dump Truck
2. Slag Dump Truck
3. Articulated Dump Truck

### NAMA KOMPONEN



Gambar 5.39 Nama bagian dumptruck

1. Dump Body
2. Rock Ejector
3. Final Drive
4. Oil retarder Tank
5. Steering & Hois tank
6. Front Wheel
7. Turn Signal lamp

---

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat

8. Head lamp
9. Radiator
10. Canopy Spill Guard

### 5.10. Sistem dan Konstruksi *Articulated Dumptruck*

Diproduksi untuk memenuhi kebutuhan pengguna terhadap truck alat angkut yang dapat beroperasi pada kondisi medan yang ekstrim baik itu basah ataupun kering. Umumnya Articulated truck dipergunakan pada pekerjaan konstruksi, pembangunan jalan, pertambangan dan pembuangan sampah. Articulated truck memiliki peralatan kontrol yang canggih, stabilitas sempurna, kemampuan membawa muatan secara efisien dengan jarak tempuh yang jauh serta dapat bermanuver dan beroperasi pada kondisi jalan yang sangat berlumpur. Produktivitas dan fuel efficiency juga sangat tergantung dari aplikasi dan kondisi spesifik tempat kerja.



Gambar 5.40 sebuah unit articulated dumptruck

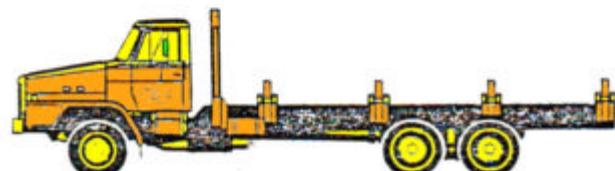
### 5.11. Sistem dan Konstruksi Truk jenis Rigid

---

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat



Logging truck with pole trailer



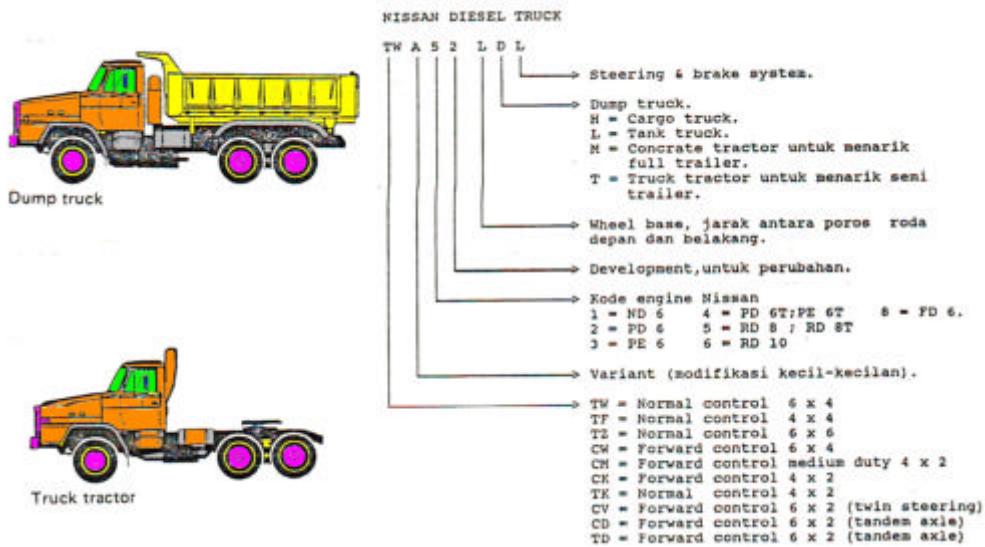
Logging truck



Truck chassis

Gambar 5.41 Truck jenis logging

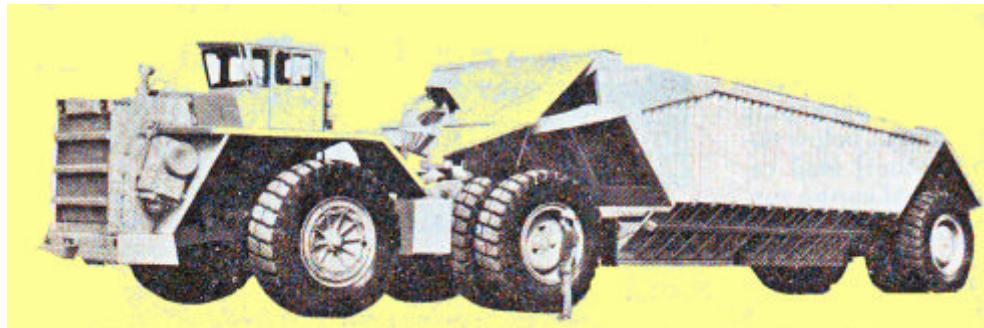
## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat



Gambar 5.42 Truck Nissan diesel

### 5.12. Sistem dan Konstruksi Truk jenis Semic Trailer

Gambaran umum alat berat



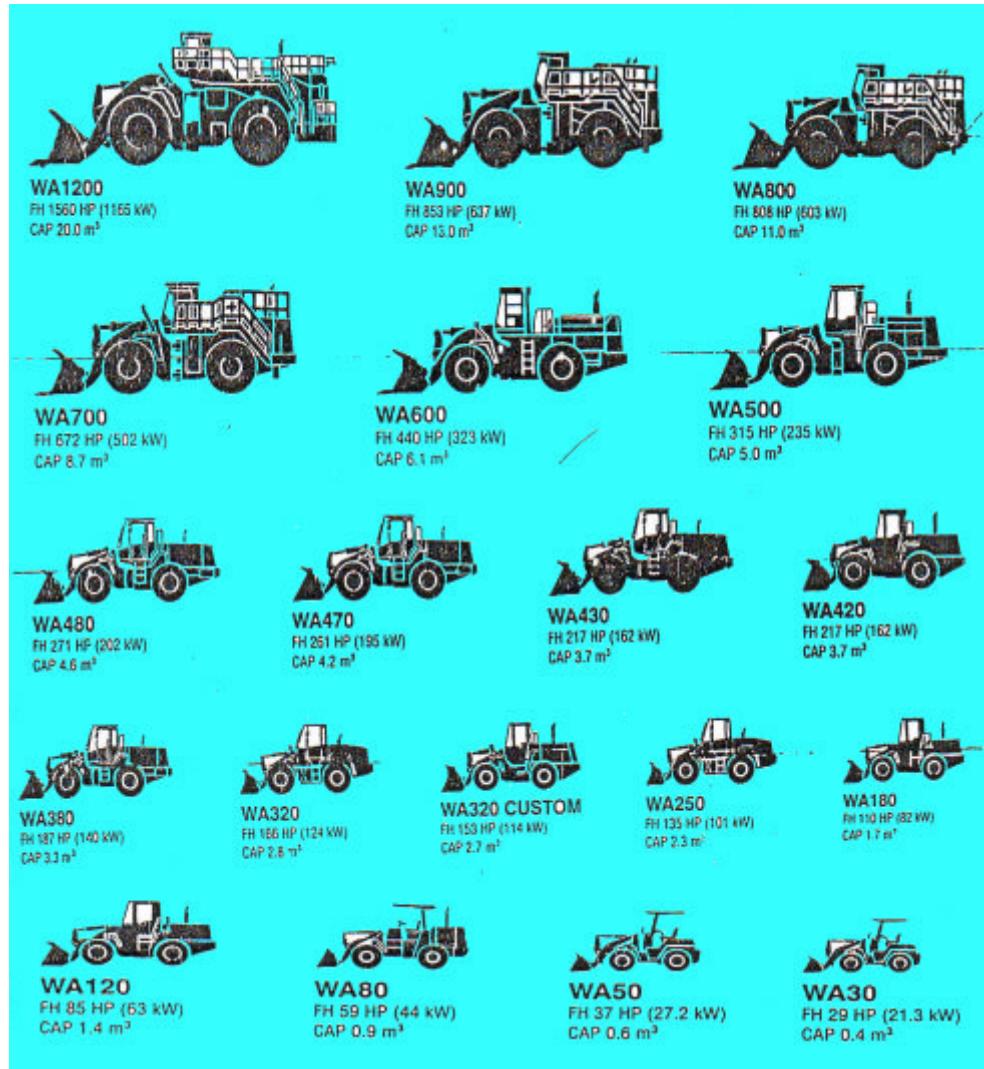
5.43 Semitrailer bottom dumper

### 5.13 Sistem dan Konstruksi Wheel Loader

Wheel Loader adalah tractor dengan roda karet yang dilengkapi bucket effisien untuk daerah kerja kering rata dan kokoh, terutama bila dituntut agar kerusakan landasan kerja minimal dan mobilitas tinggi.

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat

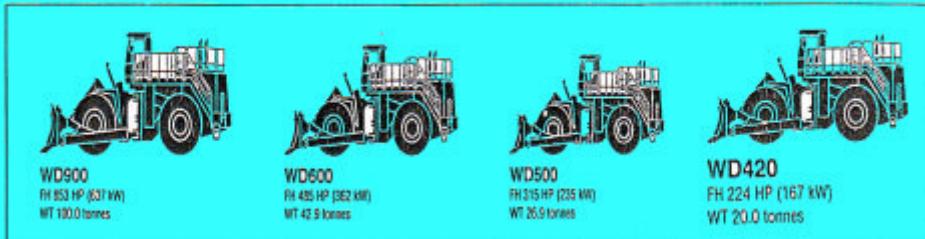
### 1. WHEEL LOADER



Gambar 5.44 Produk Wheel Loader Komatsu (1)

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat

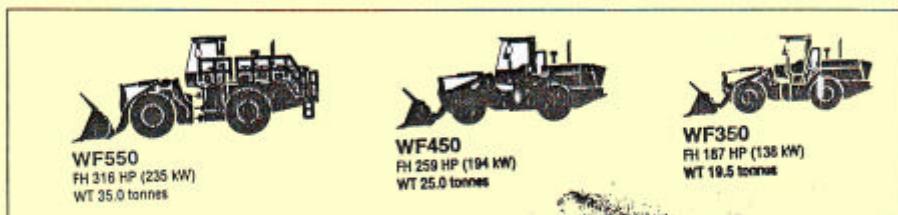
### 2. WHEEL DOZER



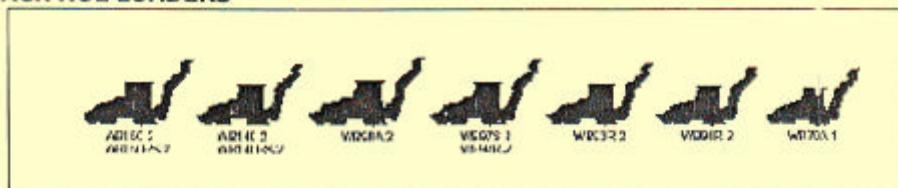
### 3. TRASH COMPACTORS



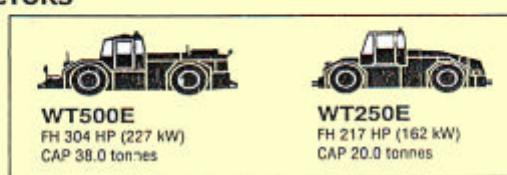
### 4. TRANSH LOADERS



### 5. BACK HOE LOADERS

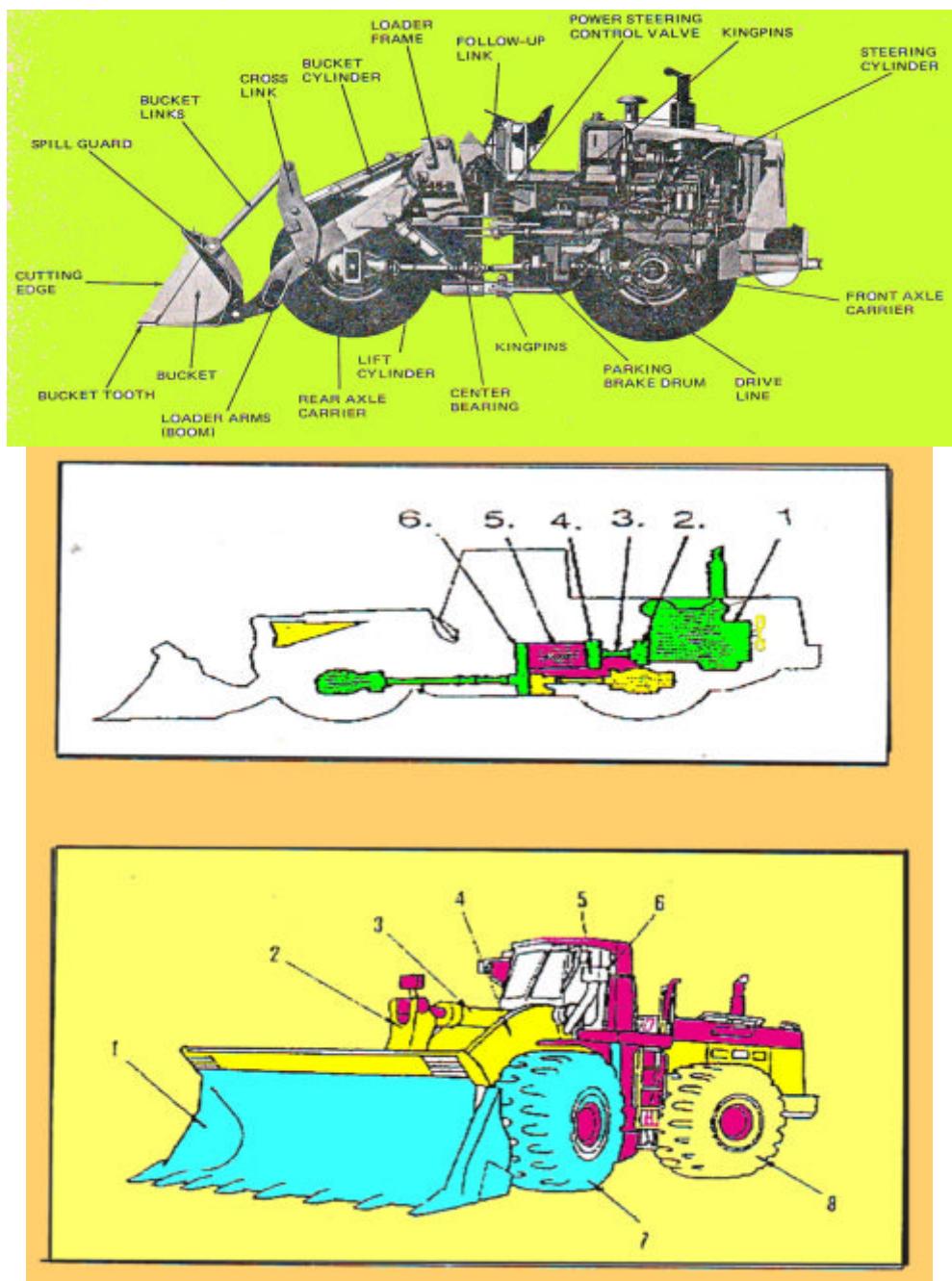


### 6. TOWING TRACTORS



Gambar 5.45 Produk Wheel Loader Komatsu (2)

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat



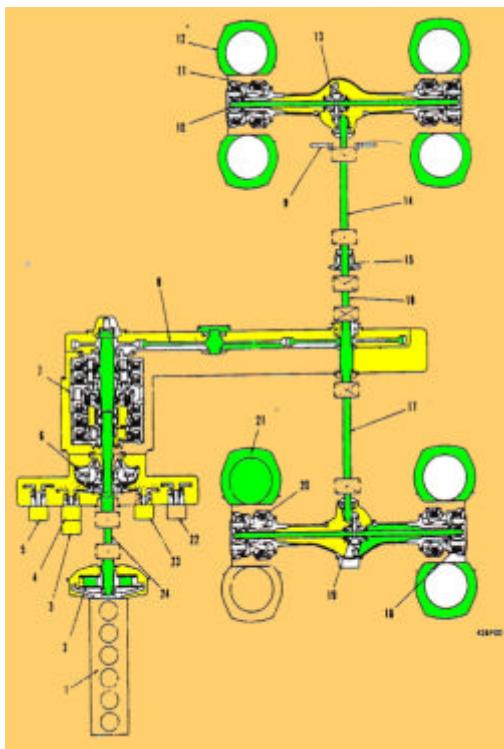
Gambar 5.46 Nama bagian Wheel Loader

**MODEL LOADER ADA ENAM TYPE**

1. WA = Wheel Loader
2. WD = Wheel Dozer
3. WF = Trash Compactor
4. WF = Trash Loader
5. WB = Backhoe Loader
6. WT = Towing Tractors

Keterangan gambar

1. Engine
2. Damper
3. U-Joint
4. Torque Converter
5. Troqflow Transmission
6. Transfer Gear
  
1. Bucket
2. Tilt Lerver
3. Lift Cylinder
4. Lift Arm
5. Head lamp
6. Turn Signal lamp
7. Front wheel
8. Rear wheel



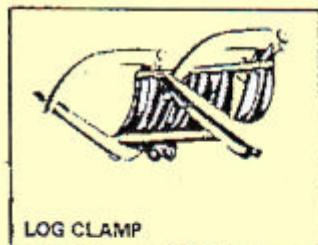
**Power Train Wheel Loader  
POWER TRAIN**

- 1. Engine
- 2. Damper
- 3. POC Pump
- 4. Steering Pump
- 5. Hydraulic Pump
- 6. Torque Converter
  
- 7. Transmission
- 8. Transfer
- 9. Parking Brake
- 10. Front final drive
- 11. Front brake
- 12. Front wheel
- 13. Front differential
- 14. Front drive shaft
- 15. Center support
- 16. Center drive shaft
- 17. Rear drive shaft
- 18. Rear final drive
- 19. Rear differential
- 20. Rear brake
- 21. Rear wheel
- 22. Switch pump
- 23. Torque Converter  
Changing Pump
- 24. Upper drive shaft

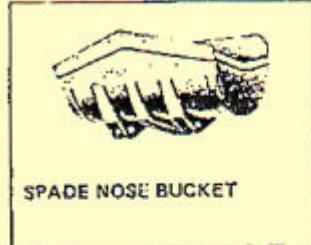
---

## 5. Sistem dan Konstruksi Alat Berat

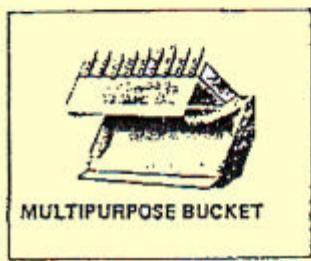
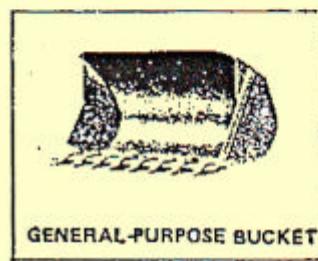
### ATTACHMENT



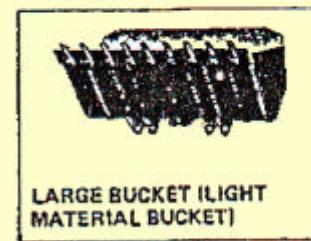
Digunakan untuk mengangkat balok kayu



Untuk loading batuan atau untuk penggalian pekerjaan yang berat.

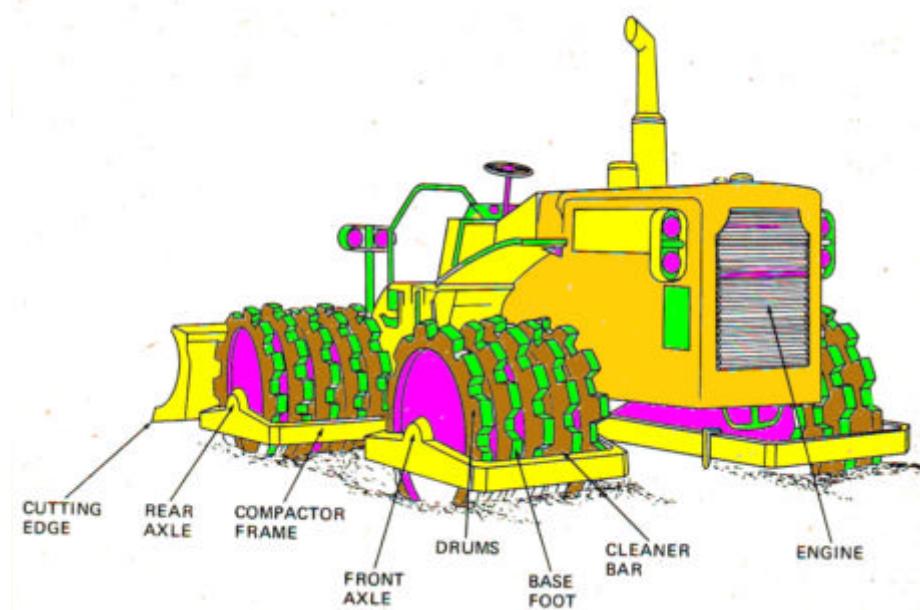


Mempunyai kombinasi bucket, blade scraper atau clamshell untuk striping top soil, loading



Untuk material seperti pasir atau serpihan dalam jumlah yang banyak.

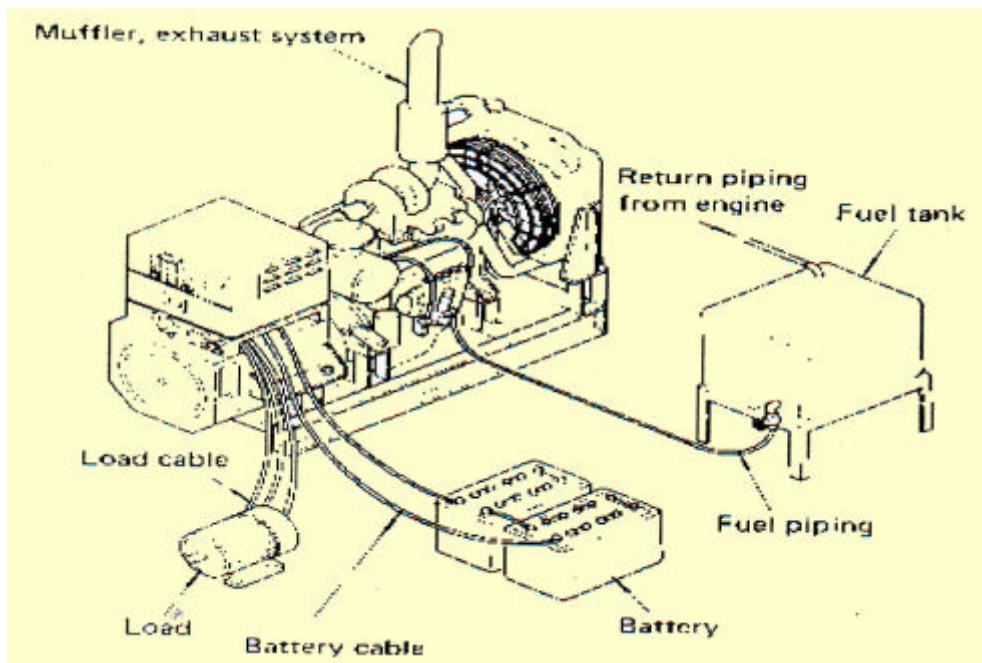
### 5.14. Sistem dan Konstruksi Compactor



Gambar 5.42 Articulated tamping foot compactor

### 5.15. Sistem dan Konstruksi Genset

Genset adalah suatu alat yang dapat merubah energi mekanis menjadi energi listrik.



Gambar 43. Peralatan genset

- EG (Built Up) : Menggunakan Engine Komatsu  
PL (Assembling) : Menggunakan Alternator (Komatsu)  
Perkins, Cummins : Menggunakan Engine : Komatsu, Patria,  
somer, Marathon sesuai  
permintaan  
EGS : Engine Genset Assembling Singapur

### Bentuk Cabin

- B = Bonnet pakai cabin dengan tertutup  
O = Open tanpa cabin  
S = Bonnetproof pakai cabin dengan Peredam

## **Daftar Pustaka :**

- Banga, T.R. et al, **Hydraulics, fluid Mechanics, and Hydraulics Machines**, Delhi : Khana Publishers. 1983.
- Budi Tri Siswanto, **Diktat Mata Kuliah Alat Berat**, 2003
- Erich J Schulz. **Diesel Equipment I.** Lubrication, Hydraulics, Brakes, Wheels, Tires. Singapore : McGraw-Hill, Co.
- Erich J Schulz. **Diesel Equipment II.** Design, Electronic Controls, Frames, Suspensions, Steering, Drives Lines, Air Conditioning. Singapore : McGraw-Hill, Co.
- Ganger, Rolf. **Hydraulics course for Vocational Training.** Work Book, Esslingen, W Germany, FESTO-DIDACTIC. 1978.
- \_\_\_\_\_, **Hydraulics Course for Vocational Training**, Work Book. Esslingen, W Germany FESTO-DIDACTIC. 1983.
- Ganger, Rolf. Et al. **Hydraulics Vocational Training, 21 Exercises with Instructions**, Berlin-Koln, W Germany: The Bundeinstut for Berufsbildung-sforschung, Beuth-Veriag Gmbh, 1973.
- Industrial Hydraulics Manual**, USA : Vikers, Ran Corporation, First Edition, 1970.
- \_\_\_\_\_, **The Hydraulic Agc.** London Mechanical Engineering Publications Ltd. 1970.
- Materi Training Alat-alat Berat PT. United Tractors. Jakarta.
- Materi Training Alat-alat Berat PT. Freeport Mc Moran. Tembagapura.
- Materi Training dari Trakindo  
Manual book Carlift, Fork Lift, Grader, Excavator dan lain-lain.

Schmitt, A. Inggrad, ***The Hydraulic Trainer. Instruction and Information on Oil Hydraulics***, Lohram Main.  
W Germany : G.L. Rexroth GmbH. 1984.

Sugi Hartono, Drs, ***Sistim Kontrol dan Pesawat Tenaga Hidrolik***. Bandung : Tarsito. 1988.

ISBN 978-979-060-047-8  
ISBN 978-979-060-049-2

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 46 Tahun 2007 tanggal 5 Desember 2007 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran.

HET (Harga Eceran Tertinggi) Rp. 27.874,00