

HEM : 04 / PENGENALAN JENIS, FUNGSI DAN
KOMPONEN UTAMA ALAT - ALAT BERAT

MANAJER ALAT - ALAT BERAT (HEAVY EQUIPMENT MANAGER)



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM
BADAN PEMBINAAN KONSTRUKSI DAN SUMBER DAYA MANUSIA
PUSAT PEMBINAAN KOMPETENSI DAN PELATIHAN KONSTRUKSI

KATA PENGANTAR

Pada pekerjaan konstruksi dewasa ini selalu melibatkan alat-alat berat, terutama dalam menghadapi pekerjaan dengan volume yang besar dalam waktu pelaksanaan yang terbatas, dan perlu bila berhadapan dengan teknik pelaksanaan pekerjaan yang tidak mungkin lagi menggunakan tenaga manusia.

Tujuan pengadaan alat-alat berat adalah untuk dapat menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan waktu, volume, mutu serta biaya yang telah ditetapkan, sehingga alat-alat berat tersebut harus dapat dioperasikan dengan optimal sepanjang umur ekonomisnya.

Dan untuk mencapai optimalisasi pengoperasian tersebut, setiap alat-alat berat memerlukan pemeliharaan yang baik dan teratur serta disiplin sehingga dicapai kesiapan mekanis (*mechanical availability*) yang tinggi.

Langkah awal untuk dapat mencapai tujuan tersebut di atas adalah mengenal jenis dan fungsi dari alat-alat berat tersebut agar dapat digunakan dengan tepat sehingga dicapai efisiensi yang tinggi.

Disamping itu untuk dapat menjaga kondisi alat-alat berat tersebut perlu dikenal semua komponen pada setiap alat-alat berat, khususnya komponen utamanya dan sistem operasi yang dipakai pada alat-alat berat tersebut.

Materi ini merupakan bahan yang masih memerlukan pengembangan lebih jauh dalam aplikasinya, sehingga semua saran dan masukannya sangat diharapkan untuk penyempurnaannya dimasa mendatang.

Penyusun

LEMBAR TUJUAN

JUDUL PELATIHAN :

Manajer Alat-alat Berat

TUJUAN UMUM PELATIHAN

Merencanakan dan mengorganisasikan pemeliharaan alat-alat berat secara teratur dan konsisten untuk memenuhi kesiapan dan pendayagunaan alat-alat berat sesuai dengan target yang telah ditentukan.

TUJUAN KHUSUS PELATIHAN

1. Menyusun rencana pemeliharaan dan perbaikan untuk mencapai kesiapan alat-alat berat yang optimum.
2. Mengorganisasikan pelaksanaan pemeliharaan dan perbaikan alat-alat berat.
3. Melaksanakan evaluasi biaya setiap jenis alat-alat berat.
4. Memberikan rekomendasi aplikasi alat-alat berat.
5. Membuat laporan kesiapan alat-alat berat.

MODUL NOMOR : 4 PENGENALAN JENIS, FUNGSI DAN KOMPONEN UTAMA ALAT-ALAT BERAT

TUJUAN INSTRUKSIONAL UMUM

Setelah selesai mengikuti pelatihan, peserta diharapkan memiliki pengetahuan yang benar tentang jenis, fungsi dan komponen utama alat-alat berat.

TUJUAN INSTRUKSIONAL KHUSUS

Setelah selesai mengikuti pelatihan, peserta mampu:

1. Menjelaskan jenis dan fungsi alat-alat berat beserta attachmentnya.
2. Menjelaskan sistem penggerak utama (prime mover).
3. Menjelaskan sistem pemindah tenaga pada alat-alat berat.
4. Menjelaskan sistem hidrolik dan pneumatik pada alat-alat berat.
5. Menjelaskan sistem kelistrikan dan mekatronik pada alat-alat berat.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
LEMBAR TUJUAN	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR MODUL.....	ix
PANDUAN INSTRUKTUR	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Umum	1
B. Ruang Lingkup Pembahasan	1
BAB II PENGENALAN ALAT-ALAT BERAT	2
A. Umum	2
B. Lingkup Materi	2
C. Jenis Alat-alat Berat	2
D. Perlengkapan (Attachment) untuk Bulldozer dan Dozer Shovel ..	9
E. Perlengkapan untuk Hydraulic Excavator	13
F. Dasar Pemilihan Excavator	17
BAB III KOMPONEN UTAMA ALAT-ALAT BERAT	18
A. Umum	18
B. Lingkup Pembahasan.....	18
C. Sistem Penggerak Utama (Prime Mover)	19
D. Sistem Pemindah Tenaga pada Alat-alat Berat.....	20
E. Sistem Hidrolik dan Pneumatic pada Alat-alat Berat	32
F. Sistem Kelistrikan dan Mekatronik	58
DAFTAR PUSTAKA.....	64

DAFTAR TABEL

Nomor Tabel	Nama Tabel	Halaman
Tabel - 1	Penyetelan Tekanan Unloader Valve	54
Tabel - 2	Penyetelan Tekanan pada Safety Valve	54

DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar	Nama Gambar	Halaman
Gambar - 1	Bulldozer	3
Gambar - 2	Dozer Shovel	3
Gambar - 3	Hydraulic Excavator	3
Gambar - 4	Wheel Loader	4
Gambar - 5	Motor Grader	4
Gambar - 6.a	Three Wheel Roller	4
Gambar - 6.b	Vibrating Roller	5
Gambar - 7.a	Off road Dump Truck	5
Gambar - 7.b	On road Dump Truck	5
Gambar - 7.c	Articulated Dump Truck	5
Gambar - 8.a	Towed Scraper	6
Gambar - 8.b	Motor Scraper	6
Gambar - 9	Mobile Crusher	6
Gambar - 10	Mesin Pencampur Aspal (AMP)	7
Gambar - 11	Asphalt Sprayer	7
Gambar - 12	Asphalt Paver	8
Gambar - 13	Soil Stabilizer	8
Gambar - 14	Crawler Crane dan attachmentnya	9
Gambar - 15.a	"U" - blade	9
Gambar - 15.b	"SU" - blade	10
Gambar - 15.c	Straight - blade	10
Gambar - 15.d	Straight - tilt dozer	10
Gambar - 15.e	Angle - blade	11
Gambar - 15.f	Angle - tilt dozer	11
Gambar - 16	Ripper (multi shank)	11
Gambar - 17	Steel Cab (Rops)	12
Gambar - 18.a	Single Grouser Shoe	12

Nomor Gambar	Nama Gambar	Halaman
Gambar - 18.b	Semi Double Grouser Shoe	12
Gambar - 18.c	Triple Grouser Shoe	12
Gambar - 18.d	Swamp Shoe	13
Gambar -18.e	Rock Bed Shoe	13
Gambar - 19.a	Side Cutter Bucket	13
Gambar - 19.b	Ejector Bucket	13
Gambar - 19.c	Trapezodial Bucket	14
Gambar -19.d	Slope Finishing Bucket	14
Gambar - 19.e	Ripper Bucket	14
Gambar - 19.f	Single/Triple Shank Ripper	14
Gambar - 19.g	Clamp Shell Bucket	15
Gambar - 20.a	Long Arm	15
Gambar - 20.b	Short Arm	15
Gambar - 20.c	Extention Arm	15
Gambar - 21	Booms	16
Gambar - 22.a	Triple Grouse Shoe	16
Gambar - 22.b	Flat Shoe	16
Gambar - 22.c	Swamp Shoe	16
Gambar - 23	Hydraulic Breaker	17
Gambar - 24	Engine sebagai Prime Mover	20
Gambar - 25	Sistem Pemindah Tenaga	21
Gambar - 26	Sistem Pemindah Daya, Direct Drive	22
Gambar - 27	Gigi Transmisi, Direct Drive	22
Gambar- 28	Bagan Pemindahan Daya secara Mekanis (Direct Drive)	23
Gambar - 29	Power-shift Transmission	23
Gambar - 30	Bagan Pemindahan Daya secara Hidrolis	24
Gambar - 31	Hydroshift Transmission	24
Gambar - 32	Power-shift Trasnmission	25
Gambar - 33	Torque Converter	27

Nomor Gambar	Nama Gambar	Halaman
Gambar - 34	Planetary Power-shift Transmission	28
Gambar - 35	Sistem Transmisi Hidrostatik	29
Gambar - 36	Transformasi Energi pada Sistem Transmisi Hidrostatik	30
Gambar - 37	Transmisi Daya pada Sistem Hidrolik	30
Gambar - 38	Sistem Hidrolik	31
Gambar - 39	Sirkuit Sistem Hidrolik	32
Gambar - 40	Pompa roda gigi singgung dalam	35
Gambar - 41	Pompa roda gigi singgung dalam	36
Gambar - 42	Pompa Sayap (Vane Pump) (Fixed Displacement)	36
Gambar - 43	Vane Pump (Variable Displacement)	37
Gambar - 44	Prinsip Dasar Pompa Piston	37
Gambar - 45	Jenis Pompa Piston	38
Gambar - 46	Cara kerja Pompa Piston Radial	39
Gamabr - 47	Cara kerja Pompa Piston Axial	39
Gambar - 48	Cara kerja pompa piston axial Bent-Axis	40
Gambar - 49	Katup pengarah arah (Directional Control Valve)	41
Gambar - 50	Transformasi daya pada Motor Hidrolik	43
Gambar - 51	Motor Hidrolik Roda Gigi	45
Gambar - 52	Motor Hidrolik Kipas	45
Gambar - 53	Motor Hidrolik Piston	46
Gambar - 54	Motor Hidrolik Piston Radial dengan Ekasentrik	47
Gambar - 55	Motor Hidrolik Bent -Axis	48
Gambar - 56	Hydraulic Cylinder (single acting)	49
Gambar - 57	Hydraulic Cylinder (double acting)	49
Gambar - 58	Sistem Hidrolik penggerak attachment	50
Gambar - 59	Hydraulic Filter (paper element-type filter)	51
Gambar - 60	Perubahan volume dan tekanan udara	52
Gambar - 61	Unloader valve	53
Gambar - 62	Silinder	55

Nomor Gambar	Nama Gambar	Halaman
Gambar - 63	Saringan udara	55
Gambar - 64	Pipa penampung air	55
Gambar - 65	Oiler	56
Gambar - 66	Sirkuit sistem kontrol pneumatik pada AMP NIIGATA Model NP 800	57
Gambar - 67	Battery	59
Gambar - 68	Start motor	59
Gambar - 69	Alternator	60
Gambar - 70	Perbandingan cara kerja ARC	60
Gambar - 71	Sistem Mekatronik pada alat berat (Dump Truck) Caterpillar D769 D	61

DAFTAR MODUL

Nomor Modul	Kode	Judul
1	HEM - 01	Keselamatan dan Kesehatan Kerja
2	HEM - 02	Tools, Special Tools dan Suku Cadang
3	HEM - 03	Bahan Bakar dan Pelumas
4	HEM - 04	Pengenalan Jenis, Fungsi dan Komponen Utama Alat-alat Berat
5	HEM - 05	Pemeliharaan dan Perbaikan Alat-alat Berat
6	HEM - 06	Teknik Aplikasi Alat-alat Berat
7	HEM - 07	Pengembangan Kompetensi Mekanik Alat-alat Berat
8	HEM - 08	Manajemen Proyek
9	HEM - 09	Perhitungan Poduksi Alat-alat Berat
10	HEM - 10	Perhitungan Biaya Operasi dan Biaya Pemeliharaan

PANDUAN INSTRUKTUR

<i>JUDUL</i> :	PENGENALAN JENIS, FUNGSI DAN KOMPONEN UTAMA ALAT – ALAT BERAT	KETERANGAN
<i>KODE MODUL</i> :	HEM – 04	
<i>Deskripsi</i> :	Materi ini terutama membahas Jenis, Fungsi dan Komponen Utama Alat-alat Berat yang meliputi: jenis dan fungsi alat-alat berat, jenis dan fungsi attachment, komponen utama alat-alat berat, prime mover, sistem pemindah daya, sistem hidrolik dan pneumatik, sistem kelistrikan dan sistem mekatronik pada alat-alat berat.	
<i>Tempat Kegiatan:</i>	Dalam ruang kelas dengan kapasitas paling sedikit 25 orang.	
<i>Waktu Kegiatan:</i>	6 jam pelajaran (1 jp = 45 menit)	

KEGIATAN INSTRUKTUR	KEGIATAN PESERTA	PENDUKUNG
<p>1. <i>Ceramah : Pembukaan</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Menjelaskan tujuan instruksional (TIU & TIK.)</i> • <i>Merangsang motivasi peserta dengan pertanyaan atau pengalamannya dalam pengenalan jenis, fungsi dan komponen utama alat-alat berat.</i> <p><i>Waktu : 10 menit</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mengikuti penjelasan TIU & TIK dengan tekun dan aktif. • Mengajukan pertanyaan-pertanyaan apabila kurang jelas. 	OH ₁
<p>2. <i>Ceramah : Pendahuluan</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Menjelaskan hubungan pengenalan alat-alat berat dengan pengelolaan alat-alat berat.</i> • <i>Mendiskusikan setiap pokok bahasan tersebut.</i> <p><i>Waktu : 15 menit</i> <i>Bahan : Materi Serahan (Bab Pendahuluan)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mengikuti penjelasan instruktur dengan tekun dan aktif. • Mencatat hal-hal yang perlu. • Mengajukan pertanyaan bila perlu. 	OH ₂
<p>3. <i>Ceramah : Pengenalan alat-alat berat</i></p> <p><i>Pengenalan jenis alat-alat berat untuk pekerjaan pemindahan tanah, penyiapan lahan dan pekerjaan konstruksi jalan.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Menjelaskan keuntungan penggunaan alat berat dengan attachment yang tepat.</i> • <i>Menjelaskan jenis alat-alat berat pada pekerjaan konstruksi.</i> • <i>Menjelaskan attachment untuk bulldozer dan dozer shovel.</i> • <i>Menjelaskan attachment untuk hydraulic excavator.</i> • <i>Menjelaskan dasar pemilihan excavator.</i> • <i>Mendiskusikan setiap pokok bahasan tersebut.</i> <p><i>Waktu : 90 menit</i> <i>Bahan : Materi Serahan (Bab Pengenalan Alat-alat Berat)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mengikuti penjelasan instruktur dengan tekun dan aktif. • Mencatat hal-hal yang perlu. • Mengajukan pertanyaan bila perlu. 	OH ₃ OH ₄ , OH ₅ , OH ₆ OH ₇ , OH ₈ OH ₉ , OH ₁₀ OH ₁₁

KEGIATAN INSTRUKTUR	KEGIATAN PESERTA	PENDUKUNG
<p>4. <i>Ceramah</i> : <i>Komponen utama alat-alat berat</i></p> <p><i>Prime mover, power train, sistem hidrolis dan pneumatik, sistem kelistrikan dan sistem mekatronik alat-alat berat.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Menjelaskan sistem penggerak utama (prime mover).</i> • <i>Menjelaskan sistem pemindah daya</i> → <i>Menjelaskan jenis pemindah daya direct drive dan power shift/ torqueflow transmission.</i> → <i>Menjelaskan torque converter</i> → <i>Menjelaskan hydrostatic transmission</i> • <i>Menjelaskan sistem hidrolis pada alat-alat berat.</i> • <i>Menjelaskan sistem pneumatik pada alat-alat berat.</i> • <i>Menjelaskan sistem kelistrikan pada alat-alat berat.</i> • <i>Menjelaskan sistem mekatronik pada alat-alat berat.</i> • <i>Mendiskusikan setiap pokok bahasan tersebut.</i> <p><i>Waktu : 165 menit</i> <i>Bahan : Materi Serahan (Bab Komponen Utama Alat-alat Berat)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mengikuti penjelasan instruktur dengan tekun dan aktif. • Mencatat hal-hal yang perlu. • Mengajukan pertanyaan bila perlu. 	<p>OH₁₂</p> <p>OH₁₃, OH₁₄, OH₁₅, OH₁₆</p> <p>OH₁₇, OH₁₈, OH₁₉, OH₂₀</p> <p>OH₂₁, OH₂₂, OH₂₃, OH₂₄</p> <p>OH₂₅, OH₂₆, OH₂₇</p> <p>OH₂₈, OH₂₉</p> <p>OH₃₀</p>

BAB I

PENDAHULUAN

A. UMUM

Penggunaan alat-alat berat dalam pekerjaan konstruksi dewasa ini telah menjadi suatu tuntutan yang tidak dapat dihindari lagi, sehingga setiap penyelenggara pekerjaan terutama para pelaksana harus dapat mengenal alat-alat berat yang umum digunakan dalam pekerjaan konstruksi.

Lebih jauh lagi untuk pengelola alat-alat berat diharapkan dapat mengenal komponen utama dan sistem pada alat-alat berat untuk lebih mengoptimalkan tugasnya menjaga kondisi alat dalam keadaan siap operasi sepanjang umur ekonomisnya.

Kondisi tersebut akan dapat menjamin bahwa alat-alat berat dapat dioperasikan dengan efisien dengan produktivitas yang tinggi sehingga investasi yang dikeluarkan untuk peralatan dalam suatu proyek dapat dikembalikan dalam bentuk produk sesuai dengan yang direncanakan.

B. RUANG LINGKUP PEMBAHASAN

Dalam kegiatan pengelolaan alat-alat berat, pengetahuan dasar yang perlu dikuasai adalah mengenal berbagai jenis dan fungsi alat-alat berat, dan pengetahuan lainnya yang berkaitan. Dengan demikian dalam pembahasan akan meliputi:

- Jenis dan fungsi alat-alat berat
- Jenis dan fungsi attachment
- Komponen utama alat-alat berat
- Sistem penggerak utama pada alat-alat berat
- Sistem hidrolik dan pneumatik pada alat-alat berat
- Sistem kelistrikan dan mekatronik pada alat-alat berat

BAB II

PENGENALAN ALAT-ALAT BERAT

A. UMUM

Pengadaan alat-alat berat yang kemudian diikuti dengan kegiatan pengoperasiannya yang merupakan kegiatan utama pemanfaatan alat-alat berat dalam pelaksanaan pekerjaan atau proyek dan merupakan faktor penting yang mempengaruhi penyelesaian suatu pekerjaan dan juga kualitas dari pekerjaan tersebut.

Penggunaan alat-alat berat dengan attachment yang tepat untuk suatu pekerjaan akan memberikan keuntungan antara lain:

- Produksi alat yang tinggi.
- Kualitas pekerjaan yang baik.
- Frekuensi kerusakan dan biaya pemeliharaan yang rendah.

B. LINGKUP MATERI

Mengenal jenis dan fungsi alat-alat berat adalah langkah awal untuk dapat mengelola alat-alat dengan baik dan benar.

Sebagai dasar dalam pengenalan alat-alat berat tersebut dibatasi pada jenis alat-alat berat dan attachment yang umum digunakan pada pekerjaan :

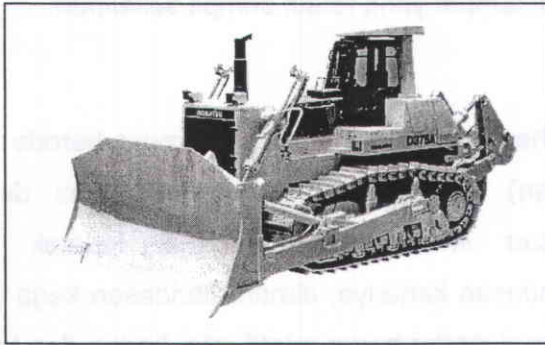
- Pemindahan tanah (earth moving).
- Penyiapan lahan (land clearing).
- Pekerjaan konstruksi (road construction).

Pada pekerjaan di atas akan dijumpai jenis dan sifat material yang berlainan, seperti: lunak, keras, labil, ringan, berat dan lain-lain yang sangat berpengaruh terhadap aplikasi alat-alat berat.

C. JENIS ALAT-ALAT BERAT

Alat-alat berat yang banyak digunakan pada pekerjaan konstruksi, khususnya pekerjaan jalan diantaranya adalah:

1. BULLDOZER

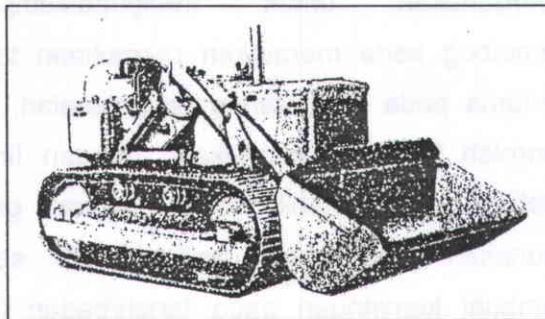


Gambar 1 - Bulldozer

Bulldozer adalah traktor beroda rantai, serba guna dan memiliki kemampuan traksi yang besar. Digunakan untuk bermacam-macam pekerjaan, seperti: menggali, mendorong, menggusur, mengurug dan sebagainya. Efisien untuk kondisi medan kerja yang berat sekalipun, seperti daerah berbukit, berbatu, hutan dan sebagainya.

Mampu beroperasi pada tanah kering hingga lembab. Pada kondisi tanah yang sangat lunak (liat berlumpur), dapat dipergunakan swamp bulldozer. Jarak pemindahan yang efektif adalah sampai sejauh 50 meter.

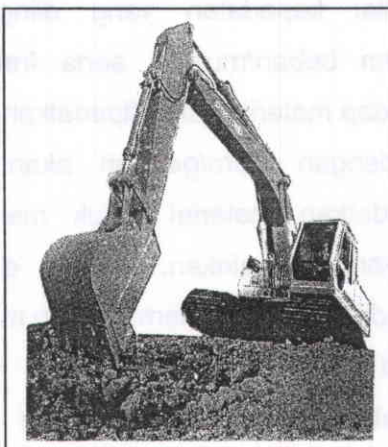
2. DOZER SHOVEL



Gambar 2 - Dozer Shovel

Dozer shovel adalah pemuat beroda rantai. Digunakan untuk pekerjaan memuat seperti mengisi logging truck, dump truck, hopper atau memindahkan material jarak pendek secara load & carry, dan efisien untuk dioperasikan di daerah yang mempunyai landasan kerja rata sampai dengan tidak rata/kasar, serta mampu bekerja dengan baik pada kondisi tanah kering hingga lembab.

3. HYDRAULIC EXCAVATOR

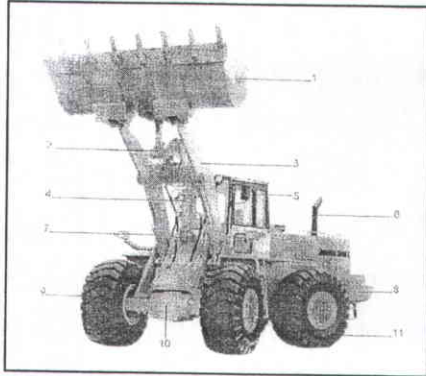


**Gambar 3 –
Hydraulic Excavator**

Hydraulic excavator adalah alat serba guna yang dapat dipergunakan untuk menggali, memuat dan mengangkat material. Terutama dipergunakan untuk menggali parit-parit saluran air atau pipa (pipe line). Dengan penggantian kelengkapan tambahan (attachment), alat ini dapat juga dipakai untuk memecah batu, mencabut tunggul, membongkar aspal dan lain-lain.

Konstruksi bagian atas dari alat dapat berputar 360 derajat, sehingga memungkinkan alat ini bekerja di tempat yang relatif sempit sekalipun.

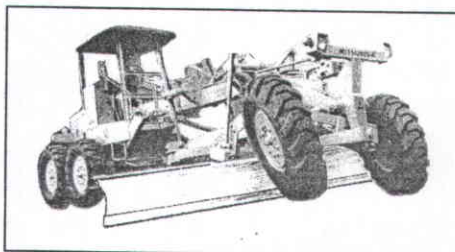
4. WHEEL LOADER



Gambar 4 - Wheel Loader

Wheel loader adalah alat pemuat beroda karet (ban), penggunaannya hampir sama dengan dozer shovel. Perbedaannya terletak pada landasan kerjanya, dimana landasan kerja untuk wheel loader harus relatif rata, kering dan kokoh. Dipergunakan terutama pada pengoperasian yang menuntut kecepatan & mobilitas tinggi, serta tidak diperlukan traksi yang tinggi (material dalam keadaan gembur dan tidak berat).

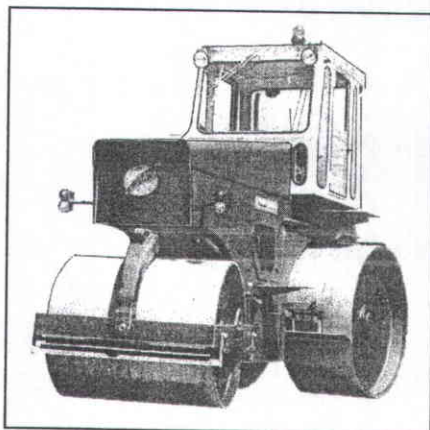
5. MOTOR GRADER



Gambar 5 – Motor Grader

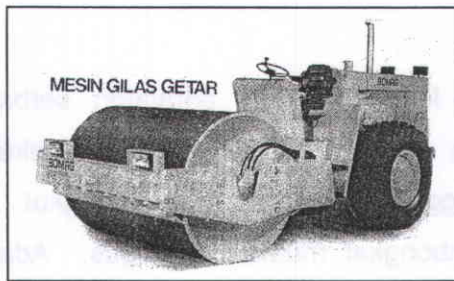
Dipergunakan untuk mengupas/stripping, memotong serta meratakan permukaan tanah, terutama pada tahap-tahap penyelesaian, agar diperoleh kerataan permukaan dengan tingkat ketelitian yang lebih baik. Motor grader digunakan juga untuk aplikasi lain seperti membuat kemiringan pada tanah/badan jalan, membentuk kemiringan tebing/slope atau membuat saluran air secara sederhana.

6. COMPACTOR



**Gambar 6.a –
Three Wheel Roller**

Alat ini digunakan untuk memadatkan tanah agar mencapai nilai kepadatan yang diinginkan, sesuai dengan beban/muatan serta frekuensi lintasan terhadap material yang dipadatkan tadi. Compactor dengan vibro/getaran akan lebih cepat memadatkan material untuk mencapai kepadatan yang diinginkan. Roller dengan smooth drum dipakai untuk memadatkan material yang bersifat lepas dan kandungan airnya (moisture water contents) kecil, atau untuk pemadatan finishing.



Gambar 6.b - Vibrating Roller

Beberapa tipe road roller lainnya adalah sheep foot roller, mesh roller, tire roller, tandem roller yang digunakan sesuai dengan pekerjaan yang dihadapinya.

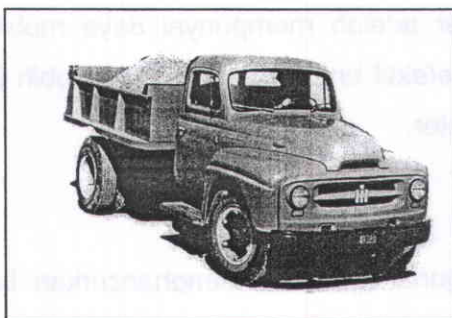
7. DUMP TRUCK



Gambar 7.a – Off road Dump Truck

Merupakan peralatan utama dalam pekerjaan pemindahan material jarak menengah sampai jarak jauh (> 500 meter). Pengisian muatan ke dump truck dilakukan oleh alat muat (Loader, Excavator) dan untuk pembuangannya dapat dilaksanakan sendiri.

Jenis rigid dump truck digunakan pada medan kerja yang cukup terpelihara, tidak terlalu banyak tikungan tajam dan tanjakan tinggi. Dimana dalam kondisi ini rigid dump truck mampu menerima beban penuh serta beroperasi dengan kecepatan tinggi. Rigid dump truck terbagi dua, yaitu : dump truck off-road (*gambar a*), biasanya berkapasitas besar (40 – 240 ton) dan digunakan di pertambangan besar. Sedangkan yang on-road adalah truk yang berkapasitas antara 10 – 30 ton (*gambar b*).



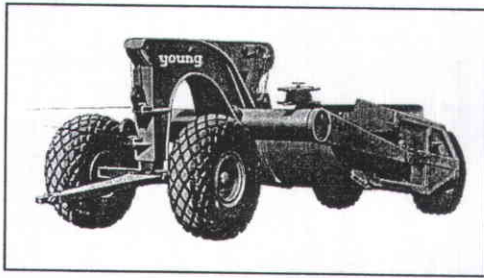
Gambar 7.b – On road Dump Truck



Gambar 7.c – Articulated Dump Truck

Articulated dump truck sangat cocok dipergunakan pada medan kerja yang berat, berlumpur, banyak tikungan tajam dan tanjakan tinggi.

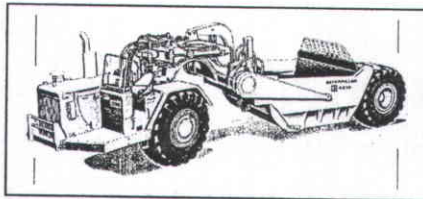
8. SCRAPER



Gambar 8.a – Towed Scraper

Alat ini merupakan peralatan serbaguna yang dapat mengerjakan pekerjaan menggali, memuat, mengangkat dan membongkar muatan sekaligus. Ada dua jenis scraper, yaitu : towed scraper dan motor scraper. Towed scraper adalah aplikasinya hanya ditarik dengan bulldozer, karena tidak bermesin.

Mampu menggali tanah yang cukup keras karena alat penggerakannya mempunyai traksi yang cukup tinggi, tapi daya mobilitasnya rendah. Jarak pemindahan efektif untuk towed scraper adalah 100 – 500 meter.

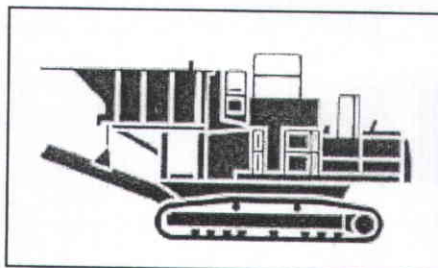


Gambar 8.b – Motor Scraper

Motor scraper yang bermesin, daya galinya agak kurang dan untuk tanah yang keras, motor scraper harus dibantu bulldozer. Fungsi bulldozer adalah untuk mendorong scraper saat menggali/mengisi muatan.

Keuntungan penggunaan motor scraper adalah mempunyai daya mobilitas yang cukup tinggi. Jarak pemindahan efektif untuk motor scraper lebih jauh dari towed scraper, yaitu 200 – 2000 meter.

9. MOBILE CRUSHER



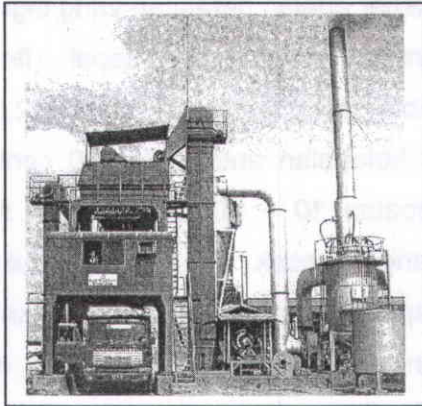
Gambar 9 – Mobile Crusher

Alat ini digunakan untuk menghancurkan batu-batu menjadi ukuran tertentu, biasanya digunakan untuk pekerjaan pembuatan jalan atau di pabrik semen. Alat penghancur batu ini dapat bergerak (mobile), berpindah tempat dari satu tempat ke tempat lainnya. Sehingga dapat meningkatkan efisiensi pekerjaan.

Alat ini dapat membuat bongkahan batu dalam ukuran tertentu, tergantung dari ukuran yang telah di set dalam alat ini. Kemampuan produktivitas kerjanya beragam tergantung dari HP yang dimiliki oleh unit-unit ini. Alat ini biasanya digunakan untuk pekerjaan konstruksi atau quarry (pertambangan).

Untuk melayani pekerjaan yang lebih besar, misalnya pembangunan jalan dan produksi hot mix, disiapkan Crushing Plant yang ditempatkan di lokasi quarry.

10. ASPHALT MIXING PLANT (Mesin Pencampur Aspal)



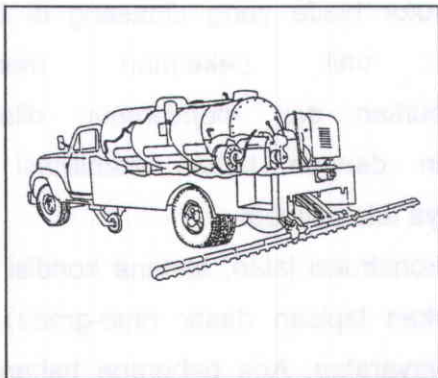
Gambar 10 - AMP

Mesin Pencampur Aspal (Asphalt Mixing Plant, AMP) adalah alat produksi yang disiapkan khusus untuk memproduksi campuran aspal panas (Hot Mix Asphalt/HMA) atau sering disebut hot mix, yaitu campuran agregat, aspal dan mineral pengisi sesuai proporsinya yang ditentukan dalam formula campuran kerja.

Kapasitas produksi mesin pencampur aspal ini bervariasi mulai dari 20 ton/jam sampai 800 ton/jam, dan biasanya disiapkan sesuai dengan rencana kebutuhan pekerjaan sekarang dan masa mendatang.

Lokasi AMP tidak boleh terlalu jauh dari lokasi pekerjaan perkerasan jalan, karena menyangkut kualitas produksi (temperatur hot mix menjadi turun) bila jaraknya terlalu jauh (biasanya maksimal 70 km).

11. MESIN PENYEMPROT ASPAL (Asphalt Sprayer/Asphalt Distributor)



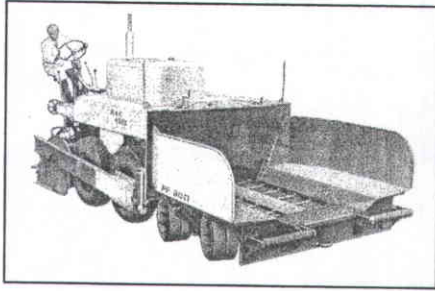
Gambar 11 – Asphalt Sprayer

Mesin penyemprot aspal adalah mesin yang digunakan untuk menyemprotkan aspal panas (cair) ke permukaan jalan sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan.

Penyemprotan aspal berkisar antara 0,15 – 0,35 lt/m², untuk aspal cut back dan 0,20 – 0,50 lt/m² untuk aspal emulsi, lebar penyemprotan juga bervariasi antara 2,5 meter – 6 meter.

Penyemprotan aspal panas digunakan sebagai lapis resap (tack coat) yaitu berfungsi sebagai perekat material jalan, dan sebagai lapis lekat (prime coat) yaitu sebagai lapis aspal pelekak sebelum dilakukan penggelaran hot mix.

12. ASPHALT FINISHER (Asphalt Paver)

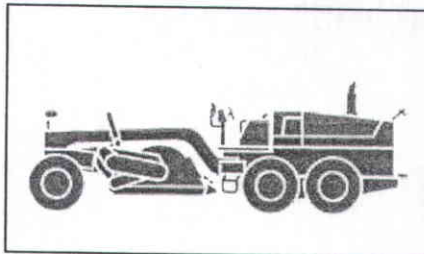


Gambar 12 - Asphalt Paver

Asphalt finisher adalah peralatan yang digunakan khusus untuk menghampar aspal (finishing) dengan lebar penghamparan antara 2,5 – 6 meter dan ketebalan antara 5 – 20 centimeter serta kecepatan 10 – 40 meter/menit. Asphalt finisher sangat cocok digunakan untuk jenis material aspal hot mix. Unit ini digerakkan oleh hidrolik dan terdapat dua tipe alat yaitu crawler type dan wheel type (4 wheel drive).

Untuk mengatur lebar penghamparan sesuai lebar jalan yang diinginkan dapat dilakukan dengan memanjang-pendekkan screed, dan pengoperasian screed ini dilakukan dengan sistem hidrolik.

13. SOIL STABILIZER



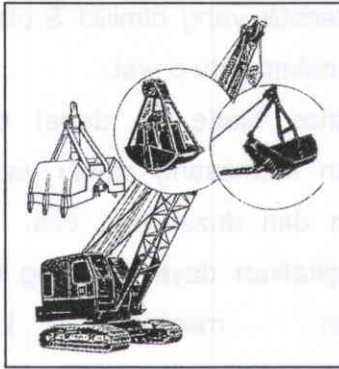
Gambar 13 - Soil Stabilizer

Soil stabilizer adalah peralatan yang digunakan untuk menaikkan kestabilan tanah dengan cara mencampur tanah yang ber-CBR (California Bearing Ratio) rendah dengan bahan aditif. Dengan rotor blade yang dipasang di bagian belakang unit pekerjaan menggali, menghancurkan dan mencampur, dilakukan bersamaan dengan bahan stabilisasi yang sebelumnya telah ditebar.

Soil stabilizer cocok untuk pekerjaan konstruksi jalan, dimana kondisi tanah asli terlalu lunak dan jika dipergunakan lapisan dasar (sub-grade) pada konstruksi jalan kurang memenuhi persyaratan. Ada beberapa bahan aditif (stabilizing agent) yang umum dipakai yaitu kapur dolomit (lime), portland cement, asphalt dan cleanset cement.

Soil stabilizer ini ada dua macam yaitu crawler type dan wheel type. Crawler type menggunakan rantai sebagai landasan geraknya, sedangkan wheel type menggunakan roda ban karet.

14. CRANE ON TRACK



Gambar 14 – Crawler Crane dan attachment-nya

Crane adalah alat yang umumnya digunakan untuk mengangkat/ memindahkan material dari tempat asal ke tempat lain. Dengan tambahan kelengkapan Crane jenis ini juga dapat dipergunakan untuk menancapkan tiang pancang/Pile Hammer (pipe layer), menggali dan memuat (clamshell dan dragline). Konstruksi bagian atas umumnya dibuat dari alat yang dapat berputar 360° seperti excavator, dengan jangkauan yang lebih jauh.

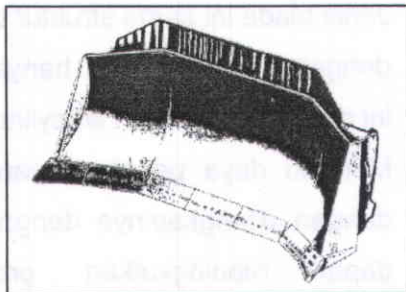
D. PERLENGKAPAN (ATTACHMENT) UNTUK BULLDOZER DAN DOZER SHOVEL

Perlengkapan baku (attachment) dibuat pabrik untuk melengkapi alat-alat berat dapat beroperasi secara optimal pada medan kerja yang berbeda-beda, dimana untuk setiap kondisi telah disiapkan dengan attachment yang tepat yaitu disesuaikan dengan jenis pekerjaan dan medan kerjanya.

1. Blade

Bulldozer yang merupakan alat-alat berat yang mampu bekerja untuk hampir semua jenis pekerjaan, dilengkapi dengan beberapa jenis blade yang merupakan perlengkapan bahan untuk menyesuaikan dengan jenis pekerjaan dan jenis material yang dihadapinya, diantaranya adalah:

a. "U", Universal Blade



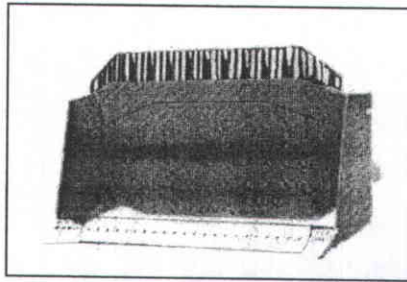
Gambar 15.a – "U"-blade

- Blade jenis ini dilengkapi dengan sayap yang lebar sehingga memperkecil tertumpahnya material dari blade.

Sangat tepat untuk pekerjaan tanah gembur pada jarak cukup jauh, misalnya untuk pekerjaan reklamasi, stockpilling, dan pekerjaan sejenis lainnya.

Bila dilengkapi dengan tilt-cylinder, akan mempunyai kemampuan penetrasi material seperti S-blade, sehingga meningkatkan kemampuan menggali, membongkar dan membentuk level/permukaan.

b. "SU", Semi U-Blade



Gambar 15.b – "SU"-blade

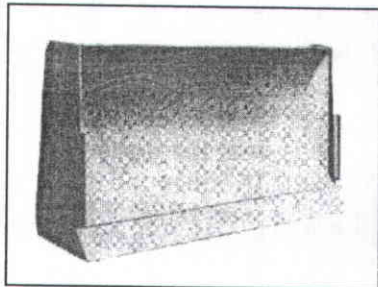
- Blade Semi-U mengkombinasikan karakteristik yang dimiliki S-blade dan U-blade dalam satu paket.

Kapasitas blade ini dapat ditingkatkan dengan memasang sayap yang menjadi bagian dari dozer end bits. Sayap ini meningkatkan daya tampung beban dan dengan menjaga kemampuan penetrasi/menggali dan mendorong dengan cepat material yang dihadapinya.

Bila dilengkapi dengan tilt-cylinder akan meningkatkan produksi dan kemampuan blade jenis ini. Dan bila dilengkapi dengan pelat pendorong, sangat efektif untuk mendorong scraper.

Kedua jenis blade ini termasuk blade dalam kategori perlengkapan produksi (Production dozing tools).

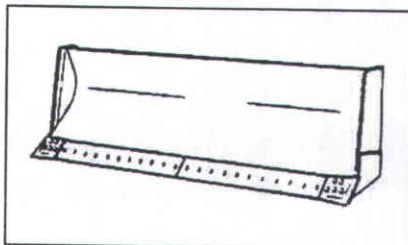
c. "S", Straight Blade



Gambar 15.c – "Straight-blade

- Straight blade mempunyai kemampuan yang sangat baik. Secara fisik ukurannya lebih kecil dari "U" atau "SU"-blade, yang menjadikan lebih lincah dibawa bermanuver serta lebih luas penggunaannya untuk menangani bermacam-macam material.

d. Straight – tilt dozer



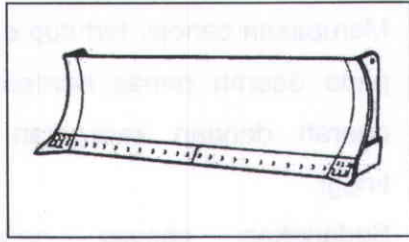
Gambar 15.d – Straight-tilt dozer

- Jenis blade ini sama struktur dan fungsinya dengan straight blade, hanya pada blade ini dilengkapi dengan tilt-cylinder.

Memiliki daya penetrasi yang tinggi dan dengan dilengkapinya dengan tilt-cylinder dapat meningkatkan produksi dan kemampuannya.

Dengan konstruksi yang kokoh, blade jenis ini sangat cocok untuk pekerjaan cutting and dozing (memotong dan mendorong), khususnya pekerjaan memotong yang berat pada tanah yang keras.

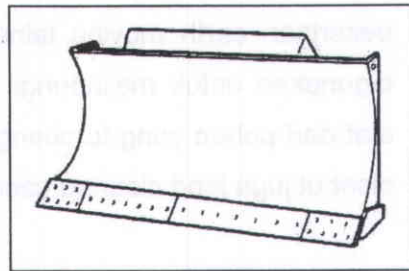
e. Angle-blade



Gambar 15.e – Angle-blade

- Blade ini dapat distel lurus (straight) atau menyudut (angled) pada kedua sisinya. Mengeruk tanah atau salju pada satu sisi dimungkinkan dengan mengatur sudut blade. Sangat tepat untuk pekerjaan jalan, mengurug dan pekerjaan sejenis lainnya.

f. Power angle-tilt dozer

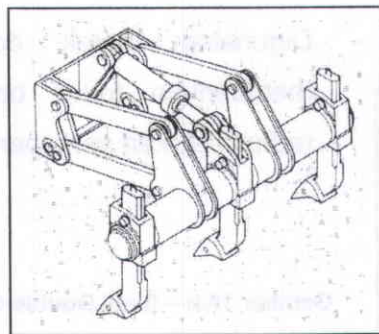


Gambar 15.f – Angle-tilt dozer

- Pada jenis ini, mengatur posisi sudut (angling) dan posisi kemiringan (tilting) dapat dilakukan dari ruang operator. Jenis blade ini cocok untuk berbagai pekerjaan seperti membentuk permukaan (grading), penimbunan (back filling), penghamparan (spreading) dan pembersihan lahan (lightland clearing).

Keempat jenis blade ini termasuk dalam kategori perlengkapan penggunaan segala pekerjaan (General purpose dozing tools).

g. Ripper

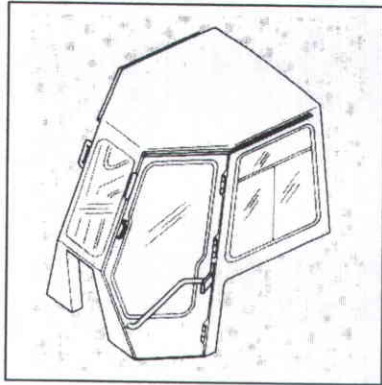


Gambar 16 – Ripper (multi shank)

- Attachment ini dipakai untuk menggemburkan material yang keras yang tidak mampu digali/dipotong dengan blade. Dapat dibedakan ripper dengan jenis single shank dan multi shank. Adakalanya material (batu) tidak dapat dipotong/digali dengan ripper, dan untuk itu biasanya material diledakkan terlebih dahulu, baru setelah itu didorong (dozing).

2. Perlengkapan Lainnya

a. STEEL CAB (ROPS)



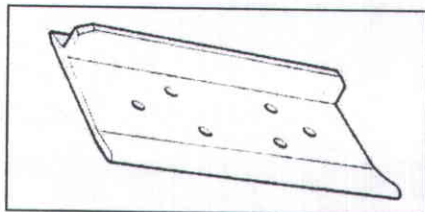
Gambar 17 – Steel Cab

- Merupakan canopy tertutup dan digunakan pada daerah panas berdebu atau pada daerah dengan kecepatan angin yang tinggi.

Sedangkan canvas canopy hanya melindungi operator terhadap sengatan panas matahari dan hujan.

Digunakan pada pertambangan atau pekerjaan earth moving lainnya. Alat ini digunakan untuk melindungi operator dan alat dari pohon yang tumbang. Cab guard disebut juga land clearing canopy.

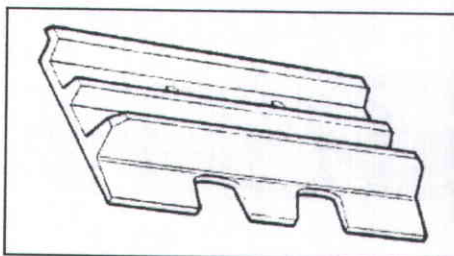
b. SINGLE GROUSER SHOE



Gambar 18.a – Single Grouser Shoe

- Merupakan tipe shoe yang dapat memberikan traksi besar. Dirancang untuk daerah operasi kasar berbatu-batu. Umumnya digunakan untuk straight dozer dan angle dozer.

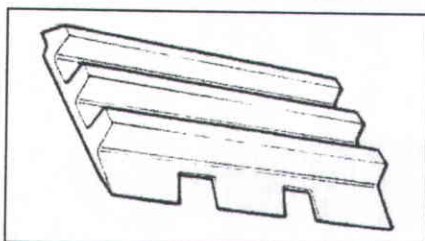
c. SEMI DOUBLE GROUSER SHOE



Gambar 18.b – Semi Double Grouser Shoe

- Digunakan untuk dozer shovel memberikan traksi besar dengan radius belokan yang pendek.

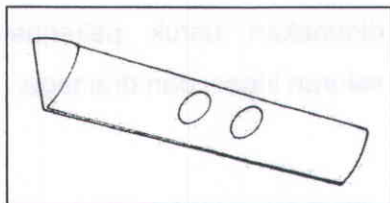
d. TRIPLE GROUSER SHOE



Gambar 18.c – Triple Grouser Shoe

- Utama digunakan untuk dozer shovel memberikan traksi yang rendah tetapi dengan manuverability yang tinggi dan efisiensi dioperasikan pada tanah lunak.

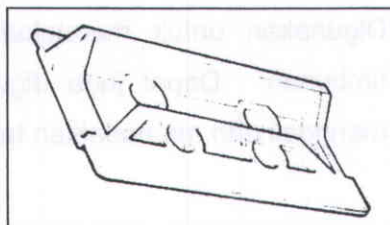
e. SWAMP SHOE



Gambar 18.d – Swamp Shoe

- Shoe dengan bentuk segi tiga dan mempunyai bidang kontak dengan tanah yang lebih lebar. Digunakan pada daerah berlumpur (swamp).

f. ROCK BED SHOE

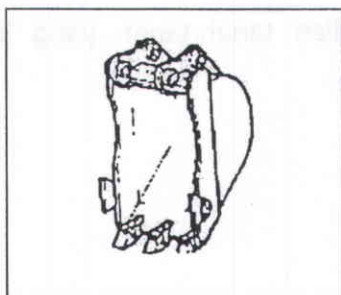


Gambar 18.e – Rock Bed Shoe

- Digunakan pada bulldozer untuk operasi di daerah berbatu.

E. PERLENGKAPAN UNTUK HYDRAULIC EXCAVATOR

a. SIDE CUTTER BUCKET



Gambar 19.a – Side Cutter Bucket

- Side cutter bucket digunakan untuk penggalian pada sisi tembok.

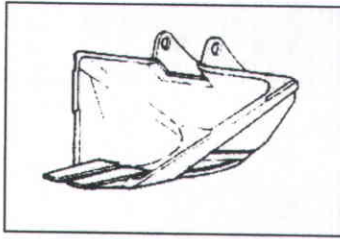
b. EJECTOR BUCKET



Gambar 19.b – Ejector Bucket

- Digunakan untuk penggalian pada tempat yang sempit dan berlumpur.

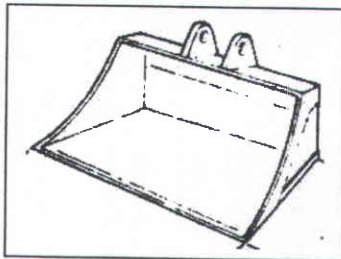
c. TRAPEZODIAL BUCKET



Gambar 19.c – Trapezodial Bucket

- Bucket ini berbentuk trapesium dan digunakan untuk pekerjaan pembuatan saluran irigasi dan drainage.

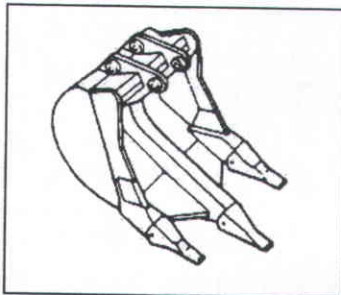
d. SLOPE FINISHING BUCKET



Gambar 19.d – Slope Finishing Bucket

- Digunakan untuk meratakan slope atau timbunan. Dapat juga digunakan untuk menggali dan memadatkan tanah.

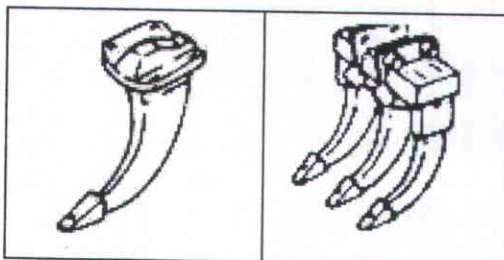
e. RIPPER BUCKET



Gambar 19.e – Ripper Bucket

- Bucket ini biasanya digunakan untuk penggalian tanah-tanah yang keras dan berbatu.

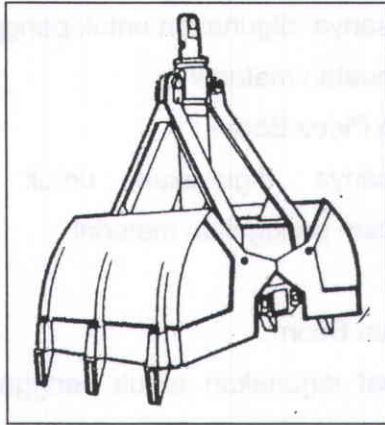
f. SINGLE / TRIPLE SHANK RIPPER



Gambar 19.f – Single/Triple Shank Ripper

- Digunakan untuk penggalian dan pembongkaran tunggul atau beton.

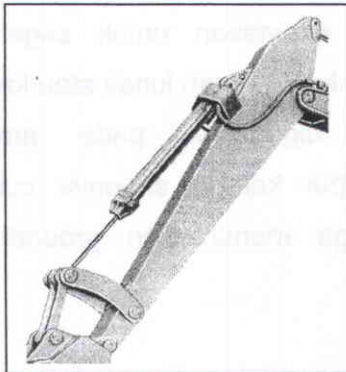
g. CLAMP SHELL BUCKET



- Biasanya digunakan untuk penggalian yang vertikal, seperti pada penggalian pondasi jembatan.

Gambar 19.g – Clamp Shell Bucket

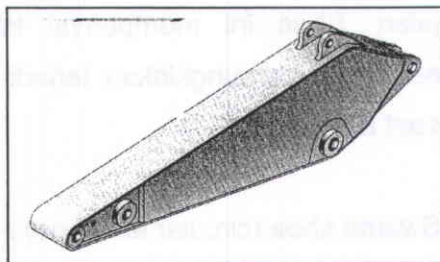
h. LONG ARM



- Long arm digunakan untuk penggalian yang lebih dalam atau penggalian yang memerlukan jangkauan yang lebih panjang.

Gambar 20.a – Long Arm

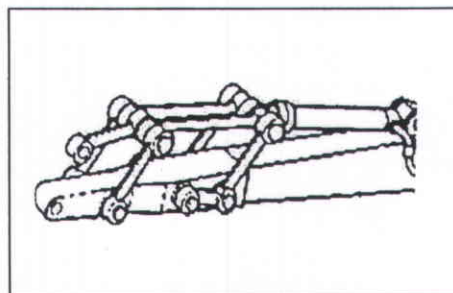
i. SHORT ARM



- Biasanya digunakan untuk penggalian pada areal yang sempit.

Gambar 20.b – Short Arm

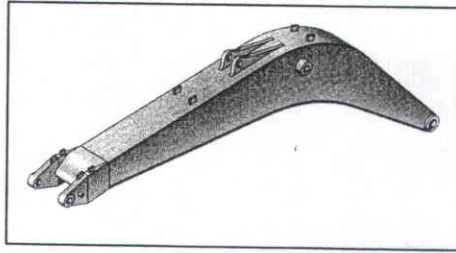
j. EXTENTION ARM



- Attachment ini ditambahkan pada arm (standar) jika diperlukan penggalian yang lebih dalam.

Gambar 20.c – Extention Arm

k. BOOMS



Gambar 21 – Booms

- One Piece Boom :

Biasanya digunakan untuk penggalian dan pemuatan material.

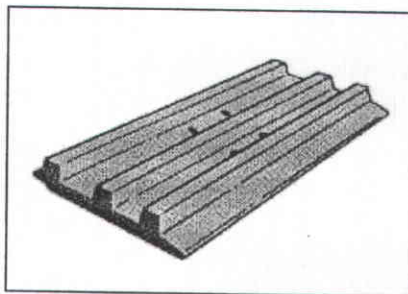
Two Piece Boom :

Biasanya digunakan untuk berbagai macam penggalian material.

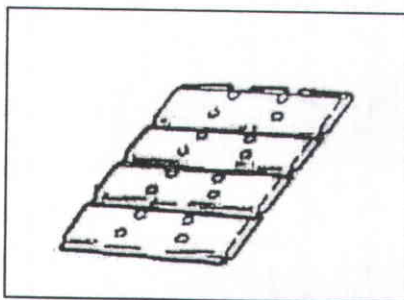
Offset Boom :

Dapat digunakan untuk penggalian pada sisi-sisi gedung atau penggalian lainnya.

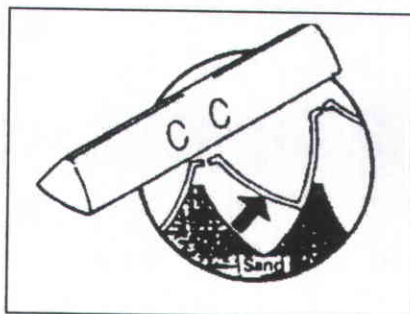
l. SHOES



Gambar 22.a – Triple Grouser Shoe



Gambar 22.b – Flat Shoe



Gambar 22.c – Swamp Shoe

- Triple Grouser Shoe :

Dapat digunakan untuk segala kondisi medan kerja, tanah lunak atau keras. Juga dapat digunakan pada areal yang berlumpur karena shoonya cukup lebar sehingga menurunkan ground pressure alat.

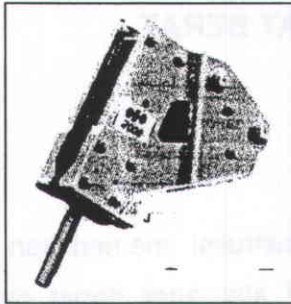
Flat shoe :

Digunakan pada pengoperasian di atas jalan aspal untuk memperkecil kerusakan jalan. Shoe ini mempunyai traksi kecil sehingga memungkinkan terjadi slip pada saat beroperasi.

Swamp shoe (circular arc shoe) :

Digunakan untuk operasi pada tanah-tanah lunak dan tidak begitu merusak permukaan tanah.

m. HYDRAULIC BREAKER



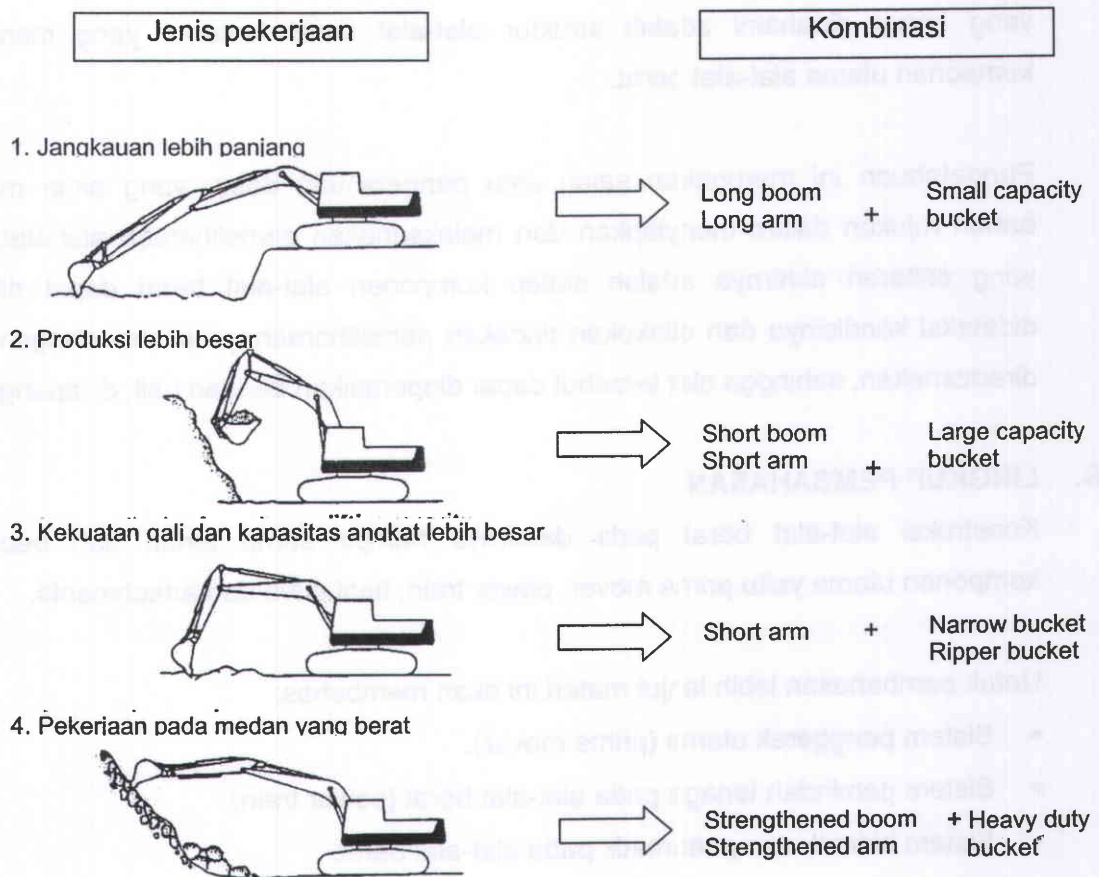
Gambar 23 – Hydraulic Breaker

- Dapat dipasangkan pada berbagai tipe alat, tetapi umumnya dipasangkan pada hydraulic excavator. Berfungsi untuk memecahkan batu-batuan, beton atau tanah yang keras.

Hydraulic breaker banyak digunakan pada pekerjaan di quarry, pertambangan, konstruksi dan operasi lainnya.

F. DASAR PEMILIHAN EXCAVATOR

Dasar untuk mengkombinasikan attachment yaitu ukuran bucket, panjang arm dan panjang boom pada hydraulic excavator yang seimbang dengan jenis pekerjaannya, adalah sebagai berikut.



BAB III

KOMPONEN UTAMA ALAT-ALAT BERAT

A. UMUM

Penggunaan alat-alat berat dalam pekerjaan konstruksi memerlukan perhatian khusus, terutama dalam mempertahankan kondisi alat agar dapat dioperasikan sepanjang tahun sesuai dengan yang direncanakan.

Salah satu kegiatan kritis pada rangkaian penggunaan alat-alat berat ini adalah kegiatan pemeliharaan mengingat dari kegiatan ini akan berpengaruh terhadap availability dan performance alat yang bersangkutan.

Untuk dapat melakukan kegiatan pemeliharaan tersebut salah satu pengetahuan yang harus dipahami adalah struktur alat-alat berat tersebut yang mencakup komponen utama alat-alat berat.

Pengetahuan ini merupakan salah satu pengetahuan dasar yang akan menjadi bahan rujukan dalam menyiapkan dan melaksanakan pemeliharaan alat-alat berat yang sasaran akhirnya adalah setiap komponen alat-alat berat dapat dikenal, dideteksi kondisinya dan dilakukan tindakan pemeliharannya sesuai dengan yang direncanakan, sehingga alat tersebut dapat dioperasikan dengan baik di lapangan.

B. LINGKUP PEMBAHASAN

Konstruksi alat-alat berat pada dasarnya hampir sama terdiri dari beberapa komponen utama yaitu prime mover, power train, final drive dan attachments.

Untuk pembahasan lebih lanjut materi ini akan membahas:

- Sistem penggerak utama (prime mover).
- Sistem pemindah tenaga pada alat-alat berat (power train).
- Sistem hidrolik dan pneumatik pada alat-alat berat.
- Sistem kelistrikan pada alat-alat berat.
- Sistem mekatronik alat-alat berat.

C. SISTEM PENGGERAK UTAMA (PRIME MOVER)

Secara garis besar jenis alat berat mempunyai penggerak utama (prime mover), dan bila dilengkapi dengan komponen lainnya sehingga lengkap menjadi unit alat berat, maka dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya berdasar komponen utama dan attachmentnya.

a. Engine sebagai prime mover

Engine adalah suatu sumber tenaga yang akan berfungsi sebagai penggerak utama bila dihubungkan dengan komponen atau unit lainnya.

misalnya:

- 1) Bila dihubungkan dengan generator melalui mekanisme kopling (clutch) dan roda gigi (gear reducer) maka engine tersebut adalah prime mover (penggerak utama) pembangkit tenaga listrik.
- 2) Bila dihubungkan dengan final drive melalui clutch dan transmisi maka engine menjadi prime mover (penggerak utama) dari tractor.

b. Tractor sebagai prime mover

Tractor adalah suatu unit equipment yang telah dapat beroperasi namun belum dapat berfungsi dengan baik karena belum diberi attachment (perlengkapan) yang memberi ciri operasinya.

misalnya:

- 1) Bila diberi attachment dozer, seperti blade lengkap dengan kelengkapan operasinya, maka tractor tersebut menjadi unit bulldozer dan disini tractor sebagai prime mover (penggerak utama) bulldozer.
- 2) Bila diberi attachment loader, seperti bucket lengkap dengan kelengkapan operasinya, maka tractor tersebut menjadi unit loader (track loader atau wheel loader), dan disini tractor sebagai prime mover (penggerak utama) loader.

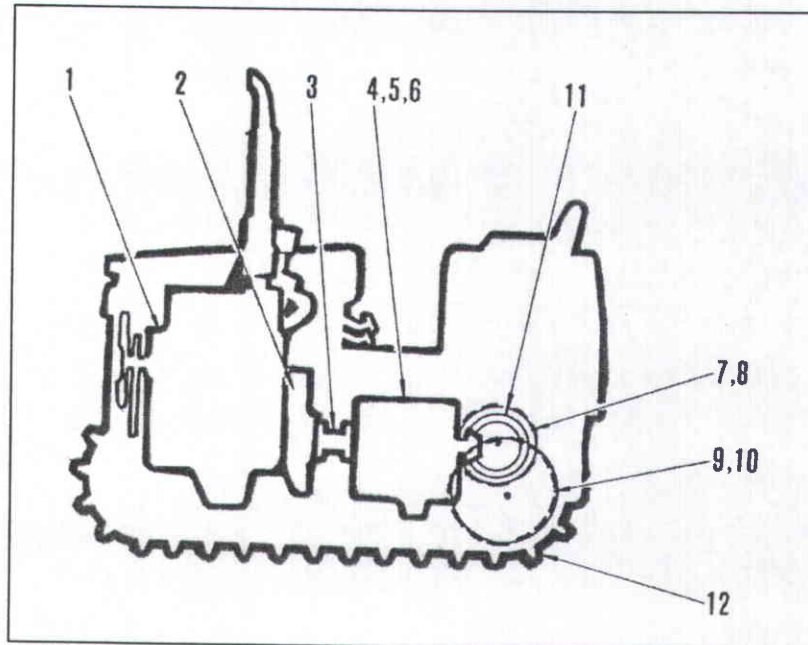
c. Excavator sebagai prime mover

Excavator adalah suatu unit equipment yang telah dapat beroperasi dan berfungsi sebagai alat penggali bila telah terpasang attachment (perlengkapan baku), seperti backhoe bucket, atau clam shell, dan untuk sistem kontrol kabel ditambah dengan dragline.

Namun bila attachment diganti dengan attachment lain akan berubah fungsi, misalnya menjadi pipe layer, crane, skidder dan sebagainya.

Maka dalam hal ini excavator menjadi prime mover (penggerak utama) untuk beberapa konfigurasi tersebut (backhoe, clam shell, dragline shovel, pipe layer dan seterusnya).

- d. Untuk selanjutnya yang dimaksud dengan prime mover disini adalah engine, seperti terlihat dalam skema berikut:

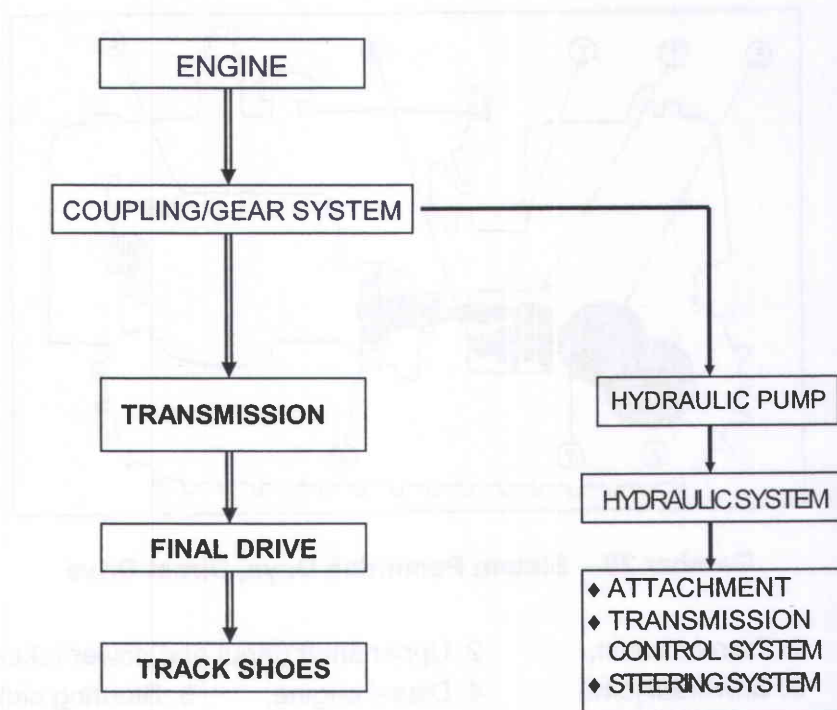


Gambar 24 – Engine sebagai Prime Mover

- e. Sistem penggerak utama (prime mover)
- Engine (1) sebagai penggerak utama menggerakkan track shoe melalui media:
 - √ Transmisi 4, 5, 6
 - √ Bevel gear 11
 - √ Steering Clutch 7, 8
 - √ Final drive 9, 10

D. SISTEM PEMINDAH TENAGA PADA ALAT-ALAT BERAT

Pada umumnya daya yang tersedia dari motor penggerak/engine dipergunakan untuk mengatasi beban yang timbul pada roda penggerak (track shoes atau wheel) dan sistem hidrolik untuk menggerakkan attachment, transmisi dan kemudi.



Gambar 25 - Sistem Pemindah Tenaga

Distribusi tenaga dari engine sampai ke track shoes atau wheel dikenal dengan sebutan power train dan untuk jenis alat-alat berat yang memerlukan traksi yang tinggi biasanya daya sebagian besar didistribusikan melalui power train ini dengan beberapa sistem pemindah daya ke final drive.

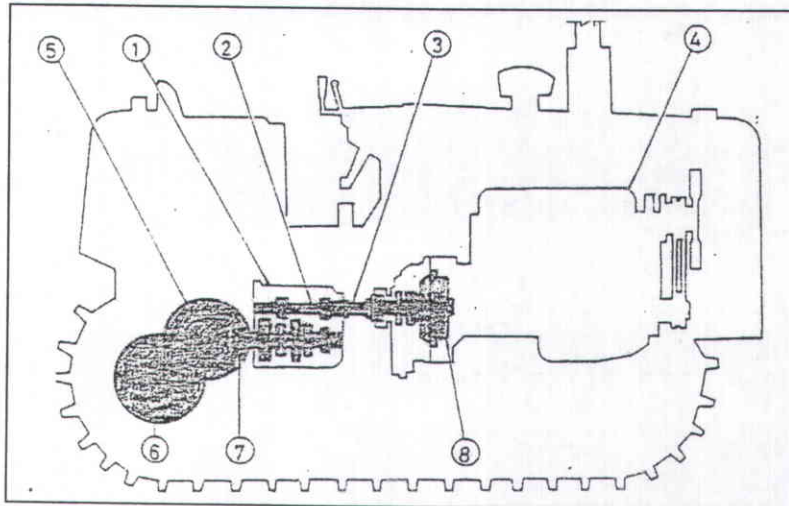
Untuk kebutuhan tenaga pada attachment (misalnya gerakkan blade atau ripper pada bulldozer, bucket pada loader, dsb) tenaga dari engine disalurkan dengan sistem hidrolis

1. Jenis Pemindah Daya (Power Train)

Pemindahan daya dari engine (prime mover) ke bagian lain dari alat-alat berat pada umumnya memerlukan suatu media perantara dan dari cara bekerjanya dapat secara mekanis (mechanical controls), secara hidraulis (hydraulic controls), pneumatic controls (dengan menggunakan udara/angin) atau gabungan secara hidrolis dan listrik (electric and hydraulic controls).

a. Direct Drive

Pada sistem ini pemindahan daya/tenaga menggunakan media perantara yang bekerjanya secara mekanis.



Gambar 26 – Sistem Pemindah Daya, Direct Drive

- | | | |
|---------------------|--|--------------------------|
| 1. Transmission, | 2. Upper shaft (input and power take-off), | |
| 3. Universal joint, | 4. Diesel engine, | 5. Steering clutch, |
| 6. Final Drive, | 7. Pinion shaft, | 8. Flywheel/Main clutch. |

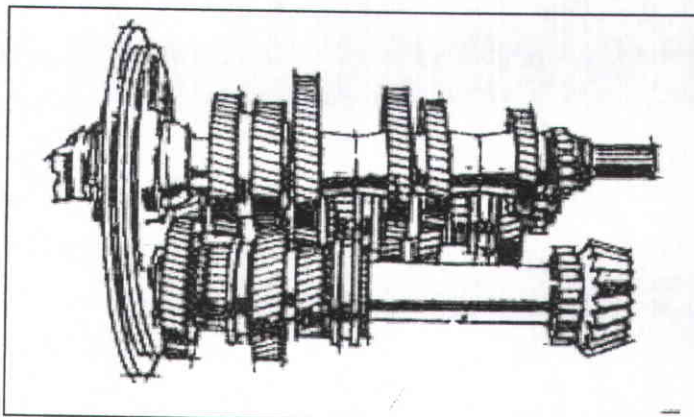
Cara bekerjanya adalah sebagai berikut :

Tenaga dari Diesel Engine (4) dipindahkan ke **Flywheel/Main Clutch** (8) yang bekerja secara mekanis. *Output shaft* dari flywheel clutch ini menggerakkan **transmisi** (1) melalui **universal joint** (3).

Tenaga dari transmisi melalui **Steering Clutch** (5) dipindahkan ke **Final Drive** (6) dan selanjutnya dipindahkan ke **Sprocket** yang menggerakkan **Track Shoe**

Transmisi type Direct Drive ini tersusun dari gigi-gigi (gears) yang terpasang pada dua atau tiga poros (shaft) yang terpasang sejajar satu sama lainnya.

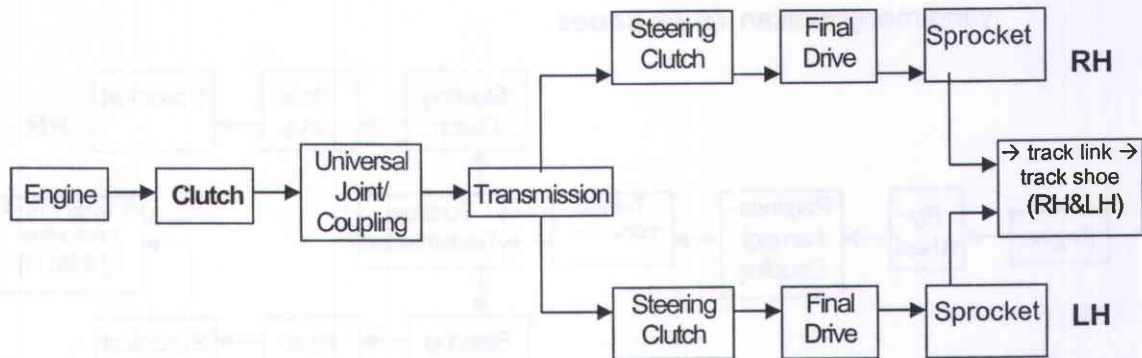
Pengaturan kecepatan dilakukan dengan menggeser-geser gigi-gigi pada poros utama (main shaft) untuk mendapatkan pasangan gigi sesuai dengan kecepatan yang dikehendaki.



**Gambar 27 –
Gigi Transmisi
Direct Drive**

Transmisi tipe direct-drive ini dapat memiliki tingkat kecepatan sampai 5 kecepatan. Gigi transmisi harus selalu dilumasi dengan minyak pelumas khusus (pelumas roda gigi)

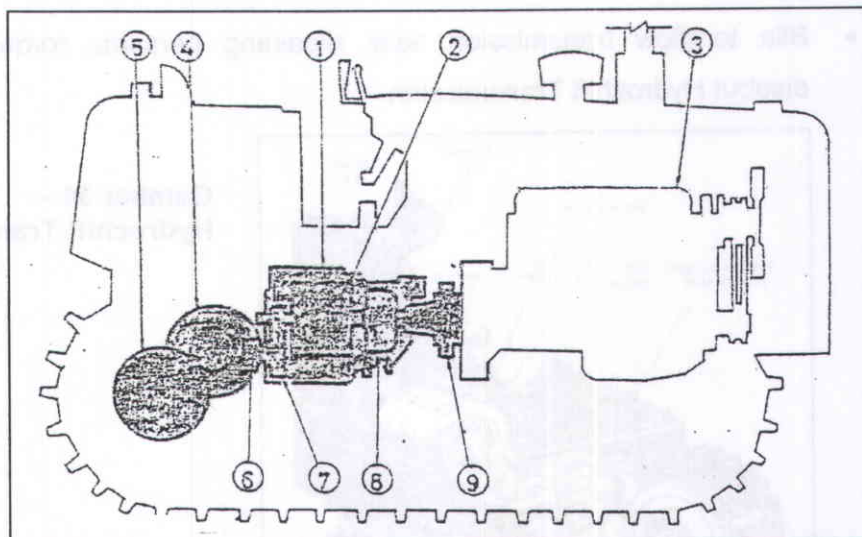
Secara garis besar pemindahan/penyaluran tenaga dari engine sampai ke track shoe dapat dilihat dalam bagan berikut:



Gambar 28 - Bagan Pemindahan Daya secara Mekanis (Direct Drive)

b. Power-Shift/Torqflow Transmission

Pada sistem ini pemindahan tenaga menggunakan media perantara yang bekerjanya secara hidrolis.



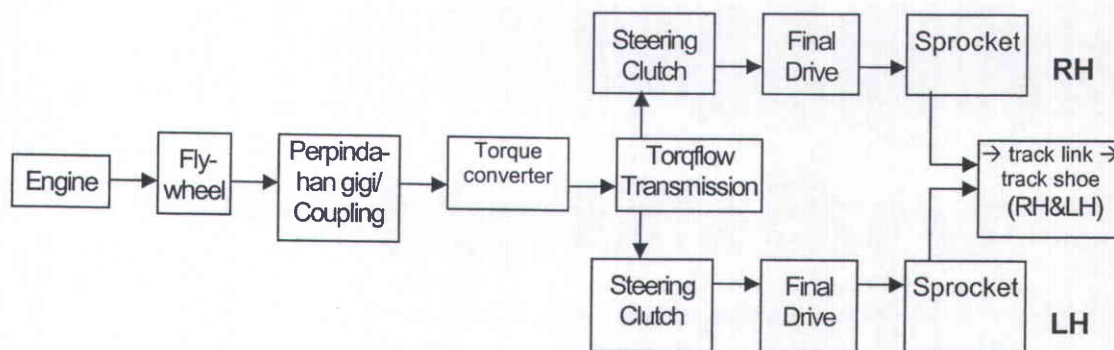
Gambar 29 - Power-Shift Transmission

- 1. Transmission,
- 2. Planetary gear,
- 3. Diesel engine,
- 4. Steering clutch,
- 5. Final drive,
- 6. Pinion gear
- 7. Output shaft,
- 8. Torque convertor,
- 9. Flexible coupling/universal joint

Cara bekerjanya adalah sebagai berikut :

Tenaga dari diesel engine (3) dipindahkan melalui **flywheel ke torque converter** (8) melalui perpindahan gigi atau flexible drive coupling (9).

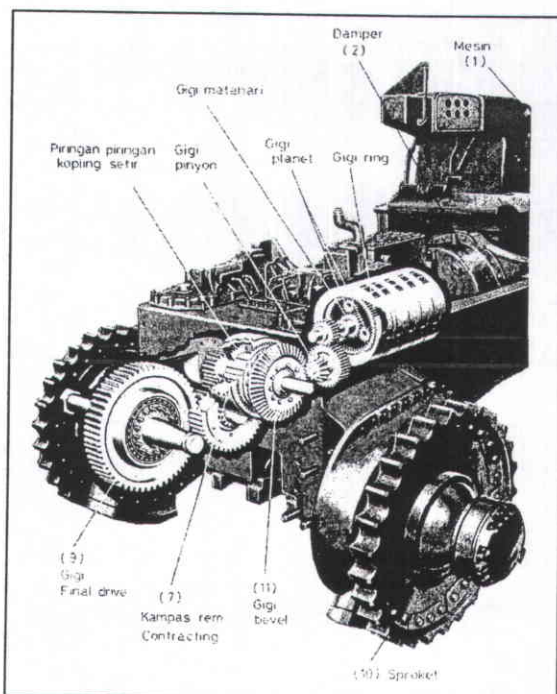
Output shaft dari torque converter menggerakkan **gigi-gigi (sun gear dan planet gear dari planetary gear)** (2) dalam **transmisi (torqflow transmission)** (1). Tenaga dari transmisi melalui **Steering Clutch** (4) dipindahkan ke **Final Drive** (5) dan selanjutnya dipindahkan ke **Sprocket** yang menggerakkan **Track Shoes**.



Gambar 30 - Bagan Pemindahan Daya secara Hidrolis

Tipe torqflow transmission:

- Bila torqflow transmission dipasang bersama dengan torque converter disebut Powershift Transmission.
- Bila torqflow transmission tidak dipasang bersama torque converter disebut Hydroshift Transmission.



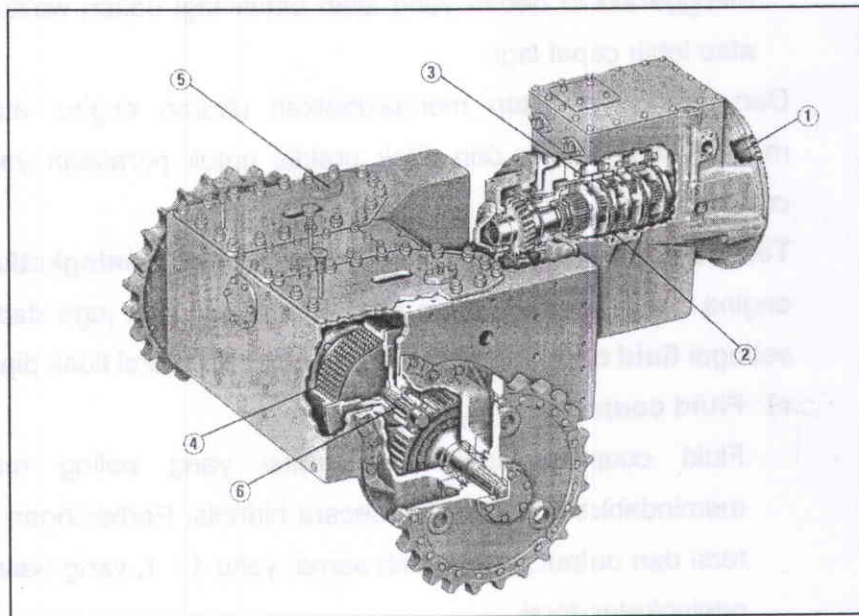
Gambar 31 - Hydroshift Transmission

Secara garis besar pada model **hydroshift transmission** tenaga dipindahkan dari engine ke track shoe melalui media sebagai berikut:

ENGINE → DAMPER → UNIVERSAL JOINT → HYDROSHIFT TRANSMISSION → BEVEL GEAR → STEERING CLUTCH (L & R) → FINAL DRIVE (L & R) → SPROCKET (L & R) → TRACK LINK/TRACK SHOES (L & R)

Pada powershift transmission terdiri dari dua tipe/system yaitu :

- Planetary gear system.
- Counter shaft system.



Gambar 32 – Power-shift Transmission

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1. Torque converter, | 2. Power shift transmission |
| 3. Perimeter-mounted clutch, | 4. Clutches and brakes |
| 5. Brake adjusters, | 6. Final drives. |

Dan pada model **powershift transmission** secara garis besar tenaga dipindahkan dari engine ke track shoe melalui media sebagai berikut:

ENGINE → TORQUE CONVERTER → UNIVERSAL JOINT → POWERSHIFT TRANSMISSION → BEVEL GEAR → STEERING CLUTCH (L & R) → FINAL DRIVE (L & R) → SPROCKET (L & R) → TRACK LINK/TRACK SHOES (L & R).

1) Torque Converter

- Torsi yang besar dari motor penggerak (internal combustion engine) hanya terjadi pada putaran yang tinggi, dan dalam kenyataannya tidak selalu engine beroperasi secara terus menerus pada putaran maksimum, sedangkan torsi yang lebih besar ini diperlukan untuk dapat menggerakkan peralatan dalam berbagai kondisi lapangan.
- Untuk mendapatkan peningkatan torsi tersebut, diperlukan suatu susunan roda gigi (transmission direct drive) antara engine dan beban, dimana kondisi ini akan memerlukan engine yang lebih besar atau transmisi dengan susunan roda gigi yang lebih banyak untuk dapat menggerakkan beban yang lebih besar lagi dalam waktu yang cepat atau lebih cepat lagi.

Dan kondisi ini akan mengakibatkan ukuran engine atau transmisi menjadi lebih besar dan tidak praktis untuk peralatan yang bergerak cepat/mobile.

Torque converter memiliki kemampuan untuk **meningkatkan torsi** dari engine secara hidrolis pada saat diperlukan, dan juga dapat berfungsi sebagai **fluid coupling** pada saat peningkatan torsi tidak diperlukan.

a) Fluid coupling

Fluid coupling adalah konstruksi yang paling mudah untuk memindahkan torsi engine secara hidrolis. Perbandingan antara input torsi dan output torsi adalah sama, yaitu 1 : 1, yang berarti tidak ada peningkatan torsi.

Sistem ini menggunakan energi kecepatan yang tinggi dari zat cair (hydraulic) untuk memindahkan daya dari engine ke bagian lain yang dikenal dengan sistem hidrokinetik yang berfungsi sebagai kopling otomatis antara engine dan transmisi.

Sistem ini memungkinkan engine berputar pada kecepatan rendah dengan peralatan tidak bergerak, tetapi akan dapat menggerakkan peralatan secara perlahan-lahan dengan kecepatan yang meningkat apabila putaran engine dipercepat.

Fluid coupling terdiri dari dua bagian yang bergerak yaitu:

- ✿ Bagian input yang disebut impeller yang berhubungan langsung dengan fly wheel dari engine.
- ✿ Bagian output yang disebut turbine yang dihubungkan ke output shaft atau langsung dihubungkan ke transmisi.

Masing-masing impeller dan turbine mempunyai sejumlah sudu-sudu yang dibuat dari plat lurus yang disusun secara radial.

Bila dibandingkan dengan kopling mekanik maka fluid coupling ini mempunyai beberapa kelebihan, antara lain:

- ✘ Mencegah engine berputar tersendat-sendat dan mati walaupun beban bertambah.
- ✘ Mencegah engine dari beban kejutan, karena tidak ada hubungan mekanis antara penggerak dan yang digerakkan.
- ✘ Menghemat pemeliharaan, karena tidak ada bagian-bagian yang proses keausannya cepat.
- ✘ Kemampuan peralatan untuk beroperasi lebih tahan lama.

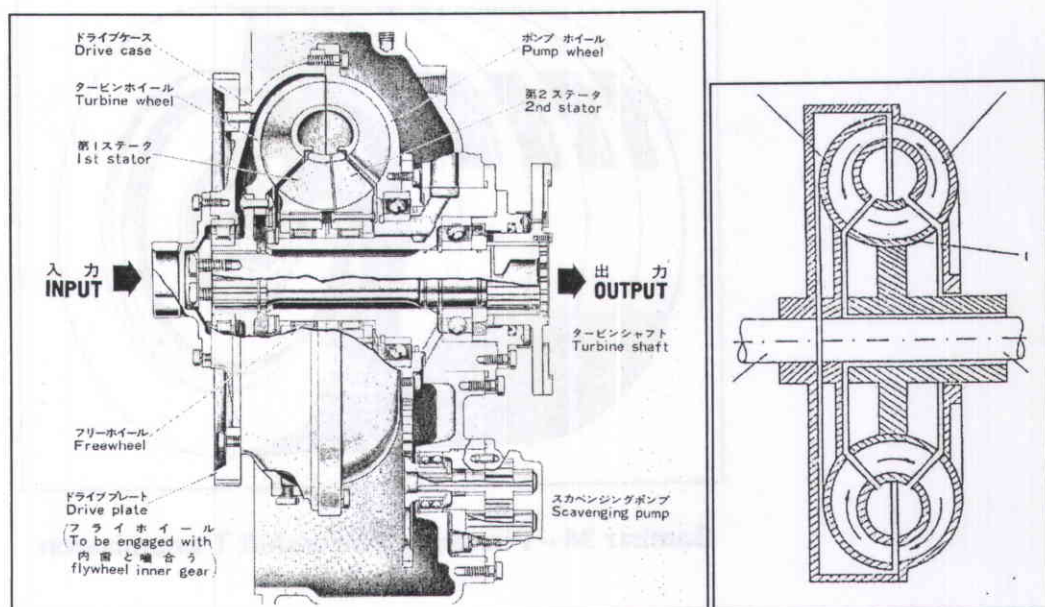
b) Prinsip Torque converter

Torque converter adalah suatu sistem untuk meningkatkan torsi mesin secara hidrolis yang menggunakan zat cair (oli) sebagai pengganti suatu susunan roda gigi.

Prinsip sistem torque converter adalah menggunakan prinsip titik tumpu (fulcrum points) yang dapat berpindah-pindah untuk meningkatkan torsi (floating torque), yang memberikan:

- ✘ Peredam kejut
- ✘ Perbandingan torsi dengan jumlah tak terhingga.

c) Konstruksi dan bagian utama Torque Converter



Gambar 33 - Torque Converter

Bagian utama dari torque converter adalah:

- Pump atau impeller yang berhubungan dengan input shaft
- Turbine yang berhubungan dengan output shaft
- Stator (1st stator dan 2nd stator)

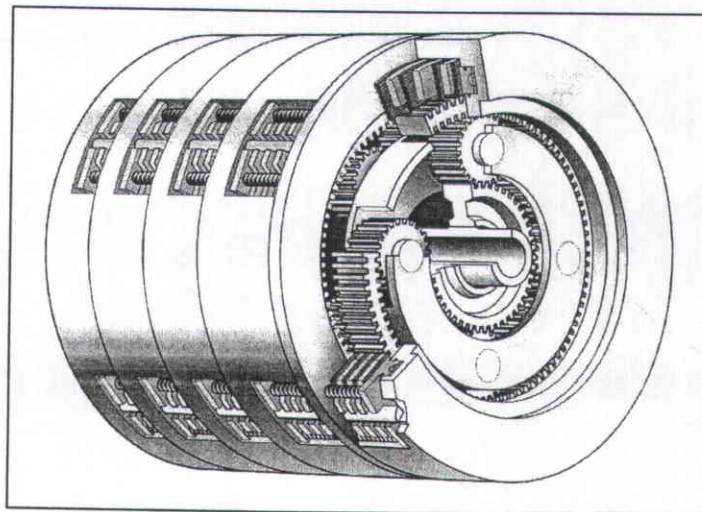
2) Beberapa keuntungan penggunaan torque converter

- Memungkinkan engine beroperasi pada output yang paling efisien.
- Secara otomatis meningkatkan torsi atau berfungsi sebagai fluid coupling.
- Meredam beban kejut, menjaga engine dan peralatan dari kerusakan.
- Meningkatkan cycle time dari suatu kegiatan peralatan
- Meningkatkan kemampuan kinerja peralatan

3) Transmisi Planetary Gear

Planetary gear system terdiri dari tiga elemen penting yaitu : Sun gear, Planetary carrier dan Ring gear. Speed ratio antara gear penggerak dan yang digerakan adalah sangat tergantung pada jumlah gigi dari masing-masing gear.

- Gigi Matahari (Sun Gear) yang menjadi pusat gerakan perpindahan gigi dan merupakan spline dari input shaft.
- Gigi Planet (Planet Gear) yang bergerak di sekeliling gigi matahari.
- Gigi Luar (Ring Gear) yang melingkupi ke dua jenis gigi tersebut diatas.



Gambar 34 – Planetary Powershift Transmission

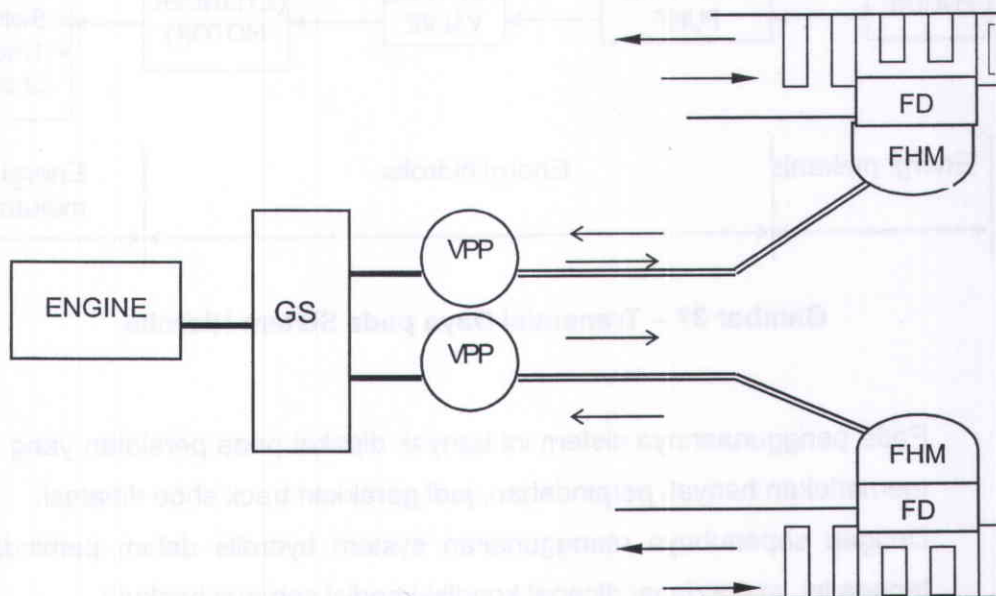
Pada transmisi model ini terdapat beberapa kelebihan, diantaranya:

- Sistem modulasi pada planetary gear memungkinkan untuk perpindahan gigi dengan cepat demikian juga pada perubahan arah (dari maju ke mundur atau sebaliknya).
- Pendinginan minyak hidrolik sangat baik dengan menggunakan sistem oil-to-water cooler.
- Aliran dari minyak pelumas bertekanan melumasi dan mendinginkan clutch packs untuk dapat bekerja dengan baik dan tahan lama.

c. Hydrostatic Transmission

Pada sistem ini daya dari engine yang ditransmisikan ke komponen roda penggerak (sprocket, track link dan track shoe) melalui empat komponen utama yaitu:

- ✿ Gear Sistem (GS)
- ✿ Variable Piston Pump (VPP)
- ✿ Fixed Hydraulic Motor (FHM)
- ✿ Final Drives (FD)

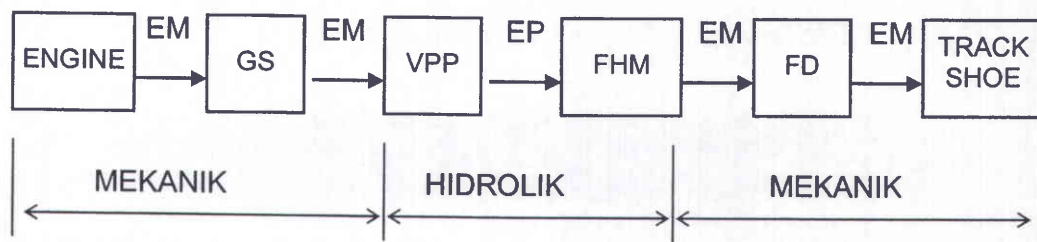


Gambar 35 – Sistem Transmisi Hidrostatik

Transformasi bentuk energi dalam proses pemindahan daya tersebut dari engine sampai ke track shoe mengalami tiga kali perubahan bentuk energi, sebagai berikut:

EM = Energi mekanis,

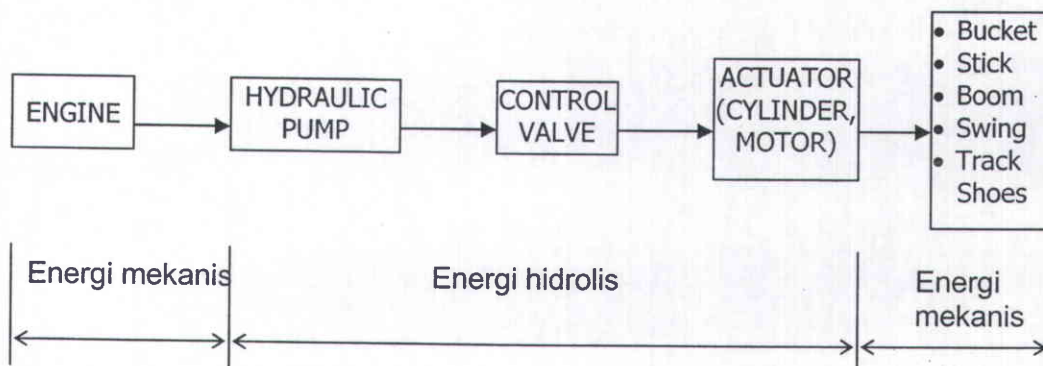
EP = Energi potensial (energi tekanan)



Gambar 36 – Transformasi Energi pada Sistem Transmisi Hidrostatik

d. Hydrostatic System

Dalam sistem ini pemindahan tenaga dari engine (prime mover) kepada final drive (track shoe) berlangsung sesuai dengan hydraulic system, jadi berbeda dengan torqueflow transmission yang harus menggunakan transmisi untuk meneruskan daya dari engine tersebut.



Gambar 37 – Transmisi Daya pada Sistem Hidrolis

Pada penggunaannya sistem ini banyak dipakai pada peralatan yang tidak memerlukan banyak perpindahan, jadi gerakan track shoe dibatasi.

Dengan sepenuhnya menggunakan system hidrolis dalam pemindahan tenaga ini, maka dapat dicapai kondisi-kondisi sebagai berikut :

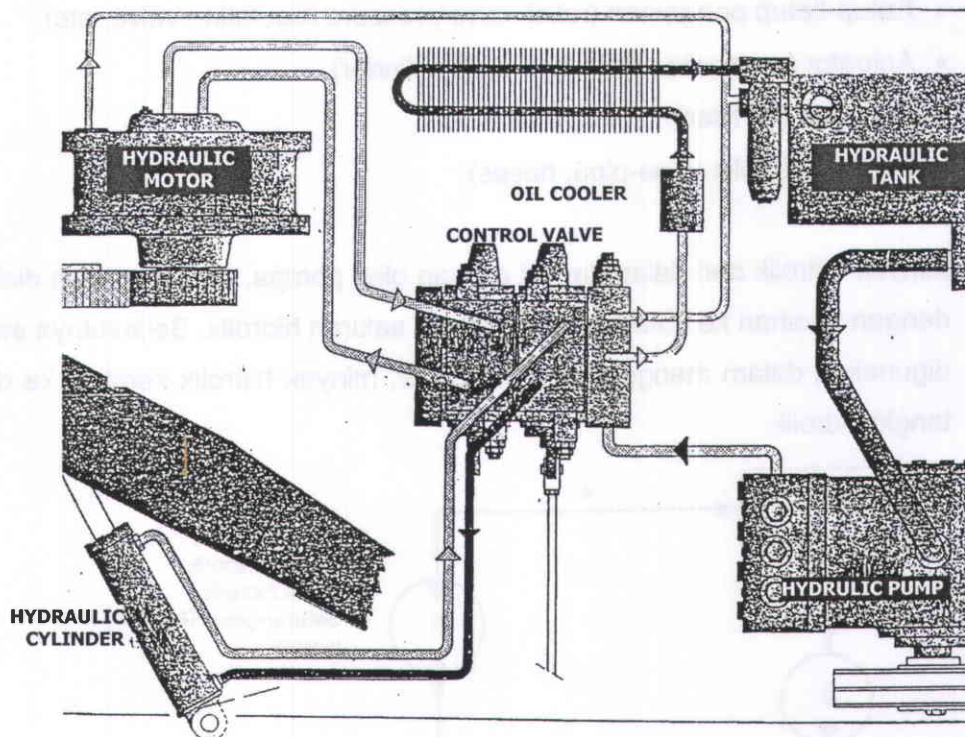
- a) Tiap sisi dari track (LH & RH) mempunyai motor hidrolis masing-masing, sehingga untuk gerakan membelok cukup dengan mengatur kecepatan putar dari masing-masing motor hidrolis tersebut, dan perbedaan kecepatan tersebut akan mengakibatkan berbeloknya arah gerak alat (ke kiri atau ke kanan)

- b) Motor hidrolik tersebut dapat berbalik arah putarannya sesuai dengan pengatur arah aliran (katup pengatur arah/KPA, Directional Control Valve), maka akan terjadi track LH maju dan track RH mundur, maka terjadi alat berputar di tempat (Pivot Turn)
- c) Tidak memerlukan lagi komponen :
- Transmission, steering clutch & brake, bevel gear dan pinion gear sehingga total berat alat lebih kecil untuk kapasitas(daya) yang sama.

Alat-alat berat yang menggunakan sistem ini antara lain, Excavator PC, Caterpillar Excavator, Track Loader, Hitachi Excavator EX, dan lain-lain, yang pada dasarnya tidak memerlukan mobilitas tinggi dalam penggunaannya.

Cara kerjanya:

Tenaga dari diesel engine melalui flywheel dan flexible coupling atau belt atau sistem perpindahan gigi (gear system) menggerakkan **hydraulic pump**. **Aliran hidrolik** (hydraulic flow) dari hydraulic pump melalui **Directional Control Valve** menggerakkan **Hydraulic Motor (RH & LH)** yang diteruskan ke **Final Drive (RH & LH)** dan selanjutnya dipindahkan ke **Sprocket** untuk menggerakkan **Track Shoe (RH & LH)**



Gambar 38 – Sistem Hidrolis

E. SISTEM HIDROLIK DAN PNEUMATIC PADA ALAT – ALAT BERAT

Sistem kendali (controls system) pada alat-alat berat banyak menggunakan sistem hidrolik, atau ada juga dengan sistem pneumatik.

Pada dasarnya kedua sistem tersebut memiliki cara kerja yang sama yaitu menggunakan media zat cair (hidraulik) dan media udara tekan (pneumatic) yang selanjutnya dipakai pada sistem kendali alat-alat berat.

Perbedaan yang utama dari kedua sistem terletak pada sifat dari kedua media tersebut, yaitu minyak hidrolik merupakan media yang tidak dapat dimampatkan sedangkan udara merupakan media yang dapat dimampatkan, sehingga dalam desain konstruksi komponennya memiliki ciri-ciri tersendiri.

1. Sistem Hidrolik (Hydraulic System) pada Alat-alat Berat

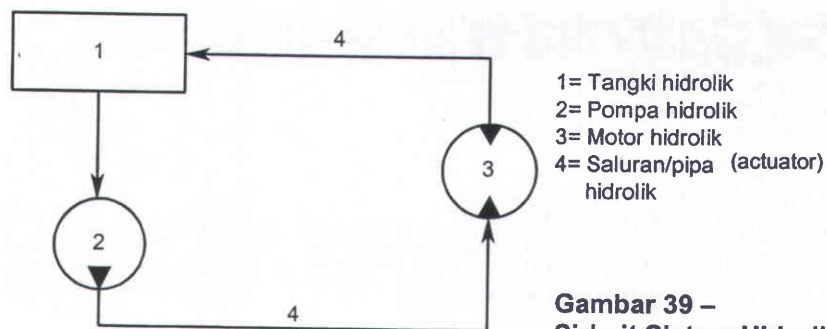
a. Komponen utama

Pada alat-alat berat yang menggunakan sistem hidrolik atau sistem kendali hidrolik, komponen utama dari sistem tersebut terpisah dari sistem transmisi pada alat-alat berat.

Pada dasarnya komponen utama dari sistem hidrolik pada peralatan adalah:

- Tangki minyak hidrolik (oil tank)
- Pompa hidrolik (hydraulic pump)
- Katup pengatur arah (Control valve)
- Katup-katup pengaman (relief valve/pressure regulating valve, etc)
- Actuator (hydraulic motor, hydraulic cylinder)
- Saringan (oil filter)
- Saluran hidrolik (pipa-pipa, hoses)

Minyak hidrolik dari dalam tangki dihisap oleh pompa, dan kemudian dialirkan dengan tekanan ke dalam sistem melalui saluran hidrolik. Selanjutnya setelah digunakan dalam menggerakkan aktuator, minyak hidrolik kembali ke dalam tangki hidrolik.



**Gambar 39 –
Sirkuit Sistem Hidrolis**

1) Tangki hidrolik (hydraulic tank)

a) Fungsi

Dalam sistem hidrolik, tangki hidrolik mempunyai beberapa fungsi, antara lain:

- menampung persediaan minyak hidrolik bagi seluruh sistem
- menampung cadangan minyak untuk pengganti minyak yang keluar dari sistem akibat kebocoran
- menyediakan ruang untuk ekspansi/konstraksi minyak akibat pengaruh temperatur
- membantu berlangsungnya pendinginan minyak secara alami
- membantu berlangsungnya seperasi udara dan kontaminasi yang terkandung dalam minyak.

b) Perlengkapan standar

Suatu tangki hidrolik harus memenuhi syarat-syarat tertentu yang telah ditetapkan berdasar JIC (Joint Industry Conference).

Pada umumnya tangki dibuat dari pelat baja dengan sambungan las, dilengkapi dengan:

- (1) lubang pengisian minyak hidrolik, yang dilengkapi dengan tutup dan saringan atau strainer.
- (2) tabung penduga (oil level gauge), yang mempunyai tanda-tanda untuk menunjukkan permukaan minyak hidrolik dalam tangki.
- (3) saluran balik dan hisap, harus berada di bawah permukaan minyak, untuk mengurangi terjadinya buih dan kandungan udara dalam minyak.
- (4) Penyekat, yang memisahkan antara saluran balik dan saluran hisap.

c) Tipe dan ukuran tangki hidrolik

Dikenal ada dua tipe tangki hidrolik yaitu:

(1) Tangki terbuka dengan air breather

Udara dalam tangki mempunyai hubungan dengan udara luar melalui air breather, dengan demikian tekanan udara diatas minyak hidrolik dalam tangki sama dengan tekanan udara luar.

Ukuran tangki tipe terbuka ini biasanya diambil 1 – 3 kali debit pompa yang terpasang. Misalnya untuk sistem hidrolik dengan kapasitas pompa 40 liter per menit, maka ukuran tangkinya adalah 40 sampai 120 liter.

(2) Tangki bertekanan dan kedap udara.

Tekanan gas diatas minyak hidrolik dalam tangki dipertahankan lebih besar dari pada tekanan udara luar. Tutup tangki dibuat kedap udara dengan seal dan tahan terhadap tekanan lebih.

Keuntungan tangki tipe ini dibandingkan dengan tangki tipe terbuka:

- Kebersihan minyak hidrolik akan lebih terjamin
- Kemungkinan terjadinya kavitasi pompa dapat diperkecil
- Usia guna minyak hidrolik dapat lebih lama.

Namun diperlukan pemeliharaan yang lebih teliti dan tekun.

Ukuran tangki tipe ini dapat dibuat kecil, lebih kecil dari debit pompa, misalnya untuk excavator Caterpillar 325B dengan debit pompa utama (variable axial-piston pumps) = 2 x 208 liter/menit, ditambah debit pompa pilot (gear pump) = 41 liter/menit, ukuran tangki hidroliknya hanya = 175 liter (dengan jumlah dalam sistem 310 liter, termasuk tangki)

2) Pompa hidrolik

a) Fungsi pompa hidrolik

Pompa hidrolik hidrolik berfungsi untuk memindahkan minyak hidrolik dari tangki hidrolik ke dalam sistem dan bersama-sama komponen lain menimbulkan tekanan yang diperlukan dalam sistem.

Pompa hidrolik merupakan jantung dari sistem hidrolik, dimana dari pompa ini akan ditimbulkan aliran yang bertekanan yang dibutuhkan oleh aktuator agar dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.

b) Jenis pompa hidrolik

Dalam sistem hidrostatik, pompa yang digunakan adalah pompa pindah positif (positive displacement pump), seperti pompa roda gigi (gear pump), pompa sayap (vane pump), pompa plunger/piston.

Karakteristik dari jenis pompa ini adalah:

- Internal leakage kecil
- Perubahan tekanan berpengaruh kecil terhadap debit/kapasitasnya.

(1) Pompa roda gigi (gear pump)

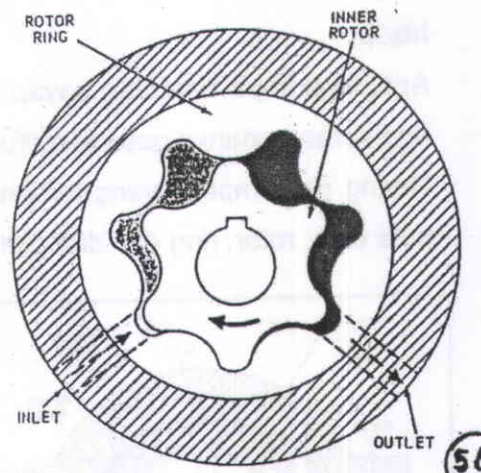
Pada umumnya pompa roda gigi mempunyai displacement tetap, mempunyai ciri ketidak seimbangan tekanan minyak hidrolik pada ruang tekan dan ruang hisap sehingga penggunaannya terbatas pada tekanan rendah (dibawah 3000 psi)

Gear pump digolongkan menjadi dua jenis yaitu:

* Internal gear pump dan External gear pump

(a) Internal Gear Pump (Pompa Roda Gigi Singgung Dalam)

Berputarnya roda gigi akan menyebabkan gigi dekat saluran inlet yang bersinggungan akan mulai terbuka titik persinggungannya, sehingga akan tercipta ruang vakum parsial. Minyak hidrolik akan mengisi kekosongan tersebut dan akan tessekap dalam ruang pemompaan dan terbawa sampai ruang tekan. Putaran selanjutnya akan menyebabkan gigi lainnya juga akan menghasilkan minyak hidrolik yang dibawa ke ruang tekan dan harus ditekan ke luar melalui saluran outlet.

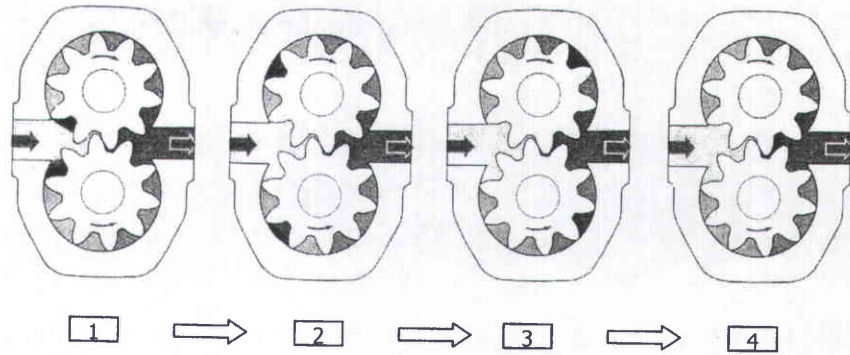


Gambar 40 – Pompa roda gigi singgung dalam

(b) External Gear Pump (Pompa Roda Gigi Singgung Luar)

Perputaran dua roda gigi akan memompa minyak hidrolik, dimana persinggungan antara gigi (teeth) dari kedua roda gigi pada sisi inlet akan membawa minyak ke arah sisi outlet.

Kedua roda gigi memiliki clearance yang sangat kecil diantara keduanya dan pada seluruh casing pompa, sehingga secara terus menerus minyak diangkut ke sisi outlet dan meningkatkan debit pompa sesuai dengan kecepatan putar dari roda gigi tersebut.



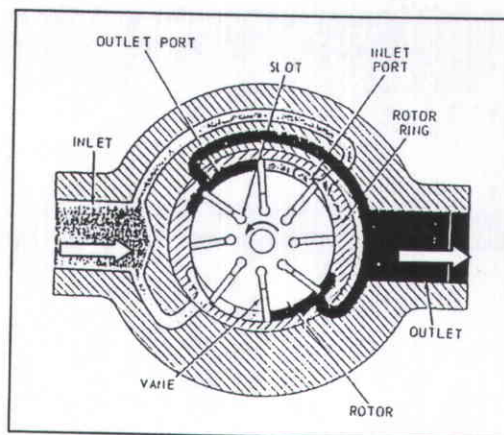
Gambar 41 – Pompa roda gigi singgung dalam

(2) Vane pump

Bagian utama dari pompa sayap atau vane pump adalah: rumah pompa, rotor (dimana dipasang sayap-sayap yang dapat bergerak ke luar masuk), cam ring, poros dan saluran tekan dan hisap.

Apabila pompa berputar, sayap meluncur sepanjang permukaan ring karena adanya gaya sentrifugal keluar.

Ruang pemompaan yang terbentuk antara sayap-sayap dibatasi pula oleh: rotor, ring dan dua plat sisi.

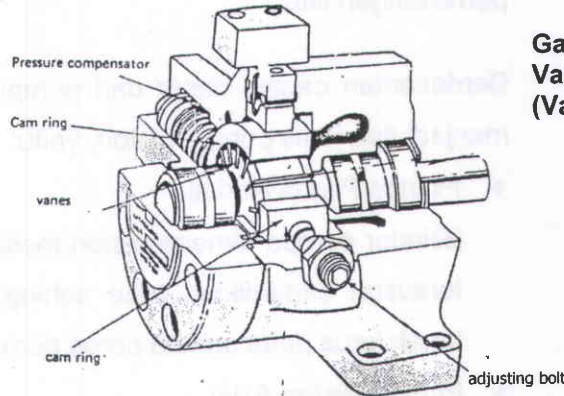


Gambar 42 –
Pompa Sayap
(Vane Pump)
(Fixed Displacement)

Ditinjau dari displacementnya, ada dua model pompa sayap:

- Fixed displacement vane pump
- Variable displacement vane pump

Pada tipe variable displacement, cam ring dapat distel maju atau mundur dengan bantuan baut penyetel sehingga jarak antara permukaan rotor dengan cam ring dapat berubah.

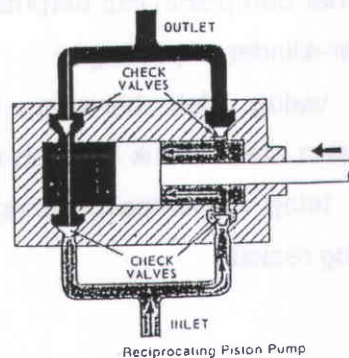


**Gambar 43 –
Vane Pump
(Variable Displacement)**

(3) Pompa Piston (Piston Pump)

Elemen pemompaan pada pompa piston berupa piston atau plunger yang bergerak bolak balik dalam suatu silinder. Jumlah dan kedudukan piston bervariasi, tapi prinsip kerjanya sama:

- Piston bergerak lurus berulang pada suatu langkah perpindahan atau stroke tertentu di dalam suatu silinder
- Pada salah satu arah gerakan piston terjadi penghisapan minyak dari tangki masuk ke dalam silinder (langkah hisap)
- Pada arah gerakan piston sebaliknya terjadi penekanan minyak keluar dari silinder (langkah tekan)



**Gambar 44 –
Prinsip Dasar Pompa Piston**

Mengingat gerakan poros input pompa adalah gerak putaran, maka diperlukan alat pengubah gerak putaran menjadi gerak lurus berulang untuk menggerakkan piston, yang dapat dilaksanakan dengan poros engkol, eksentrik, bent axis, atau swashplate.

Dibandingkan dengan pompa roda gigi, pompa piston ini lebih sensitif terhadap kotoran, dan biasanya dilindungi dengan pemasangan filter.

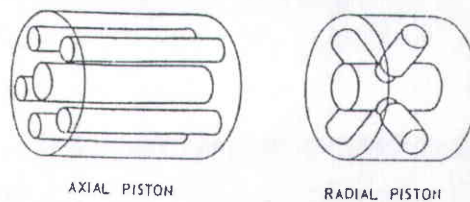
Berdasarkan desain dasar dari pompa piston, dapat dibedakan menjadi dua jenis pompa piston, yaitu:

◆ Pompa Piston Radial

Silinder pompa dimana piston melakukan gerak reciprocating tersusun sedemikian rupa sehingga sumbu-sumbu silinder tegak lurus pada sumbu poros pompa.

◆ Pompa Piston Axial

Silinder pompa dimana piston yang melakukan gerak reciprocating mempunyai sumbu yang sejajar dengan sumbu poros pompa.



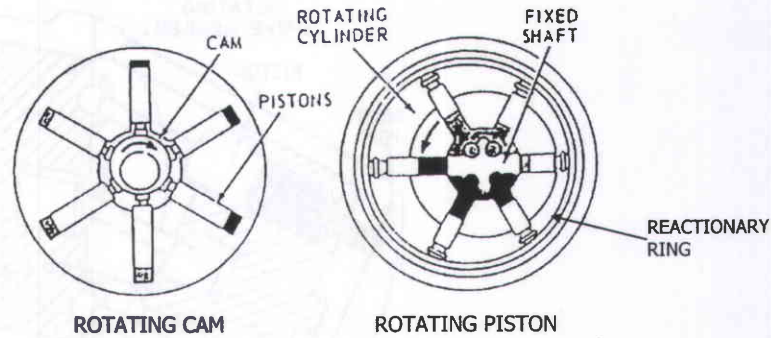
**Gambar 45 –
Jenis Pompa Piston**

(a) Pompa Piston Radial

Pada pompa radial, blok silinder berputar pada suatu poros stasioner dan piston ikut berputar terbawa oleh blok dimana silinder-silinder terpasang.

Pada waktu blok berputar, gaya sentrifugal, tekanan pengisian atau bentuk tekanan mekanis lain, menyebabkan piston tetap menempel/bersinggungan dengan permukaan dari ring reaksi.

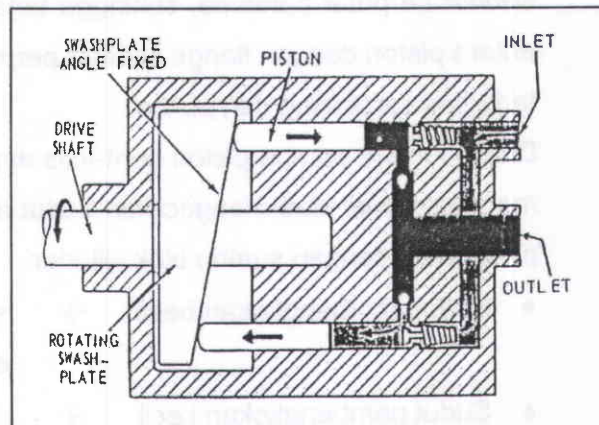
Dua prinsip kerja dari Radial Piston Pump



Gambar 46 – Cara kerja Pompa Piston Radial

(b) Pompa Piston Axial (Axial Piston Pump)

Pada pompa piston axial, sumbu piston yang bergerak reciprocating adalah sejajar dengan sumbu poros pemutar. Jenis yang paling sederhana dari pompa piston axial ini adalah tipe swashplate in-line.

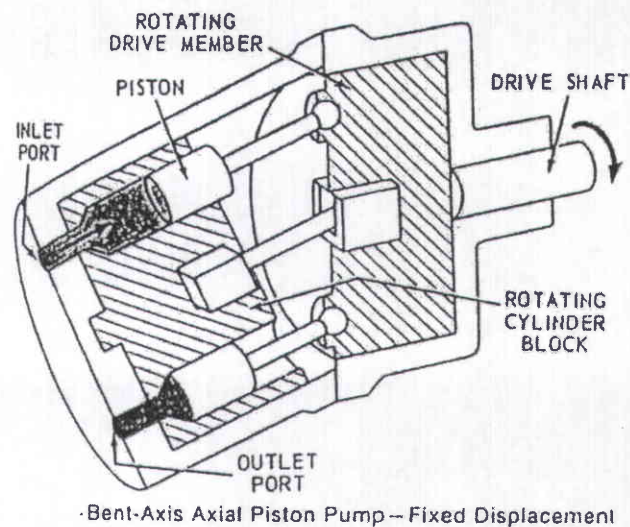


Tipe Swashplate fixed angle (fixed displacement)

Gambar 47 – Cara kerja Pompa Piston Axial

(c) Pompa Piston Bent-Axis

Pada pompa piston bent-axis, sumbu poros penggerak membentuk sudut tertentu dengan sumbu silinder piston. Batang piston terpasang pada flange poros penggerak dengan konstruksi ball joint, sedangkan blok silinder terhubung dengan poros penggerak dengan menggunakan universal link.



Gambar 48 – Cara kerja Pompa Piston Axial Bent-Axis

Pada waktu pompa bekerja, poros penggerak dan blok silinder berputar bersama, sehingga terjadi perubahan jarak antara piston dengan flange selama perputaran tersebut dan terjadi reciprocating dari piston.

Displacement pompa piston bent-axis dapat dirubah dengan memper-besar atau mengecilkan sudut antara sumbu poros penggerak dengan sumbu blok silinder.

- ◆ Sudut pembengkokan besar → stroke panjang, displacement besar
- ◆ Sudut pembengkokan kecil → stroke pendek, displacement kecil
- ◆ Sudut pembengkokan = 0° → stroke = 0, displacement = 0

3) Katup Pengatur Arah (Directional Control Valve)

a) Fungsi

Katup pengatur arah (Control valve) mempunyai fungsi untuk mengatur arah aliran minyak hidrolik yang harus masuk ke aktuator, sehingga arah gerakan aktuator dapat dikendalikan, atau memutuskan aliran minyak sehingga tidak ada gerakan dari aktuator. Setiap aktuator dalam sistem hidrolik dilengkapi dengan satu control valve untuk mengendalikan gerakkannya.

b) Tipe Katup Pengatur

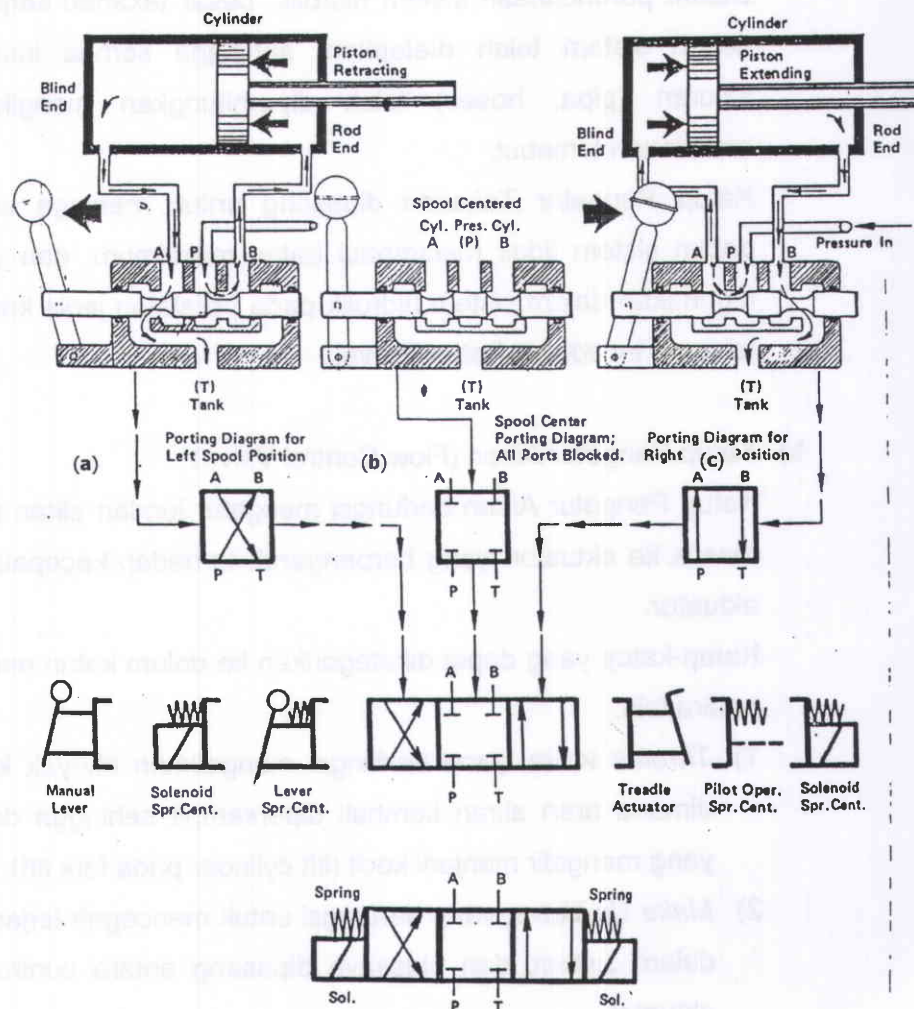
Dikenal 3 tipe katup pengatur arah, yaitu:

- ◆ Tiga posisi, empat saluran, close center
- ◆ Tiga posisi, empat saluran, open center
- ◆ Tiga posisi, empat saluran, tandem center

Pada gambar berikut ini yaitu directional control valve dari tipe close center, dimana pada posisi netral semua port (A, B, P, dan T) tertutup.

Terjadinya hubungan antara port A, B, P, dan T ditentukan oleh kedudukan spool luncur.

Gerakkan spool luncur bisa dilakukan secara manual (bantuan handel atau pedal) atau sistem hidrolik (pilot circuit) atau sistem elektrik (solenoid atau magnet listrik), atau gabungan elektrik dan hidrolik, atau pengendalian pneumatik (udara bertekanan).



Gambar 49 – Katup pengarah arah (Directional Control Valve)

Pada gambar (a), terjadi hubungan antara port P dan B sehingga minyak hidrolik masuk ke sisi batang penggerak (Rod End) dalam silinder dan menggerakkan piston ke arah Blind End dari silinder. Disisi lain minyak hidrolik dalam silinder yang terdesak keluar, dialirkan melalui port A ke port T dalam control valve, dan langsung ke tangki hidrolik.

Pada gambar (c), terjadi hubungan antara port P dan A, sehingga dapat menggerakkan piston dalam silinder ke arah rod end, dan minyak dari dalam silinder yang terdesak keluar melalui port B ke port T (ke tangki hidrolik).

Pada gambar (b) adalah posisi netral, tidak ada aliran minyak hidrolik ke aktuator.

4) Katup pengatur lainnya.

a) Katup Pengatur Tekanan (Pressure Regulating Valve)

Dalam perencanaan sistem hidrolik, besar tekanan kerja maksimum dalam sistem telah ditetapkan, sehingga semua komponen dan saluran (pipa, hoses) telah diperhitungkan mengikuti tekanan maksimum tersebut.

Katup Pengatur Tekanan dipasang untuk menjaga agar tekanan dalam sistem tidak melampaui batas maksimum, dan yang banyak digunakan dalam sistem hidrolik pada peralatan jenis katup pengatur tekanan ini adalah **Relief Valve**.

b) Katup Pengatur Aliran (Flow Control Valve)

Katup Pengatur Aliran berfungsi mengatur jumlah aliran minyak yang masuk ke aktuator, yang berpengaruh terhadap kecepatan kerja dari aktuator.

Katup-katup yang dapat dikategorikan ke dalam katup pengatur aliran antara lain:

- 1) *Throttle valve*, yang berfungsi mengalirkan minyak ke dua arah, dimana arah aliran kembali dipersempit sehingga debit minyak yang mengalir menjadi kecil (lift cylinder pada fork lift).
- 2) *Make Up Valve*, yang berfungsi untuk mencegah terjadinya vacuum dalam sistem, dan biasanya dipasang antara control valve dan aktuator.

- 3) *Flow Reducing Valve*, mempunyai fungsi untuk mengurangi jumlah minyak yang akan menuju aktuator, agar gerakan aktuator menjadi lambat sesuai dengan load/bebannya (tilt cylinder pada bulldozer).
 - 4) *Flow Divider*, yang mempunyai fungsi untuk membagi aliran minyak dari satu pompa menjadi dua aliran dimana salah satu alirannya konstan (moto grader).
 - 5) *Demand Valve*, yang berfungsi untuk menjaga agar aliran minyak yang menuju steering system selalu konstan.
- c) Katup Pembatas Kecepatan (Speed Limiter Valve)
- Katup pembatas kecepatan berfungsi untuk mencegah terjadinya kecepatan gerak yang tidak terkendalikan akibat pengaruh tarikan beban berat.
- Yang termasuk jenis katup pembatas kecepatan antara lain:
- 1) Counter Balance Valve
 - 2) Katup Speed Limiter
 - 3) Rem Hidrolis

5) Aktuator

a) Motor Hidrolik (Hydraulic Motor)

Dalam motor hidrolik, tenaga mekanis yang dihasilkan pada poros motor (gerak putar) adalah merupakan hasil proses perubahan dari energi hidrolis.



Gambar 50 – Transformasi daya pada Motor Hidrolik

Prinsip kerja motor hidrolis adalah kebalikan dari prinsip kerja pompa hidrolik, dimana pada motor hidrolik aliran minyak hidrolik dimasukkan ke dalam motor hidrolik dan menghasilkan putaran poros motor hidrolik.

Kondisi tersebut kebalikan dari prinsip kerja pompa hidrolik, yaitu apabila poros pompa diputar akan menghasilkan debit/aliran minyak hidrolik.

Motor hidrolik dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu:

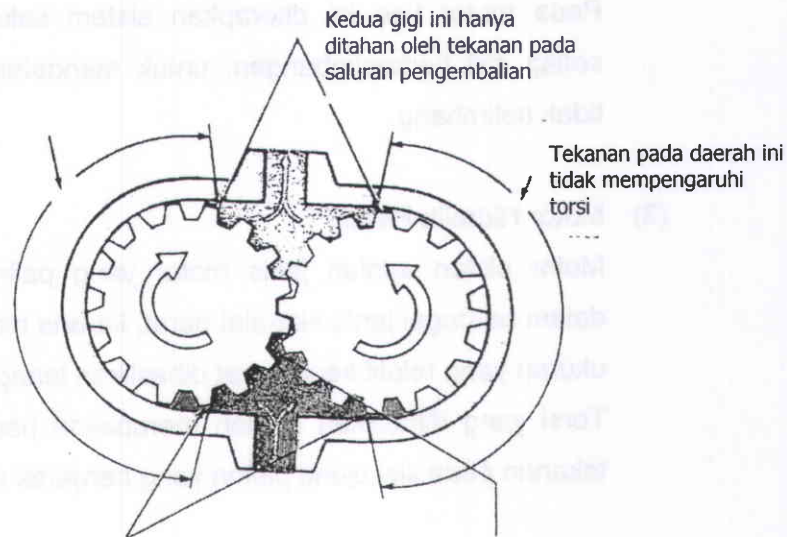
- Motor hidrolik roda gigi
- Motor hidrolik kipas
- Motor hidrolik piston

(1) Motor Hidrolik Roda Gigi

Motor hidrolik roda gigi merupakan motor hidrolik yang paling sederhana, dengan konstruksi sepasang roda gigi yang bersinggungan dan berputar bersama dalam rumah motor (casing), dan hanya satu roda gigi yang dihubungkan dengan poros output.

Motor hidrolik roda gigi dapat berputar balik dengan merubah arah aliran. Torsi yang dihasilkan merupakan akibat tekanan minyak pada permukaan gigi-giginya dan tipe motor ini termasuk tipe motor hidrolik dengan displacement tetap.

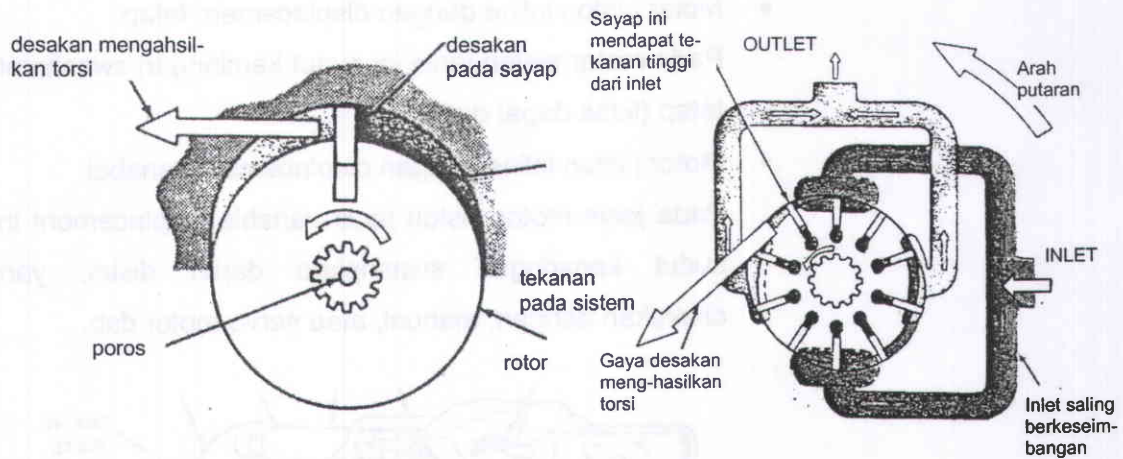
Motor hidrolik tipe ini mempunyai kelebihan dalam konstruksi yang sederhana serta lebih tahan terhadap kotoran dalam minyak hidrolik. Namun terdapa beberapa kekurangan diantaranya adalah adanya beban yang tidak setimbang pada poros, bantalan dan gigi, sehingga tidak dapat dipakai pada sistem hidrolik bertekanan tinggi.



Gambar 51 – Motor Hidrolik Roda Gigi

(2) Motor Hidrolik Kipas

Torsi yang dihasilkan pada motor hidrolik tipe ini adalah akibat adanya tekanan pada permukaan sayap-sayap rectangular yang bergerak meluncur masuk dan keluar rotor (cam).



Motor Hidrolik tipe sayap

Skema Sistem Saluran Penyeimbang

Gambar 52 – Motor Hidrolik Kipas

Pada waktu rotor berputar, sayap-sayap motor terbawa berputar mengikuti permukaan cam sehingga terbentuk ruangan yang tersekat.

Pada motor tipe ini diterapkan sistem saluran penyeimbang, setiap sisi berkesimbangan, untuk mengatasi beban sisi yang tidak setimbang.

(3) Motor Hidrolik Piston

Motor piston adalah jenis motor yang paling banyak dipakai dalam berbagai jenis alat-alat berat, karena motor tipe ini dengan ukuran yang relatif kecil dapat dihasilkan tenaga yang tinggi.

Torsi yang dihasilkan adalah merupakan hasil reaksi terhadap tekanan pada sisi ujung piston yang bergerak reciprocating.

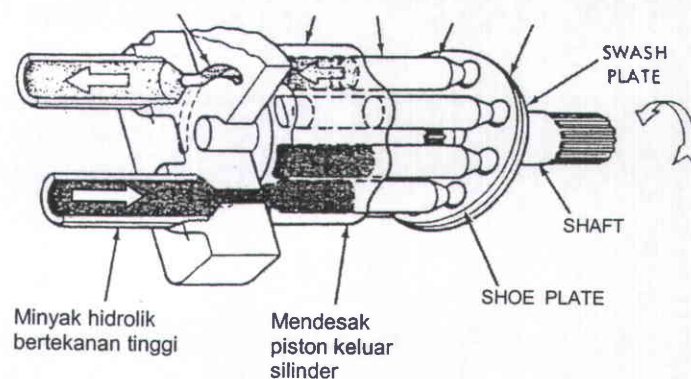
Pengelompokkan motor piston adalah:

(a) Motor Hidrolik Piston Inline

Pada motor hidrolik piston inline, sumbu silinder piston sejajar dengan sumbu poros output.

Tekanan minyak pada sisi ujung piston menyebabkan timbulnya reaksi swashplate yang menyebabkan blok silinder dan poros motor berputar.

- Motor piston inline dengan displacement tetap
Pada motor piston jenis ini sudut kemiringan swashplate tetap (tidak dapat distel)
- Motor piston inline dengan displacement variabel.
Pada jenis motor piston jenis variable displacement ini, sudut kemiringan swashplate dapat distel, yang dilakukan dengan: manual, atau servo motor dsb.



Gambar 53 – Motor Hidrolik Piston

(b) Motor Piston Radial

Pada motor hidrolis tipe piston radial, sumbu-sumbu silinder piston tegak lurus terhadap sumbu poros output.

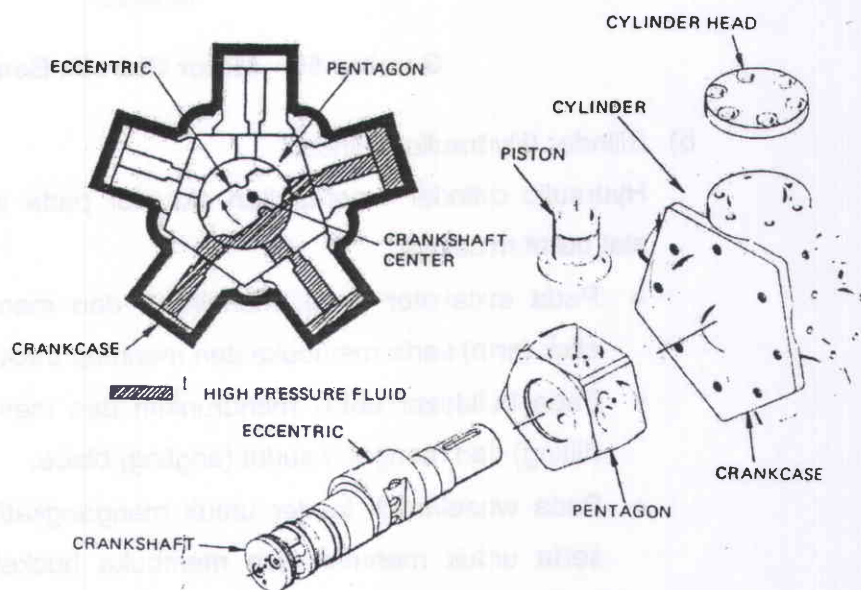
Dua jenis dari tipe motor hidrolis piston radial ini adalah:

a) Motor Piston Radial dengan Cam

Pada jenis ini piston dengan blok silinder ikut berputar sesuai dengan putaran poros output.

b) Motor Piston Radial dengan Eccentric

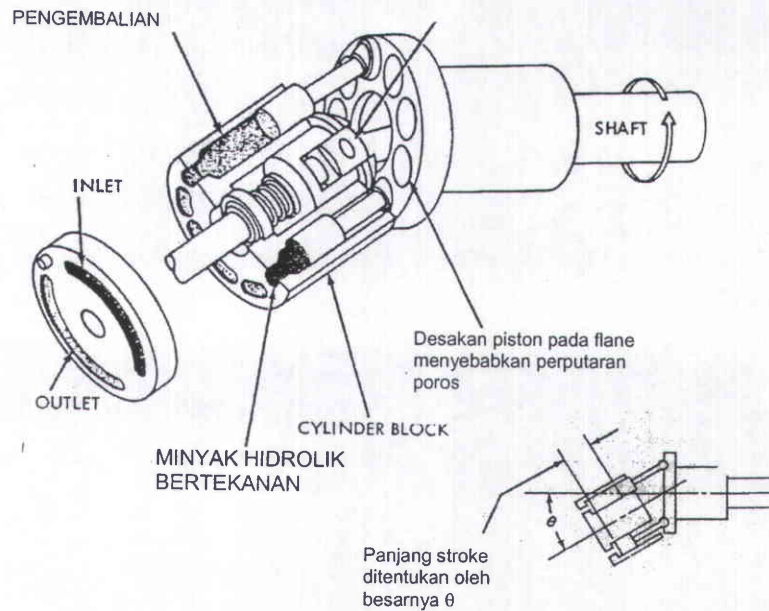
Pada motor piston radial jenis ini piston hanya bergerak reciprocating pada blok yang stasioner, dan yang berputar adalah poros outputnya saja.



Gambar 54 - Motor Hidrolis Piston Radial dengan Eksentrik

(c) Motor Piston Ben-Axis

Motor Piston ben axis merupakan motor yang membentuk sudut tertentu antara sumbu poros output terhadap sumbu silinder piston (θ kurang dari 90°).



Gambar 55 – Motor Hidrolik Bent-Axis

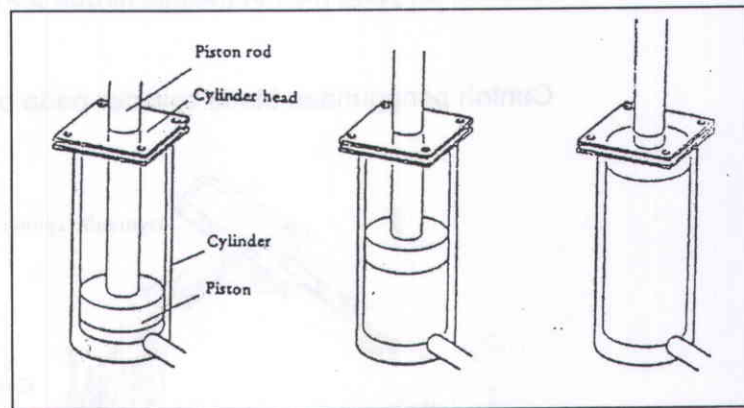
b) Silinder (Hydraulic Cylinder)

Hydraulic cylinder merupakan aktuator pada attachment berbagai alat berat misalnya:

- ◆ Pada excavator untuk menaikkan dan menurunkan boom dan stick (arm) serta membuka dan menutup bucket.
- ◆ Pada bulldozer untuk menurunkan dan menaikkan, memiringkan (tilting) dan mengatur sudut (angling) blade.
- ◆ Pada wheel/track loader untuk mengangkat/menurunkan boom, serta untuk menutup dan membuka bucket dan sebagai alat kontrol pada steering sistem
- ◆ Pada dump truck berfungsi sebagai alat untuk menaikkan bak (hoist dump body) ketika dump truck menumpahkan muatannya dan juga sebagai alat kontrol pada steering.

Berdasarkan kerjanya hydraulic cylinder dibedakan menjadi dua yaitu:

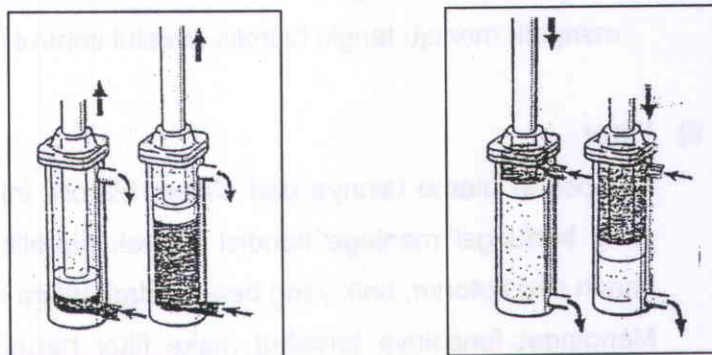
1) Single acting.



Gambar 56 – Hydraulic Cylinder (single acting)

Pada hydraulic cylinder tipe single acting masuk dan keluarnya oil flow kedalam silinder melalui satu saluran (port). Dimana ketika oil flow masuk keruang disisi bawah piston maka piston bergerak naik dan semakin banyak oil flow yang masuk makin tinggi piston naik dan akhirnya mencapai maksimum dan bila oil flow disisi bawah piston mengalir keluar melalui saluran (port) pada sisi yang sama maka piston akan bergerak turun. Hydraulic cylinder tipe single acting banyak digunakan pada forklift.

2) Double acting.

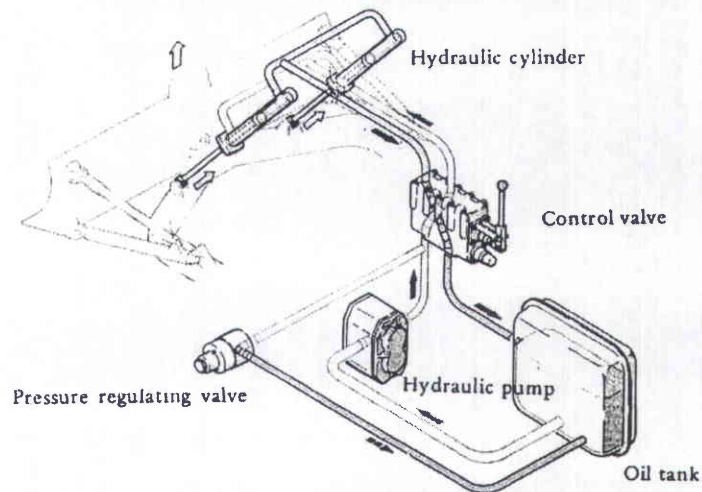


Gambar 57 – Hydraulic Cylinder (double acting)

Pada hydraulic cylinder tipe double acting keluar dan masuknya oil flow melalui dua sisi, yaitu sisi bawah dan atas piston.

Pada tipe double acting naik atau turun piston adalah akibat tekanan oil yang masuk melalui kedua port tersebut.

Contoh penggunaan blade cylinder pada bulldozer



Gambar 58 – Sistem Hidrolik penggerak attachment

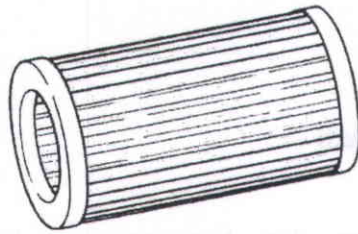
Cara kerjanya;

Bila control lever digerakkan untuk diteruskan kepada directional control valve, maka aliran minyak hidrolik yang bertekanan tinggi dari pompa menuju sisi bawah dari silinder blade, menekan keatas piston dan mengangkat blade.

Minyak hidrolik yang berada di sisi atas dari silinder blade tertekan dan mengalir menuju tangki hidrolik melalui control valve.

6) Filter

Komponen utama lainnya dari sistem hidrolik ini adalah filter (saringan) yang berfungsi menjaga kondisi minyak hidrolik selalu dalam keadaan bersih dari kotoran, baik yang berasal dari dalam sistem maupun dari luar. Mengingat fungsinya tersebut maka filter harus selalu dalam keadaan bersih dan berfungsi dengan baik, dan untuk itu harus diganti sesuai dengan petunjuk pabrik, dan tidak diperkenankan untuk dibersihkan dengan material lain (premium, solar atau detergen).



Gambar 59 – Hydraulic Filter
(paper element-type filter)

b. Pemeliharaan (Maintenance) Secara Umum

Manajemen pemeliharaan adalah suatu usaha atau tindakan yang dilaksanakan untuk merancang, mengorganisasikan, melaksanakan dan mengontrol suatu kegiatan pemeliharaan alat-alat berat agar secara teratur dan konsisten memenuhi target mechanical availability (kesiapan mekanikal) yang telah ditentukan dengan biaya yang serendah-rendahnya dan seefisien mungkin.

Peranan pemeliharaan sangat penting untuk menjaga dan meningkatkan mechanical availability dari suatu alat-alat berat sesuai dengan umur ekonomisnya dengan menghindari terjadinya kerusakan yang tidak terduga.

Pemeliharaan yang baik akan membawa kepada tingkat efisiensi penggunaan alat-alat berat yang optimal selama umur ekonomisnya.

Pada setiap alat-alat berat yang telah diproduksi oleh suatu pabrik telah diperhitungkan umur ekonomisnya sesuai dengan medan kerja yang dihadapinya, namun dengan persyaratan bahwa alat tersebut harus dipelihara sesuai dengan petunjuk pabrik, baik menyangkut daily, periodically maintenance maupun schedule overhaul.

2. Sistem Pneumatic

a. Komponen Utama

Sistem pneumatic (sistem udara bertekanan) pada alat-alat berat umumnya dipakai pada sistem kendali (pneumatic control system) dan secara garis besar terdiri dari komponen sebagai berikut:

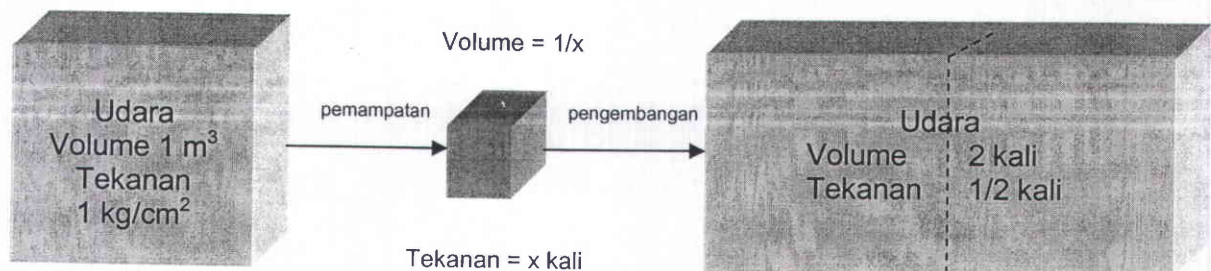
- Kompresor (Compressor)
- Tangki udara bertekanan (Tank)
- Katup pengatur arah (Solenoid control valve)
- Katup-katup pengaman (Relief valve, etc)

- Aktuator (Cylinder)
- Saringan (Filter)
- Sistem pelumas (Oiler)
- Saluran udara (pipes, hoses)

Udara bertekanan dihasilkan dari beroperasinya kompresor kemudian ditampung dalam tangki utama atau accumulator, untuk diteruskan melalui katup pengatur menggerakkan aktuator/silinder udara dan udara bertekanan keluar melalui katup.

b. Perbedaan antara sistem hidrolik dan pneumatik

- Hidrolik dan pneumatic memiliki fungsi yang sama dalam pengendalian mesin yaitu melalui pergerakan aktuator, seperti silinder, yang digerakkan dengan energi fluida untuk mengoperasikan dan mengatur gerakan aktuator, karena itu penggunaan kedua sistem banyak dijumpai di lapangan. Kecuali fungsinya tersebut di atas, dasar operasi dan pengaturan lainnya sangat berbeda untuk kedua sistem tersebut.
- Udara adalah fluida yang dapat dimampatkan, dan ini merupakan perbedaan yang mendasar dengan fluida cair (hidrolik).
- Pengertian kebocoran (leakage) dasarnya berbeda.
Dasar pemikiran pada peralatan udara tekan adalah tidak ada kebocoran kecuali dalam kasus tertentu.
- Tekanan kerja pada sistem pneumatik lebih rendah dari pada tekanan kerja sistem hidrolik (pada sistem pneumatik tekanannya 7 – 12 kg/cm^2 , sedangkan pada sistem hidrolik dapat mencapai 300 kg/cm^2).
- Udara tidak memiliki kemampuan melumasi dan selalu mengandung uap air dalam berbagai kondisi.



Gambar 60 – Perubahan volume dan tekanan udara

c. Fungsi dari komponen utama

1) Kompresor

Kompresor dijalankan dengan motor penggerak khusus atau disambung (dikopel) kepada mesin utama atau menggunakan motor listrik, tergantung dari konstruksi peralatan/mesin.

Kompresor memproduksi udara bertekanan pada tekanan tertentu sesuai dengan penyetelan katup pengamanannya.

Bila tekanan dalam tangki udara telah mencapai batas tekanan yang diizinkan maka secara otomatis akan menghentikan pengisian udara dan mematikan kompresor.

2) Tangki udara

Tangki udara atau dalam beberapa alat disebut accumulator, dibuat dengan konstruksi khusus yang harus memenuhi standar keamanan (Safety Regulation for Boilers and Pressure Vessels), berfungsi untuk menampung udara bertekanan dari kompresor.

Dari tangki ini udara disalurkan ke aktuatur (silinder udara) sesuai dengan pengaturan operasi.

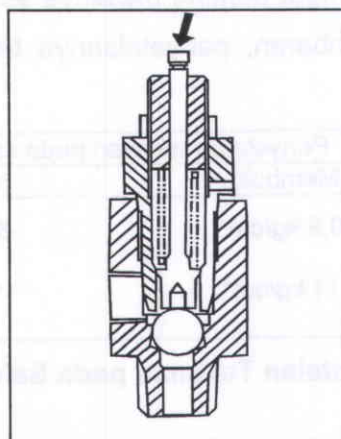
3) Katup pengatur arah (control valve, selenoid control valve)

Katup ini berfungsi mengatur arah aliran udara bertekanan yang harus masuk ke aktuatur, sehingga arah gerakan aktuatur dapat dikendalikan.

4) Katup pengaman

Pada sistem pneumatic ini ada beberapa katup pengaman diantaranya unloader valve (katup tanpa beban) dan safety valve (katup pengaman tekanan)

a) Unloader valve



Bila udara di dalam tangki ditekan sampai tekanan yang diizinkan, katup tanpa beban (unloader valve), berfungsi membuka katup pengisap, yang mengakibatkan udara bertekanan berhenti dan motor penggerak tetap hidup dengan putaran rendah (idling).

Gambar 61 – Unloader valve

Bila tekanan udara dalam tangki turun sampai tekanan rendah, unloader valve berfungsi dan kompresor kembali mengisi udara bertekanan ke dalam tangki.

Unloader valve telah disetel sesuai dengan stelan pabrik sebagai berikut:

Tekanan rata-rata	Penyetelan Tekanan Unloader Valve	
	Tekanan operasi	Tekanan dimana pengoperasian berhenti
7 kg/cm ²	7 kg/cm ²	5,5 kg/cm ²
9,9 kg/cm ²	9,9 kg/cm ²	8 kg/cm ²
14 kg/cm ²	14 kg/cm ²	11 kg/cm ²

TABEL 1 – Penyetelan Tekanan Unloader Valve

b) Safety valve (katup pengaman tekanan)

Bila udara dalam tangki dimampatkan mencapai tekanan rata-rata, sakelar listrik akan berhubungan dengan tekanan sehingga sakelar membuka untuk menghentikan motor.

Bila udara dalam tangki terus dipakai operasi sampai turun di bawah tekanan operasi, sakelar tekanan menutup untuk menghidupkan motor.

Sekali sakelar daya listrik dihidupkan (ON) untuk menstart motor, secara otomatis pengoperasian ON/OFF dari kompresor terus berfungsi sesuai dengan tekanan dalam tangki sampai sakelar daya dimatikan (OFF).

Penyetelan tekanan katup pengaman ini telah distel pabrik dan mengingat setelan ini sangat penting biasanya setelan langsung dari pabrik dan sebagai gambaran, penyetelannya tekanan safety vave adalah:

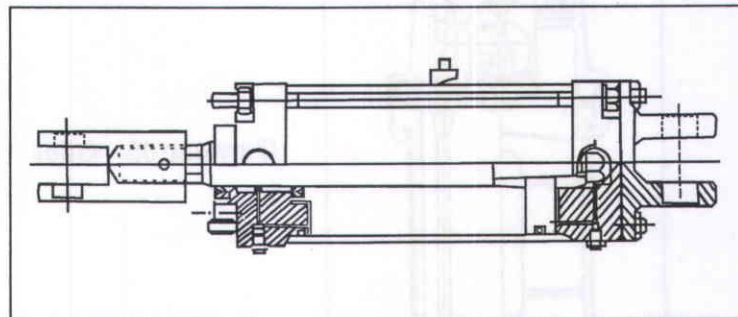
Tekanan rata-rata	Penyetelan tekanan pada sakelar tekanan	
	Membuka	Menutup
9,9 kg/cm ²	9,9 kg/cm ²	8 kg/cm ²
14 kg/cm ²	14 kg/cm ²	11 kg/cm ²

TABEL 2 – Penyetelan Tekanan pada Safety Valve

5) Aktuator (silinder udara, air cylinder)

Salah satu aktuator yang banyak digunakan dalam sistem pneumatic ini adalah silinder udara (air cylinder) yang beroperasi dengan udara bertekanan serta dikendalikan juga menggunakan udara bertekanan.

Seperti pada silinder hidrolis, pada silinder udara juga dikenal dua tipe yaitu single-acting cylinder dan double-acting cylinder.



Gambar 62 – Silinder

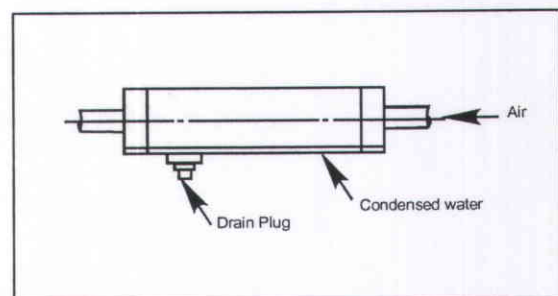
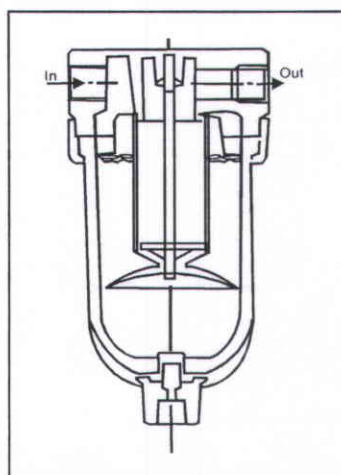
6) Saringan udara (air filter)

Saringan udara secara otomatis akan memisahkan kotoran (debu) dan air dari udara dalam pemipaan.

Bila air telah mencapai batas tertentu dalam filter, harus segera dikeluarkan melalui katup pengering (drain valve).

Bila debu terlalu banyak pada filter element, bersihkan filter element dengan menggunakan minyak tanah dan sikat yang lembut serta bersihkan bagian dalam mangkok filter dengan kain yang basah.

Sebagian air jatuh dan terkumpul pada pipa penampung air, sehingga perlu dikeluarkan secara berkala (misalnya setiap 5 hari bekerja) seperti halnya pada silinder udara.

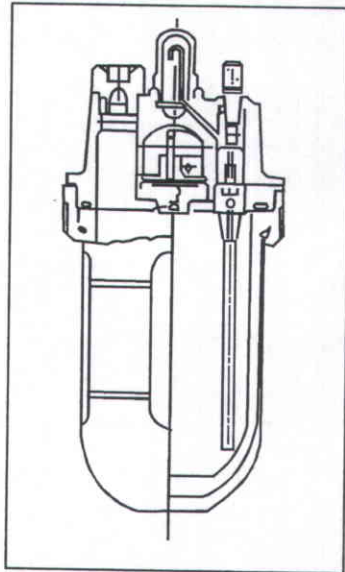


Gambar 64 – Pipa penampung air

Gambar 63 – Saringan udara

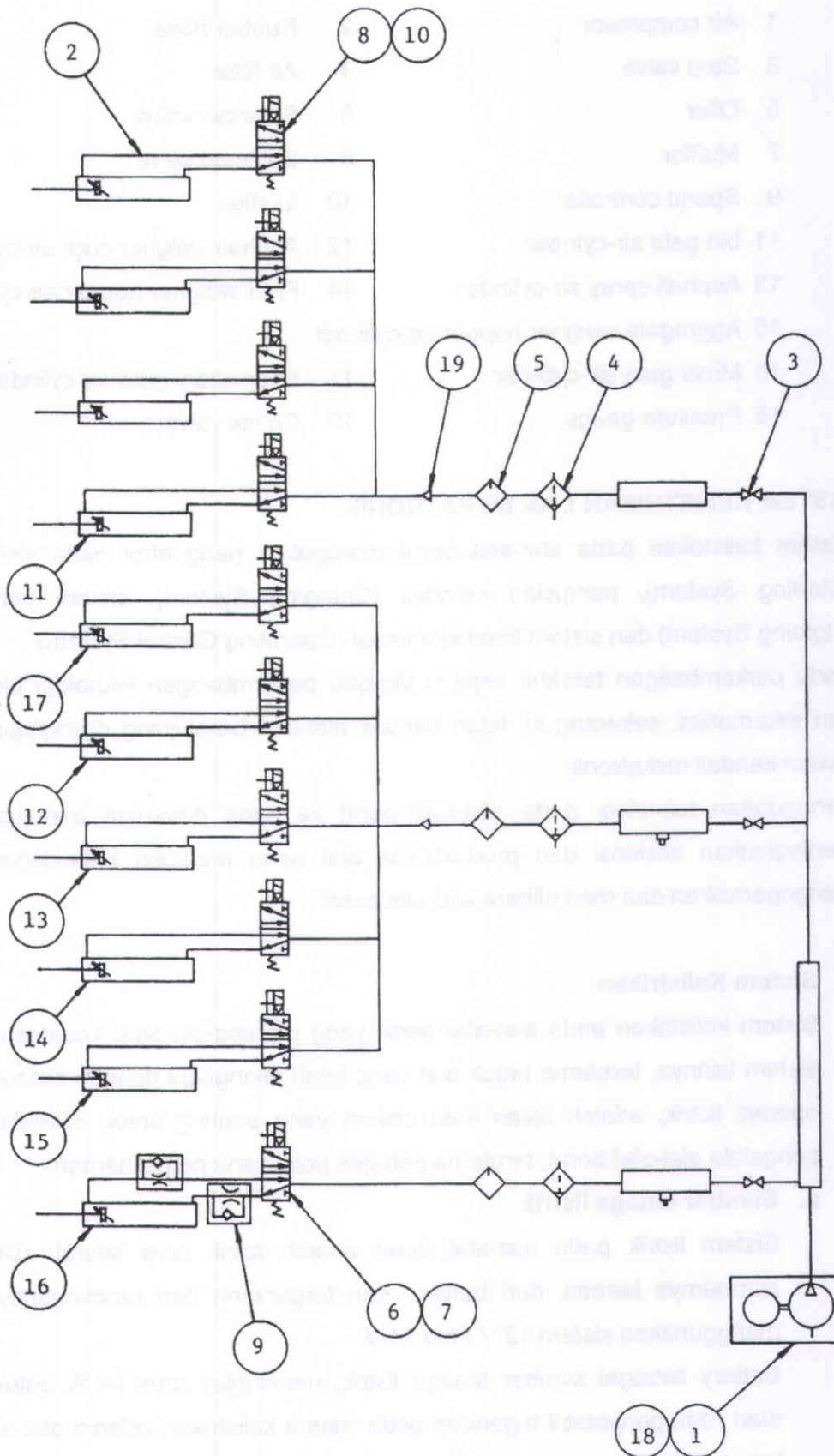
7) Sistem pelumasan (oiler)

Sistem pelumasan secara otomatis menyemprotkan kabut oli pada aliran (arus) udara untuk mengisikan minyak pelumas ke dalam silinder udara dan katup-katup.



Gambar 65 - Oiler

- d. Sebagai contoh aplikasi sistem kendali pnumatik pada mesin pencampur aspal seperti gambar sirkuit sistem udara berikut ini:



Gambar 66 – Sirkuit sistem kontrol pneumatik pada AMP NIIGATA Model NP 800

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1 Air compresor | 2 Rubber hose |
| 3 Stop valve | 4 Air filter |
| 5 Oiler | 6 Solenoid valve |
| 7 Muffler | 8 Solenoid valve |
| 9 Speed controller | 10 Muffler |
| 11 bin gate air-cylinder | 12 Asphalt weigher cock air-cylinder |
| 13 Asphalt spray air-cylinder | 14 Filler weigher hopper air-cylinder |
| 15 Aggregate weigher hopper air-cylinder | |
| 16 Mixer gate air-cylinder | 17 Filler rotary gate air-cylinder |
| 18 Pressure gauge | 19 Check valve |

F. SISTEM KELISTRIKAN DAN MEKATRONIK

Sistem kelistrikan pada alat-alat berat merupakan pengontrol pada sistem start (Starting System), pengisian kembali (Charging System), sistem penerangan (Lighting System) dan sistem kendali operasi (Operating Control System).

Pada perkembangan terakhir sejalan dengan perkembangan teknologi elektronika dan informatika, sekarang ini telah banyak alat-alat berat yang dilengkapi dengan sistem kendali mekatronik.

Penggunaan teknologi pada alat-alat berat ini pada dasarnya bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas alat serta memberi kemudahan dalam mengoperasikan dan memelihara alat-alat berat.

1. Sistem Kelistrikan

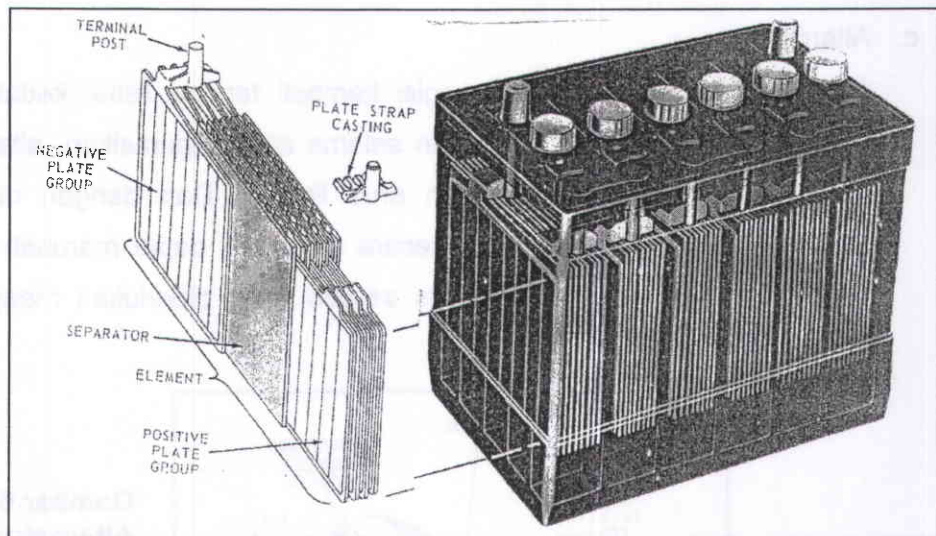
Sistem kelistrikan pada alat-alat berat yang merupakan satu kesatuan dengan sistem lainnya, terutama untuk alat yang telah dilengkapi dengan sistem kendali operasi listrik, adalah salah satu sistem yang penting untuk diketahui setiap pengelola alat-alat berat, terutama petugas pelaksana pemeliharaan.

a. Sumber tenaga listrik

Sistem listrik pada alat-alat berat adalah listrik arus searah (DC) yang sumbernya berasal dari battery, dan tergantung dari rancangannya dapat menggunakan sistem 12 V atau 24 V.

Battery sebagai sumber tenaga listrik, mensuplay arus listrik untuk sistem start dan penyetabil tegangan pada sistem kelistrikan selama alat-alat berat beroperasi.

Pengisian kembali tenaga listrik kedalam battery dilakukan dengan alternator selama alat-alat berat beroperasi.

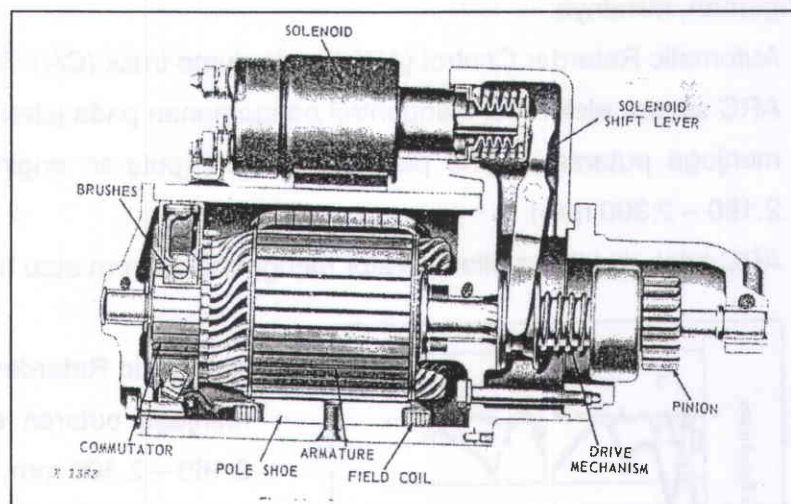


Gambar 67 - Battery

b. Start motor

Start motor dioperasikan untuk menghidupkan engine, yaitu dengan memutar kunci kontak atau tombol start, maka arus listrik dari battery akan mengalir ke selenoid yang mengakibatkan terjadi medan magnet dan menarik selenoid shift lever yang seterusnya mendorong pinion dan terjadi kontak antara pinion dengan ring gear dari fly wheel pada engine.

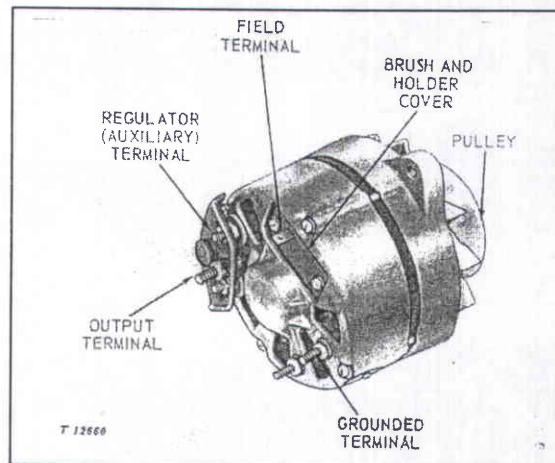
Dengan terjadinya kontak tersebut, fly wheel ikut berputar dan engine hidup.



Gambar 68 – Start motor

c. Alternator

Alternator berfungsi untuk mengisi kembali tenaga listrik kedalam battery, dimana setelah engine hidup dan selama alat dioperasikan, alternator akan ikut berputar dan menghasilkan arus listrik. Dan dengan dilengkapinya alternator dengan diode, maka secara elektronik dapat merubah arus bolak-balik dari alternator menjadi arus searah yang diperlukan mengisi kembali battery.



Gambar 69 – Alternator

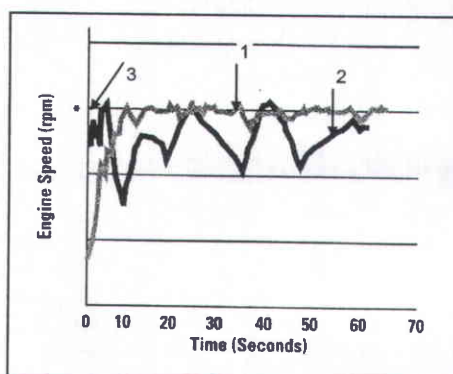
d. Komponen pengaman

Guna menghindari kesalahan operasi, pengamanan dari hubungan pendek dan lainnya sistem kelistrikan dilengkapi dengan parts atau komponen pengaman, misalnya:

1) Automatic Retarder Control (ARC) pada dump truck (CAT 769 D)

ARC secara elektronik mengontrol pengamanan pada jalan menurun untuk menjaga putaran engine pada 2.230 rpm (putaran engine disetel pada 2.160 – 2.300 rpm).

ARC tidak diaktifkan bila operator menggunakan rem atau handle gas.



1. Automatic Retarder Control (ARC) menjaga putaran engine diantara 2.160 – 2.300 rpm.
2. Pengendalian Rem Retarder secara manual.
Variasi putaran engine tinggi.
3. Putaran engine optimum.

Gambar 70 – Perbandingan cara kerja ARC

2) Fuse (sekering)

Bila terjadi hubungan pendek (yang dapat berakibat alat terbakar) atau terjadi pemakaian tenaga listrik berlebihan, maka akan dikendalikan dengan fuse (sekering) yaitu fuse (sekering) putus.

Penggantian sekering harus yang sesuai dengan aslinya (spesifikasi).

2. Sistem Mekatronik

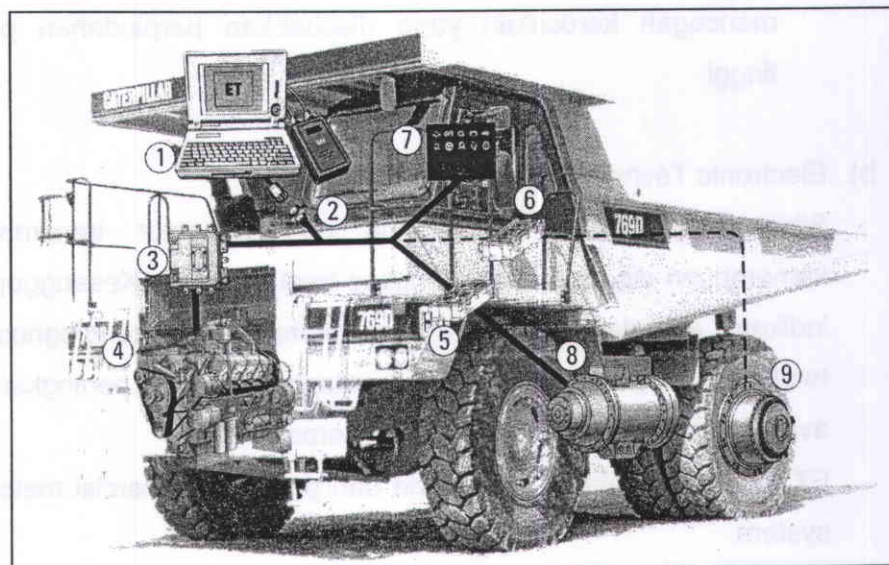
Penerapan sistem mekatronik pada alat-alat berat membawa dampak positif dalam peningkatan efisiensi dan produktivitas.

Disamping itu membantu operator dalam mengoperasikan alat-alat berat, mengingat kontrol/kendali operasi dikontrol secara elektronik yang dapat mencegah kesalahan operasi.

Demikian juga bagi para mekanik, dapat dengan cepat dan tepat mengdiagnose suatu gangguan yang terjadi pada alat-alat berat, misalnya gangguan pada engine.

Dengan menggunakan komputer (note book) yang dilengkapi dengan program yang baku, dapat secara langsung di lapangan mendeteksi kerusakan/gangguan yang terjadi dengan cepat dan tepat, dengan tidak perlu melakukan pembongkaran komponen terlebih dahulu.

Sebagai contoh salah satu sistem mekatronik pada alat angkut dump truck dari Caterpillar 769 D.



Gambar 71 – Sistem mekatronik pada alat berat (Dump Truck) Caterpillar D769 D

- (1) Electric Technician
- (2) Cat Data Link System
- (3) Engine Control Module
- (4) Engine
- (5) Transmission Chasis Control
- (6) Automatic Retarder Control, Traction Control System and Integrated Brake Controller
- (7) Caterpillar Electric Monitoring System
- (8) Transmission
- (9) Oil-cooled Brakes

a) Data Link:

Cat data link mengintegrasikan secara elektronik sistem komputer pada alat, yang memberikan keuntungan sebagai berikut:

- **Controlled Throttle Shifting**
Putaran engine diatur selama perpindahan kecepatan untuk mengurangi tekanan laju kendaraan agar perpindahan kecepatan berlangsung secara halus dan memperpanjang umur komponen.
- **Economy Shift Mode**
Memodifikasi pemetaan engine, yang menghasilkan peningkatan/perbaikan mutu penggunaan bahan bakar.
- **Directional Shift Management**
Mengatur kecepatan engine selama perpindahan kecepatan untuk mencegah kerusakan yang disebabkan perpindahan pada kecepatan tinggi.

b) Electronic Technician (ET)

Sistem elektronik pada engine dan pengatur transmisi memberikan kemampuan diagnosa yang lengkap bagi mekanik. Kemampuan menyimpan indikator aktif dan sementara akan memudahkan mendiagnose masalah dan total waktu perbaikan, yang berdampak pada peningkatan mechanical availability dan menurunkan biaya operasi.

ET membuka data dalam engine dan pengatur transmisi melalui cat data link system.

DAFTAR PUSTAKA

1. *Pengenalan Alat - alat Berat*, Pelatihan Manajemen Peralatan – Puslatjakons, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta
2. *Sistem Hidrolik dalam Peralatan*, Pusat Pembinaan Peralatan, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
3. *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*, Ir. Rochmanhadi, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
4. *Specification and Application Handbook, Edition 14, Komatsu, Tokyo - Japan.*
5. *Caterpillar Performance Handbook, Edition 31, Caterpillar Inc., Peoria Illinois – USA,* Reprinted by PT. Trakindo, Jakarta