

**MATERI PELATIHAN BERBASIS KOMPETENSI
SEKTOR JASA KONSTRUKSI
BIDANG PEKERJAAN MEKANIKAL
JABATAN KERJA MEKANIK HIDROLIK ALAT BERAT**

**IDENTIFIKASI KOMPONEN PADA SISTEM
HIDROLIK ALAT BERAT**

**KODE UNIT KOMPETENSI:
F45.500.2.2.30.II.02.001.01**

BUKU INFORMASI

**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
BADAN PEMBINAAN KONSTRUKSI
PUSAT PEMBINAAN KOMPETENSI DAN PELATIHAN KONSTRUKSI**
Jalan Sapta Taruna Raya, Komplek PU Pasar Jumat - Jakarta Selatan

DAFTAR ISI

Daftar Isi.....	1
BAB I PENGANTAR	
1.1 Konsep Dasar Pelatihan Berbasis Kompetensi (PBK)	2
1.2 Penjelasan Materi Materi Pelatihan	2
1.3 Pengakuan Kompetensi Terkini (RCC).....	3
1.4 Pengertian-pengertian / Istilah.....	3
BAB II STANDAR KOMPETENSI	6
2.1 Peta Paket Pelatihan	6
2.2 Pengertian Standar Kompetensi.....	6
2.3 Unit Kompetensi yang Dipelajari	6
BAB III STRATEGI DAN METODE PELATIHAN	11
3.1 Strategi Pelatihan	11
3.2 Metode Pelatihan	11
BAB IV IDENTIFIKASI KOMPONEN PADA SISTEM HIDROLIK ALAT BERAT	13
4.1 Umum	13
4.2 Identifikasi Spesifikasi Teknik Alat Berat	22
4.3 Identifikasi Tangki hidrolik (<i>hydraulic tank</i>)	26
4.4 Identifikasi Pompa hidrolik (<i>hidraulic pump</i>).....	28
4.5 Identifikasi Aktuator (<i>actuator</i>)	32
4.6 Identifikasi Katup-katup pengontrol (<i>control valves</i>).....	39
4.7 Identifikasi Komponen Pendukung.....	45
BAB V SUMBER-SUMBER YANG DIPERLUKAN UNTUK PENCAPAIAN KOMPETENSI	56
5.1 Sumber Daya Manusia	56
5.2 Sumber-sumber Kepustakaan	56
5.3 Peralatan/Mesin dan Bahan	58

BAB I PENGANTAR

1.1 Konsep Dasar Pelatihan Berbasis Kompetensi (PBK)

1.2.1 Pelatihan berbasis kompetensi

Pelatihan berbasis kompetensi adalah pelatihan yang memperhatikan pengetahuan, keterampilan dan sikap yang diperlukan di tempat kerja agar dapat melakukan pekerjaan dengan kompeten. Standar Kompetensi dijelaskan oleh Kriteria Unjuk Kerja.

1.2.2 Pengertian kompetensi

Jika seseorang kompeten dalam pekerjaan tertentu, maka yang bersangkutan memiliki seluruh keterampilan, pengetahuan dan sikap yang perlu untuk ditampilkan secara efektif ditempat kerja, sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

1.2 Penjelasan Materi Pelatihan

4.1.1 Desain materi pelatihan

Materi Pelatihan didesain untuk dapat digunakan pada Pelatihan Klasikal dan Pelatihan Individual / mandiri :

- 1) Pelatihan klasikal adalah pelatihan yang disampaikan oleh seorang pelatih.
- 2) Pelatihan individual / mandiri adalah pelatihan yang dilaksanakan oleh peserta dengan menambahkan unsur-unsur / sumber-sumber yang diperlukan dengan bantuan dari pelatih.

1.2.2 Isi materi pelatihan

1) Buku Informasi

Buku informasi ini adalah sumber pelatihan untuk pelatih maupun peserta pelatihan.

2) Buku Kerja

Buku kerja ini harus digunakan oleh peserta pelatihan untuk mencatat setiap pertanyaan dan kegiatan praktek baik dalam Pelatihan Klasikal maupun Pelatihan Individual / mandiri.

Buku ini diberikan kepada peserta pelatihan dan berisi :

- a. Kegiatan-kegiatan yang akan membantu peserta pelatihan untuk mempelajari dan memahami informasi.
- b. Kegiatan pemeriksaan yang digunakan untuk memonitor pencapaian keterampilan peserta pelatihan.
- c. Kegiatan penilaian untuk menilai kemampuan peserta pelatihan dalam melaksanakan praktek kerja.

3) Buku Penilaian

Buku penilaian ini digunakan oleh pelatih untuk menilai jawaban dan tanggapan peserta pelatihan pada *Buku Kerja* dan berisi :

- a. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh peserta pelatihan sebagai pernyataan keterampilan.
- b. Metode-metode yang disarankan dalam proses penilaian keterampilan peserta pelatihan.
- c. Sumber-sumber yang digunakan oleh peserta pelatihan untuk mencapai keterampilan.
- d. Semua jawaban pada setiap pertanyaan yang diisikan pada Buku Kerja.
- e. Petunjuk bagi pelatih untuk menilai setiap kegiatan praktek.
- f. Catatan pencapaian keterampilan peserta pelatihan.

1.2.3 Penerapan materi pelatihan

1) Pada pelatihan klasikal, kewajiban instruktur adalah :

- a. Menyediakan Buku Informasi yang dapat digunakan peserta pelatihan sebagai sumber pelatihan.
- b. Menyediakan salinan Buku Kerja kepada setiap peserta pelatihan.
- c. Menggunakan Buku Informasi sebagai sumber utama dalam penyelenggaraan pelatihan.
- d. Memastikan setiap peserta pelatihan memberikan jawaban / tanggapan dan menuliskan hasil tugas prakteknya pada Buku Kerja.

2) Pada Pelatihan individual / mandiri, kewajiban peserta pelatihan adalah:

- a. Menggunakan Buku Informasi sebagai sumber utama pelatihan.
- b. Menyelesaikan setiap kegiatan yang terdapat pada buku Kerja.
- c. Memberikan jawaban pada Buku Kerja.
- d. Mengisikan hasil tugas praktek pada Buku Kerja.
- e. Memiliki tanggapan-tanggapan dan hasil penilaian oleh pelatih.

1.3 Pengakuan Kompetensi Terkini

1.3.1 Pengakuan Kompetensi Terkini (*Recognition of Current Competency*)

Jika seseorang telah memiliki pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk elemen unit kompetensi tertentu, maka yang bersangkutan dapat mengajukan pengakuan kompetensi terkini, berarti tidak akan dipersyaratkan untuk mengikuti pelatihan.

1.3.2 Persyaratan

Untuk mendapatkan pengakuan kompetensi terkini, seseorang harus sudah memiliki pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja, yang diperoleh melalui:

- 1) Bekerja dalam suatu pekerjaan yang memerlukan suatu pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja yang sama atau
- 2) Berpartisipasi dalam pelatihan yang mempelajari kompetensi yang sama atau
- 3) Mempunyai pengalaman lainnya yang memberikan pelajaran pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja yang sama.

1.4 Pengertian-Pengertian / Istilah

1.4.1 Profesi

Profesi adalah suatu bidang pekerjaan yang menuntut sikap, pengetahuan serta keterampilan/keahlian kerja tertentu yang diperoleh dari proses pendidikan, pelatihan serta pengalaman kerja atau penguasaan sekumpulan kompetensi tertentu yang dituntut oleh suatu pekerjaan/ jabatan.

1.4.2 Standarisasi

Standarisasi adalah proses merumuskan, menetapkan serta menerapkan suatu standar tertentu.

1.4.3 Penilaian / Uji Kompetensi

Penilaian atau Uji Kompetensi adalah proses pengumpulan bukti melalui perencanaan, pelaksanaan dan peninjauan ulang (review) penilaian serta keputusan mengenai apakah kompetensi sudah tercapai dengan membandingkan bukti-bukti yang dikumpulkan terhadap standar yang dipersyaratkan.

1.4.4 Pelatihan

Pelatihan adalah proses pembelajaran yang dilaksanakan untuk mencapai suatu kompetensi tertentu dimana materi, metode dan fasilitas pelatihan serta lingkungan belajar yang ada terfokus kepada pencapaian unjuk kerja pada kompetensi yang dipelajari

1.4.5 Kompetensi

Kompetensi adalah kemampuan seseorang yang dapat terobservasi mencakup aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja dalam menyelesaikan suatu pekerjaan atau sesuai dengan standar unjuk kerja yang ditetapkan

1.4.6 Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI)

KKNI adalah kerangka penjenjangan kualifikasi kompetensi yang dapat menyandingkan, menyetarakan dan mengintegrasikan antara bidang pendidikan dan bidang pelatihan kerja serta pengalaman kerja dalam rangka pemberian pengakuan kompetensi kerja sesuai dengan struktur pekerjaan di berbagai sektor.

1.4.7 Standar Kompetensi

Standar kompetensi adalah rumusan tentang kemampuan yang harus dimiliki seseorang untuk melakukan suatu tugas atau pekerjaan yang didasari atas pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja sesuai dengan unjuk kerja yang dipersyaratkan

1.4.8 Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI)

SKKNI adalah rumusan kemampuan kerja yang mencakup aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja yang relevan dengan pelaksanaan tugas dan syarat jabatan yang ditetapkan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku

1.4.9 Sertifikat Kompetensi

Adalah pengakuan tertulis atas penguasaan suatu kompetensi tertentu kepada seseorang yang dinyatakan kompeten yang diberikan oleh Lembaga Sertifikasi Profesi

1.4.10 Sertifikasi Kompetensi

Adalah proses penerbitan sertifikat kompetensi yang dilakukan secara sistematis dan obyektif melalui uji kompetensi yang mengacu kepada standar kompetensi nasional dan/ atau internasional.

BAB II

STANDAR KOMPETENSI

2.1 Peta Paket Pelatihan

Materi pelatihan ini merupakan bagian dari paket pelatihan jabatan kerja Mekanik Hidrolik Alat Berat yaitu sebagai representasi dari unit kompetensi : Mengidentifikasi Komponen pada Sistem Hidrolik Alat Berat, kode unit F. 45.500.2.2.30.II.02.001.01, sehingga untuk kualifikasi jabatan kerja tersebut diperlukan pemahaman dan kemampuan mengaplikasikan materi pelatihan lainnya, yaitu :

- Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan Hidup
- Komunikasi dan Kerjasama di Tempat
- Pemeliharaan Sistem Hidrolik Alat Berat
- Perbaikan Komponen pada Sistem Hidrolik Alat Berat
- Gangguan (*troubleshooting*) pada Sistem Hidrolik Alat
- Laporan Pekerjaan

2.2 Pengertian Unit Standar Kompetensi

2.2.1 Unit Kompetensi

Unit kompetensi adalah bentuk pernyataan terhadap tugas / pekerjaan yang akan dilakukan dan merupakan bagian dari keseluruhan unit kompetensi yang terdapat pada standar kompetensi kerja dalam suatu jabatan kerja tertentu

2.2.2 Unit Kompetensi yang akan dipelajari

Salah satu unit kompetensi yang akan dipelajari dalam paket pelatihan ini adalah "Mengidentifikasi Komponen pada Sistem Hidrolik Alat Berat".

2.2.3 Durasi / Waktu pelatihan

Pada sistem pelatihan berdasarkan kompetensi, fokusnya ada pada pencapaian kompetensi, bukan pada lamanya waktu pelatihan. Peserta yang berbeda mungkin membutuhkan waktu pelatihan yang berbeda pula untuk menjadi kompeten dalam melakukan tugas tertentu.

2.2.4 Kesempatan untuk menjadi kompeten

Jika peserta latih belum mencapai kompetensi pada usaha/kesempatan pertama, Instruktur akan mengatur rencana pelatihan (meliputi antara lain : waktu, metode dan elemen kompetensi) dengan peserta latih.

Rencana ini akan memberikan peserta latih kesempatan kembali untuk meningkatkan level kompetensinya sesuai dengan level yang diperlukan.

Jumlah maksimum usaha/kesempatan yang disarankan adalah 3 (tiga) kali.

2.3 Unit Kompetensi Kerja Yang dipelajari

Dalam sistem pelatihan, Standar Kompetensi diharapkan menjadi panduan bagi peserta pelatihan atau siswa untuk dapat :

- Mengidentifikasi apa yang harus dikerjakan peserta pelatihan.

- Mengidentifikasi apa yang telah dikerjakan peserta pelatihan.
- Memeriksa kemajuan peserta pelatihan.
- Menyakinkan bahwa semua elemen (sub-kompetensi) dan kriteria unjuk kerja telah dimasukkan dalam pelatihan dan penilaian.

2.3.1 Judul Unit :

Mengidentifikasi Komponen pada Sistem Hidrolik Alat Berat

2.3.2 Kode Unit :

F. 45.500.2.2.30.II.02.001.01

2.3.3 Deskripsi Unit

Unit ini berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang diperlukan untuk mengidentifikasi komponen pada sistem hidrolik alat berat

2.3.4 Kemampuan Awal

Peserta pelatihan harus telah memiliki kemampuan awal yaitu Pengetahuan Peraturan perundang-undang keselamatan dan kesehatan kerja dan lingkungan hidup, jenis dan fungsi APD dan APK, pengendalian bahaya dan resiko kecelakaan kerja, pengendalian pencemaran lingkungan hidup dan pengorganisasian K3 di tempat kerja, serta pengetahuan Komunikasi dan Kerjasama di tempat kerja.

2.3.5 Elemen Kompetensi dan Kriteria Unjuk Kerja

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja (<i>Performance Criteria</i>)
1. Mengidentifikasi spesifikasi teknik unit/ alat	1.1 Prinsip kerja sistem hidrolik alat berat dipahami sesuai dengan aplikasi / penerapan teori dasar hidrolik 1.2 Jenis, tipe, nomor seri dan tahun pembuatan alat diidentifikasi dengan benar 1.3 Kapasitas alat diidentifikasi dengan tepat
2. Mengidentifikasi tangki hidrolik (<i>hydraulic tank</i>)	2.1 Jenis tangki hidrolik diidentifikasi secara lengkap dan benar 2.2 Fungsi tangki hidrolik diidentifikasi dengan jelas 2.3 Struktur tangki hidrolik diidentifikasi dengan lengkap
3. Mengidentifikasi pompa hidrolik (<i>hydraulic pump</i>)	3.1 Pompa hidrolik diidentifikasi jenisnya dengan lengkap 3.2 Pompa hidrolik diidentifikasi fungsinya dengan jelas 3.3 Pompa hidrolik diidentifikasi kapasitasnya dengan jelas 3.4 Pompa hidrolik diidentifikasi cara kerjanya dengan benar

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja (<i>Performance Criteria</i>)
4. Mengidentifikasi aktuator (<i>actuator</i>)	4.1 Aktuator hidrolik diidentifikasi jenisnya dengan benar 4.2 Aktuator hidrolik diidentifikasi fungsinya dengan benar 4.3 Aktuator hidrolik diidentifikasi kapasitasnya dengan benar 4.4 Aktuator hidrolik diidentifikasi cara kerjanya dengan benar
5. Mengidentifikasi katup-katup pengontrol (<i>control valves</i>)	5.1 Katup pengatur arah (<i>directional control valve</i>) diidentifikasi fungsi dan jenisnya 5.2 Katup pengatur tekanan (<i>pressure control valve</i>) diidentifikasi fungsi dan jenisnya 5.3 Katup pengatur aliran (<i>flow control valve</i>) diidentifikasi fungsi dan jenisnya
6. Mengidentifikasi komponen pendukung	6.1 Saluran (<i>lines</i>) diidentifikasi jenis dan fungsinya 6.2 Saringan minyak hidrolik (<i>filter</i>) diidentifikasi fungsinya 6.3 Pendingin (<i>Cooler</i>) diidentifikasi struktur dan fungsinya 6.4 Akumulator (<i>Accumulator</i>) diidentifikasi tipe, struktur dan fungsinya 6.5 Tuas dan pedal diidentifikasi jenis dan fungsinya 6.6 Komponen sistem kelistrikan dan <i>gauges</i> diidentifikasi jenis dan fungsinya

2.3.6 BATASAN VARIABEL

- 1) Kontek variabel :
 - a. Kompetensi ini diterapkan secara perorangan pada mekanik hidrolik alat berat Yunior dan Senior dalam suatu kelompok kerja.
 - b. Identifikasi komponen ini meliputi semua komponen utama dan komponen pendukung dari sistem hidrolik alat berat, dalam hal :
 - (1) Jenis ataupun tipe, termasuk posisi / letak komponen.
 - (2) Fungsi komponen
 - (3) Cara kerja, untuk beberapa komponen : pompa hidrolik, aktuator
- 2) Perlengkapan dan peralatan :
 - a. Unit Hidrolik Alat Berat
 - b. Manual pabrik / perusahaan
 - c. Buku / catatan riwayat alat khususnya catatan riwayat sistem hidrolik
- 3) Tugas yang harus dilakukan :
 - a. Mengidentifikasi spesifikasi teknik unit alat
 - b. Mengidentifikasi tangki hidrolik (*hydraulic tank*)
 - c. Mengidentifikasi pompa hidrolik (*hydraulic pump*)
 - d. Mengidentifikasi aktuator (*actuator*)

- e. Mengidentifikasi katup-katup pengontrol (*control valves*)
 - f. Mengidentifikasi komponen pendukung
- 4) Peraturan yang diperlukan :
- a. Prosedur standar perusahaan / SOP
 - b. Struktur organisasi perusahaan / proyek

2.3.7 Panduan penilaian

- 1) Kondisi pengujian
- a. Kompetensi yang tercakup dalam unit kompetensi ini harus diujikan secara konsisten pada seluruh elemen dan dilaksanakan pada situasi pekerjaan yang sebenarnya di tempat kerja atau secara simulasi dengan kondisi seperti tempat kerja normal dengan menggunakan kombinasi metode uji untuk mengungkap pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja sesuai dengan tuntutan standar.
 - b. Pilihan metode pengujian antara lain:
 - (1) Wawancara/uji lisan
 - (2) Uji tertulis
 - (3) Pengamatan langsung di tempat kerja
 - (4) Uji praktek di tempat kerja
- 2) Penjelasan hal-hal yang diperlukan dalam penilaian antara lain serta : prosedur, alat, bahan dan tempat penilaian penguasaan unit kompetensi yang harus dikuasai sebelumnya dan keterkaitannya dengan unit kompetensi lainnya :
- a. Kompetensi yang harus dikuasai sebelumnya :
 - (1) F45.500.2.2.30.II.01.002.01 : Melakukan komunikasi dan kerja sama ditempat kerja
 - b. Kaitan dengan Unit Kompetensi lain :
 - (1) F45.500.2.2.30.II.02.002.01 : Melakukan Pemeliharaan Sistem Hidrolik Alat Berat
 - (2) F45.500.2.2.30.III.02.003.01 : Melakukan Perbaikan Komponen pada Sistem Hidrolik Alat Bera
 - (3) F45.500.2.2.30.III.02.004.01 : Mengatasi Gangguan (*troubleshooting*) pada Sistem Hidrolik Alat Berat
- 3) Pengetahuan yang dibutuhkan
- a. Teori dasar hidrolik
 - b. Keselamatan dan kesehatan kerja dan kesehatan lingkungan kerja (K3-LH)
 - c. Spesifikasi teknik alat berat
 - d. Sistem hidrolik pada alat berat
 - e. Komponen sistem hidrolik alat berat
 - f. Petunjuk perbaikan (*shop manual*)
- 4) Keterampilan yang dibutuhkan
- a. Menunjukkan semua komponen-komponen utama dan komponen pendukung sistem hidrolik alat berat

b. Menginterpretasikan gambar komponen dan sirkuit hidrolik

5) Aspek kritis

Aspek kritis yang harus diperhatikan :

- a. Ketepatan dalam menunjukkan komponen utama dan komponen pendukung sistem hidrolik alat berat
- b. Kejelasan dalam menginterpretasikan gambar komponen atau sirkuit hidrolik.

2.3.8 Kompetensi kunci

NO.	KOMPETENSI KUNCI	TINGKAT
1.	Mengumpulkan, menganalisis dan mengorganisasikan informasi	1
2.	Mengkomunikasikan informasi dan ide-ide	2
3.	Merencanakan dan mengorganisasikan kegiatan	1
4.	Bekerjasama dengan orang lain dan kelompok	2
5.	Menggunakan gagasan secara teknis dan matematis	1
6.	Memecahkan masalah	1
7.	Menggunakan teknologi	2

BAB III

STRATEGI DAN METODE PELATIHAN

3.1 Strategi Pelatihan

Belajar dalam suatu sistem Pelatihan Berbasis Kompetensi berbeda dengan yang sering “diajarkan” di kelas oleh Instruktur. Pada sistem ini Peserta latih akan bertanggung jawab terhadap belajarnya sendiri, artinya bahwa Peserta latih perlu merencanakan proses pembelajarannya dengan Instruktur dan kemudian melaksanakannya dengan tekun sesuai dengan rencana yang telah dibuat.

3.1.1 Persiapan / perencanaan

- 1) Membaca bahan/materi yang telah diidentifikasi dalam setiap tahap belajar dengan tujuan mendapatkan tinjauan umum mengenai isi proses belajar.
- 2) Membuat catatan terhadap apa yang telah dibaca.
- 3) Memikirkan bagaimana pengetahuan baru yang diperoleh berhubungan dengan pengetahuan dan pengalaman yang telah dimiliki.
- 4) Merencanakan aplikasi praktek pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja Peserta latih sendiri.

3.1.2 Permulaan dari proses pembelajaran

- 1) Peserta mencoba mengerjakan seluruh pertanyaan dan tugas praktek yang terdapat pada tahap belajar.
- 2) Instruktur dapat meninjau dan merevisi materi belajar agar dapat menggabungkan pengetahuan Peserta latih secara mandiri.

3.1.3 Pengamatan terhadap tugas praktek

- 1) Mengamati keterampilan praktek yang didemonstrasikan oleh Instruktur atau orang yang telah berpengalaman lainnya.
- 2) Mengajukan pertanyaan kepada Instruktur tentang konsep sulit yang peserta latih temukan.

3.1.4 Implementasi

- 1) Menerapkan pelatihan kerja yang aman.
- 2) Mengamati indikator kemajuan personal melalui kegiatan praktek.
- 3) Mempraktekkan keterampilan baru yang telah peserta latih peroleh.

3.1.5 Penilaian

Melaksanakan tugas penilaian untuk penyelesaian belajar peserta latih.

3.2 Metode Pelatihan

Terdapat tiga prinsip metode belajar yang dapat digunakan. Dalam beberapa kasus, kombinasi metode belajar mungkin dapat digunakan.

3.2.1 Belajar secara mandiri

Belajar secara mandiri membolehkan peserta latih untuk belajar secara individual, sesuai dengan kecepatan belajarnya masing-masing. Meskipun proses belajar

dilaksanakan secara bebas, peserta latih disarankan untuk menemui Instruktur setiap saat untuk mengkonfirmasi kemajuan dan mengatasi kesulitan belajar.

3.2.2 Belajar berkelompok

Belajar berkelompok memungkinkan peserta untuk datang bersama secara teratur dan berpartisipasi dalam sesi belajar berkelompok. Walaupun proses belajar memiliki prinsip sesuai dengan kecepatan belajar masing-masing, sesi kelompok memberikan interaksi antar peserta, Instruktur dan pakar/ahli dari tempat kerja.

3.2.3 Belajar terstruktur

Belajar terstruktur meliputi sesi pertemuan kelas secara formal yang dilaksanakan oleh Instruktur atau ahli lainnya. Sesi belajar ini umumnya mencakup topik tertentu.

BAB IV

IDENTIFIKASI KOMPONEN PADA SISTEM HIDROLIK ALAT BERAT

4.1 Umum

4.1.1 Komponen sistem hidrolik

Sistem hidrolik, sebagai sistem pemindah tenaga/daya, pada hakekatnya merupakan rangkaian dari berbagai macam komponen hidrolik yang saling berkaitan antara komponen yang satu dengan komponen yang lain, membentuk suatu sistem, sistem hidrolik. Komponen hidrolik merupakan bagian dari sistem hidrolik.

Sebagai bagian dari sistem, maka apabila ada komponen yang terganggu fungsinya, maka fungsi sistem menjadi terganggu pula. Tugas Mekanik Alat Berat adalah menjaga agar supaya fungsi sistem hidrolik pada alat berat tidak sampai terganggu, karena hal itu akan mengganggu pula kinerja alat berat, lebih spesifiknya akan mengganggu produktifitas alat berat yang bersangkutan. Hal termaksud dilakukan dengan melakukan pemeliharaan sistem, perbaikan komponen dan melakukan analisa dan cara mengatasi gangguan (*troubleshooting*) sistem hidrolik alat berat.

Dalam melaksanakan tugasnya, seorang mekanik hidrolik alat berat pastilah akan berurusan dengan berbagai komponen sistem hidrolik dari alat berat yang ditanganinya. Bahkan bisa lebih dari itu, spesifikasi teknik alat beratpun akan pula perlu mendapat perhatian mengingat bahwa pada satu kondisi penanganan sistem hidrolik alat berat, spesifikasi teknik alat berat yang bersangkutan perlu diketahuinya dengan baik.

Dengan tujuan pelaksanaan penanganan sistem hidrolik yang relatif mudah dan hasil kerja yang optimal, maka mengenali dengan baik dan tajam semua komponen sistem hidrolik dan juga spesifikasi teknik alat berat yang terkait adalah suatu hal yang tidak boleh diabaikan. Untuk hal tersebut diatas itulah maka identifikasi komponen sistem hidrolik alat berat harus dilakukan dengan baik dan sungguh-sungguh

Dengan telah dikenalnya dengan baik komponen sistem hidrolik alat berat pada aspek teknisnya, barulah hasil penanganan sistem hidrolik yang meliputi pemeliharaan komponen beserta sistemnya, perbaikan komponen serta *troubleshooting* sistem hidrolik alat berat, dapat diharapkan berhasil baik dan memuaskan. Oleh karena itu mengenali semua komponen sistem hidrolik alat berat adalah wajib bagi para mekanik hidrolik alat berat sebelum melaksanakan tugasnya.

Selanjutnya satu hal lain lagi yang perlu diketahui dan dipahami terlebih dulu sebelum para mekanik melakukan tugasnya, adalah teori dasar atau pengetahuan dasar hidrolika. Bahasan mengenai hal ini akan diberikan pada bagian awal dari Bab ini.

4.1.2 Identifikasi komponen

Identifikasi komponen pada dasarnya adalah mengenali komponen dengan baik, mulai dari nama, fungsi, prinsip kerja, struktur serta lokasi atau tempat dimana komponen diletakkan pada unit alat berat, sesuai dengan jenis ataupun tipe komponen yang bersangkutan.

Tujuan identifikasi adalah sebagaimana telah disampaikan atau disinggung diatas, sedangkan sasarannya adalah komponen utama dan komponen pendukung pada sistem hidrolik alat berat

4.1.3 Pengetahuan dasar hidrolik

Perkembangan teknologi memungkinkan tenaga cairan dimanfaatkan dibidang peralatan. Cairan dialirkan melalui sistem pipa-pipa, dipergunakan sebagai pemindah daya dari mulai sumber tenaganya sampai ke semua bagian gerak peralatan, yaitu *attachment* dan juga unit/alatnya sendiri

Arti sebenarnya dari hidrolik adalah "air dalam pipa". Namun pengertian tersebut berkembang dan menjadi umum bahwa pengertian hidrolik bukannya air namun cairan lain yaitu minyak. Dengan minyak didalam pipa ini (hidrolik) pemindah tenaga atau daya pada alat berat bergeser dari sistem mekanik menjadi sistem hidrolik.

Sebagai pemindah tenaga/daya, tergantung dari tenaga hidrolik yang dipergunakan, sistem hidrolik dapat berupa sistem hidrostatik dimana tenaga hidrolik yang dipergunakan adalah tenaga potensial atau tenaga tekanan, maupun sistem hidrodinamis dimana tenaga yang dipergunakan adalah tenaga kinetis dari cairan.

Pembahasan hanya akan menyangkut sistem hidrostatik, dimana banyak dibicarakan mengenai tekanan.

Pembahasan dimulai dari pengetahuan dasar hidrolik yang mencakup karakteristik fluida khususnya cair, tidak sampai keperhitungan-perhitungan rinci, hanya menyinggung hal-hal yang mendasar saja.

Sebagaimana telah disinggung di atas, di bidang alat-alat berat atau peralatan ilmu yang berkaitan dengan fluida (cair) dipergunakan dalam pemindahan tenaga atau daya (power train) dari tenaga utamanya sebagai tenaga penggerak (prime over) sampai ke peralatan geraknya (*attachment*) dalam suatu sistem, sistem hidrolik.

Sebelum sampai pada sistem tersebut, perlu kiranya kita kenali terlebih dulu tentang fluida dan beberapa hal terkait yaitu tentang tenaga, sifat, tekanan, aliran serta tahanan, dalam sistem hidrolik.

1) Fluida

Pengertian sebenarnya mengenai fluida adalah benda cair dan benda gas. Namun karena fluida yang dipergunakan dalam sistem hidrolik adalah cairan (benda cair), khususnya minyak, maka bila ada penyebutan fluida tanpa penjelasan atau keterangan lebih lanjut, yang dimaksud adalah benda cair.

Fluida (cair) dipergunakan sebagai pemindah tenaga/daya karena memang fluida (cair) itu mempunyai tenaga atau energi.

2) Tenaga atau energi fluida (cair)

3) Energi Fluida

Energi yang dapat dimanfaatkan dari fluida cair ini adalah :

a. Energi Gravitasi atau Tenaga Potensial

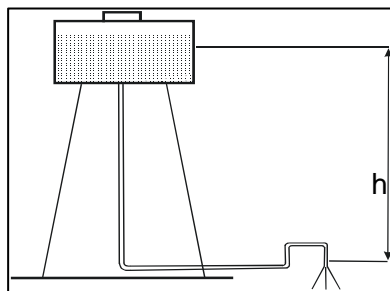
Tenaga ini terjadi karena adanya ketinggian dan gravitasi dari masa (cairan).

Besarnya tenaga potensial ini adalah : $m \times g \times h$. (Gambar 4.01)

dimana : - m = masa (cairan).

- g = gravitasi (gaya tarik/bumi)

- h = tinggi masa jatuh



Gambar 4.01 – Tenaga Potensial

- Makin banyak cairan, makin besar tenaganya
- Demikian pula makin besar tinggi jatuh (h) makin besar pula tenaganya

b. Tenaga Kinetis

Tenaga ini ditimbulkan karena adanya gerakan/aliran dari cairan.

Besarnya tenaga adalah $= \frac{1}{2} m v^2$,

dimana : - m = masa cairan

- v = kecepatan aliran

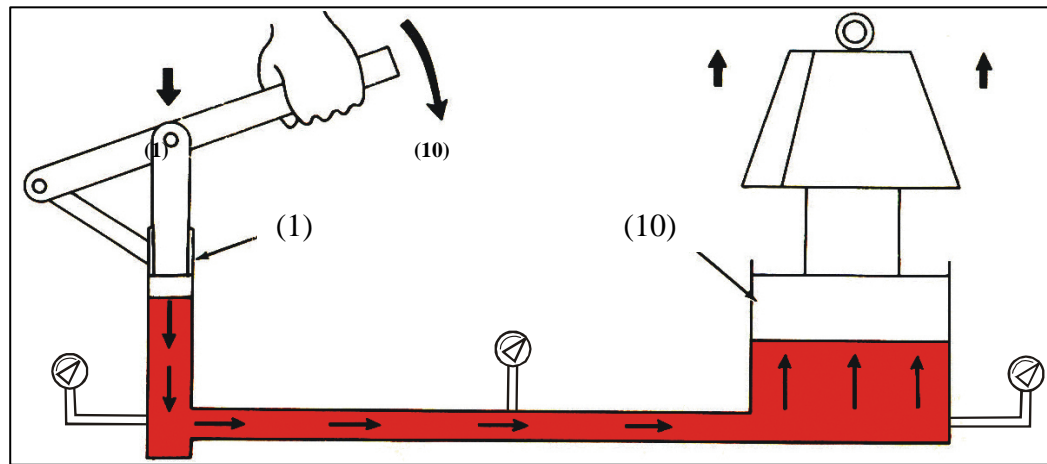
Dari persamaan diatas terlihat bahwa makin besar m dan/atau makin besar v, maka makin besar pula tenaga kinetisnya.

c. Tenaga Tekanan

Tenaga ini ditimbulkan karena tekanan cairan didalam ruang/saluran tertutup. Cairan yang berada didalam ruang tertutup, bila mendapat tekanan maka tekanan tersebut akan diteruskan oleh cairan tersebut ke semua arah dengan sama besar. Ini adalah salah satu prinsip dasar yang dipergunakan dalam sistem hidrolik, dan kondisi seperti ini dikenal sebagai Hukum Pascal.

Gambar berikut akan menjelaskan hal tersebut diatas :

- Untuk memberikan gambaran, diberikan suatu sistem sederhana, dimana dalam ruang tersertutup cairan diberi tekanan dengan suatu plunyer.
- Perhatikan meter penunjukan tekanan di beberapa tempat, semuanya sama
- Hal itu menunjukkan bahwa tekanan yang diberikan oleh plunyer diteruskan ke segala pnjuru dengan sama besar



Gambar 4.02 – Tenaga Tekanan

3) Sifat Cairan

Sifat cairan akan berkaitan dengan beberapa hal :

a. Volume

Dalam hal volume, cairan adalah tetap walaupun diberi tekanan; dapat dikatakan bahwa cairan mempunyai sifat tidak dapat dimampatkan (*incompressible*).

Catatan : Pada kenyataannya, dengan pemberian tekanan yang cukup besar pada suatu cairan didalam ruangan yang tertutup, volume cairan akan mengalami perubahan/mengecil. Tetapi perubahan tersebut sangat kecil ($\pm \frac{1}{2} \%$) sehingga dalam pembahasan ini (sistem hidrolik pada peralatan) volume cairan yang dipergunakan dianggap tetap, tidak dapat dimampatkan.

b. Aliran

Cairan mempunyai sifat akan mengalir dari tekanan tinggi ketekanan rendah.

c. Penerusan Tekanan

Cairan pada ruang tertutup bila mendapat tekanan maka tekanan akan diteruskan ke segala arah dengan sama besar.

d. Terjadinya Tekanan

Cairan yang mengalir bila ditahan, akan terjadi tekanan.

e. Tahanan

Cairan selalu akan mencari tahanan yang paling rendah.

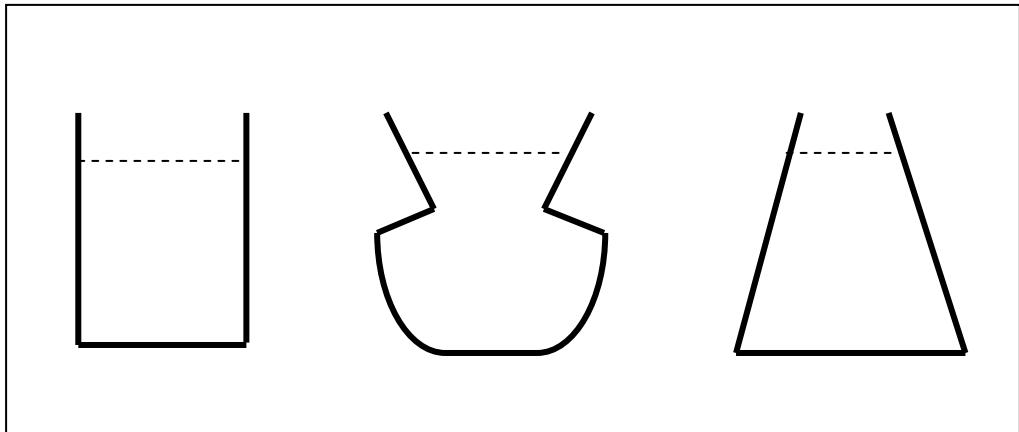
f. Tekanan -Tahanan

Besarnya tekanan ditentukan oleh tahanan yang paling rendah.

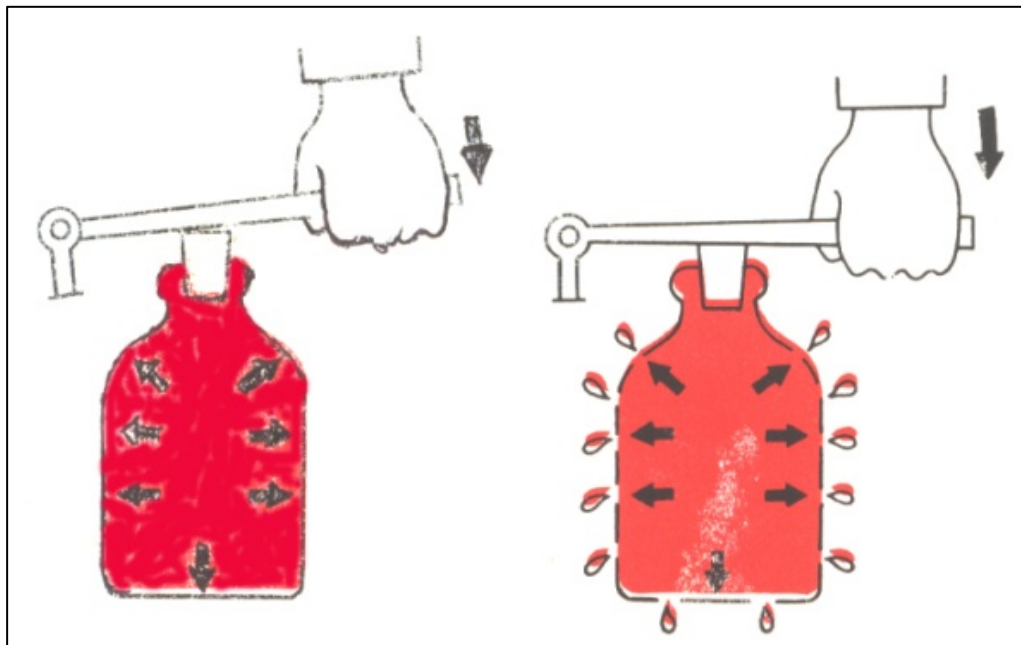
g. Kebocoran

Kebocoran pada cairan akan menurunkan volume dan tekanan.

Berikut ini adalah gambar-gambar untuk memudahkan pemahaman :



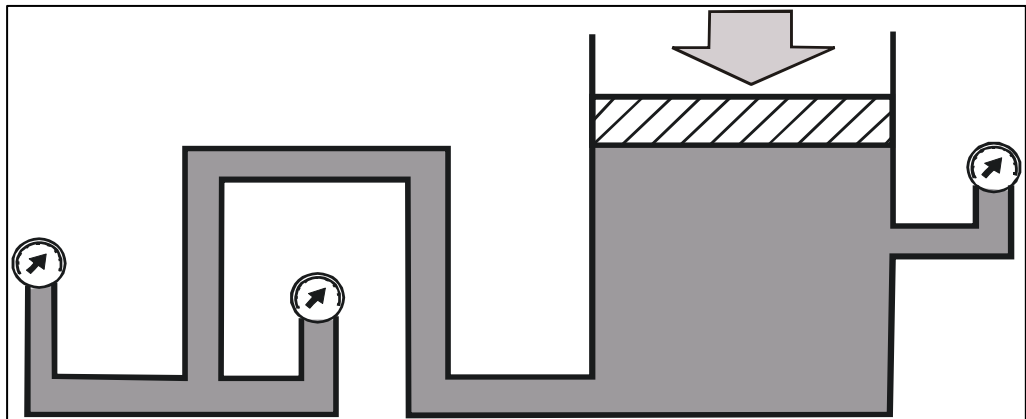
Gambar 4.03 – Bentuk cairan mengikuti tempatnya



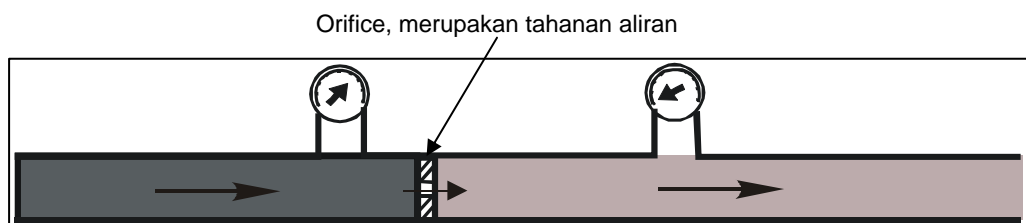
Gambar 4.04 – Cairan tidak dapat dimampatkan



Gambar 4.05 - Cairan akan mengalir dari tempat yang bertekanan tinggi ke tempat yang bertekanan rendah

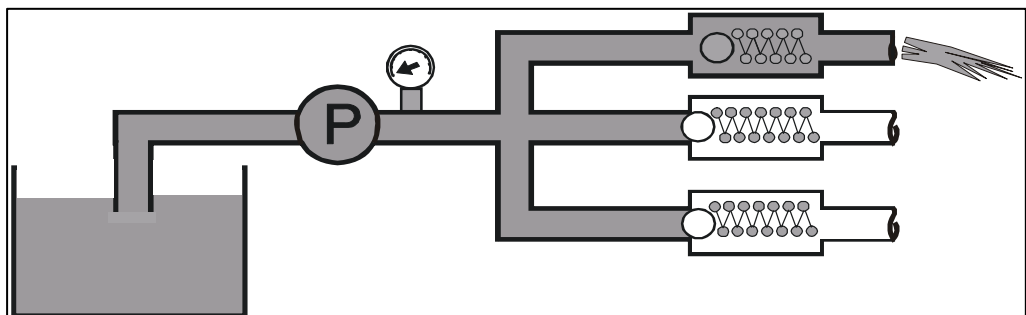


Gambar 4.06 – Tekanan diteruskan ke semua arah dengan sama besar



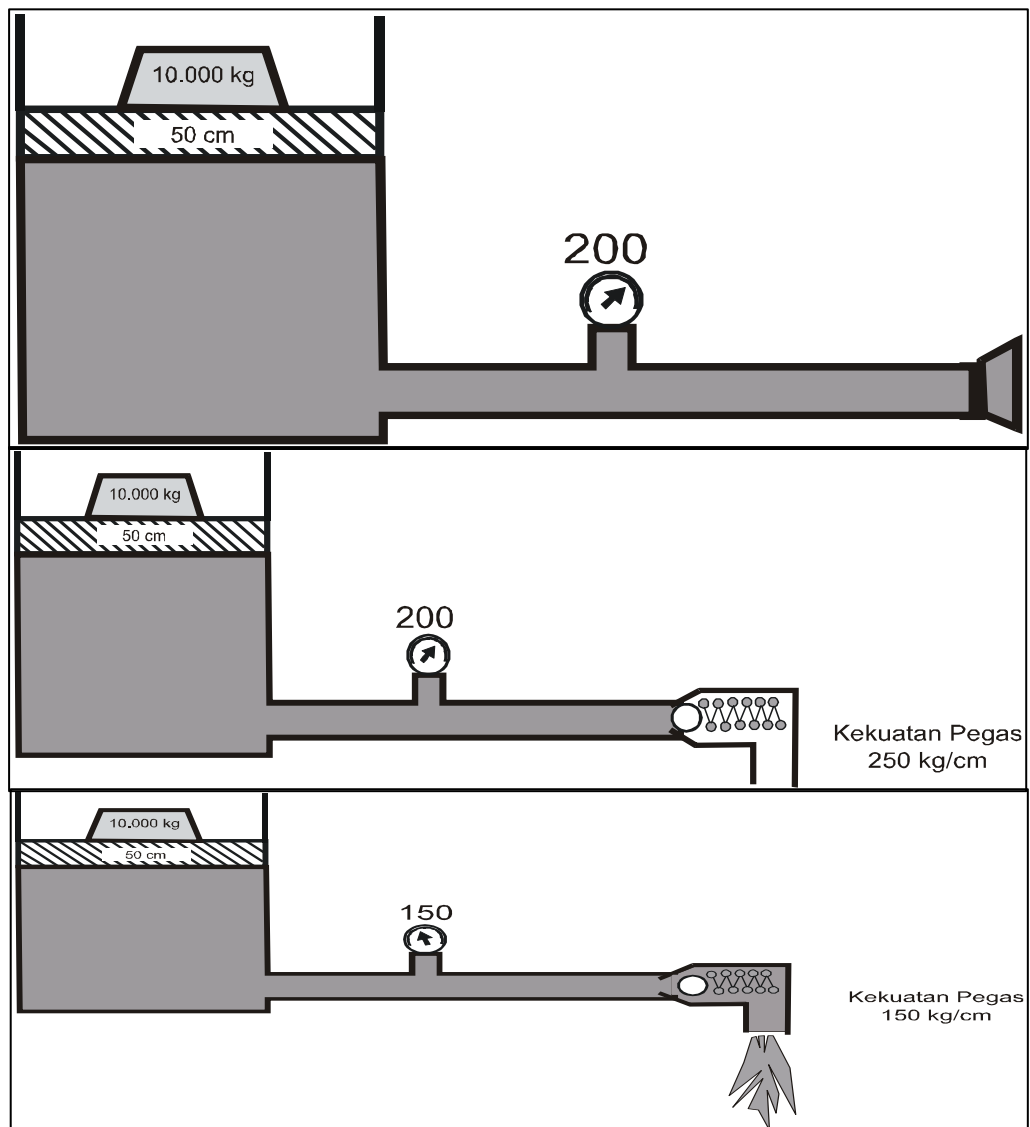
Gambar 4.07 – Terjadinya tekanan

Pada aliran cairan bila diberi tahanan aliran maka akan terjadi tekanan cairan



Gambar 4.08 – Tahanan terhadap aliran cairan

Cairan selalu mencari tahanan yang paling rendah :



Gambar 4.09 – Tekanan terhadap kekuatan pegas

4) Tekanan, aliran dan tahanan

Dalam penggunaan hidrolik pada peralatan, akan banyak ditemui tekanan, aliran dan tahanan, karena sebagaimana telah disinggung di bagian depan, tanpa ada ketiganya (tekanan, aliran dan tahanan) maka sistem hidrolik tidak dapat berfungsi sebagaimana dikehendaki. Oleh karena itu masalah tekanan, aliran dan tahanan ini kita akan diberikan terlebih dulu sebelum sampai pada pembahasan sistem hidrolik nantinya.

a. Tekanan

Beban yang diderita oleh setiap satuan luas permukaan benda dikenal dengan tekanan.

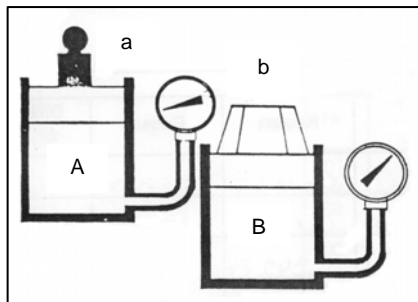
Rumus dasar tekanan adalah :

$$\text{Tekanan} = \frac{\text{Berat Beban}}{\text{Luas Permukaan}}$$

Demikian pula tekanan dalam cairan, untuk cairan didalam suatu silinder tertutup seperti pada gambar dibawah, besarnya sebanding dengan berat beban dan berbanding terbalik dengan luas penampang piston.

Gambar-gambar berikut menjelaskan hal tersebut diatas :

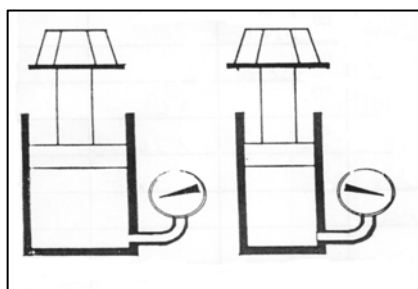
- Dalam silinder dengan luas penampang yang sama, maka tekanan cairan ditentukan oleh berat beban. Semakin besar berat beban, akan semakin tinggi tekanan. Pada gambar tersebut, diperlihatkan bahwa tekanan pada silinder B seperti yang ditunjukkan oleh jarum manometer, adalah lebih tinggi.



Gambar 4.10 – Tekanan tergantung berat beban

- Ukuran (penampang) silinder B (sebelah kanan), adalah sama dengan ukuran (penampang) silinder A
- Beban pada silinder B (b) lebih besar dari pada beban pada silinder A (a)
- Penunjukan tekanan pada meter silinder B lebih tinggi dari pada penunjukan tekanan pada meter silinder A

- Sebaliknya, untuk berat beban yang sama, tekanan cairan pada silinder dengan luas penampang yang lebih kecil, adalah lebih besar dari tekanan pada silinder dengan luas penampang yang lebih besar

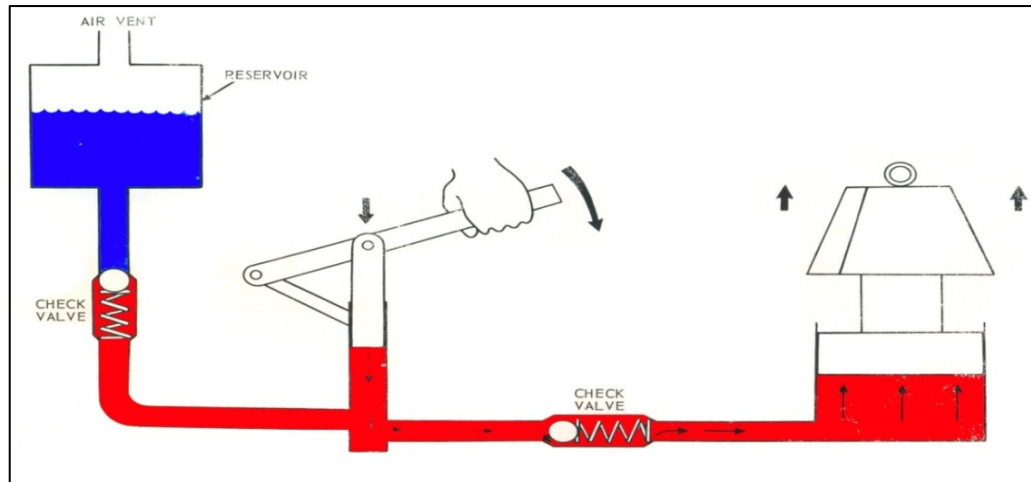


Gambar 4.11 – Tekanan berbanding terbalik dengan luas penampang silinder

- Ukuran (penampang) silinder (sebelah kanan), adalah lebih kecil dari pada ukuran (penampang) silinder sebelah kiri
- Beban pada silinder sebelah kanan adalah sama dengan beban pada silinder sebelah kiri
- Penunjukan tekanan pada meter silinder sebelah kanan adalah lebih tinggi dari pada penunjukan tekanan pada meter silinder kiri

b. Aliran cairan

Didalam sistem hidrolik tertutup, disamping tekanan cairan, aliran cairan juga memegang peranan penting. Tanpa adanya aliran cairan didalam sistem hidrolik, maka sistem tidak berfungsi.



Gambar 4.12 – Tanpa aliran, beban tidak terangkat

Pada sebuah sistem hidrolis untuk pengangkat barang (dongkrak) bila tidak ada aliran cairan maka barang tidak dapat terangkat (sistem tidak berfungsi). Demikian pula, tanpa ada aliran cairan, barang/benda yang diangkat tidak dapat turun.

Aliran, yang selanjutnya lebih dikenal dengan *flow*, akan banyak dijumpai dalam sistem hidrolik. Aliran akan terjadi bila ada ketidak seimbangan dalam tekanan cairan.

c. Tahanan dalam sistem hidrolik

Sebagaimana telah disinggung di bagian depan, bahwa dalam sistem hidrolik tekanan akan terjadi bila pada suatu aliran cairan ditemui suatu tahanan. Besar kecilnya tekanan ditentukan oleh tahanan yang paling rendah. Aliran cairan selalu akan memilih pada laluan dimana terdapat tahanan yang paling rendah.

Dari sifat-sifat cairan tersebut diatas, terlihat bahwa tekanan yang diperlukan dalam pemindahan tenaga, perlu selalu ada, sementara tahanan yang ada haruslah hanya tahanan dari peralatan kerja yang akan digunakan untuk perubahan tenaga cairan menjadi tenaga mekanis. Jadi pada sistem hidrolik, pada lubang laluan/saluran cairan tidak boleh ada kebocoran yang akan menghilangkan tekanan atau menghilangkan energi cairan.

Namun pada kenyataannya / didalam praktek ternyata terdapat banyak tahanan yang bersifat merugikan.

Kerugian-kerugian tersebut adalah :

1. Kerugian tekanan.
2. Herugian aliran.
3. Kerugian gesekan

4.2 Identifikasi Spesifikasi Teknik Alat Berat

Sebagaimana diutarakan dibagian depan (umum), maka sebelum pembahasan identifikasi spesifikasi teknik alat berat, akan disampaikan terlebih dulu perihal komponen sistem hidrolik alat berat dan juga prinsip kerja sistem hidrolik tersebut, yang diawali dengan teori dasar hidrolika, terkait dengan sistem hidrolik alat berat.

4.3.1 Komponen sistem hidrolik alat berat

Pada pembahasan komponen sistem hidrolik ini, dibedakan dalam 2 kelompok yaitu Komponen Utama dan Komponen Pendukung.

1) Komponen utama sistem hidrolik alat berat.

Termasuk dalam kelompok komponen utama ini adalah :

- a. Tangki hidrolik (*hydraulic tank*)
- b. Pompa hidrolik (*hydraulic pump*)
- c. Aktuator (*actuator*)
- d. Katup-katup pengontrol (*control valves*)

2) Komponen pendukung sistem hidrolik alat berat

Sedangkan yang termasuk dalam kelompok komponen pendukung adalah :

- a. Saluran (*lines*)
- b. Saringan
- c. Pendingin minyak
- d. Akumulator
- e. Tuas dan pedal
- f. Komponen sistem kelistrikan

Bahasan lebih rinci baik untuk komponen utama maupun komponen pendukung akan diberikan selanjutnya / setelah bahasan Sub Bab ini selesai

4.2.2 Prinsip kerja sistem hidrolik

Dalam sistem hidrolik suatu alat berat, dapat terdiri dari beberapa sirkuit hidrolik, yang masing masing mempunyai tugas berbeda sesuai dengan kebutuhan kerja alat berat tersebut. Misalnya sirkuit untuk blade, untuk kemudi, untuk ripper dan sebagainya.

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas menyangkut prinsip kerja sistem hidrolik, maka bahasan disampaikan dengan bantuan gambar sirkuit hidrolik, sebagai dibawah ini.

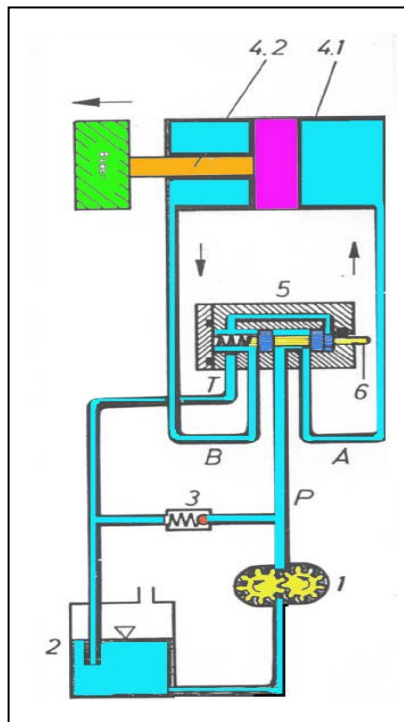
Gambar-gambar berikut menunjukkan suatu sirkuit hidrolik sederhana, untuk membantu dalam penjelasan prinsip kerja sistem hidrolik alat berat.

Sistem hidrolik sederhana ini terdiri dari komponen utama dan pendukung sebagai berikut :

- Pompa hidrolik (1)
- Tangki hidrolik (2)
- *Relieve valve* (3)
- Aktuator, berupa silinder hidrolik beserta piston (4.1, 4.2)
- Katup pengontrol beserta *spool* (5) dan (6)
- Pipa/saluran/*lines* A, B, P dan T

Cara Kerja Sistem :

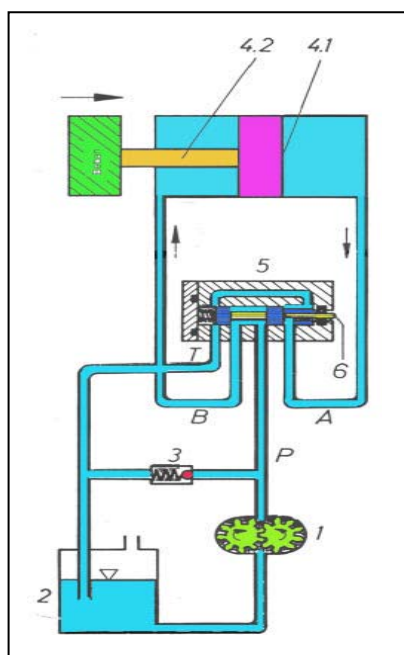
- 1) Pada posisi katup pengontrol seperti Gb.4.13 ini (posisi spool ditarik ke luar), maka :



Gambar 4.13 – Sistem Hidrolik sederhana

- Pipa/saluran (P) dari pompa menuju ke katup pengontrol berhubungan dengan pipa/saluran (A) dari katup pengontrol ke silinder.
- Sedangkan pipa/saluran (B) dari silinder menuju ke katup pengontrol berhubungan dengan pipa/saluran (T) dari katup pengontrol menuju ke tangki
- Pompa hidrolik (1) bekerja, memompa / menghisap minyak hidrolik dari tangki hidrolik (2) dan mengalirkan hasil pemompaan ke katup pengontrol (5)
- Dengan posisi katup pengontrol seperti terlihat pada gambar (Gb.13), katup pengontrol mengarahkan aliran minyak ke selinder hidrolik (4.1.) masuk ke ruang silinder pada bagian sebelah kanan piston (4.2)
- Aliran minyak hidrolik bertekanan ini mendorong piston (4.2) beserta beban
- bergerak ke kiri sampai ujung silinder

- 2) Bila posisi katup pengontrol kemudian dirubah dengan menggeser spool masuk ke kiri (Gb 4.14), maka :



Gambar 4.14 – Cara kerja sistem hidrolik

- Pipa/saluran (P) dari pompa menuju ke katup pengontrol berhubungan dengan pipa/saluran (B) dari katup pengontrol menuju ke silinder
- Pipa/saluran (A) dari silinder masuk ke katup pengontrol berhubungan dengan pipa/saluran (T) dari katup pengontrol menuju ke tangki
- Pompa hidrolik (1) bekerja, memompa / menghisap minyak hidrolik dari tangki hidrolik (2) dan mengalirkan hasil pemompaan ke katup pengontrol (5)
- Dengan posisi katup pengontrol seperti terlihat pada gambar (Gb.14), katup pengontrol mengarahkan aliran minyak ke selinder hidrolik (4.1.) masuk ke ruang silinder pada bagian sebelah kiri piston (4.2)

- Aliran minyak hidrolik bertekanan ini mendorong piston (4.2) beserta beban bergerak ke kanan sampai ujung silinder.

4.2.3 Jenis, tipe, nomor seri, tahun pembuatan alat

Salah satu kelompok data spesifikasi teknik alat berat adalah jenis, model atau tipe, tahun pembuatan dan nomor seri alat.

Data teknis tersebut perlu dicatat/dicantumkan dalam laporan pekerjaan yang bersangkutan, disamping sebagai data riwayat alat berat yang bersangkutan, diperlukan juga untuk mempermudah menemukan alat berat dimana komponen hidrolik dilakukan perbaikan. Dengan dicatatnya data alat berat tersebut maka kekeliruan pemasangan kembali komponen hidrolik yang diperbaiki pada alat berat yang bersangkutan, dapat dihindari.

1) Jenis alat

Beberapa jenis alat berat adalah :

- a. Bulldozer
- b. Excavator
- c. Grader
- d. Scraper
- e. Loader
- f. Compactor
- g. Crane

2) Tipe

Tiap jenis alat mempunyai beberapa tipe atau model, yaitu :

- a. Bulldozer
 - Track
 - Wheel
- b. Excavator
 - Track
 - Wheel
 - Long arm
 - Short arm / standar
- c. Grader
 - Motor Grader
- d. Scraper
 - Towed
 - Self propellered
- e. Loader
 - Track
 - Wheel
- f. Compactor
 - Tandem roller
 - Three wheel roller
 - Tire roller
 - Mesh roller
 - Pad roller

- Vibrating roller
- Sheepfoot roller
- g. Crane
 - Track crane
 - Wheel crane
 - Overhead crane
 - Tower crane

3) Tahun Pembuatan

Data lain pada spesifikasi teknik alat berat adalah tahun pembuatan dan Nomor seri alat/unit

Data ini biasanya dapat dilihat pada spesifikasi teknik alat yang bersangkutan maupun ada pada unit nya sendiri.

4.2.4 Kapasitas alat berat

Data lain lagi pada spesifikasi alat berat adalah kapasitas alat.

Tiap jenis alat berat mempunyai kapasitas yang berbeda-beda, demikian juga satuan yang berbeda tergantung dari produk jenis alat masing-masing. Beberapa ukuran dan satuan kapasitas alat, dapat diberikan sebagai berikut :

- 1) Bulldozer
 - Kapasitas : blade
 - Satuan : m³
- 2) Excavator
 - Kapasitas : bucket
 - Satuan : m³
- 3) Motor Grader
 - Kapasitas : blade
 - Satuan : m
- 4) Scraper
 - Kapasitas : daya muat
 - Satuan : m³
- 5) Loader
 - Kapasitas : bucket
 - Satuan : m³
- 6) Compactor
 - Kapasitas : bobot
 - Satuan : ton
- 7) Crane
 - Kapasitas : daya angkat (*lifting capacity*)
 - Satuan : ton
- 8) Forklift
 - Kapasitas : daya angkat
 - Satuan : ton
- 9) Stone crusher
 - Kapasitas : jaw / pemecah batu
 - Satuan : m³ / ton

4.3 Identifikasi Tangki Hidrolik (*hydraulic tank*)

Identifikasi teknik tangki hidrolik akan mencakup identifikasi jenis, fungsi dan struktur tangki

4.3.1 Jenis tangki hidrolik

Pada dasarnya jenis tangki dibedakan dalam 2 jenis, lebih tepatnya 2 tipe, yaitu :

a. Tangki terbuka

Tangki terbuka selalu dilengkapi dengan lubang pernafasan atau *air breather*. Pada tangki type ini, udara dalam tangki diatas minyak mempunyai hubungan dengan udara luar melalui *air breather*. Oleh karena itu tekanan udara diatas minyak dalam tangki sama dengan tekanan udara luar.

Ukuran tangki type terbuka ini biasanya diambil sama dengan 1-3 kali debit pompa yang terpasang. Jadi untuk sistem hidrolik dengan pompa 10 gallon per menit, ukuran tangkinya adalah 10 sampai 30 gallon.

b. Tangki Tertutup (bertekanan)

Tekanan gas diatas minyak dalam tangki dipertahankan lebih besar dari pada tekanan atmosfer. Tutup dibuat kedap udara dengan seal dan diciptakan tekanan lebih.

Keuntungan tipe ini dibandingkan dengan tipe terbuka adalah antara lain:

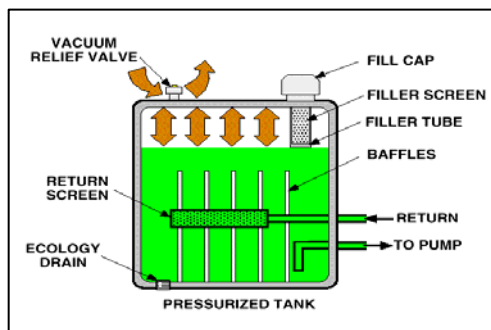
- Kebersihan minyak hidrolik akan lebih terjamin.
- Kemungkinan terjadinya kavitasi pompa dapat diperkecil.
- Usia guna minyak hidrolik dapat diperlama.

Kelemahannya adalah diperlukan adanya alat pencipta tekanan, dan kecuali itu tangki tipe ini dapat dibuat kecil, lebih kecil dari ukuran debit pompa.

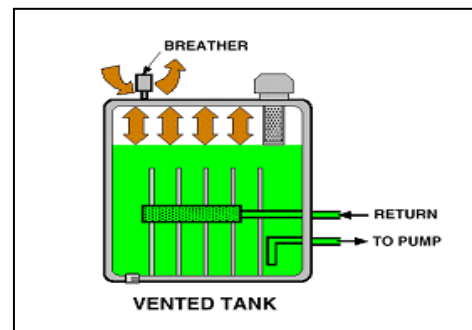
Misalnya pada buldozer D-9 Caterpillar, debit pompanya 154 gpm, kapasitas tangki hanya 14,5 gallon, hampir 1/10 kali.

Kecuali dua tipe diatas, dalam beberapa peralatan untuk memperoleh ukuran sistem yang kompak dan untuk menekan kebocoran, tangki dibuat sedemikian rupa sehingga pompa bahkan kadang-kadang motor listrik sebagai penggerak pompa diletakkan didalam tangki.

Berikut ini adalah gambar-gambar yang menunjukkan struktur (secara umum)



Gambar 4.15 – Tangki Bertekanan (tertutup)



Gambar 4.16 – Tangki berventilasi (terbuka)

4.3.2 Fungsi tangki hidrolik

Didalam sistem hidrolik tangki hidrolik mempunyai beberapa fungsi :

- a. Menyimpan/menampung minyak hidrolik yang dipergunakan.
- b. Dalam sistem, termasuk menampung pengembalian minyak hidrolik dari sistem.
- c. Menyimpan/menampung cadangan minyak pengganti minyak yang hilang karena kebocoran.
- d. Menyediakan ruang untuk ekspansi minyak akibat pengaruh temperatur.
- e. Membantu pendinginan minyak secara alami, menunjang berlangsungnya separasi udara dan kontaminasi yang terkandung dalam minyak.

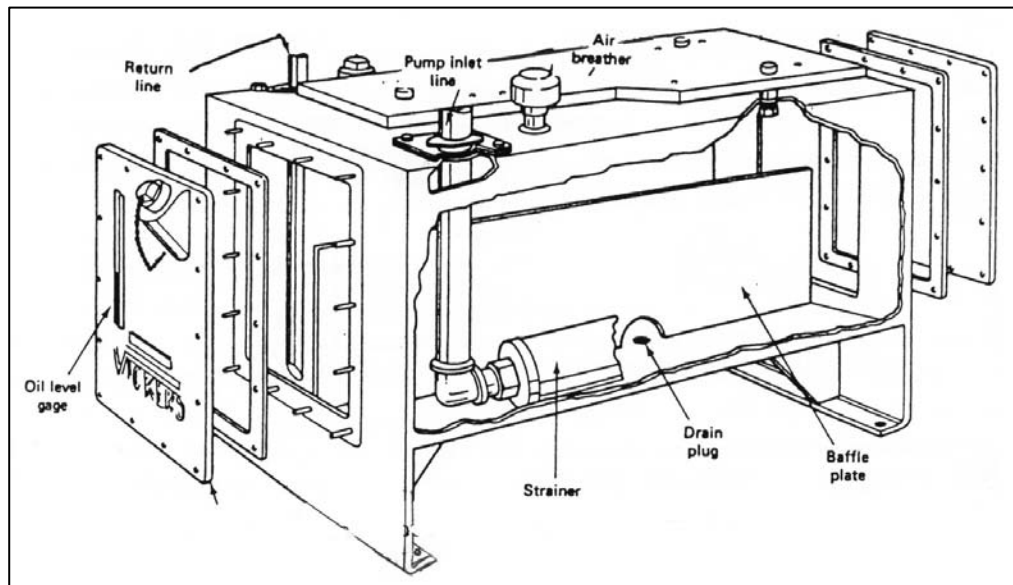
4.3.3 Struktur tangki hidrolik

Tangki minyak hidrolik, selanjutnya kita sebut tangki hidrolik, berupa suatu tempat atau bejana dari pelat tempat minyak hidraulik ditampung.

Struktur tangki adalah sebagai gambar dibawah, dengan bagian-bagiannya antara lain :

- Pelat pemisah (*baffle plate*)
Berupa pelat pemisah, memisahkan minyak yang baru kembali kembali dari sistem dengan minyak yang akan diambil oleh pompa hidrolik
- Pipa pengambilan
Merupakan pipa pengeluaran minyak dari tangki, tersambung dengan pipa penghisapan pompa hidrolik (*pump inlet line*)
- Saringan (*strainer*)
Adalah saringan minyak yang akan dihisap pompa hidrolik, berada di ujung pipa pengambilan
- Pipa pengembalian (*return line*)
Adalah pipa pengembalian minyak hidrolik dari sistem masuk ke tangki. Pipa ini dipisahkan dari pipa pengambilan oleh pelat pemisah
- Lubang pengisian
Lubang tempat pengisian minyak ke dalam tangki
- Lubang pernafasan (*air breather*)
Untuk menghindari terjadinya kadaan fakum di dalam tangki akibat disedotnya minyak dari dalam tangki
- Lubang pencerat (*drain plug*)
Digunakan untuk mengeluarkan minyak hidrolik dari tangki, baik dalam rangka penggantian minyak ataupun pembuangan air dan endapan kotoran dalam tangki
- Gelas penduga (*oil level gauge*)
Untuk melihat level atau permukaan minyak dalam tangki

Berikut ini adalah contoh gambar struktur sebuah tangki hidrolik sebagaimana tersebut diatas (Gambar 4.17) :



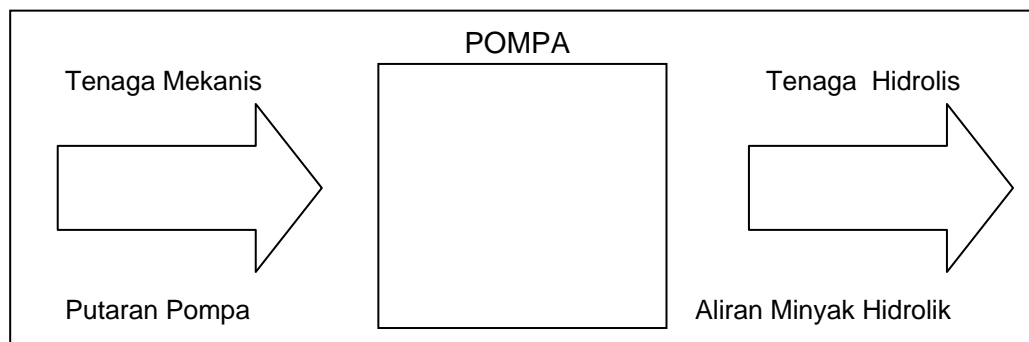
Gambar 4.17 – Struktur Tangki Hidrolik

4.4 Identifikasi Pompa Hidrolik (*hydraulic pump*)

Identifikasi pompa hidrolik akan mencakup fungsi, jenis, cara kerja dan kapasitas pompa hidrolik

4.4.1 Fungsi pompa hidrolik

Pompa hidrolik berfungsi sebagai pengubah tenaga mekanis menjadi tenaga hidrolik.



Gambar 4.18 – Fungsi Pompa Hidrolik

Sedangkan tugas pompa hidrolik adalah memindahkan/mengalirkan minyak hidrolik (dari tangki) ke semua peralatan kerja yang membutuhkan (sistem), selanjutnya kembali ke dalam tangki hidrolik

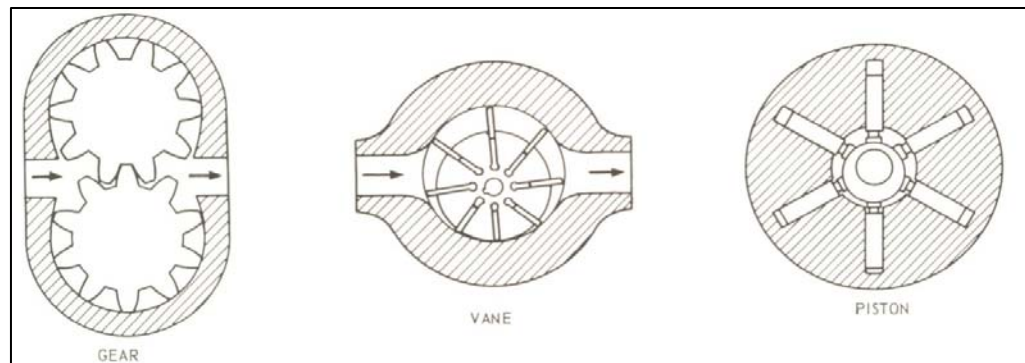
4.4.2 Jenis pompa hidrolik

Pada dasarnya pompa hidrolik dapat dibedakan dalam 3 macam, yaitu :

- Pompa roda gigi (*gear pump*)
- Pompa piston (*piston pump*)
- Pompa sayap (*vane pump*)

Semua jenis pompa tersebut adalah termasuk klasifikasi pompa pindah positif (*positive displacement pump*)

Sebagai gambaran, dapat dilihat gambar-gambar berikut :

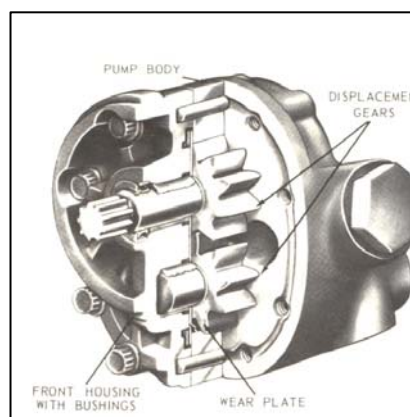


Gambar 4.19 – Pompa Hidrolik

4.4.3 Cara kerja pompa hidrolik

1) Pompa roda gigi

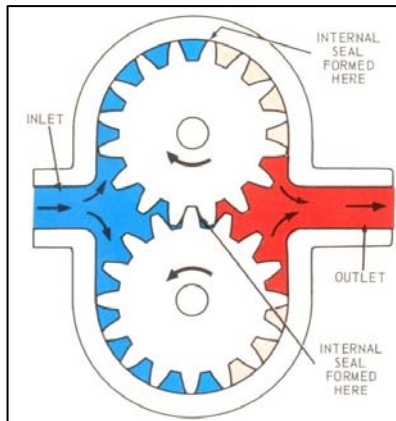
Pompa roda gigi adalah sebagai gambar dibawah ini (Gb 4.20)



Gambar 4.20 – Pompa Roda Gigi

- Bagian utama dari pompa roda gigi adalah sepasang roda gigi, rumah pompa, pelat tekan dan poros. Hanya sebuah roda gigi yang dipasangkan pada poros. Roda gigi yang satunya diputar oleh roda gigi yang berporos.
- Pada pompa roda gigi, ruang pemompaan (*pumping chamber*) terbentuk antara gigi-gigi, bagian depan dibatasi oleh permukaan dalam dari rumah pompa sedang dari sisi dibatasi oleh pelat tekan.

Cara kerja atau prinsip kerja pompa hidrolik roda gigi dapat dijelaskan melalui gambar seperti berikut :

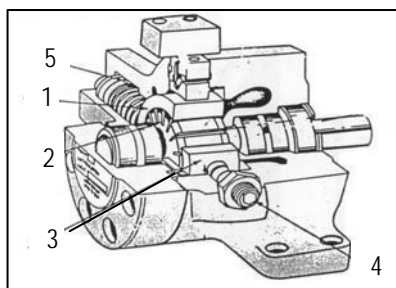


Ambar 4. 21 – Prinsip kerja

- Sepasang roda gigi dengan rumahnya mempunyai celah yang baik, kecil, hingga menyebabkan adanya perapatan antara gigi dengan rumahnya.
- Bila sepasang roda gigi berputar (sesuai dengan anak panah) maka pada ruangan yang ditinggalkan oleh gigi-gigi, setelah gigi-gigi lepas dari persinggungannya terjadilah tekanan kurang (vacum) sehingga cairan akan terhisap masuk ke ruang tersebut (inlet)
- Cairan akan tersekap (trap) oleh gigi-gigi, dan dibawa berputar masuk ke ruang yang lain (outlet), karena adanya perapatan (seal) maka cairan akan keluar melalui outlet.

2) Pompa Sayap

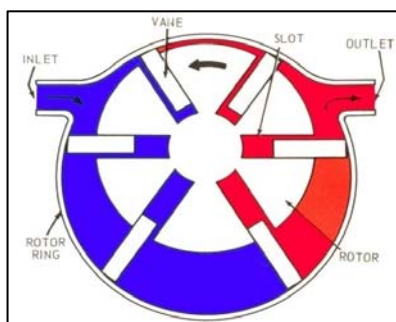
Gambar berikut ini (Gambar 4.22) memberikan gambaran suatu pompa sayap (vane pump)



Gambar 4.22 – Pompa Vane

- Pompa sayap mempunyai bagian-bagian utama yaitu : (1) rumah pompa, (2) rotor dimana sayap-sayap pompa dipasang dalam alur (slot) masing-masing yang dapat bergerak bebas keluar/masuk, (3) cam poros, (4) inlet dan (5) outlet.
- Karena minyak bertekanan masuk dan berada di satu sisi, maka pompa ini menjadi tidak seimbang (unbalance)

Gambar samping (Gb 4.23) memberikan penjelasan cara kerja pompa sayap (vane pump):



Gambar 4.23 – Prinsip kerja pompa kipas

Prinsip kerjanya cukup sederhana :

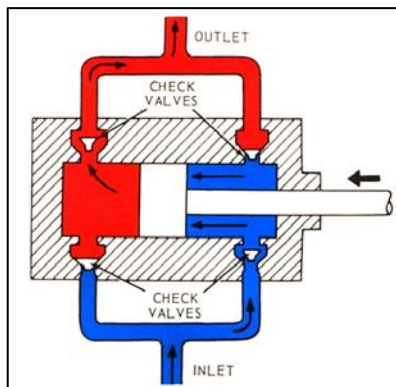
Bila rotor diputar maka sayap-sayap didalam alur-alur rotor bergerak keluar karena gaya centritugalnya, membuat perapatan (seal) dengan dinding dalam rumah pompa/rotor ring, sehingga penghisapan cairan dapat terjadi untuk selanjutnya cairan dibawa/didorong masuk ruang outlet.

Untuk pompa sayap tipe ini (Un balanced) memungkinkan adanya *fixed displacement* dan *variable displacement*

3) Pompa Piston

Pada pompa piston, elemen pemompaannya berupa piston atau plunger yang bergerak keluar (pada langkah hisap) dan masuk (pada langkah tekan) dalam suatu silinder. Jumlah maupun kedudukan piston bervariasi. Namun prinsip kerjanya adalah sama

Gambar berikut ini menjelaskan cara kerja pompa piston :



Gambar 4.24 - Cara Kerja Pompa Piston

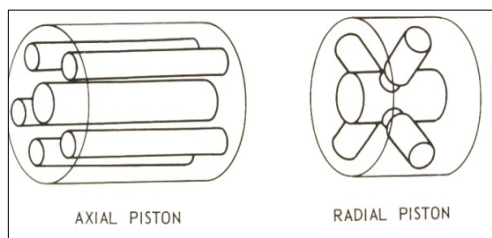
- Piston bergerak lurus berulang pada suatu jarak perpindahan atau stroke tertentu di dalam suatu silinder.
- Pada langkah satu arah gerakan piston, terjadi penghisapan cairan dari luar masuk kedalam silinder pompa. Langkah ini disebut langkah hisap.
- Pada gerakan piston dalam arah sebaliknya, terjadi pendesakan cairan keluar dari silinder. Langkah ini disebut langkah tekan.

- Pada pompa piston kerja ganda, untuk satu arah gerakan piston, pada satu sisi piston menjadi langkah tekan dan pada sisi lain menjadi langkah hisap. Sebaliknya, untuk arah sebaliknya terjadi sebaliknya, pada satu sisi yang tadinya merupakan langkah tekan menjadi langkah hisap, sedangkan pada sisi yang lain yang tadinya merupakan langkah hisap, menjadi langkah tekan (Gambar 4.24)

Dikenal dua tipe pompa piston yaitu pompa piston dengan :

- Piston Axial
- Piston Radial

Gambar berikut ini (Gb 4.25) memberikan gambaran kedua tipe pompa piston tersebut



Gambar 4.25 - Dua tipe pompa piston

- Gambar sebelah kanan adalah pompa piston tipe radial
- Gambar sebelah kiri adalah pompa piston tipe aksial

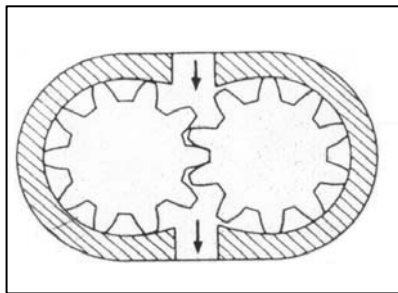
Oleh karena gerakan poros pompa (input) adalah berputar, maka diperlukan alat pengubah gerak putaran menjadi gerak lurus berulang untuk

menggerakkan piston. Ini dapat dilaksanakan dengan : poros engkol, eksentrik, bent axis, atau *swash plate*

4.4.4 Kapasitas pompa hidrolik

Kapasitas pompa diartikan sebagai jumlah minyak hidrolik yang dapat dipindahkan oleh pompa yang bersangkutan selama satu menit. Dikaitkan dengan *displacement* pompa maka berarti sama dengan jumlah displacement tiap menit.

Displacement, atau pemindahan cairan, adalah volume cairan (minyak hidrolik) yang dipindahkan selama tiap cycle dari pompa, atau yang dipindahkan oleh pompa tiap satu putaran penuh.



Gambar 4.26 – Kapasitas pompa

$$\text{displacement} = \text{liter/putaran}$$

Secara kuantitatif, displacement sama dengan volume dari satu ruang pemompaan (*pumping chamber*) dikalikan dengan jumlah ruang pemompaan yang melewati outlet pada tiap putaran

$$\text{displacement} = v \times n$$

dimana :

v = volume ruang pemompaan

n = jumlah ruang pemompaan

Displacement adalah jumlah cairan (minyak hidrolik) yang dapat dipindahkan oleh pompa tiap satu putaran penuh

Satuan displacement adalah : volume / putaran

- Volume : inci³, ltr
- Putaran : satu putaran roda gigi

Dengan demikian maka kapasitas pompa menjadi displacement dikalikan jumlah putaran tiap menit

Contoh :

- Kapasitas pompa roda gigi “A” adalah = 20 ltr/menit
Artinya :
Pompa “A” dapat memindahkan / menghasilkan minyak hidrolik sebanyak 20 liter tiap menit
- Demikian sama halnya dengan pompa-pompa hidrolik jenis yang lain.

4.5 Identifikasi Aktuator (*actuator*)

4.5.1 Fungsi Aktuator

Aktuator berfungsi untuk merubah tenaga hidrolik menjadi tenaga mekanis.

Tenaga hidrolik, berupa aliran dan tekanan minyak hidrolik, yang dihasilkan oleh pompa hidrolik, melalui komponen-komponen pipa-pipa (*lines*), katup pengontrol (*control valve*) atau katup pengatur arah (*directional valve*) dikirim ke aktuator.

Aktuator kemudian merubah tenaga hidrolik tersebut menjadi tenaga mekanis, menghasilkan kerja

4.5.2 Jenis Aktuator

Aktuator dalam sistem hidrolik terbagi dalam dua jenis, yaitu

- Silinder hidrolik.
- Motor hidrolik.

Silinder hidrolik dipergunakan untuk arah tenaga lurus (translasi), seperti misalnya :

- Untuk menggerakkan boom atau arm dari unit excavator
- Untuk menggerakkan blade bulldozer
- dsb

Sedangkan motor hidrolik dipergunakan untuk arah tenaga berputar (rotasi), seperti misalnya :

- Untuk menggerakkan/memutar winch (untuk gulungan *wire rope* pada crane)
- Untuk menggerakkan/memutar roda gigi (untuk memutar *upper structure excavator*)
- dsb.

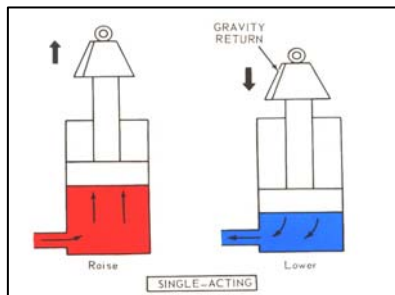
4.5.3 Prinsip Kerja Aktuator hidrolik

1) Silinder Hidrolik.

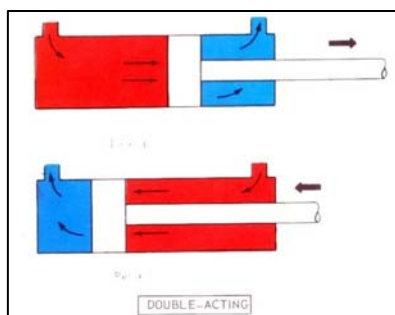
Silinder hidrolik dibagi dalam dua tipe, yaitu :

- a. Silinder hidrolik kerja tunggal (*single acting*).
- b. Silinder hidrolik kerja ganda (*double acting*)

Gambar-gambar berikut ini memperlihatkan bagaimana kedua tipe silinder hidrolik tersebut bekerja :



Gambar 4.27 – Prinsip Kerja Silinder Hidrolik (kerja tunggal)



Gambar 4.28 – Prinsip kerja silinder hidrolik

- Minyak hidrolik dialirkan masuk kesilinder hidrolik melalui lubang pemasukan dibagian bawah silinder
- Minyak hidrolik bertekanan mendorong piston (ataupun ram) dengan beban keatas
- Bila arah aliran dibalik (tekanan dihilangkan), beban mendorong piston turun ke bawah
- Minyak hidrolik dibawah piston keluar silinder melalui lubang yang sam
- Bila minyak hidrolik bertekanan dari pompa dialirkan masuk ke lubang sebelah kiri silinder, piston (bersama beban) terdorong ke kanan.
- Sementara itu minyak hidrolik disebelah kanan piston terdorong keluar melalui lubang di sebelah kanan silinder, kembali ke tangki
- Bila minyak hidrolik bertekanan dari pompa dialirkan masuk ke lubang sebelah kanan silinder, piston (bersama beban) terdorong ke kiri.

- Sementara itu minyak hidrolik disebelah kiri piston terdorong keluar melalui lubang di sebelah kiri silinder, kembali ke tangki

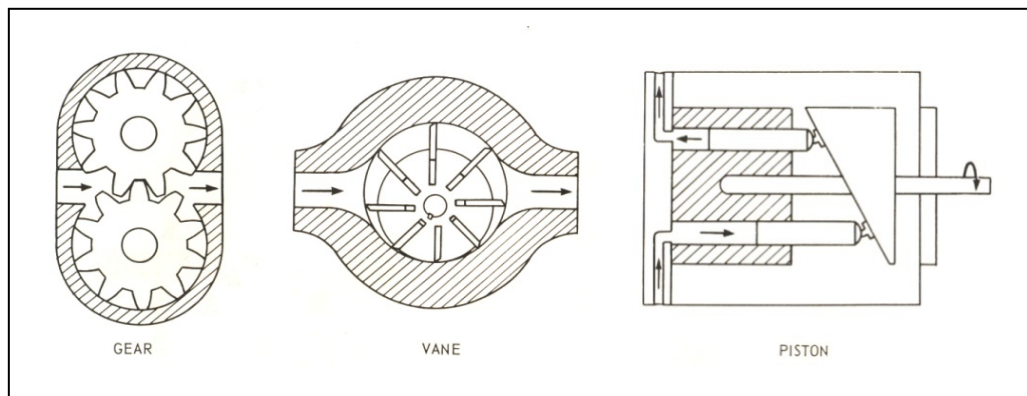
2) Motor Hidrolik

Bila dibandingkan dengan pompa, maka pada dasarnya kerja motor adalah kebalikan dengan kerja pompa. Pompa menggerakkan cairan, sementara motor digerakkan oleh cairan.

- Pompa : Menghisap masuk cairan dan mendorongnya ke luar, mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga hidrolik.
- Motor : Cairan ditekan masuk dan dibuang keluar, mengubah tenaga hidrolik menjadi tenaga mekanis.

Seperti halnya pada pompa hidrolik, motor hidrolik juga ada 3 tipe, yaitu :

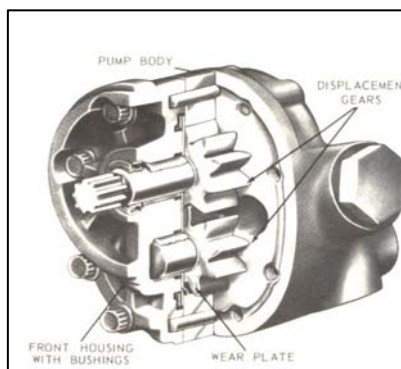
- Motor Roda Gigi (*Gear Motor*)
- Motor Sayap (*Vane Motor*)
- Motor Piston (*piston motor*)



Gambar 4.29 - Tiga tipe motor hidrolik

a. Motor roda gigi (*gear motor*)

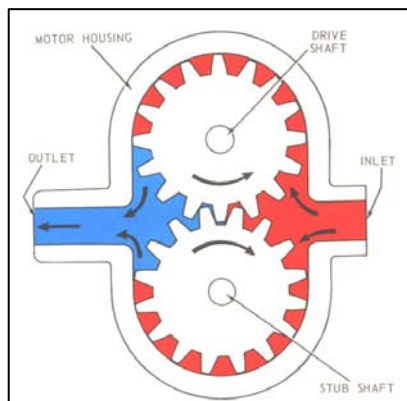
Gambar berikut ini menggambarkan sebuah motor roda gigi



Gambar 4.30 – Motor roda gigi

- Motor roda gigi ini adalah duplikat dari pompa roda gigi (*gear pump*)
- Motor ini mempunyai sepasang (2 buah) roda gigi yang sama besar, sehingga bertautan, berada di rumah yang rapat (Gambar 4.30).

Gambar berikut memberikan penjelasan mengenai bekerjanya motor roda gigi :

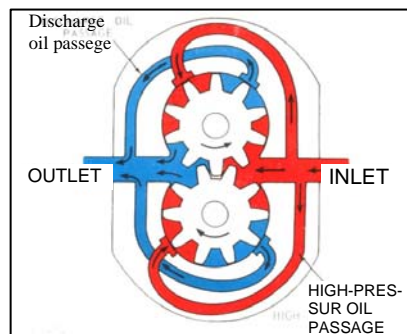


Gambar 4.31 Cara kerja motor roda gigi

- Tekanan minyak (hidrolik) dari pompa masuk melalui inlet memaksa gigi-gigi motor berputar, memutar as pompa dan akhirnya memutar beban.
- Minyak kemudian keluar melalui outlet (setelah mendorong/memutar gigi) dengan tekanan yang sudah rendah, kembali ke tangki
- Pada motor ini tekanan minyak hidrolik yang tinggi berada di satu sisi-sisi poros, sementara di sisi lain tekanan minyak rendah.

Dengan itu maka terjadi keadaan tekanan yang tidak seimbang (*un-balance*)

- Beberapa motor roda gigi ini dibuat seimbang (*balance*), dengan menambah lubang laluan masuk dan keluar masing-masing sebuah, pada posisi yang saling berhadapan (Gb.4.32)

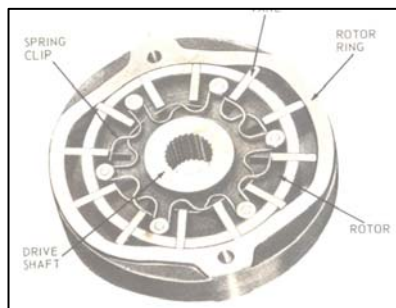


Gambar 4.32 – Motor roda gigi (balanced)

- Dengan demikian maka tekanan minyak hidrolik pada kedua sisi gigi-gigi dan poros adalah sama atau seimbang (*balance*), motor menjadi balance. Hal ini untuk mengurangi kerusakan bearing
- Tekanan minyak hidrolik pada as pompa dari kedua arah yang berlawanan, membuat as pompa bebas dari tekanan/dorongan minyak Hal ini membuat keausan as pompa menjadi turun/k

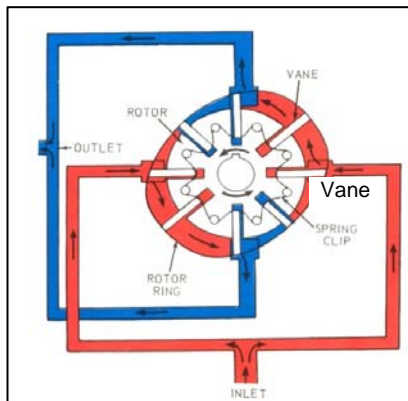
b. Motor Sayap (vane motor)

Berikut ini adalah gambar motor sayap (*balance type*)



Gambar 4.33 - Motor Sayap (balanced type)

- Motor sayap ini juga serupa dengan pompa sayap. Dalam hal ini bekerjanya kebalikan dari pompa.
- Pada motor, sayap didesak oleh minyak bertekanan yang masuk melalui lubang pemasukan (inlet) dan memutar as (*drive shaft*).



Gambar 4.34 – Cara kerja motor sayap (*balanced type*)

- Dewasa ini tipe yang banyak digunakan adalah tipe balans (*balanced type vane motor*) yang mempunyai waktu pengoperasian lebih lama.
- Satu hal yang berbeda dengan pompa sayap adalah bahwa sayap harus selalu menempel pada rotor ring, yang untuk itu dipergunakan pegas. Gambar berikut (Gambar 4.34) menunjukkan motor sayap (*balanced type*).

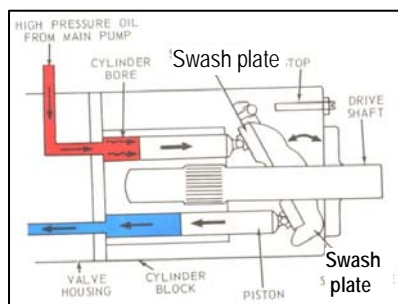
c. Motor Piston (*piston motor*)

Serupa juga dengan pompa hidrolik, motor hidrolik ini ada 2 tipe, yaitu :

- Motor Piston Aksial (*Axial Piston Motors*)
- Motor Piston Radial (*Radial Piston Motors*)

Motor piston radial biasanya digunakan pada industri (stasioner).

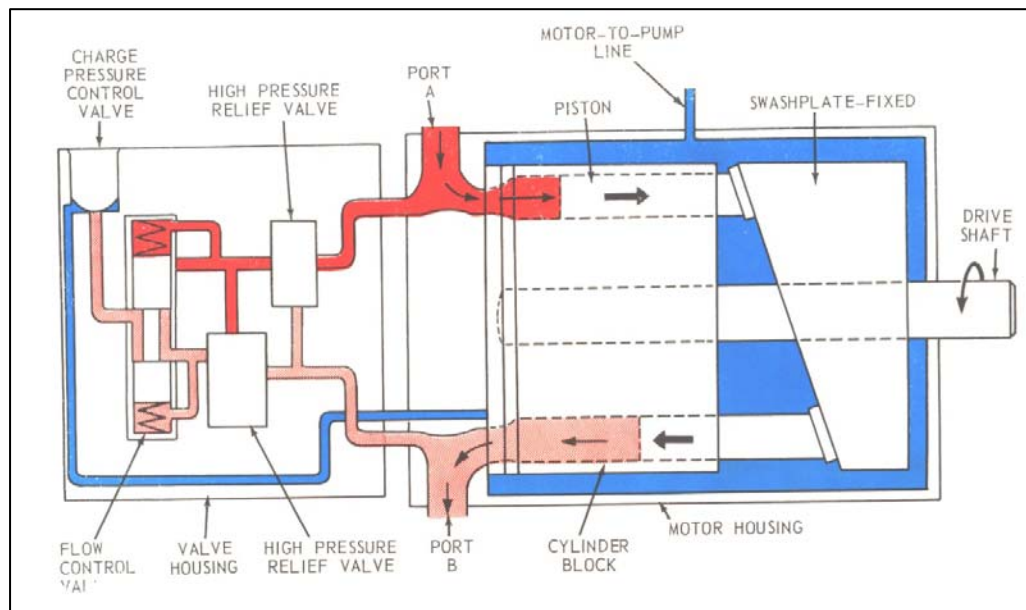
Kedua gambar berikut ini (Gambar 4.35 dan Gambar 4.36) menjelaskan prinsip kerja motor piston tipe axial, variabel dan vixed displacement Dengan kecepatannya yang tinggi, tekanannya yang tinggi, motor ini lebih *sophisticated*, lebih rumit (*complex*), lebih mahal dan lebih memerlukan pemeliharaan yang hati-hati dari pada motor-motor yang lain.



Gb.4.35 – Prinsip kerja motor piston Axial (*variable displacement*)

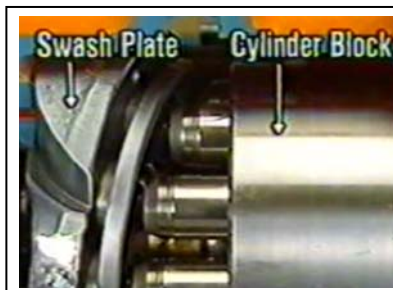
- Serupa dengan konstruksi pada pompa hidrolik, pada motor hidrolik ini juga menggunakan *swash plate*, untuk memungkinkan terjadinya gerakan / tenaga putar poros dari gerakan maju/mundur piston.
- Dengan konstruksi *swash plate* ini, dimungkinkan juga adanya motor piston dengan *fixed displacement* dan *variable displacement*.

- Pada motor piston dengan konstruksi *swash plate* yang *fix displacement*, maka *swash plate* bersudut tetap, yang dengan demikian langkah piston adalah tetap dan hasilnya (*displacement*) juga tetap, sehingga putaran motor juga tetap. (Gambar 4.36)
- Sedangkan pada motor dengan konstruksi *swash plate* yang variabel, maka sudut *swash plate* bisa diubah-ubah yang dengan demikian langkah piston juga berubah-ubah sesuai dengan besar kecilnya sudut, yang menghasilkan *displacement* juga bisa berubah sesuai dengan sudut *swash plate*, sehingga putaran motor juga dapat diubah-ubah sesuai dengan kebutuhan.



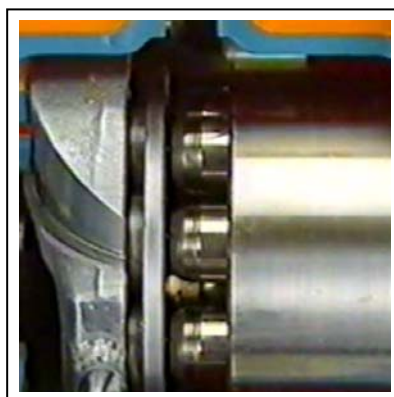
Gambar 4.36 – Prinsip kerja motor piston axial
(fixed displacement)

Gambar-gambar berikut ini diharapkan dapat lebih memperjelas cara kerja motor piston (*piston motor*)



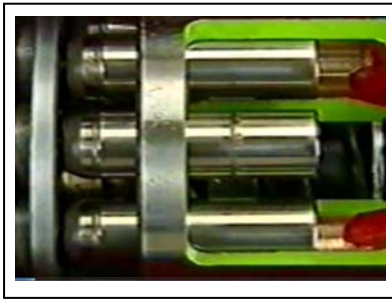
Gambar 4.37 – Piston motor,
swash plate bersudut

- Prinsip kerja motor hidrolik ini keba-likan dari pompa hidrolik
- Pada posisi *swash plate* membentuk suatu sudut (Gambar 4.37), maka terjadilah langkah piston (yang bergerak bolak-balik di dalam silinder masing-ma-sing)



Gambar 4 .38 – Piston motor,
swash plate
tidak bersudut

- Dengan posisi *swash plate* tidak bersudut (Gambar 4.38), maka tidak ada gerakan piston di dalam silinder masing-masing
- Pada posisi ini, pompa tidak akan mengha-silkan aliran, dan untuk motor tidak ada gerakan putar



Gambar 4.39 – Posisi *swash plate* tanpa sudut

Gambar sebelah (Gambar 4.39) menunjukkan posisi *swash plate* adalah tanpa sudut :

- Tidak ada langkah piston
- Motor tidak dapat berputar



Gambar 4.40 – Posisi *swash plate* bersudut

Gambar sebelah (Gambar 4.40) menunjukkan posisi *swash plate* bersudut :

- Terjadi langkah piston, menyebabkan motor bergerak / berputar
- Anak panah menunjukkan langkah piston

4.5.4 Kapasitas aktuator hidrolik

Kapasitas pada aktuator hidrolik baik tipe silinder maupun motor, ditampilkan dalam bentuk kemampuan aktuator memberikan daya sesuai dengan asupan (input) yang diterimanya, yaitu aliran dan tekanan minyak hidrolik yang diterimanya sesuai dengan standar (desain aktuator)

Bila aliran dan/atau tekanan minyak hidrolik yang diterima motor dari pompa hidrolik beserta segala komponen terkaitnya kurang dari standar, yang berarti motor bekerja tidak dengan kapasitas penuh (full capacity), maka tenaga atau daya motor pun tidak dapat penuh diberikan (kurang dari daya standar)

1) Silinder Hidrolik

Pada alat berat, terbatas pada penggunaannya, maka kapasitas silinder adalah volume silinder, terbentuk dari diameter silinder dan langkah piston yang dapat dilakukannya. Ini tidak lain adalah merupakan displacement silinder. Sedangkan tekanan yang diperlukan adalah tekanan standar atau tekanan kerja yang telah ditentukan.

Bila jumlah minyak hidrolik yang diberikan/dimasukkan ke dalam silinder kurang dari displacement silinder, maka silinder tidak dapat memberikan dayanya secara penuh

2) Motor hidrolik

Sebagaimana telah dijelaskan di bagian depan, displacement motor hidrolik adalah jumlah minyak hidrolik yang diperlukan agar motor dapat melakukan satu kali putaran penuh.

Bila asupan (input) minyak hidrolik kurang dari kapasitas motor, berarti hanya dapat dipergunakan untuk memutar motor kurang dari satu putaran, hal itu berarti pula bahwa daya motor tidak dapat diberikan secara penuh sesuai dengan kapasitasnya.

4.6 Identifikasi Katup-katup Pengontrol (*control valves*)

4.6.1 Katup pengontrol arah

Identifikasi katup pengontrol arah atau *directional control valve*, akan meliputi fungsi, jenis dan cara kerja

1) Fungsi

Katup ini berfungsi untuk mengarahkan aliran fluida (minyak) ke aktuator yang dikehendaki

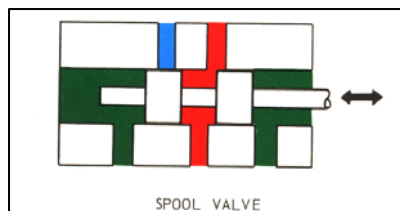
Pada prinsipnya minyak hidrolik, yang berupa tenaga hidrolik, dari pompa masuk ke katup, kemudian diarahkan kemana minyak hidrolik (tenaga hidrolik) akan disalurkan; dapat kembali ke tangki, diteruskan ke saluran I, atau saluran II, atau berhenti didalam katup.

2) Jenis dan prinsip kerja

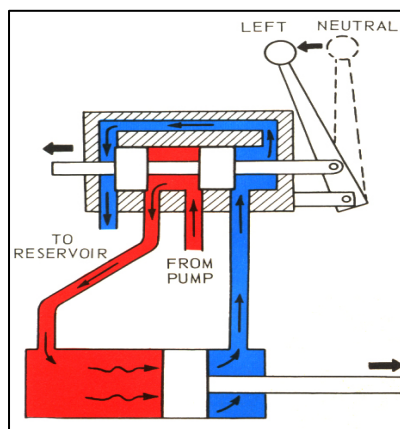
Dikenal beberapa jenis katup pengontrol atau katup pengatur arah, diantaranya adalah :

a. Katup Spool

Untuk merubah-ubah arah termaksud dilakukan secara mekanis, dengan merubah-ubah posisi spool (digeser ke kiri atau ke kanan) perhatikan Gambar 4.41.

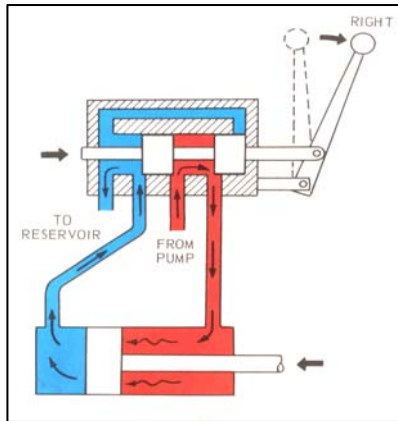


Gambar 4.41 – Katup Spool



Gambar 4.42 – Cara kerja (1) katup spool

- Bila spool digeser ke kiri, maka minyak dari pompa akan diarahkan mengalir ke silinder kanan (1)
- Bila spool digeser ke kanan, maka minyak dari pompa akan diarahkan mengalir ke silinder kiri (2)
- Untuk lebih jelasnya cara kerja katup spool, dapat dilihat pada gambar berikut ini (Gambar 4.42 dan Gambar 4.43)
- Bila dari posisi netral spool digeser ke kiri, maka minyak hidrolik bertekanan dari pompa akan mengalir masuk ke ruang silinder sebelah kiri piston silinder, akibatnya piston didorong/bergerak ke kanan
- Sementara itu minyak hidrolik yang berada di dalam silinder di sebelah kanan piston, terdorong keluar dan mengalir dan masuk kembali ke tangki
- Bila dari posisi netral spool digeser ke kanan, maka minyak hidrolik bertekanan



Gambar 4.43 – Cara kerja (2)
katup spool

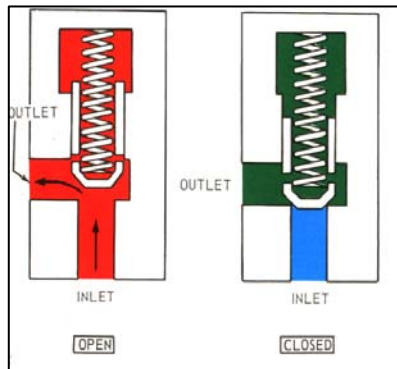
dari pompa akan mengalir masuk ke ruang silinder sebelah kanan piston silinder, akibatnya piston didorong / bergerak ke kiri.

- Bila dari posisi netral spool digeser ke kanan, maka minyak bertekanan dari pompa akan mengalir masuk ke ruang silinder sebelah kanan piston
 - Bila dari posisi netral spool digeser ke kiri, maka minyak bertekanan dari pompa akan mengalir masuk ke ruang silinder sebelah kiri piston
 - Akibatnya piston didorong / bergerak ke kiri
- Sementara itu minyak yang berada di dalam silinder di sebelah kiri piston, terdorong keluar, mengalir dan masuk kembali ke tangki
 - Untuk menggeser atau memindah-mindah posisi spool, dapat dilakukan secara mekanis (tuas, pedal) maupun secara elektris (*solenoid*)

b. Katup Balik (*Check valve*)

Katup balik (*check valve*) mengatur aliran minyak hanya pada satu arah saja.

Gambar berikut (Gambar 4.44) menjelaskan cara kerja katup balik



Gambar 4.44 – Cara kerja
katup balik

- Bila tekanan aliran minyak melebihi kekuatan setelan pegas, maka katup akan membuka dan minyak mengalir keluar (melalui *outlet*)
- Bila tekanan minyak turun sampai dibawah kekuatan setelan pegas, maka katup akan tertutup (oleh kekuatan pegas), dan minyak tidak dapat mengalir balik kembali (balik arah)

4.6.2 Katup pengontrol tekanan

Identifikasi katup pengontrol tekanan (*pressure control valve*) ini akan mencakup fungsi, jenis dan cara kerja

1) Fungsi

Katup pengontrol tekanan (*pressure control valve*) berfungsi untuk membatasi atau mengurangi tekanan minyak hidrolik dalam sistem, membuang beban pompa, atau menyetel tekanan minyak hidrolik yang masuk ke dalam sirkuit.

2) Jenis dan cara kerja

Katup pengontrol tekanan ini dikenali 3 macam, yaitu relief valves, pressure reducing valve dan unloading valve.

a. Relief Valves

Katup relief adalah katup pengaman yang melepaskan kelebihan minyak bilamana tekanan menjadi terlalu tinggi.

Dikenal dua tipe katup relief yang biasa digunakan, yaitu :

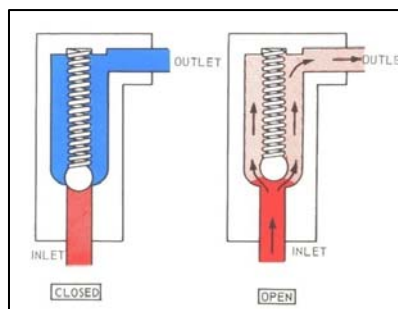
- *Direct Acting relief Valves.*
- *Pilot Operated relief Valves.*

(1) *Direct Acting Relief Valves*

Katup ini cukup sederhana, tekanan minyak mendorong katup, melawan pegas katup, kemudian membuka katup.

Katup akan terbuka bila tekanan minyak lebih besar dari tegangan pegas.

Gambar berikut ini (Gambar 4.45) menjelaskan prinsip kerja katup pelepas (*relief valve*) kerja langsung (*direct acting*)



Gambar 4.45 – Cara kerja *direct Acting relief valve*

- Dalam kondisi normal katup akan selalu tertutup karena tekanan pegas
- Katup terbuka bila tekanan minyak pada pemasukan minyak (*inlet*) naik dan melebihi tegangan pegas. Minyak kemudian mengalir keluar kembali ke tangki, mencegah kenaikan tekanan minyak lebih jauh.
- Katup akan menutup lagi bila tekanan minyak telah turun (akibat minyak keluar) sampai kekuatan pegas bisa bekerja.

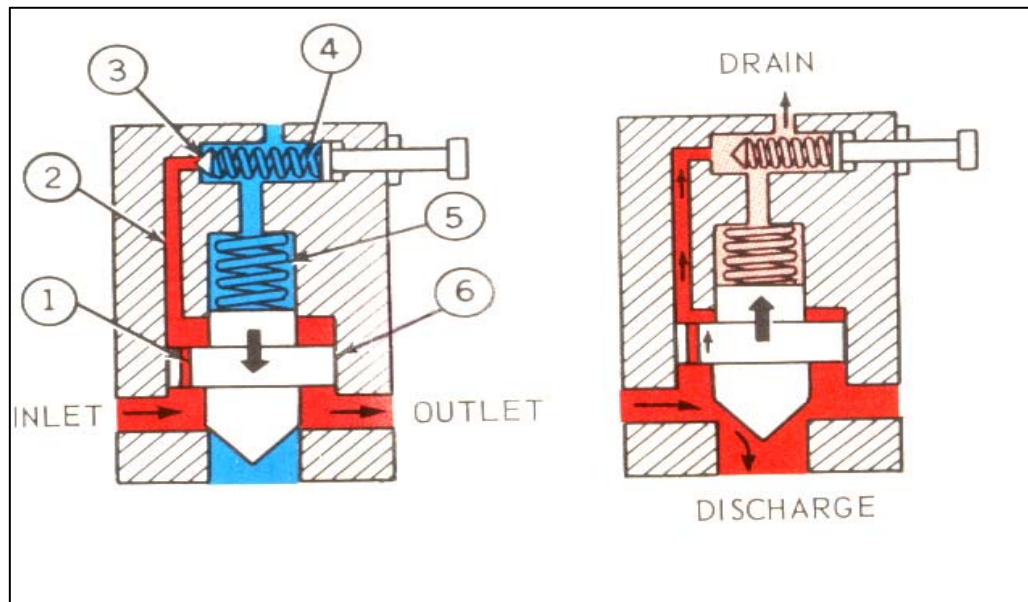
(2) *Pilot Operated Relief Valves*

Katup tipe ini diperlukan untuk volume yang besar dengan perbedaan tekanan yang kecil saja

Pada *pilot operated relief valves*, terdapat 2 buah katup, yaitu katup kecil yang merupakan katup penuntun atau katup pilot (*pilot valve*) dan katup besar sabagai katup utamanya.

Melalui gambar berikut (Gambar 4.46) dapat dijelaskan cara kerja katup termaksud sebagai berikut :

- Katup utama tertutup bila tekanan minyak masuk dibawah atau lebih kecil dari setelah katup. Saluran (1) didalam katup utama (6) membuat keseimbangan hidrolis, sementara pegas (5) menahannya tetap tertutup.
- Katup pilot (3) juga tertutup. Tekanan pemasukan melalui saluran (2) lebih kecil dari setelah katup pilot.



Gambar 4.46 – Cara Kerja Pilot Operated Relief Valve

- Begitu tekanan minyak pemasukan naik, tekanan didalam saluran (2) juga naik. Bila tekanan mencapai setelan katup pilot, katup pilot (3) terbuka. Hal ini melepas minyak dibelakang katup utama melalui saluran (2) dan keluar ke lubang pengeluaran (*drain port*). Turunnya tekanan dibelakang katup utama (6) menyebabkan katup itu terbuka.
- Sekarang katup utama mulai bekerja begitu kelebihan minyak terbuang di lubang pengeluaran (*discharge port*), mencegah kenaikan lebih jauh tekanan di inlet.
- Katup tertutup lagi bila tekanan minyak pemasukan turun dibawah setelan katup. Katup tipe ini cukup baik untuk suatu sistem hidrolik dengan tekanan tinggi dan volume (*flow*) besar.

b. *Pressure Reducing Valves*

Katup ini digunakan untuk menjaga tekanan didalam cabang dari sirkuit dibawah tekanan didalam sirkuit utama

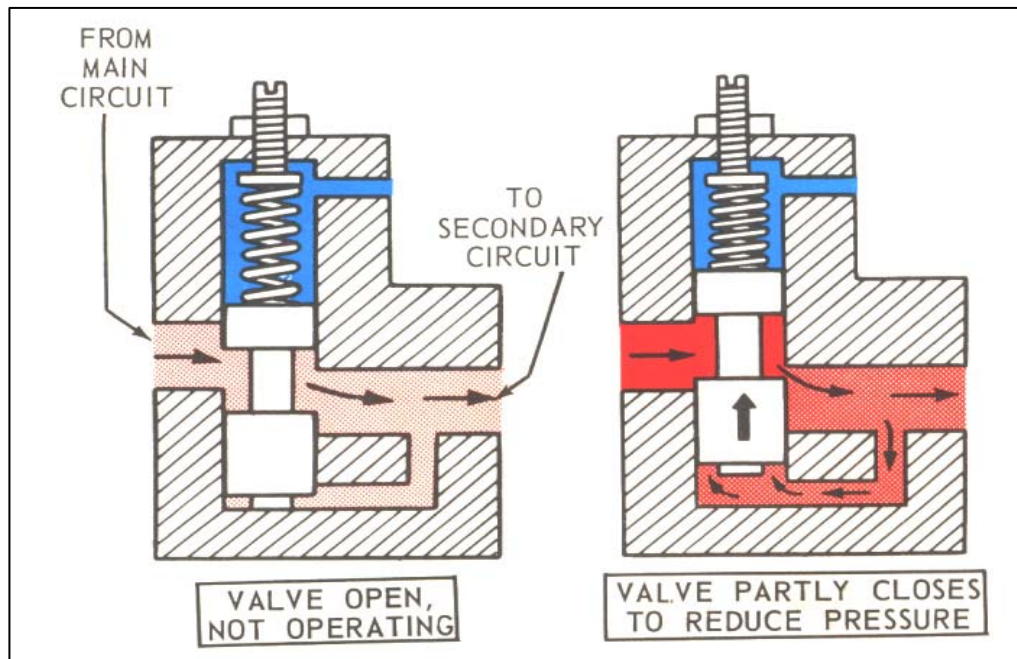
Bila tidak dalam keadaan bekerja, katup ini akan terbuka, dan akan tertutup bila sistem mulai bekerja

Dengan gambar berikut (Gambar 4.47) dapat dijelaskan cara kerja katup termaksud sebagai berikut :

- Bila tekanan di sirkuit kedua mulai naik, gaya tekan di bagian bawah dari katup spool mendesak katup keatas, sehingga sebagian spool menutup lubang laluan minyak.
- Tegangan pegas menahan katup terhadap tekanan minyak sedemikian rupa sehingga minyak secukupnya saja yang lewat (melalui) katup untuk memberikan tekanan di daerah sirkuit kedua sesuai dengan yang di

inginkan.

(Tegangan pegas dapat diatur/disetel dengan memutar baut penyetel dibagian atas).



Gambar 4.47 – Cara Kerja *Pressure Reducing Valve*

- Sensor tekanan (*pressure sensing*) untuk katup adalah dari sisi outlet atau sirkuit kedua (perhatikan gambar). Operasi katup ini kebalikan dari relief valve dimana sensor tekanan adalah dari inlet dan tertutup bila tidak dalam keadaan operasi.

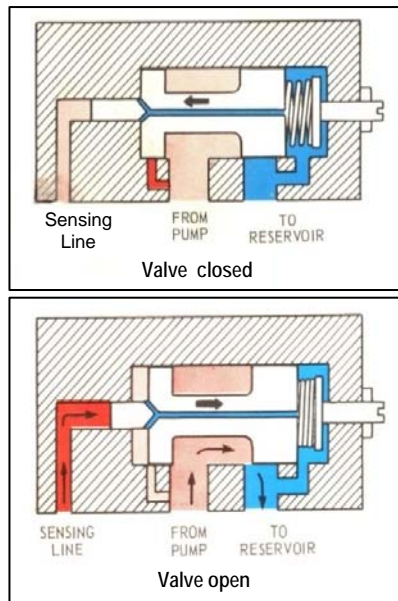
Katup ini (*pressure reducing valve*) membatasi tekanan maksimum pada sirkuit kedua, dengan mengabaikan perubahan tekanan di sirkuit utama, sepanjang beban kerja sistem tidak menciptakan tekanan balik (*back pressure*) ke dalam katup. Tekanan balik sepenuhnya menutup katup (*close the valve completely*).

c. Katup Pembuangan (*Unloading Valves*)

Katup ini (*unloading valves*) mengarahkan atau mengatur out put pompa (minyak) kembali ke tangki pada tekanan rendah setelah tekanan sistem telah tercapai. Katup ini bisa dipasang di outlet line pompa dengan sambungan T.

Di beberapa sistem hidrolik, flow pompa mungkin tidak diperlukan disuatu bagian dari sirkuit. Out put pompa dialirkan melalui suatu relief valve pada sistem tekanan, banyak enersi hidroliknya terbuang menjadi panas. Katup tersebut diatas memperbaiki kerugian tersebut.

Gambar berikut ini (Gambar 4.48) memberikan penjelasan tentang cara kerja katup termaksud :



Gambar 4.48 – Cara kerja Katup Pembuang

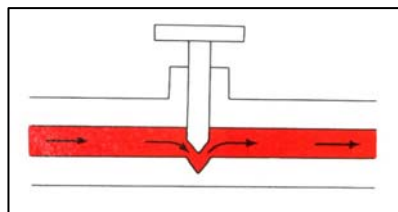
- Bila tertutup, tekanan pegas menahan katup padaudukannya. Tekanan sensor pada ujung lain dari katup adalah lebih kecil dari tekanan pegas. *Outlet* tangki tertutup dan tidak ada pembuatan beban.
- Katup terbuka bila tekanan sensor naik dan mengatasi dorongan pegas. Katup bergerak kembali, membuka *outlet* ke tangki. *Out put* pompa (minyak) sekarang dibelokkan ke tangki pada tekanan rendah. Katup ini biasa juga dipergunakan pada sirkuit akumulator.

4.6.3 Katup pengontrol aliran (*Flow control valve*)

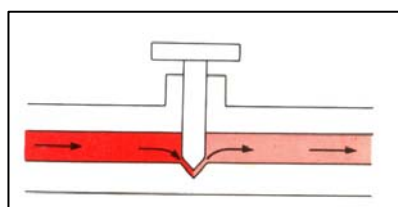
Identifikasi katup pengontrol aliran (*flow control valve*) ini akan mencakup fungsi, jenis dan cara kerja

Katup ini mengatur volume aliran minyak, biasanya dilakukan dengan penyempitan lubang laluan (*throttling*) atau membelokkan aliran

Gambar-gambar berikut ini (Gambar 4.49 dan 4.50) menjelaskan hal termaksud :



Gambar 4.49 – Posisi katup dibuka



Gambar 4.50 – Prinsip kerja katup pengontrol aliran

- Pada posisi katup dibuka aliran tidak terganggu oleh penyempitan atau penyempitan lubang laluan (*throttling*)
- Pada posisi katup ditutup aliran menjadi terganggu karena terjadi penyempitan lubang (*throttling*)
- Dibanyak sistem hidrolik kecepatan dari gerakan silinder (*piston*) atau motor harus diatur. Ini dapat dilakukan dengan mengatur volume dari aliran minyak (*flow*) ke aktuator tersebut.
- Bila menggunakan pompa hidrolik dengan *fixed displacement*, cara yang umum untuk mengatur kecepatan silinder atau motor adalah dengan katup pengendali volume aliran.

4.7 Identifikasi Komponen Pendukung

4.7.1 Saluran

Saluran atau *lines* pada sistem hidrolik adalah merupakan komponen pendukung yang cukup besar peranannya, yaitu merupakan tempat laluan atau mengalirnya minyak hidrolik dalam sistem hidrolik. Mulai dari tangki menuju pompa hidrolik, selanjutnya menuju ke katup kontrol atau katup penagatur arah untuk kemudian dibagi kepada seluruh komponen sistem yang memerlukannya.

Dalam identifikasi komponen ini, akan mencakup fungsi komponen, jenis ataupun tipe komponen.

1) Fungsi

Fungsi saluran (*lines*) adalah sebagai pembawa atau tempat penyaluran minyak hidrolik dari tangki, katup kontrol dan komponen-komponen pendukung lainnya sampai ke peralatan kerja melalui aktuator dan kembali ke tangki hidrolik

2) Jenis

Jenis saluran pada dasarnya hanya ada 2 macam, yang dibedakan dengan bahan pembuat saluran, yaitu

a. Saluran flexible

Saluran ini dipergunakan untuk menghubungkan antara bagian / komponen yang sifatnya diam ke bagian/komponen yang sifatnya bergerak. Sebagai contoh misalnya menghubungkan laluan minyak antara boom dan arm. Bahan saluran ini disesuaikan dengan kebutuhan, yaitu bahan yang harus bisa flexible, atau disebut juga *hose*

b. Saluran kaku (*rigid*)

Saluran ini biasanya bersifat permanen, dalam arti dipasang tetap pada unit atau bagian-bagian dari unit. Mengingat sifatnya maka biasanya bahan untuk saluran ini adalah logam paduan.

Kedua jenis saluran tersebut harus mampu / kuat untuk tekanan minyak hidrolik yang cukup tinggi, jauh diatas tekanan kerja minyak hidrolik pada alat yang bersangkutan

Termasuk dalam kelompok dari komponen pendukung ini adah sambungan-sambungan (*joints*), baik dari unit ke komponen atau sebaliknya dan juga antar komponen.

Berikut ini adalah beberapa contoh / gambar dari saluran (*lines*) termaksud



- Saluran flexible
Biasa disebut dengan *hose*
- Sambungan (*joint/coupling*)
Terbuat dari logam/metal

Gambar 4.51 – Saluran *Flexible*



Gambar 4.52 – Saluran *flexible* dan kaku

- Saluran *flexible* dan kaku terpasang pada alat berat
- Saluran *flexible* biasa disebut dengan *hose*, dibuat dari bahan campuran mengandung karet sehingga lentur, mengikuti posisi *arm* terhadap *boom* unit
- Sedangkan saluran kaku dibuat dari bahan tahan terhadap tekanan tinggi, terpasang secara tetap pada tempatnya (*boom*, *arm* ataupun bagian unit yang lain)

4.7.2 Saringan minyak hidrolik

Saringan minyak hidrolik, disederhanakan saringan minyak, merupakan komponen pendukung yang penting, tetapi yang kadang kurang mendapat perhatian, sehingga dapat mengakibatkan hal-hal serius bagi sistem hidrolik yang bersangkutan

1) Fungsi

Saringan minyak hidrolik berfungsi untuk menyaring minyak hidrolik dalam sistem, sehingga minyak selalu dalam keadaan bersih, bebas dari kontaminasi fisik

Sebagaimana diketahui bahwa minyak hidrolik dalam sistem harus selalu bersih dari kotoran atau kontaminasi fisik, karena didalam sistem dalam aliran minyak hidrolik ditemui bagian-bagian ataupun komponen yang mempunyai lubang-lubang cukup kecil. Tertutupnya lubang-lubang ini akan mengakibatkan kinerja sistem menjadi turun bahkan sampai dapat menghilangkan fungsi dari sistem

2) Jenis

Ada beberapa jenis ataupun tipe saringan, yaitu

a. *Strainer*

Strainer mempunyai penyaring yang tetap, tidak perlu diganti-ganti namun harus dibersihkan setiap waktu tertentu

Penyaring terbuat dari pelat berbentuk silinder atau tube yang mempunyai lubang-lubang kecil yang berfungsi sebagai penyaring minyak hidrolik dari kotoran atau kontaminasi fisik

b. Filter

Filter mempunyai penyaring berupa element yang harus diganti setiap kali sudah kotor. Element filter tidak boleh diganti dengan elemen bekas, karenanya elemen bekas gantian, sebaiknya dimusnahkan.

Umumnya element filter terdiri dari bahan bukan logam tetapi semacam kertas, yang mempunyai daya saring cukup halus



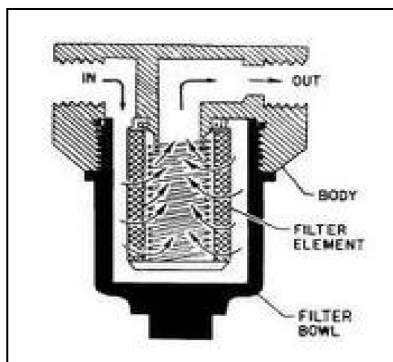
Gambar 4.53 – Filter minyak hidrolik

- Di dalamnya terdapat *filter element*
- Skala gambar disesuaikan dengan ruang gambar



Gambar 4.54 – Elemen filter

- Skala gambar disesuaikan dengan ruang tersedia
- Elemen filter terbuat dari bahan semacam kertas tebal
- Elemen ini tidak dapat dicuci, melainkan dibersihkan dengan semprotan udara



Gambar 4.55.a – Konstruksi Filter

- Filter minyak model lain
- Dalam gambar potongan



Gambar 4.55.b – Elemen filter,
model lain

- Salah satu model filter yang lain
- Model ataupun bentuk filter tergan-tung juga pada penempatan filter pada unit/alat berat yang bersangkutan

4.7.3 Pendingin (Cooler)

Pendingin atau *cooler* adalah salah satu komponen pendukung yang dipergunakan untuk mendinginkan minyak hidrolik dalam sistem hidrolik

Minyak hidrolik, apabila sistem sedang berjalan / dioperasikan maka temperatur minyak hidrolik dalam sistem makin lama makin naik, akibat panas yang terjadi karena pengoperasian sistem.

Kenaikan temperatur minyak hidrolik ini harus berhenti pada suatu nilai tertentu agar performansi sitem hidrolik tidak menurun atau bahkan hilang.

Untuk itu maka pendingin minyak hidrolik atau *hydraulic oil cooler* harus dapat berperan dan berfungsi dengan baik, menjaga agar temperatur minyak hidrolik dalam sistem tetap sesuai dengan nilai yang ditentukan

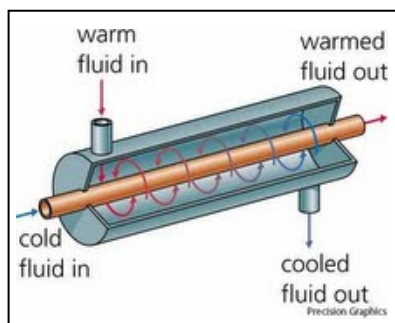
Ada beberapa tipe/model *oil cooler*, yang dipergunakan menurut dan sesuai dengan jenis dan tipe/model alat berat yang bersangkutan

1) Fungsi

Dari gambaran diatas, maka jelas bahwa fungsi pendingin minyak hidrolik (*hydraulic oil cooler*) adalah sebagai pendingin minyak hidrolik dalam sistem, sehingga temperatur minyak dapat dipertahankan sesuai dengan nilai yang ditentukan.

2) Struktur

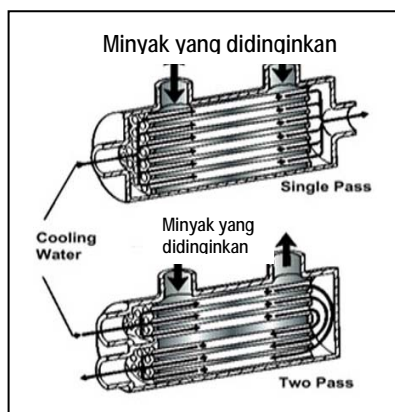
Gambar-gambar berikut ini menjelaskan, secara umum, struktur ataupun prinsip kerja pendingin minyak hidrolik (*hydraulic oil cooler*) :



Gb. 4.56.a – Struktur dan prinsip kerja Oil Cooler

Prinsip pendinginan pada *oil cooler* adalah sebagaimana gambar sebelah :

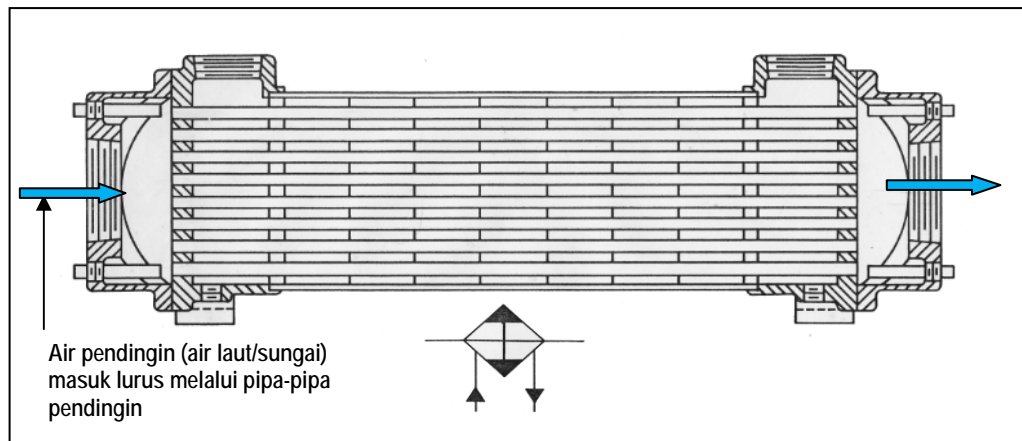
- Zat pendingin dialirkan melalui pipa pendingin dalam tabung pendingin (*cooler*)
- Minyak panas dimasukkan kedalam tabung pendingin (*cooler*), dan mendapat pendinginan dari pipa pendingin dalam *cooler*



Gb. 4.56.b – Struktur /prinsip Kerja Oil Cool model lain

Struktur dan prinsip kerja cooler, model lain :

- Media pendingin digunakan air
- Air pendingin masuk ke dalam cooler, melalui pipa-pipa pendingin
- Gambar atas air pendingin hanya lewat cooler sekali (*single pass*), sedangkan gambar bawah air pendingin lewat cooler dua kali *two pass* (kembali arah)



Gambar 4.56.c – Hydraulic oil cooler pada dredger

Sedangkan penggunaan oil cooler pada alat berat, dapat diberikan contoh sebagaimana pada Gambar 4.62

4.7.4 Akumulator (*hydraulic accumulators*)

Gambaran yang serupa dengan akumulator adalah pegas. Bila ditekan (*compressed*) pegas menjadi sumber energi yang potensial. Pegas dapat juga digunakan untuk menyerap kejutan atau untuk mengendalikan gaya pada suatu beban. Dibanyak hal akumulator bekerja dengan pegas.

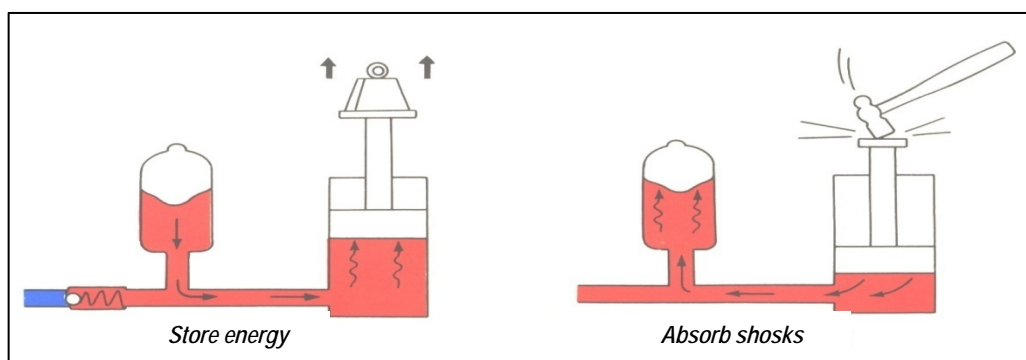
Pada dasarnya akumulator adalah container yang menyimpan cairan (minyak) dibawah tekanan.

1) Fungsi akumulator

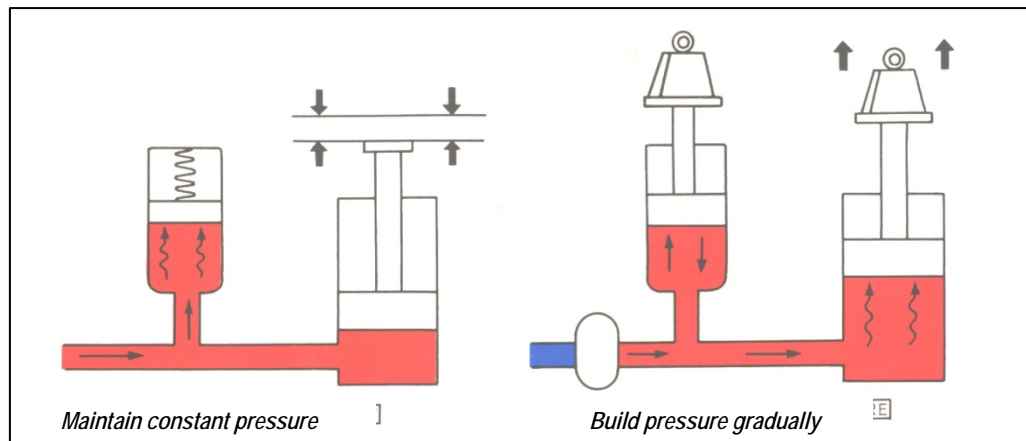
Secara umum, fungsi akumulator adalah :

- Menyimpan energi (*store energy*)
- Menyerap atau meredam kejutan (*absorb shocks*)
- Membangun tekanan secara berangsur (*build pressure gradually*)
- Mempertahankan tekanan tetap (*maintain constant pressure*)

Gambar-gambar berikut (Gambar 4.55.a dan b) memberikan penjelasan tentang hal termaksud diatas :



Gambar 4.57.a – Fungsi Akumulator (1)



Gambar 4.57.b – Fungsi Akumulator (2)

2) Tipe Akumulator

Secara umum, dikenal 3 tipe akumulator, yaitu :

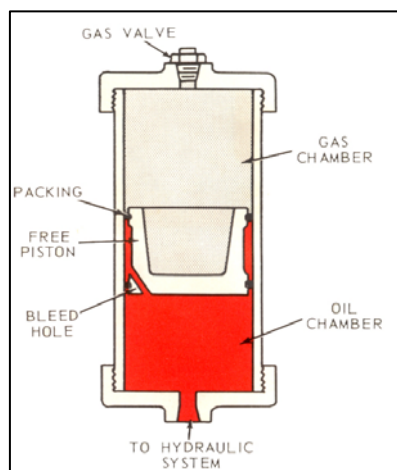
- Pnematik (*pneumatic / gas loaded*)
- *Weight loaded*
- *Spring loaded*

3) Gabar-gambar berikut ini menunjukkan konstruksi dan prinsip kerja akumulator tersebut :

a. *Pneumatic Accumulators*

Gambar-gambar berikut ini menunjukkan beberapa tipe *pneumatic accumulator* termaksud.

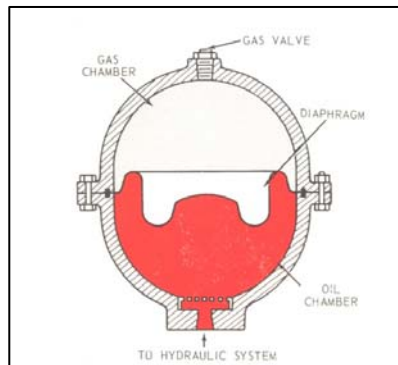
1) Tipe piston



Gambar 4.58.a - *Piston Type Accumulator*

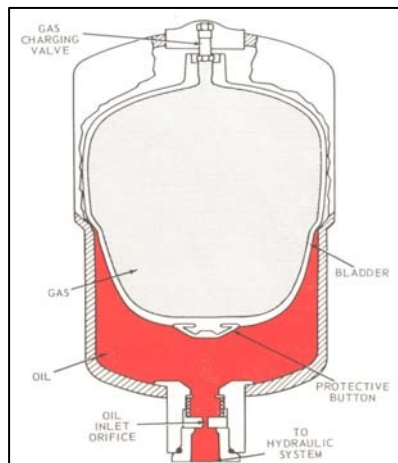
- Tipe piston, umum digunakan pada sistem hidrolik alat berat

2) Tipe Diafragma



Gambar 4.58.b – Tipe Diafragma

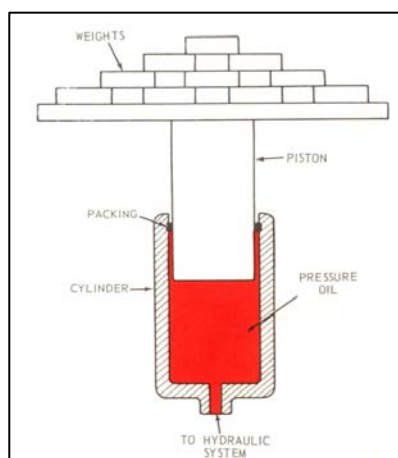
3) Tipe Bladder



Gambar 4.58.c - *Bladder Type Accumulator*

- Tipe Kantong (*bladder*)

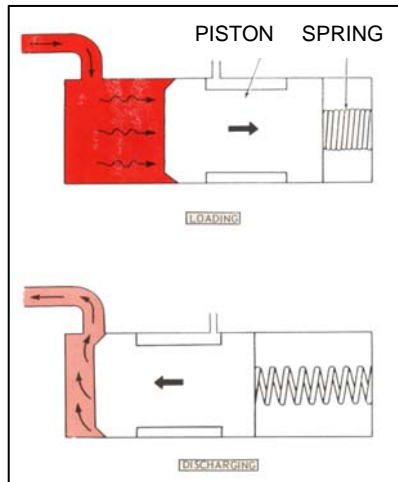
b. Tipe Beban (*Weight loaded*)



Gambar 4.59 – *Weigh Loaded Accumulator*

- Minyak hidrolik bertekanan dari sistem masuk ke dalam silinder dan ditahan oleh beban
- Kemudian, pada saatnya, beban mengembalikan tekanan ke dalam sistem hidrolik

c. Tipe Pegas (*Spring loaded*)



- Minyak hidrolik bertekanan dari sistem masuk ke dalam silinder dan ditahan oleh pegas
- Kemudian, pada saatnya, pegas mengembalikan tekanan ke dalam sistem hidrolik

Gambar 4.60 - *Spring Loaded Accumulator*

Untuk alat-alat berat umumnya digunakan akumulator hidrolik dari tipe piston. Gambar 4.62 memberikan contoh penggunaan akumulator pada Wheel Tractor. Penggunaan lainnya adalah pada Heavy Dump Truck.

4.7.5 Tuas dan Pedal

Seperti sudah disinggung di bagian depan bahwa untuk menggerakkan spool pada katup pengontrol (*control valves*) dapat dilakukan dengan pedal, tuas ataupun solenoid (listrik)

1) Tuas (*lever*)

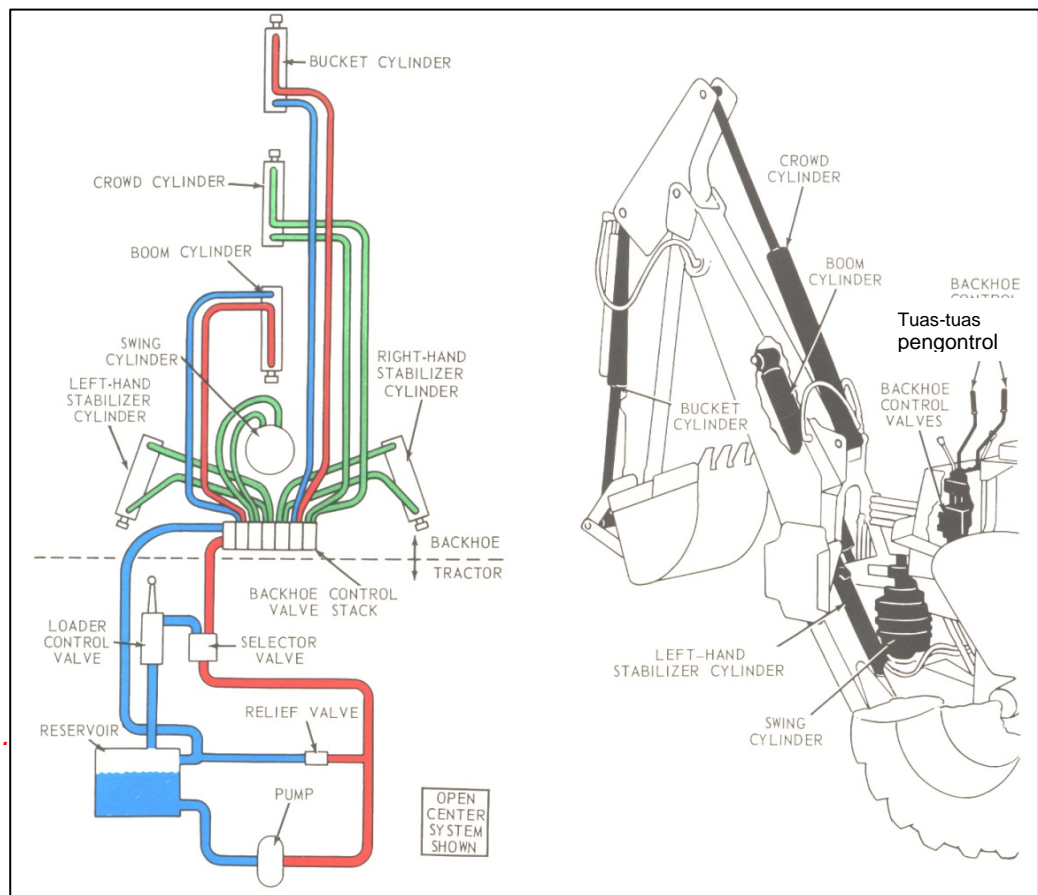
Tuas atau lever banyak juga dipergunakan untuk mengontrol/mengendalikan gerakan-gerakan peralatan kerja/*attachment* alat berat, diantaranya adalah untuk mengontrol atau mengendalikan gerakan bucket pada *hydraulic excavator*



Gambar 4.61.a – Tuas (*levers*)

- Bentuk tuas hidrolik pada salah satu jenis alat berat masa kini
- Pada jenis alat berat yang lain, ataupun produk alat berat dari masa yang berbeda, bentuk tuas bisa berbeda

Gambar berikut ini (Gambar 4.61b) memberikan gambaran atau contoh lain penggunaan tuas hidrolik untuk gerakan bucket pada *hydraulic excavator* (*wheel*)

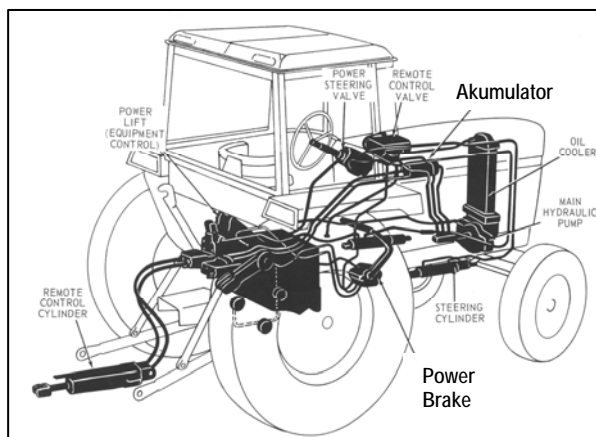


Gambar 4.61.b – Penggunaan tuas pada Sistem hidrolik (Excavator Back Hoe)

2) Pedal

Pedal dipergunakan juga untuk mengontrol *spool* dari katup pengontrol, diantaranya adalah untuk sistem rem

Gambar berikut ini (Gambar 4.62) memberikan gambaran penggunaan **pedal** untuk pengontrol rem pada salah satu alat berat, yaitu rem tenaga (*power brake*) pada wheel tractor, *oil cooler* dan akumulator



Gambar 4.62 – Penggunaan pedal untuk power brake, oil cooler dan akumulator

- Pada gambar ini disamping pedal rem, dapat dilihat juga penggunaan akumulator (*accumulator*) dan pendingin minyak (*oil cooler*)
- Akumulator yang dipergunakan adalah dari tipe piston,

4.7.6 Komponen sistem kelistrikan

Komponen sistem yang terkait dengan sistem hidrolik adalah terutama selenoid, beserta *wiringnya*, sumber arus dan pembangkit arusnya.

1) Selenoid

Selenoid adalah salah satu komponen sistem kelistrikan yang cukup penting bagi sistem hidrolik alat berat. Dengan selenoid ini maka pengendalian (*control*) katup pengarah dapat dilakukan dengan *remote*, yaitu dari jarak jauh dari katupnya sendiri.

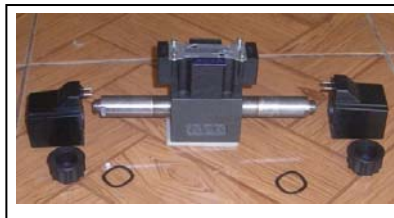
a. Fungsi

Selenoid berfungsi untuk memindah-mindah posisi spool pada katup pengendali arah, sehingga arah aliran minyak hidrolik dari katup pengontrol dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan

b. Konstruksi, prinsip kerja

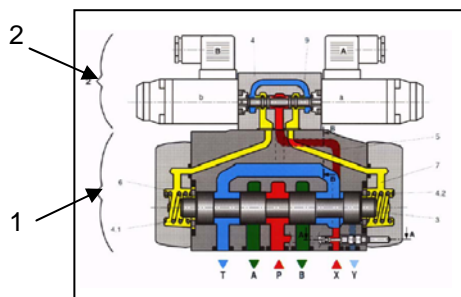
Selenoid terdiri dari gulungan/kumparan kabel listrik dimana bila kumparan kabel listrik dialiri arus listrik maka akan terjadi medan magnet yang kemudian medan magnet ini akan menarik spool melalui batang spoolnya. Dengan memberi aliran listrik (menggunakan tuas-tuas) kedalam kumparan tersebut maka spool dapat dipindah-pindah posisinya, sesuai dengan arah minyak yang diinginkan.

Gambar berikut (Gambar 4.63 dan 4.64) memberikan penjelasan tentang selenoid pada katup control



Gambar 4.63 – Katu pengontrol beserta selenoid

- Kedua buah kumparan berada di kedua ujung spool
- Untuk kapasitas kecil biasanya selenoid menggerakkan langsung spool katup



Gambar 4.64 – Katup pengontrol utama (1) dan katup pilot (2), yang *solenoid operated*

- Sementara untuk kapasitas besar selenoid menggerakkan katup pilot, dan katup pilot menggerakkan katup utama

1 = katup utama
2 = katup pilot

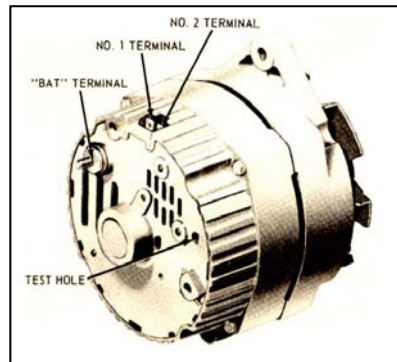
Gerakan katup dilakukan melalui katup pilot

2) Generator

Komponen lain adalah *Generator* ataupun *Alternator* yang merupakan komponen penghasil/pembangkit listrik

Kapasitas Gnerator/alternator ini cukup besar, untuk mengimbangi kebutuhan arus pengisian aki, yang kapasitasnya cukup besar pula

Berikut ini adalah gambar sebuah *alternator* :



- *Alternator* sebagai pembangkit arus listrik (arus searah), 12 V

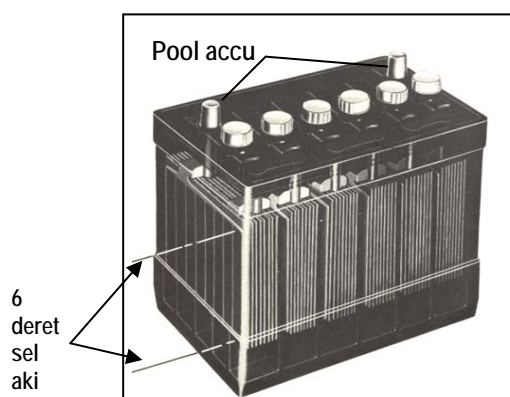
Gambar 4.65 - *Alternator*

3) Aki

Aki atau *battery* merupakan salah satu komponen sistem kelistrikan, yang berfungsi sebagai penyimpan sekaligus penyedia arus listrik yang dibutuhkan oleh sistem

Aki diperlukan untuk memberi arus pada motor starter yang dipergunakan untuk menghidupkan engine, memberi arus bagi sistem penerangan unit ketika bekerja di waktu malam, memberi arus pada panel kontrol, dan untuk memberi arus pada selenoid untuk pengoperasian katup-katup hidrolik, serta untuk keperluan yang lain lagi.

Berikut ini adalah gambar sebuah aki dengan 6 sel (12 volt) :



- Aki (*battery*), sebagai penyimpan dan penyedia/pemberi arus listrik
- Jenis aki untuk alat berat lain adalah aki 24 volt

Gambar 4.66 – Aki (*battery*)
12 V

BAB V

SUMBER-SUMBER YANG DIPERLUKAN UNTUK PENCAPAIAN KOMPETENSI

5.1 Sumber Daya Manusia

5.1.1 Instruktur

Instruktur untuk pelatihan ini dipilih dari mereka yang berpengalaman, dan memiliki sertifikat instruktur.

Peran Instruktur adalah untuk :

- 1) Membantu peserta latih untuk merencanakan proses belajar.
- 2) Membimbing peserta latih melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.
- 3) Membantu peserta latih untuk memahami konsep dan praktek baru dan untuk menjawab pertanyaan peserta latih mengenai proses pelatihan.
- 4) Membantu peserta latih untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang peserta latih perlukan untuk proses belajar mengajar.
- 5) Mengorganisir kegiatan belajar kelompok jika diperlukan.
- 6) Merencanakan seorang ahli dari tempat kerja untuk membantu jika diperlukan.

5.1.2 Penilai

Penilai peserta latih melaksanakan program pelatihan terstruktur untuk penilaian di tempat kerja. Penilai akan :

- 1) Melaksanakan penilaian apabila peserta latih telah siap dan merencanakan proses belajar dan penilaian selanjutnya dengan peserta latih.
- 2) Menjelaskan kepada peserta latih mengenai bagian yang perlu untuk diperbaiki dan merundingkan rencana pelatihan selanjutnya dengan peserta latih.
- 3) Mencatat pencapaian / perolehan hasil peserta latih.

5.1.3 Teman kerja / sesama peserta pelatihan

Teman kerja Peserta latih/sesama peserta pelatihan juga merupakan sumber dukungan dan bantuan. juga dapat mendiskusikan proses belajar dengan mereka. Pendekatan ini akan menjadi suatu yang berharga dalam membangun semangat tim dalam lingkungan belajar/kerja peserta latih dan dapat meningkatkan pengalaman belajar peserta latih

5.2 Sumber-sumber Kepustakaan (Buku Informasi)

5.2.1 Sumber pustaka penunjang pelatihan

Pengertian sumber-sumber adalah material yang menjadi pendukung proses pembelajaran ketika peserta pelatihan sedang menggunakan Pedoman Belajar ini. Sumber-sumber tersebut dapat meliputi :

- Buku referensi (text book) / buku manual komponen sistem hidrolik alat berat.
- Lembar kerja / perintah kerja
- Gambar-gambar komponen

- Contoh tugas kerja
- Rekaman dalam bentuk disk, USB (removable articles), video, film dan lain-lain.

Ada beberapa sumber yang disebutkan dalam pedoman belajar ini untuk membantu peserta pelatihan mencapai unjuk kerja yang tercakup pada suatu unit kompetensi.

Prinsip-prinsip dalam PBK mendorong kefleksibilitas dari penggunaan sumber-sumber yang terbaik dalam suatu unit kompetensi tertentu, dengan mengizinkan peserta untuk menggunakan sumber-sumber alternatif lain yang lebih baik atau jika ternyata sumber-sumber yang direkomendasikan dalam pedoman belajar ini tidak tersedia/tidak ada.

5.2.2 Sumber – sumber bacaan yang dapat digunakan :

Judul : Hydraulics, Fundamental of Service
Pengarang : John Dere Service Publications
Penerbit : John Dere Service Publications, Dept. F, John Dere Road, Moline, IL.61265

Tahun Terbit : 1979/1980

Judul : Sistem Hidrolik dalam Peralatan
Pengarang : Ir. Purwako Hadi
Penerbit : Pusbinal Departemen Pekerjaan Umum
Tahun Terbit : -

Judul : Intermediate Hydraulics, Student Guide
Pengarang : Caterpillar Service Technician
Penerbit : Asia Pacific Learning, 1 Caterpillar Drive
Tahun Terbit : 2003

Judul : Teknik Alat Berat, Jilid 1
Pengarang : Budi Tri Siswanto
Penerbit : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Tahun Terbit : 2008

5.3 Peralatan / Mesin dan Bahan

5.3.1 Alat yang digunakan.

- 1) Unit / Alat berat, beberapa jenis khususnya yang menggunakan sistem hidrolik (hydraulic excavator, bulldozer, wheel loader, dsb)
- 2) Komponen hidrolik (pompa, tangki hidrolik, aktuator motor/silinder, berbagai jenis dan macam katup termasuk yang menggunakan selenoid, filter, elemen filter, pipa-pipa beserta sambungan, komponen sistem kelistrikan, oil cooler)
- 3) Gambar pompa hidrolik jenis pompa roda gigi (dipergunakan untuk penjelasan cara kerja)

5.3.2 Bahan yang dibutuhkan

- 1) Elemen filter hidrolik (beberapa macam, sesuai dengan alat berat yang dipergunakan untuk praktek)
- 2) Bahan pembersih (sabun, majun)