

DASAR-DASAR SISTEM HIDROLIK



Penerbitan & Percetakan

UNP PRESS

**Purwantono
Zainal Abadi**

DASAR-DASAR SISTEM HIDROLIK

**Purwantono
Zainal Abadi**



2019

DASAR-DASAR SISTEM HIDROLIK

editor, Tim editor UNP Press
Penerbit UNP Press, Padang, 2019
1 (satu) jilid; 14 x 21 cm (A5)
215 hal.

ISBN : 978-602-1178-47-8

DASAR-DASAR SISTEM HIDROLIK

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang pada penulis
Hak penerbitan pada UNP Press

Penyusun: Purwantono & Zainal Abadi
Editor Substansi: Dr. Waskito, MT
Editor Bahasa: Prof. Dr. Harris Effendi Thahar, M.Pd
Desain Sampul & Layout: Dr. Asrul Huda, M.Kom

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi.....	vi
BAB I Pendahuluan.....	1
A. Perkembangan sistem hidrolis	1
B. Aplikasi sistem hidrolis	3
C. Dasar-dasar sistem hidrolis	6
D. Sistem hidrolis secara umum	9
E. Rancangan sistem hidrolis	12
BAB II Gaya, Aliran Fluida Dan	14
A. Gaya dan hukum Newton	14
B. Aliran oli pada sistem hidrolis	21
C. Konsep Viskositas	26
BAB III Tangki (Reservoir)	39
A. Tangki.....	39
B. Defini dan fungsi Tangki.....	40
C. Prinsip Aliran pada tangki.....	41
D. Aksesoris tangki.....	44
E. Konstruksi selang/hose hidrolis.....	49
BAB IV Pompa Hidrolis (hydraulic pumps).....	61
A. Pompa hidrolis.....	61
B. Definisidn simbol pompa.....	63
C. Prinsip kerj dan analisa pompa.....	64
BAB V Katup (valves)	85
A. Definisidn katup.....	85
B. Jenis-jenis katup.....	86
C. Fungsi katup.....	96
D. Prinsip kerja katup.....	135
E. Syarat katup.....	103
BAB VI Silinder (actuator)	111
A. Silinder hidrolis.....	111
B. Jenis-jenis silinder.....	113
C. Standard silinder metrik.....	123
D. Desain silinder.....	129
E. Metode pemasangan silinder.....	132

BAB VII	Simbol dan rangkaian sistem hidrolik	141
	A. Simbol komponen-komponen hidrolik.....	141
	B. Dasar-dasar rangkaian sistem hidrolik.....	154
	C. Bagian-bagian hidrolik.....	155
	D. Aplikasi sistem hidrolik.....	158
BAB VIII	Rangkaian sistem hidrolik	162
	A. Rangkaian sistem hidrolik.....	162
	B. Pembacaan diagram hidrolik.....	167
	C. Rangkaian sistem terbuka dan tertutup.....	173
	D. Solenoid valves and simple circuit diagram..	176
	DAFTAR PUSTAKA	201
	TENTANG PENULIS	203

BAB I PENDAHULUAN



A. Perkembangan Sistem Hidrolik

Pekerjaan pekerjaan berat yang dilihat di sekitar kita seperti jembatan, gedung-gedung pencakar langit dan sebagainya semuanya merupakan hasil pekerjaan manusia. Sebelum ditemukannya alat-alat berat ini pekerjaan ini dikerjakan oleh manusia dengan alat bantu sederhana. Jangka waktu pengerjaan konstruksi ini dilakukan sampai bertahun tahun, dengan ditemukan sistim hidraolik ini maka pekerjaan pekerjaan ini dapat dilakukan menjadi lebih mudah. Pekerjaan pembangunannya menjadi lebih cepat dan efisien. Sisi keselamatan kerja juga memberikan dampak terhadap keselamatan dan keamanan pekerja, peralatan dan lingkungan dimana konstruksi ini dibangun. Sehingga dari pekerjaan itu tidak banyak yang menjadi korban akibat kecelakaan. Pekerjaan konstruksi bangunan baja yang baik tidak hanya hasil yang berkualitas tetapi yang paling utama adalah zero kecelakaan. Sistim Mechanical Analogy ini dapat diterapkan untuk memudahkan manusia dalam pekerjaan-pekerjaan berat. Artinya dengan sistem gaya yang kecil dapat digunakan untuk memindahkan atau mengangkat beban yang lebih besar dengan menggunakan mechanical analogy hidrolik.

Secara prinsip sistim hidrolik adalah sistim yang memanfaatkan tekanan fluida menjadi kerja mekanik. Sistim mekanik analogi hidrolik ini menggunakan kerja tekanan aliran oli

menjadi kerja mekanik lainnya. Tekanan aliran fluida oli ini dibangkitkan dari pompa hidrolis, kemudian dialirkan menggunakan penghubung slang (*hose*) ke aktuator silinder menjadi energi gerak linear atau gerak rotary. Sistem hidrolis ini memanfaatkan fluida oli yang bersifat incompressible dan dialirkan ke semua sistem hidrolis dengan tekanan yang sama. Sistem aliran yang terjadi pada hidrolis ini dapat dikontrol sesuai dengan aliran yang diinginkan. Salah satu keunggulan sistem hidrolis ini mudah dikontrol, gerak linear dan rotary ini dapat mudah dikontrol dengan sistem elektronik.

Energi merupakan sesuatu pengertian yang tidak mudah didefinisikan dengan singkat dan tepat. Energi yang bersifat abstrak yang sukar dibuktikan, tetapi dapat dirasakan adanya. Energi atau yang sering disebut tenaga, adalah suatu pengertian yang sering sekali digunakan orang. Kita sering mendengar istilah krisis energi yang bermakna untuk menunjukkan krisis bahan bakar (terutama minyak). Bahan bakar adalah sesuatu yang menyimpan energi, jika dibakar akan diperoleh energi panas yang berguna untuk alat pemanas atau untuk menggerakkan mesin. Energi dalam kehidupan sehari-hari arti gerak, misal seorang anak banyak bergerak dan berlari-lari dikatakan penuh dengan energi. Energi juga dihubungkan dengan kerja. Seseorang yang mampu bekerja keras dikatakan mempunyai energi atau tenaga besar. Jadi boleh dikatakan energi adalah sesuatu kekuatan yang dapat menghasilkan gerak, tenaga, dan kerja.

Keuntungan penggunaan tenaga fluida (*fluid power*) ini diantaranya:

- Perbandingan antara tenaga yang digunakan dengan beban yang diangkat mempunyai rasio yang besar (*High horsepower – to – ratio*)
- Sistem hidrolis ini tidak bersentuhan dengan temperatur yang tinggi atau nyala api, sehingga aman dari ledakan atau kebakaran (*Safety in hazardous environments*)
- Gaya dan tenaga yang dihasilkan pada sistem ini relative konstan (*Force or torque can be held constant*)
- Sistem ini mempunyai torsi yang tinggi pada kecepatan rendah (*High torque at low speed*)

- Tekanan fluida yang dihasilkan dari sistim ini dapat dengan mudah ditransmisikan kesegala arah dan tempat yang panjang dengan menggunakan pipa *hose* (*Pressurized fluids can be transmitted over long distances*)
- Sistem ini menggunakan berbagai macam pengatur (*Multi functional control*)
- Sistim hidrolik ini memperkecil penggunaan gigi untuk pemindahan tenaga serta dapat menyederhanakan komponen-komponen lainnya (*Elimination of complicated mechanical trains of gears*)
- Gerakan yang dihasilkan dari sistim ini berlangsung cepat tanpa perantara dari komponen lainnya (*Motion can be almost instantly reversed*)

B. Aplikasi Sistem Hidrolik

Aplikasi sistim hidrolik yang banyak ditemukan di lapangan berbentuk alat-alat berat seperti excavator, bulldozer, shovel, dan sebagainya, alat-alat tekan (press) , alat-alat bor tekanan tinggi dan sebagainya. Penerapan sistim hidrolik ini sebenarnya sangat luas khususnya untuk pembangkit gerak mekanik tenaga besar. Salah satu keunggulan sistim hidrolik ini adalah power yang dihasilkan relative besar jika dibandingkan dengan sistim gerak lainya seperti pneumatic, Keunggulan lainnya sistim hidrolik ini adalah mudah dikontrol, sehingga sistim operasinya lebih sederhana. Sistem control yang digunakan pada sistim hidrolik ini menggunakan program yang dirancang khusus untuk sistim ini. Kemudahan sistim control ini dikarenakan katup-katup yang digunakan adalah katup elektrolitik. Katup –katup ini berfungsi untuk mengatur setiap gerak yang ada pada sistim hidrolik. Jika katup-katup ini gerak membuka dan menutupnya adalah elektronik maka sistim ini mudah diatur atau diprogram untuk semua gerak pada sistim hidrolik tersebut. Gerakan yang ada pada sistim ini seperti gerak maju atau mendorong, gerak mengangkat, gerak berputar, atau kombinasi beberapa gerak seperti berputar sambil menekan dan sebagainya. Semua gerak yang dihasilkan pada sistim hidrolik ini dapat dikontrol secara sederhana. Kemudahan sistim operasi dan control inilah yang

menjadikan sistem hidrolik terus mengalami perkembangan yang pesat.

Dewasa ini perkembangan sistim hidrolik tidak hanya untuk alat-alat berat saja tetapi aplikasinya juga digunakan untuk sistim dikederaan seperti sistim pengereman pada roda kendaraan, sistim kemudi, dan sebagainya. Kemudahan penggunaan sistim pengereman dikederaan ini apakah di sepeda motor, mobil, truck atau kereta api juga pesawat udara adalah tenaga tekanan fluida ini dapat dengan sederhana ditransmisikan ke segala arah secara serentak. Pengereman yang digunakan untuk kereta api, dimana pada saat pengereman pada setiap roda dan setiap gerbong kereta harus dilakukan secara serentak mulai dari lokomotif didepan sampai pada gerbong paling belakang. Jika pengereman ini tidak serentak dilakukan maka akan menyebabkan terjadinya kecelakaan.

Aplikasi sistim tenaga fluida (hidrolik) ini diantaranya:

- Konstruksi (*Construction*)
- Pertambangan (*Mining*)
- Pertanian (*Agriculture*)
- Pengolahan limbah (*Waste Production*)
- Kelautan (*Marine*)
- Peralatan (*Utility Equipment*)
- Energi (*Energy*)
- Pembentukan Logam (*Metal Forming*)
- Manufaktur (*Machine Tools*)
- Pertahanan Militer (*Military & Aerospace*)
- Dan aplikasi yang lain (*Other Applications*)

Tipe dari sistim tenaga fluida ini dibagi pada dua sistem yakni:

- Sistim pemindahan fluida (*Fluid transport sistim*) Sistim ini seperti pemindahan air dari tangki ke tempat yang lain dengan menggunakan pipa sebagai media untuk aliran fluidanya. Sistem pemindahan oli dari satu Negara ke Negara yang lain atau antar dua Negara.
- Sistem tenaga fluida (*Fluid power sistim*)

Sistem tenaga fluida ini adalah sistem yang menggunakan tekanan fluida oli untuk menggerakkan sesuatu melalui peralatan hidrolik. Sistem yang menggunakan tenaga dari udara bertekanan untuk menggerakkan komponen lain seperti *crane* dan sebagainya.

C. **Dasar-dasar Sistem Hidrolik**

Hidrolik adalah transmisi dan kontrol tenaga dan gerakan melalui media fluida cair . singkat dan sederhana. Sistem hidrolik dan peralatan memiliki aplikasi meluas di seluruh industri. Sebagai contoh:

- Alat mesin manufaktur (*machine tool manufacturing*)
- Manufaktur tekan (*press manufacturing*)
- Pembangunan pabrik (*plant construction*)
- Manufaktur kendaraan (*vehicle manufacturing*)
- Manufaktur pesawat (*aircraft manufacturing*)
- Pembuatan kapal (*shipbuilding*)
- Mesin cetak injeksi (*injection molding machines*)

Prasyarat hidrolik yang dibutuhkan untuk mendukung penggunaan dan reparasi adalah:

- Pengetahuan tentang hukum-hukum fisika dasar hydrostatics dan hidrodinamika
- Pengetahuan tentang simbol elemen kontrol hidrolik
- Pengetahuan diagram sirkuit hidrolik
- Pengetahuan tentang pemeliharaan sistem hidrolik

Hidrolik untuk Analogi Listrik Hidrolik dan listrik analog, karena mereka berdua kesepakatan dengan aliran, tekanan dan beban. Komponen dalam setiap jenis sirkuit melakukan fungsi yang sama dan karena itu dapat berhubungan, beberapa contoh tercantum di bawah ini:

Hydraulic Pump	←————→	Generator
Hydraulic Motor	←————→	Electric Motor
Directional Control Valve	←————→	Switches
Hoses	←————→	Wire
Cylinder	←————→	Solenoid
Check Valve	←————→	Diode
Relief Valve	←————→	Circuit Breaker
Accumulator	←————→	Capacitor
Booster	←————→	Transformer

D. Sistem Hidrolik Secara Umum

Sistem hidrolik adalah suatu sistem yang memanfaatkan tekanan fluida oli menjadi kerja mekanik. Tekanan fluida oli dibangkitkan dari Pompa yang digerakkan menggunakan motor listrik atau motor penggerak lainnya. Umumnya penggerak pompa hidrolik menggunakan motor listrik sebagai penggerak. Alasan penggunaan motor listrik sebagai penggerak ini adalah motor listrik mudah dikontrol sistem operasinya, putaran motor listrik stabil artinya putaran motor yang direncanakan 1500 rpm, maka dari mulai operasi sampai akhir putaran motor relative tetap atau tidak mengalami perubahan. Jika dibandingkan dengan penggerak motor bakar maka kecenderungannya motor bakar tidak mempunyai putaran yang stabil, sebab putaran motor bakar sangat dipengaruhi oleh bahan bakar yang masuk kedalam silinder. Bertambah banyak bahan bakar yang masuk ke sistem pembakaran dalam silinder maka putarannya akan menjadi lebih tinggi. Motor bakar ini juga mempunyai kelemahan dengan sistem operasinya yang sulit untuk dikoneksikan dengan sistem operasi hidrolik.

Sistem hidrolik ini didukung oleh 3 unit komponen utama, yaitu:

1. Unit Tenaga, berfungsi sebagai sumber tenaga dengan *liquid* minyak hidrolik

Pada sistem ini, unit tenaga terdiri atas:

- Penggerak mula yang berupa motor listrik atau motor bakar
- Pompa hidrolik, putaran dari poros penggerak mula memutar pompa hidrolik sehingga pompa hidrolik bekerja
- Tangki hidrolik, berfungsi sebagai wadah atau penampung cairan hidrolik
- Kelengkapan (*accessories*), seperti : *pressure gauge, gelas penduga, relief valve*

2. Unit Penggerak (*Actuator*), berfungsi untuk mengubah tenaga fluida menjadi tenaga mekanik

Hidrolik *actuator* dapat dibedakan menjadi dua macam yakni:

- Penggerak lurus (*linier Actuator*) : silinder hidrolik
- Penggerak putar : motor hidrolik, *rotary actuator*

3. Unit Pengatur, berfungsi sebagai pengatur gerak sistem hidrolik.

Unit ini biasanya diwujudkan dalam bentuk katup atau *valve* yang macam-macamnya akan dibahas berikut ini.

a. Katup Pengarah (*Directional Control Valve = DCV*)

Katup (*Valve*) adalah suatu alat yang menerima perintah dari luar untuk melepas, menghentikan atau mengarahkan fluida yang melalui katup tersebut.

Contoh jenis katup pengarah: Katup 4/3 Penggerak *lever*, Katup pengarah dengan piring putar, katup dengan pegas bias.

b. Macam-macam Katup Pengarah Khusus

- 1) *Check Valve* adalah katup satu arah, berfungsi sebagai pengarah aliran dan juga sebagai *pressure control* (pengontrol tekanan)
- 2) *Pilot Operated Check Valve*, Katup ini dirancang untuk aliran cairan hidrolik yang dapat mengalir bebas pada satu arah dan menutup pada arah lawannya, kecuali ada tekanan cairan yang dapat membukanya.

- 3) Katup Pengatur Tekanan, Tekanan cairan hidrolik diatur untuk berbagai tujuan misalnya untuk membatasi tekanan operasional dalam sistem hidrolik, untuk mengatur tekanan agar penggerak hidrolik dapat bekerja secara berurutan, untuk mengurangi tekanan yang mengalir dalam saluran tertentu menjadi kecil.

Macam-macam Katup pengatur tekanan adalah:

- a. *Relief Valve*, digunakan untuk mengatur tekanan yang bekerja pada sistem dan juga mencegah terjadinya beban lebih atau tekanan yang melebihi kemampuan rangkaian hidrolik.
- b. *Sequence Valve*, berfungsi untuk mengatur tekanan untuk mengurutkan pekerjaan yaitu menggerakkan silinder hidrolik yang satu kemudian baru yang lain.
- c. *Pressure reducing valve*, berfungsi untuk menurunkan tekanan fluida yang mengalir pada saluran kerja karena penggerak yang akan menerimanya didesain dengan tekanan yang lebih rendah.

- 4) *Flow Control Valve*, katup ini digunakan untuk mengatur volume aliran yang berarti mengatur kecepatan gerak *actuator* (piston).

Fungsi katup ini adalah sebagai berikut:

- untuk membatasi kecepatan maksimum gerakan piston atau motor hidrolik
- Untuk membatasi daya yang bekerja pada sistem
- Untuk menyeimbangkan aliran yang mengalir pada cabang-cabang rangkaian.

Macam-macam dari *Flow Control Valve* :

- *Fixed flow control* yaitu: apabila pengaturan aliran tidak dapat berubah-ubah yaitu melalui *fixed orifice*.
- *Variable flow control* yaitu apabila pengaturan aliran dapat berubah-ubah sesuai dengan keperluan
- *Flow control* yang dilengkapi dengan *check valve*
- *Flow control* yang dilengkapi dengan *relief valve* guna menyeimbangkan tekanan

Menggambar Rancangan Rangkaian Hidrolik

Setelah di pelajari komponen-komponen sistem hidrolik secara detail dan dipelajari berbagai simbol dari setiap komponen sebagai bahasan tenaga fluida, demikian juga telah dipelajari cara membaca diagram rangkaian (*circuit diagram*). Selanjutnya adalah bagaimana mendesain (merancang) suatu rangkaian sesuai dengan yang dikehendaki bila telah tersedia komponen-komponen sistem hidrolik.

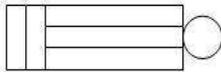
Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam merancang rangkaian hidrolik adalah:

- Tujuan penggunaan rangkaian
- Ketersediaan komponen
- Konduktor dan konektor yang digunakan macam apa
- Tekanan kerja sistem hidrolik sesuai dengan beban yang akan digerakkan

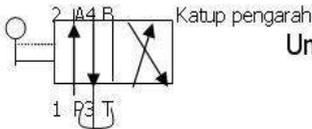
Rancangan rangkaian hidrolik perlu dituangkan dalam bentuk diagram rangkaian hidrolik dengan menggunakan simbol-simbol grafik, dengan bantuan simbol-simbol grafik para desainer dapat menuangkan pemikiran lebih mudah, lebih tenang sehingga dapat berkreasi seoptimal mungkin.

Cara membuat diagram rangkaian biasanya dengan membuat tata letak komponen sebagai berikut:

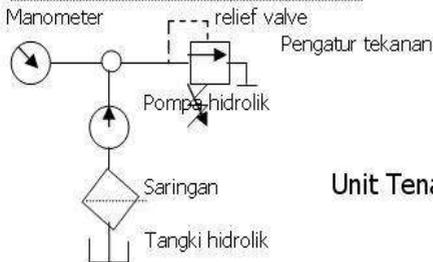
- Actuator diletakkan pada gambar yang paling atas
- Unit pengatur diletakkan di bawahnya
- Unit tenaga diletakkan pada bagian paling bawah
- Setelah simbol-simbol komponen lengkap dalam *lay out* (tata letak) barulah digambar garis-garis penghubung sebagai gambar konduktor dengan garis-garis sesuai dengan macam konduktor yang digunakan seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1 dan Gambar 2 tata letak komponen.



Unit Penggerak (*Actuator*)

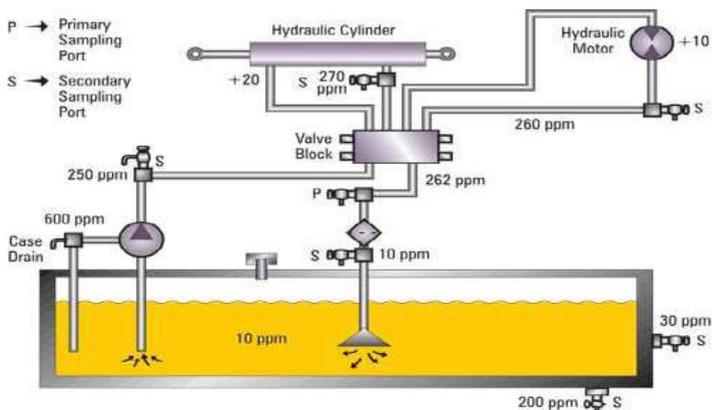


Unit Pengatur (*Control*)



Unit Tenaga

Gambar.1 Tata letak komponen hidraulik



Gambar.2 Susunan komponen sistem hidraulik

Sistem aliran fluida oli pada rangkaian hidraulik ini pendekatannya dapat menggunakan persamaan persamaan fluida

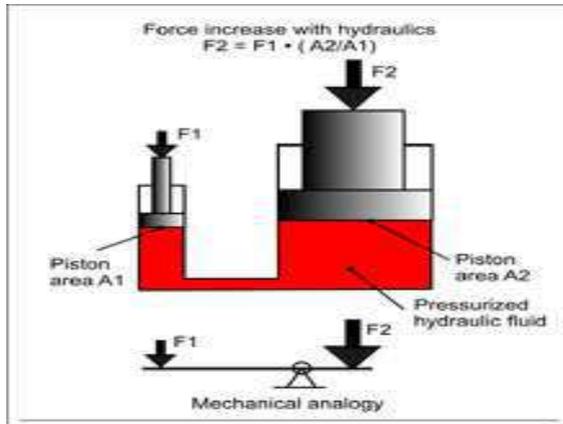
incompressible. Fluida *incompressible* yang dimaksud adalah fluida oli tidak dapat dimampatkan seperti halnya dengan udara. Aliran fluida yang dibutuhkan pada sistem hidrolik ini adalah aliran yang *steady state* atau aliran mantap. Aliran mantap ini kecenderungannya adalah aliran laminar artinya kecepatan aliran yang terjadi pada fluida oli saat beroperasi cenderung sama dan stabil. Kebalikan aliran laminar ini adalah aliran turbulenta. Aliran turbulenta ini sangat tidak diharapkan pada sistem hidrolik. Aliran turbulenta ini mempunyai kecepatan aliran yang tidak sama dan mengandung udara. Kandungan udara pada aliran turbulenta ini dapat menyebabkan terjadinya perlambatan pada saat proses aliran oli bertekanan ini. Udara yang terkandung pada oli ini apabila terjadi tekanan maka udara mengalami penyusutan (kompresi). Akibat kasus ini maka sistem hidrolik akan mengalami kehilangan tenaga. Hal ini sangat tidak diharapkan karena dapat menjadikan kegagalan pada sistem kerja mekanik yang digerakkan.

Suatu sistem hidrolik terdiri dari beberapa komponen yang saling berhubungan dengan satu dan lainnya. Hubungan ini menggunakan slang atau hose atau conductor. Sistem ini menggunakan penghubung sebagai komponen yang mengalirkan tekanan oli keseluruhan komponen, mulai dari pompa sebagai pembangkit tekanan sampai kembali ke tangki. Untuk memudahkan sistem kerja hubungan antara komponen-komponen hidrolik disepakati bahwa semua komponen menggunakan simbol-simbol yang berlaku secara internasional. Sistem hidrolik ini menggunakan simbol-simbol khusus setiap komponen. Simbol komponen ini semuanya mempunyai makna khususnya dalam merangkai sistem hidrolik menjadi suatu sistem yang digunakan untuk keperluan tertentu. Rancangan sistem hidrolik ini dibangun dengan merangkai atau menghubungkan setiap komponen dengan conductor.

Setiap sistem hidrolik yang dibangun biasanya dilengkapi dengan gambar rangkaian hidroliknya. Rangkaian hidrolik ini berfungsi untuk mengetahui hubungan setiap komponen hidrolik yang dibangun. Apabila terjadi kerusakan maka seorang operator mengamati, memeriksa bagian komponen yang mengalami kerusakan. Kerusakan yang sering terjadi pada sistem hidrolik ini adalah sistem mengalami kebocoran. Akibat kebocoran ini

menyebabkan tekanan fluida yang dihasilkan menjadi rendah atau berkurang. Kondisi ini menyebabkan kerja mekanik yang digerakkan menjadi terganggu.

E. Rancangan Sistem Hidrolik



Gambar.3 Analogy Sistem Hidrolik

Pada Gambar 3 memperlihatkan analogy kerja sistim hidrolik sederhana. Gambar dua buah silinder yang berbeda dimensi dengan batang yang dibebani gaya F_1 dan F_2 ini mengacu pada persamaan keseimbangan, dimana pada silinder yang berbeda ini mempunyai keseimbangan tekanan $P_1 = P_2$ dan pada keseimbangan batang Jumlah Momen pada tumpuan = 0 . Lihat persamaan keseimbangan secara matematis dapat diuraikan sebagai berikut:

$$P_1 = P_2 \text{ (Keseimbangan tekanan)}$$

$$\text{Dimana } P_1 = F_1/A_1 \text{ dan } P_2 = F_2/A_2$$

$$A_1 \text{ ((luas penampang silinder 1) = } \pi/4 \cdot D_1^2$$

$$A_2 \text{ (Luas penampang silinder 2) = } \pi/4 \cdot D_2^2$$

F_1 Gaya yang bekerja pada silinder 1

F_2 Gaya yang bekerja pada silinder 2

$$\text{Persamaannya menjadi } \frac{F_1}{\pi D_1^2} = \frac{F_2}{\pi D_2^2} \text{ . Jika perbandingan } D_1 : D_2 =$$

1 ; 5

Maka perbandingan gaya yang bekerja pada silinder merupakan kuadrat perbedaan diameter silinder dari keduanya. Misalkan silinder D1 bekerja gaya F1 sebesar 10 N, maka pada silinder D2 dengan perbandingan D1/D2 = 1/5 adalah $= 5^2 \times 10 = 250$ N atau secara matematis dapat diuraikan sebagai berikut:

$$\text{Persamaan } \frac{10}{1^2} = \frac{F_2}{5^2}, F_2 \times 1^2 = 10 \times 5^2$$

$$F_2 = 10 \times 25 = 250 \text{ N}$$

Pada analogy ini gaya yang bekerja menjadi perbandingan kuadrat dari diameter silinder tetapi pada kecepatan daya angkat menjadi perbandingan terbalik, Kecepatan daya angkat ini merupakan perpindahan dari volume aliran oli dari silinder 1 ke silinder 2. Pada analogy ini juga terjadi keseimbangan volume dari silinder 1 ke silinder 3.

Persamaannya : $V_{\text{silinder 1}} = V_{\text{silinder 2}}$

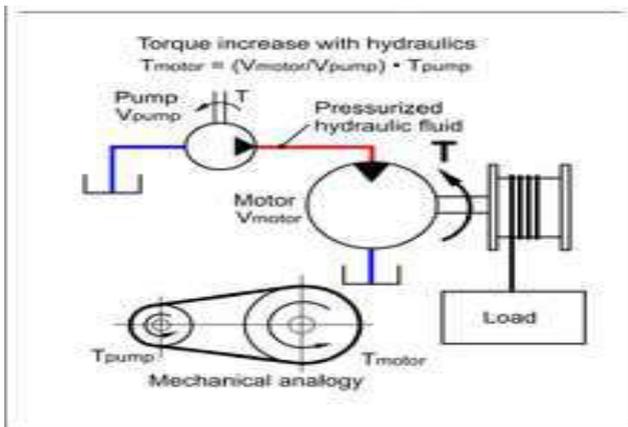
$$V_1 = \pi/4 D_1^2 \cdot H_1 \text{ dan } V_2 = \pi/4 D_2^2 \cdot H_2 \text{ . jika } D_1 \text{ dan } D_2 \text{ , (1 : 5)}$$

Kecepatan angkat pada silinder ke 2 ketinggiannya menurun sebesar kuadrat diameter silinder.

Misalnya pada silinder 1 H turun = 25 cm maka $\pi/4 D_1^2 \cdot H_1 = \pi/4 D_2^2 \cdot H_2$

$$\pi/4 1^2 \cdot 25 = \pi/4 5^2 \cdot H_2 \quad H_2 = (\pi/4 1^2 \times 25) / 25$$

$$H_2 = 1 \text{ cm}$$



Gambar 4 : Mechanical Analogy dan Hidrolik

DAFTAR PUSTAKA

1. Andrew Parr (2003) Hidrolic dan Pneumatic Erlangga Jakarta
2. Wirawan Sumbodo (2017) Pneumatik dan Hidrolik Kampus Buku Yogyakarta
3. Gautham P Dass (20160 Hydraulic Engineering: Fundamental Concepts I Momentum Press Engineering New York
4. **Liequan Xie (2012)Hydraulic Engineering A Balkema book London New York Leiden**
5. **Hidraulic Machines Textbook**
6. **Brennan Industries Inc., www.brennan-black.comIFPE Booth S82002.**
7. *"Prinsip Hidrolik". www.edgeroamer.com.*
8. Manajemen Energi Berbahaya: Penonaktifan, De-energization, Isolasi, dan Lockout, Thomas Neil McManus, halaman 678, 8 Agustus 2012 oleh CRC Press, Referensi - 942 Pages - 273 B / W Ilustrasi, [ISBN9781439878361](https://www.amazon.com/dp/9781439878361) .
9. ["Honing dan Skiving & Burnishing Proses Manufacturing Cylinder Tabung"](#), PIPA SKYLINE, Sep 6, 2018.
10. Komponen Bagian dari Cylinder Hydraulic <http://www.crconline.com/component-parts.html>.
11. ["Silinder hidrolik"](#), Metro hidrolik, Diperoleh 6 Juni 2016.
12. ["Silinder dilas vs Tie Rod Silinder"](#), Best Metal Products, Diperoleh 6 Juni 2016.
13. ["Distribusi pada Komponen Cylinder | The cylinde"](#). *Cylinder.co.uk. Diperoleh 2018/10/03.*
14. [Kinerja Memaksimalkan Cylinder](#): Sebuah daftar periksa pedoman desain memastikan terbaik pneumatik silinder untuk aplikasi, 20 Agustus 1998, Kenneth Korane, majalah Mesin Desain.
15. [Daya cairan Desain Handbook](#), Edisi Ketiga, halaman 112, Dengan Frank

DASAR-DASAR SISTEM HIDROLIK



Purwanto lahir di Tebing Tinggi pada 4 Agustus 1963. Ia adalah seorang dosen pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang. Pendidikan Sarjana S1 nya di Jurusan Teknik Mesin UNP pada tahun 1986 dan menyelesaikan Magisternya pada Pendidikan Kejuruan UNP pada tahun 2012.

Selain mengajar dikelas ia juga aktif melaksanakan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, baik menggunakan dana DIPA UNP juga mendapatkan Hibah bersaing DIKTI dan mengikuti pelatihan-pelatihan dalam bidang Hidrolik dan Pneumatik. Dalam 5 tahun terakhir ada 5 penelitian dan 9 pengabdian yang dilaksanakan olehnya. Selain itu pak pur juga telah menerbitkan beberapa jurnal dan menjadi pembicara pada seminar nasional dan Internasional. Ia juga telah menerbitkan 5 judul buku selama karirnya dan sedang mendalami ilmu bidang hidrolik dan pneumatic.



Zainal Abadi, S.Pd., M.Eng, Dosen Jurusan Teknik Mesin UNP, lahir pada 12 Juni 1987 di Merangin Jambi, ia adalah anak ke 4 dari 5 saudara. Pendidikan Sarjana S1 nya di Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang tahun 2011, kemudian kerja pada sebuah industry dan pada tahun 2012 melanjutkan S2 di Universitas Gadjah Mada pada jurusan Teknik mesin dengan Konsentrasi Manufaktur dengan Beasiswa Unggulan DIKTI.

Pernah mengajar dikampus swasta selama 4 tahun semenjak wisuda S2, dan akhirnya menjadi dosen PNS pada Jurusan Teknik Mesin FT UNP semenjak 2019. Selain mengajar, ia aktif dalam penelitian dan pengabdian masyarakat, sehingga ada beberapa penelitian dan pengabdian yg sudah dilakukannya.

ISBN 978-602-1178-97-8



PENERBITAN & PERCETAKAN UNP PRESS
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang
Sumatera Barat

