

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Sebelum melakukan penelitian, diperlukan landasan teori yang akan digunakan untuk mendukung teori yang akan dibahas. Penelitian ini merujuk pada penelitian terdahulu mengenai penerapan sistem hidrolik pada dunia industri yang sudah banyak dilakukan sebelumnya. Beberapa hasil penelitian sebelumnya dapat dipaparkan sebagai berikut:

1. Menurut penelitian Syaefudin, 2014 tentang "Rancang Bangun *Excavator* Sederhana Tipe *Backhoe* Berpenggerak Hidrolik". Parameter yang dibahas pada penelitian ini adalah dari hasil perhitungan yang penulis lakukan maka daya yang dihasilkan oleh motor bensin adalah 1,58 Kw dengan daya yang dimiliki oleh motor bensin 1,64 Kw sehingga efisiensi yang dimiliki motor bensin 96 %. Daya yang dikeluarkan pompa hidrolik adalah 1,7 Kw dengan daya yang masuk ke pompa 2,2 Kw maka efisiensi yang dihasilkan oleh pompa hidrolik adalah 70%. Daya yang dihasilkan oleh motor hidrolik adalah 1,44 dengan daya yang masuk ke motor hidrolik 1,7 Kw maka efisiensi yang dihasilkan motor hidrolik 80% sehingga efisiensi *excavator* secara keseluruhan adalah 50 %.
2. Menurut penelitian Kamsar dkk, 2016 tentang "Analisis Sistem Hidrolik Pengangkat Pada Alat Berat Jenis *Wheel Loader*". Parameter yang dibahas pada penelitian ini adalah analisa sistem hidrolik pada *loader* setelah

diketahui data spesifikasinya dimana tekanan maksimumnya 20.685.000 N/ m² dan luas penampang dari keseluruhan selinder hidroliknya 5,2838 m² maka dapat disimpulkan bahwa gaya maksimum hidrolik adalah 109.295.403 N. Berdasarkan analisa dinamika diperoleh pemahaman bahwa diagram kebebasan (*degree of freedom*) pada mekanisme pengangkatan alat berat jenis *wheel loader* tipe WA 600-3 Merk Komatsu dimana mekanisme tersebut dibagi menjadi 9 jumlah batang dan 11 jumlah joint sehingga diperoleh 2 derajat kebebasan (DOF). Dari data spesifikasi diketahui bahwa berat *bucket* adalah 3890 kg dan kapasitas angkat dari *bucket* adalah 10080 kg sehingga kemampuan maksimal angkat dari *bucket* adalah 137045,7 N. Dari analisa kinematika, dalam menentukan posisi *boom* maksimum dari posisi minimum dapat diketahui kecepatan pengangkat adalah 0,606 m/det, dimana panjang *boom*= 3,574 m sehingga didapat kecepatan sudut adalah 0,169 rad/det. Untuk kecepatan sudut, pada saat *bucket* mengangkat membentuk sudut 48 derajat. Dengan waktu pengangkatan 3,3 detik (ket: data manual), di dapat kecepatan sudut batang dari titik A ke titik B adalah 0,254 rad/det. Adapun spesifikasi Sistem hidrolik pada *loader* tipe WA 600-3 Komatsu adalah sebagai berikut:

- a. Pompa hidrolik : Pompa roda gigi
- b. Pengaliran oli max : 234 ltr/min
- c. Tekanan oli max : $210 \text{ kg/cm}^2 = 20.685.000 \text{ N/m}^2$
- d. Silinder *boom* 2 : 22,5 cm x113 cm = 0,225 m x 11,3 m

- e. Silinder *bucket* : 28 cm x 71 cm = 0,28 m x 0,71 m
 - f. Massa jenis oli : 900 kg/m³
3. Menurut penelitian Suriawan, 2016 tentang "Perancangan Sistem Kelistrikan Dan Hidrolik Pada *Bike Lift*". Dari hasil setelah proses perancangan *bike lift* yaitu alat pengangkat sepeda motor yang terdapat di laboratorium UNESA. Dan melakukan analisa serta pengujian, dapat diambil kesimpulan:
- a. Komponen yang harus diperhatikan dalam proses perancangan kelistrikan dan hidrolik. Kelistrikan yang harus diperhatikan ialah motor listrik, kontaktor dan *limite swicth* karena motor listrik adalah sumber tenaga untuk kelistrikan *bike lift* dengan spesifikasi daya (1HP), motor 1 phasa, dengan kecepatan 1400 rpm. Kontaktor adalah rangkaian kelistrikan yang terdiri dari kiprok, travo dan *relay* apabila ada salah satu rangkaian yang terlepas maka motor tidak akan menyala, *Limite switch* ialah sebagai *safety* (Pengaman) untuk tingkat ketinggian *bike lift* tersebut dengan tegangan (DC). Untuk hidrolik yang harus diperhatikan ialah selang hidrolik, pompa hidrolik, dan oli hidrolik agar tidak terjadi kebocoran pada hidrolik dan oli hidrolik jangan sampai oli dalam tanki kehabisan karena bisa menyebabkan *bike lift* macet.
 - b. Perancangan hidrolik akan diletakkan dibawah meja *bike lift* tepatnya dibagian tengah rangka belakang dan hasil dari perancangan tersebut didapatkan hasil diameter poros (3 cm), diameter silinder (3,08 cm),

panjang poros (25 cm). Jadi didapatkan volume silinder ($186,04 \text{ cm}^3$). Sedangkan hasil dari motor listrik didapatkan kecepatan *sinkron* motor (1500 rpm), slip motor (6%), Arus ampere motor (3A) untuk *Wiring Diagram* bisa dilihat di hal 32. Dengan sistem yang baru dan dipermudah sehingga penggunaan lebih efisien. Dengan menggunakan tombol dan tuas sekarang *bike lift* mudah dioperasikan.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian Sistem Hidrolik

Hidrolik menurut “bahasa *Greek*” berasal dari kata “*hydro*”= air dan “*aulos*”= pipa. Jadi hidrolik merupakan suatu alat yang bekerjanya berdasarkan air dalam pipa (Sisyono, 1991). Prinsip yang digunakan adalah dengan menggunakan teori Hukum Pascal yaitu: benda cair yang berada di ruang tertutup apabila diberi tekanan, maka tekanan tersebut akan dilanjutkan ke segala arah dengan sama besar atau sama rata (Sisyono, 1991). Pada prinsipnya mekanika fluida dibagi menjadi 2 bagian yaitu:

1. Hidrostatik, merupakan mekanika fluida dalam keadaan diam disebut juga teori persamaan kondisi dalam fluida diam. Energi yang dipindahkan dari satu bagian ke bagian lain dalam bentuk energi tekanan. Contohnya adalah pesawat tenaga hidrolik.
2. Hidrodinamik, merupakan mekanika fluida yang bergerak, disebut juga teori aliran fluida yang mengalir. Dalam hal ini kecepatan aliran fluida cair yang berperan memindahkan energi.

Contohnya Energi pembangkit listrik tenaga turbin air pada jaringan tenaga hidro elektrik. Jadi perbedaan yang menonjol dari kedua sistem diatas adalah keadaan fluidanya itu sendiri (Annas, 2015).

Sistem hidrolik adalah suatu bentuk perubahan atau pemindahan daya dengan menggunakan media penghantar berupa fluida cair untuk memperoleh daya yang lebih besar dari daya awal yang dikeluarkan, dimana fluida penghantar ini dinaikkan tekanannya oleh pompa pembangkit tekanan yang kemudian diteruskan ke silinder kerja melalui pipa-pipa saluran dan katup-katup. Gerakan translasi batang piston dari silinder kerja diakibatkan oleh tekanan fluida pada ruang silinder yang dimanfaatkan untuk gerak maju dan mundur (Kamsar, dkk 2016).

2.2.2 Keuntungan dan Kekurangan Sistem Hidrolik

Keuntungan-keuntungan sistem hidrolik antara lain:

1. Fleksibilitas

Sistem hidrolik berbeda dengan metode pemindahan tenaga mekanis dengan daya yang ditransmisikan dari *engine* dengan *shafts, gears, belts, chains* atau *cable* (elektrik). Sedangkan pada sistem hidrolik, daya dapat ditransfer ke segala tempat dengan mudah melalui pipa atau selang fluida.

2. Melipat gandakan gaya

Pada sistem hidrolik gaya yang kecil dapat digunakan untuk menggerakkan beban yang lebih besar dengan cara memperbesar ukuran diameter pada silinder.

3. Sederhana

Sistem hidrolik memperkecil bagian-bagian yang bergerak dan keausan dengan pelumasan sendiri.

4. Hemat

Karena penyederhanaan dan penghematan tempat yang diperlukan sistem hidrolik, maka dapat mengurangi biaya pembuatan sistem.

5. Relatif aman

Dibanding sistem yang lain, kelebihan beban (*over load*) mudah dikontrol dengan menggunakan *relief valve* (Aryoseto, 2010).

Kelemahan dari sistem hidrolik antara lain:

Sistem hidrolik membutuhkan suatu lingkungan yang benar-benar bersih. Komponen-komponennya sangat rentan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh debu, korosi dan kotoran-kotoran lainnya, serta panas yang mempengaruhi sifat-sifat minyak hidrolik. Karena kotoran tersebut akan ikut minyak hidrolik yang kemudian akan bergesekan dengan bidang-bidang gesek komponen hidrolik,

sehingga kebocoran-kebocoran akan timbul dan mengakibatkan penurunan efisiensi dari mesin tersebut.

Berbagai hal yang dapat mengakibatkan penurunan efisiensi tersebut, maka sistem hidrolik membutuhkan perawatan yang lebih intensif. Hal ini akan sangat menonjol sekali apabila dibandingkan dengan sistem transmisi mekanik atau sistem-sistem lain (Sutimbul, 2006).

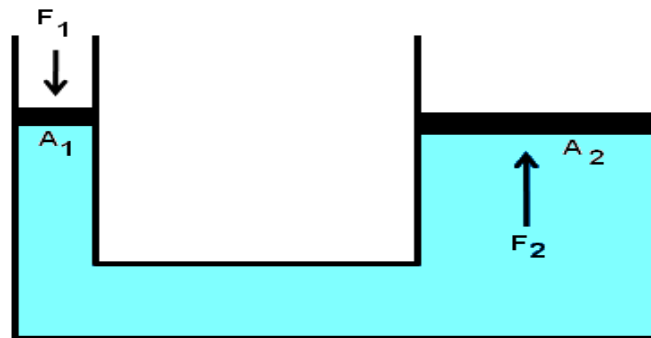
2.2.3 Dasar-Dasar Sistem Hidrolik

Prinsip dasar dari sistem hidrolik berasal dari hukum Pascal, pada dasarnya menyatakan bahwa dalam suatu bejana tertutup dimana ujungnya terdapat beberapa lubang yang sama, maka akan dipancarkan kesegala arah dengan tekanan dan jumlah aliran yang sama. Dimana tekanan dalam fluida statis harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Tekanan bekerja tegak lurus pada permukaan bidang.
- b. Tekanan disetiap titik sama untuk semua arah.
- c. Tekanan yang diberikan ke sebagian fluida dalam tempat tertutup, merambat secara seragam ke bagian lain fluida.

Gambar di bawah memperlihatkan dua buah silinder berisi cairan yang dihubungkan dan mempunyai diameter berbeda. Apabila beban F diletakkan di silinder kecil, tekanan P yang dihasilkan akan diteruskan ke silinder besar ($P = F/A$, beban dibagi luas penampang

silinder) menurut hukum ini, penambahan tekanan dengan luas rasio penampang silinder kecil dan silinder besar, atau $F = P.A$.



Gambar 2.1 Fluida dalam pipa menurut hukum pascal
(Sumber: Renreng, 2012)

Gambar diatas sesuai dengan hukum pascal, dapat diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \dots\dots\dots (1)$$

$$F_2 = \frac{F_1 \times A_2}{A_1} \dots\dots\dots (2)$$

$$F_2 = \frac{F_1 \times \pi \cdot r_2^2}{\pi \cdot r_1^2} \dots\dots\dots (3)$$

$$F_2 = \frac{F_1 \times r_2^2}{r_1^2} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

F_1 = Gaya masuk

F_2 = Gaya keluar

r_1 = jari-jari piston kecil

r_2 = jari-jari piston besar

Persamaan diatas dapat diketahui besarnya F_2 dipengaruhi oleh besar kecilnya luas penampang dari piston A_2 dan A_1 .

Dalam sistem hidrolik, hal ini dimanfaatkan untuk merubah gaya tekan fluida yang dihasilkan oleh pompa hidrolik untuk menggeserkan silinder kerja maju dan mundur maupun naik/turun sesuai letak dari silinder. Daya yang dihasilkan silinder kerja hidrolik, lebih besar dari daya yang dikeluarkan oleh pompa. Besar kecilnya daya yang dihasilkan oleh silinder hidrolik dipengaruhi besar kecilnya luas penampang silinder kerja hidrolik (Sutimbul, 2006).

2.2.4 Dasar *Teorema Hidrodinamik*

Hidrodinamik yaitu mekanika fluida yang bergerak, disebut juga teori aliran fluida yang mengalir. Dalam hal ini kecepatan aliran fluida cair yang berperan memindahkan energi. Prinsip dasar dari hidrolik adalah sifat fluida cair yang sangat sederhana dan sifat zat cair tidak mempunyai bentuk tetap, tetapi selalu menyesuaikan bentuk yang ditempatinya. Karena sifat cairan yang selalu menyesuaikan bentuk yang ditempatinya, sehingga akan mengalir ke berbagai arah dan dapat melewati dalam berbagai ukuran dan bentuk, sehingga fluida cair tersebut dapat mentransferkan tenaga dan gaya. Dengan kata lain sistem hidrolik adalah sistem pemindahan dan pengontrolan gaya dan gerakan dengan fluida cair dalam hal ini oli. Fluida yang digunakan dalam sistem hidrolik adalah oli. Syarat-syarat cairan hidrolik yang digunakan harus memiliki kekentalan (viskositas) yang

cukup, memiliki indek viskositas yang baik, tahan api, tidak berbusa, tahan dingin, tahan korosi dan tahan aus, minimal *kompresibility*.

Viskositas diartikan sebagai resistensi atau ketidakmauan suatu bahan untuk mengalir yang disebabkan karena adanya gesekan atau perlawanan suatu bahan terhadap deformasi atau perubahan bentuk apabila bahan tersebut dikenai gaya tertentu (Kramer, 1996).

Viskositas secara umum dapat juga diartikan sebagai suatu tendensi untuk melawan aliran cairan karena internal *friction* atau resistensi suatu bahan untuk mengalami deformasi bila bahan tersebut dikenai suatu gaya (Lewis, 1987).

Viskositas biasanya berhubungan dengan konsistensi yang keduanya merupakan sifat kenampakan (*appearance property*) yang berhubungan dengan indera perasa. Konsistensi dapat didefinisikan sebagai ketidakmauan suatu bahan untuk melawan perubahan bentuk (deformasi) bila suatu bahan mendapat gaya gesekan (*sheering fore*). Gesekan yang timbul sebagai hasil perubahan bentuk cairan yang disebabkan karena adanya resistensi yang berlawanan yang diberikan oleh cairan tersebut dinamakan gaya irisan (*sheering stress*). Jika tenaga diberikan pada suatu cairan, tenaga ini akan menyebabkan suatu bentuk atau deformasi. Perubahan bentuk ini disebut sebagai aliran (Lewis, 1987).

Menurut Suyitno (1988) ada dua tipe aliran, yaitu:

1. Newtonian

Viskositas cairan yang bersifat Newtonian tidak berubah dengan adanya perubahan gaya irisan dan kurva hubungan antara *shear stress* dan *shear ratenya* linier melewati titik (0,0) atau dengan kata lain viskositasnya tidak berubah dengan adanya perubahan gaya gesekan antar permukaan cairan dengan dinding. Cairan Newtonian biasanya merupakan cairan murni secara kimiawi dan homogen secara fisikawi. Contohnya adalah larutan gula, air, minyak, sirup, gelatin dan susu.

2. Non-newtonian

Viskositas cairan yang bersifat Non-newtonian berubah dengan adanya perubahan gaya irisan dan kurva hubungan antara *shear stress* dan *shear ratenya* non linier. Dengan kata lain, viskositasnya berubah dengan adanya perubahan gaya gesekan antar permukaan cairan dengan dinding. Cairan non newtonian ini termasuk cairan yang bersifat *non true liquid/non ideal*. Contohnya yaitu saus tomat, kecap, *slurry* permen dan susu kental manis.

Menurut Kartika (1990), viskositas suatu bahan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Suhu

Viskositas berbanding terbalik dengan suhu. Jika suhu naik maka viskositas akan turun, dan begitu pula sebaliknya. Hal ini disebabkan karena adanya gerakan partikel-partikel cairan yang semakin cepat apabila suhu ditingkatkan dan menurun kekentalannya.

2. Konsentrasi larutan

Viskositas berbanding lurus dengan konsentrasi larutan. Suatu larutan dengan konsentrasi tinggi akan memiliki viskositas yang tinggi pula, karena konsentrasi larutan menyatakan banyaknya partikel zat yang terlarut tiap satuan volume. Semakin banyak partikel yang terlarut, gesekan antar partikel semakin tinggi dan viskositasnya semakin tinggi pula.

3. Berat molekul solute

Viskositas berbanding lurus dengan berat molekul solute, karena dengan adanya solute yang berat akan menghambat atau memberi beban yang berat pada cairan sehingga akan menaikkan viskositasnya.

4. Tekanan

Viskositas berbanding lurus dengan tekanan, karena semakin besar tekanannya, cairan akan semakin sulit mengalir akibat dari beban yang dikenakannya. Viskositas akan bernilai tetap pada tekanan 0-100 atm.

Dari pemaparan pembahasan di atas, dari sifat fisik dan macamnya, maka dongkrak hidrolis yang penulis gunakan adalah *oil hydraulic* jenis/tipe GB 443-84 yang biasa digunakan pada mesin-mesin industri dengan temperatur kerja antara 27 °F sampai dengan 113 °F (Waluyo, 2015).

2.2.5 Komponen-Komponen Penyusun Sistem Hidrolis

1. Motor

Motor berfungsi sebagai pengubah dari tenaga listrik menjadi tenaga mekanis. Dalam sistem hidrolis motor berfungsi sebagai penggerak utama dari semua komponen hidrolis dalam rangkaian ini. Kerja dari motor itu dengan cara memutar poros pompa yang dihubungkan dengan poros input motor. Motor yang digunakan adalah motor AC satu fasa ¼ PK.

2. Kopling (*Coupling*)

Fungsi utama dari kopling adalah sebagai penghubung putaran yang dihasilkan motor penggerak untuk diteruskan ke pompa. Akibat dari putaran ini menjadikan pompa bekerja (berputar).

3. Pompa Hidrolis

Pompa hidrolis ini digerakkan secara mekanis oleh motor listrik. Permulaan dari pengendalian dan pengaturan sistem hidrolis selalau terdiri atas suatu unsur pembangkit tekanan, jadi fungsi dari unsur tersebut dipenuhi oleh pompa hidrolis. Pompa

hidrolik berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi hidrolik dengan cara menekan fluida hidrolik kedalam sistem. Dalam sistem hidrolik, pompa merupakan suatu alat untuk menimbulkan atau membangkitkan aliran fluida (untuk memindahkan sejumlah volume fluida) dan untuk memberikan daya sebagaimana diperlukan. Apabila pompa digerakkan motor (penggerak utama), pada dasarnya pompa melakukan dua fungsi utama:

- a. Pompa menciptakan kevakuman sebagian pada saluran masuk pompa. Vakum ini memungkinkan tekanan *atmospher* untuk mendorong fluida dari tangki (*reservoir*) kedalam pompa.
- b. Gerakan mekanik pompa menghisap fluida kedalam rongga pemompaan, dan membawanya melalui pompa, kemudian mendorong dan menekannya kedalam sistem hidrolik.

Pompa hidrolik dapat dibedakan atas:

1. Pompa *Vane*

Ada beberapa tipe pompa *vane* yang dapat digunakan, antara lain:

- a) Pompa *Single Stage*

Ada beberapa jenis pompa *single stage* menurut tekanan dan *displacement* (perpindahan) dan mereka banyak digunakan diantara tipe-tipe lain sebagai sumber tenaga hidrolik.

b) Pompa Ganda (*Double Pump*)

Pompa ini terdiri dari dua unit bagian operasi pompa pada as yang sama, dapat dijalankan dengan sendiri-sendiri dan dibagi menjadi dua tipe tekanan rendah dan tekanan tinggi.

2. Pompa Roda Gigi (*Gear Pump*)

a) Pompa Roda Gigi External (*External Gear Pump*)

Pompa ini mempunyai konstruksi yang sederhana, dan pengoperasiannya juga mudah. Karena kelebihan-kelebihan itu serta daya tahan yang tinggi terhadap debu, pompa ini dipakai dibanyak peralatan konstruksi dan mesin-mesin perkakas.

b) Pompa Roda Gigi Internal (*Internal Gear Pump*)

Mempunyai keunggulan pulsasi kecil dan tidak mengeluarkan suara yang berisik. *Internal gear pump* dipakai dimesin *injection moulding* dan mesin perkakas. Ukurannya kecil dibandingkan *external gear pump*, dan ini memungkinkan dipakai dikendaraan bermotor dan peralatan lain yang hanya mempunyai ruangan sempit untuk pemasangan.

3. Pompa Piston Aksial

a) Tipe Sumbu Bengkok (*Bent Axl Type*)

Dalam tipe ini, piston dan silinder blok tidak sejajar dengan as penggerak tapi dihubungkan dengan suatu sudut. Dengan mengubah sudut ini, keluarnya minyak dapat diatur. Bengkokan sumbu juga dapat dibuat menjadi berlawanan arahnya sehingga arah hisap dan keluar menjadi terbalik.

b) Tipe Plat Pengatur (*Swash Plate Type*)

Dalam tipe ini letak piston dan silinder blok sejajar dengan as, dan plat pengatur yang bisa miring memegang leher piston untuk mengubah *stroke* atas dan bawah atau kanan dan kiri didalam rotasi silinder blok. Pengeluaran minyak dapat disetel dengan bebas dengan mengubah sudut, dan saluran hisap dan keluar dapat dibalik dengan memiringkan plat pengatur kearah berlawanan.

4. Katup (*Valve*)

Dalam sistem hidrolik, katup berfungsi sebagai pengatur tekanan dan aliran fluida yang sampai kesilinder kerja. Menurut pemakainnya, katup hidrolik dibagi menjadi tiga macam, antara lain:

a. Katup Pengatur Tekanan (*Relief Valve*)

Katup pengatur tekanan digunakan untuk melindungi pompa-pompa dan katup-katup pengontrol dari kelebihan tekanan dan untuk mempertahankan tekanan tetap dalam sirkuit hidrolis minyak. Cara kerja katup ini adalah berdasarkan kesetimbangan antara gaya pegas dengan gaya tekan fluida. Dalam kerjanya katup ini akan membuka apabila tekanan fluida dalam suatu ruang lebih besar dari tekanan katupnya, dan katup akan menutup kembali setelah tekanan fluida turun sampai lebih kecil dari tekanan pegas katup.

b. Katup Pengatur Arah Aliran (*Direction Control Valve*)

Katup pengontrol arah adalah sebuah saklar yang dirancang untuk menghidupkan, mengontrol arah, mempercepat dan memperlambat suatu gerakan dari silinder kerja hidrolis. Fungsi dari katup ini adalah untuk mengarahkan dan menyuplai fluida tersebut ke tangki reservoir.

c. Katup Pengatur Jumlah Aliran (*Flow Control Valve*)

Katup pengontrol jumlah aliran adalah sebuah katup yang berfungsi untuk mengatur kapasitas aliran fluida dari pompa silinder, jumlah untuk mengatur kecepatan aliran fluida dan kecepatan gerak piston dari silinder. Dari fungsi di atas dapat diambil kesimpulan bahwa kecepatan gerak piston silinder ini tergantung dari berapa fluida yang masuk ke dalam

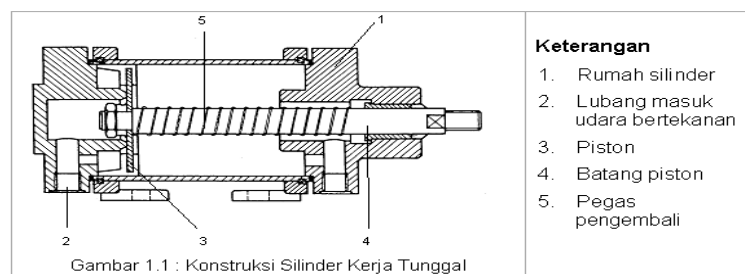
ruang silinder di bawah piston tiap satuan waktunya. Ini hanya mampu dilakukan dengan mengatur jumlah aliran fluidanya.

5. Silinder Kerja Hidrolik

Silinder kerja hidrolik merupakan komponen utama yang berfungsi untuk merubah dan meneruskan daya dari tekanan fluida, dimana fluida akan mendesak piston yang merupakan satu-satunya komponen yang ikut bergerak untuk melakukan gerak translasi yang kemudian gerak ini diteruskan ke bagian mesin melalui batang piston. Menurut konstruksi, silinder kerja hidrolik dibagi menjadi dua macam tipe dalam sistem hidrolik, antara lain:

a. Silinder kerja penggerak tunggal (*Single Acting*)

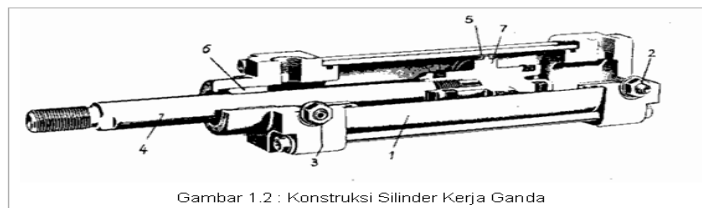
Silinder kerja jenis ini hanya memiliki satu buah ruang fluida kerja didalamnya, yaitu ruang silinder diatas atau dibawah piston. Kondisi ini mengakibatkan silinder kerja hanya bisa melakukan satu buah gerakan, yaitu gerakan tekan. Sedangkan untuk kembali keposisi semula, ujung batang piston didesak oleh gravitasi atau tenaga dari luar.



Gambar 2.2 Silinder kerja penggerak tunggal
(Sumber: Sutimbul, 2006)

b. Silinder kerja penggerak ganda (*Double Acting*)

Silinder kerja ini merupakan silinder kerja yang memiliki dua buah ruang fluida didalam silinder yaitu ruang silinder diatas piston dan dibawah piston, hanya saja ruang diatas piston ini lebih kecil bila dibandingkan dengan yang dibawah piston karena sebagian ruangnya tersita oleh batang piston. Dengan konstruksi tersebut silinder kerja memungkinkan untuk dapat melakukan gerakan bolak-balik atau maju-mundur.



Gambar 1.2 : Konstruksi Silinder Kerja Ganda

Keterangan :	
1. Batang / rumah silinder	5. Seal
2. Saluran masuk	6. Bearing
3. Saluran keluar	7. Piston
4. Batang piston	

Gambar 2.3 Silinder kerja penggerak ganda
(Sumber: Sutimbul, 2006)

6. Manometer (*Pressure Gauge*)

Biasanya pengatur tekanan dipasang dan dilengkapi dengan sebuah alat yang dapat menunjukkan sebuah tekanan fluida yang keluar. Prinsip kerja alat ini ditemukan oleh *Bourdon*. Oli masuk ke pengatur tekanan lewat lubang saluran pipa. Tekanan didalam pipa yang melengkung *Bourdon* menyebabkan pipa memanjang. Tekanan lebih besar akan mengakibatkan belokan radius lebih besar pula. Gerakan perpanjangan pipa tersebut kemudian

diubah ke suatu jarum penunjuk lewat tuas penghubung tembereng roda gigi dan roda gigi pinion. Tekanan pada saluran masuk dapat dibaca pada garis lengkung skala penunjuk. Jadi, prinsip pembacaan pengukuran tekanan manometer ini adalah bekerja berdasarkan atas dasar prinsip analog.



Gambar 2.4 *Pressure Gauge* dengan prinsip kerja *Bourdon*
(Sumber: Sutimbul, 2006)

7. Saringan Oli (*Oil Filter*)

Filter berfungsi menyaring kotoran-kotoran dari minyak hidrolis dan diklasifikasikan menjadi filter saluran yang dipakai saluran bertekanan. Filter ditempatkan didalam tangki pada saluran masuk yang akan menuju ke pompa. Dengan adanya filter, diharapkan efisiensi peralatan hidrolis dapat ditinggikan dan umur pemakaian lebih lama.



Gambar 2.5 Filter oli
(Sumber: Sutimbul, 2006)

8. Fluida Hidrolik

Fluida hidrolik adalah salah satu unsur yang penting dalam peralatan hidrolik. Fluida hidrolik merupakan suatu bahan yang mengantarkan energi dalam peralatan hidrolik dan melumasi setiap peralatan serta sebagai media penghilang kalor yang timbul akibat tekanan yang ditingkatkan dan meredam getaran dan suara. Fluida hidrolik harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Mempunyai *viskositas* temperatur cukup yang tidak berubah dengan perubahan temperatur.
- b. Mempertahankan fluida pada temperatur rendah dan tidak berubah buruk dengan mudah jika dipakai dibawah temperatur.
- c. Mempunyai stabilitas oksidasi yang baik.
- d. Mempunyai kemampuan anti karat.
- e. Tidak merusak (karena reaksi kimia) karat dan cat.
- f. Tidak *kompresible* (mampu merapat).
- g. Mempunyai tendensi anti *foatming* (tidak menjadi busa) yang baik.
- h. Mempunyai kekentalan terhadap api.

9. Pipa Saluran Minyak

Pipa merupakan salah satu komponen penting dalam sebuah sistem hidrolik yang berfungsi untuk meneruskan fluida kerja yang bertekanan dari pompa pembangkit ke silinder kerja. Mengingat kapasitas yang mampu dibangkitkan oleh silinder

kerja, maka agar maksimal dalam penerusan fluida kerja bertekanan, pipa-pipa harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Mampu menahan tekanan yang tinggi dari fluida.
- b. Koefisien gesek dari dinding bagian dalam harus sekecil mungkin.
- c. Dapat menyalurkan panas dengan baik.
- d. Tahan terhadap perubahan suhu dan tekanan.
- e. Tahan terhadap perubahan cuaca.
- f. Berumur relatif panjang.
- g. Tahan terhadap korosi.

10. Unit Pompa Hidrolik (*Power Pack*)

Unit pompa adalah kombinasi dari tangki minyak, pompa, motor dan *relief valve*. Disamping itu *hand control valve* dan peralatan perlengkapan dipakai sesuai keperluan. Syarat-syarat pembuatan unit pompa hidrolik (*Power Pack*) antara lain sebagai berikut:

- a. Tangki minyak harus dirancang untuk mencegah masuknya debu dan kotoran-kotoran lain dari luar.
- b. Tangki minyak harus dapat dilepaskan dari unit utama untuk keperluan *maintenance* dan memastikan akurasinya untuk membebaskan udara.
- c. Kapasitas dan ukuran tangki minyak harus cukup besar untuk mempertahankan tingkat yang cukup dalam langkah apapun.

- d. *Baffle plate* (plat pemisah) harus dipasang antara pipa kembali dan pipa hisap untuk memisahkan kotoran.
- e. Pipa pengembali dan pipa hisap pompa harus dibawah level minyak (Sutimbul, 2006).

2.2.6 Istilah dan Lambang dalam Sistem Hidrolik

Dalam pembuatannya, rangkaian sistem hidrolik diperlukan banyak komponen penyusunnya dan apabila dilakukan langsung dalam lapangan akan memakan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, pada sistem hidrolik terdapat lambang-lambang atau tanda penghubung sistem hidrolik yang dikumpulkan dalam lembar norma DIN 24300 (1966). Tujuan lambang atau simbol yang diberikan pada sistem hidrolik adalah:

- a. Memberikan suatu sebutan yang seragam bagi semua unsur hidrolik.
- b. Menghindari kesalahan dalam membaca skema sistem hidrolik.
- c. Memberikan pemahaman dengan cepat laju fungsi dari skema sistem hidrolik.
- d. Menyesuaikan literatur yang ada dari dalam negeri maupun luar negeri (Sutimbul, 2006).

Tabel 2.1 Simbol-simbol hidrolik

Simbul Katup	Penandaan Katup	Posisi Normal (Awal)	Simbul Katup	Penandaan Katup	Posisi Normal (Awal)
	2/2-way	Menutup		4/2-way	1 Pemasukan 1 Pembuangan
	2/2-way	Membuka		4/3-way	posisi tengah menutup
	3/2-way	Menutup		4/3-way	A & B posisi pembuangan
	3/2-way	Membuka		5/2-way	Ada 2 saluran pembuangan
	3/3-way	Menutup		6/3-way	Ada 3 posisi aliran

(Sumber: Sutimbul, 2006)

2.2.7 Kekuatan Material

Pada alas penguat yang akan dibuat harus memiliki kekuatan bahan. Kekuatan material dapat didefinisikan sebagai kesanggupan suatu material terhadap gaya. Kekuatan material (σ atau τ) dipengaruhi oleh besarnya momen tahanan (W), tegangan ijin material (σ ijin atau τ ijin), dan panjang material (l). Modulus irisan elastis setiap material berbeda-beda, tergantung dari dimensi dan geometri penampang melintangnya.

Rumus perhitungan kekuatan material:

$$I \text{ (mm}^4\text{)} = \frac{bh^2}{12} \dots\dots\dots (5)$$

$$W \text{ (mm}^3\text{)} = \frac{bh^2}{6} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

b = Tebal Bahan

h = Tinggi Bahan

I = Panjang Material

W = Momen Tahanan

Bila pada dua permukaan yang bersinggungan bekerja suatu gaya, maka pada kedua permukaan tersebut akan bekerja tekanan-tekanan yang arahnya selalu tegak lurus permukaan tersebut.

Syarat: $P \leq P$

$$P = \frac{F_n}{A} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

P = Tekanan Bidang (N/mm^2)

F_n = Gaya Normal (N)

A = Luas Permukaan Bidang Tekan (mm^2)

Tegangan yang diizinkan adalah tegangan maksimum yang boleh terjadi pada suatu bahan agar bahan tersebut tidak mengalami kepatahan atau deformasi plastis. Hal ini dapat dimengerti, karena didalam perencanaan-perencanaan kita harus dapat menentukan ukuran-ukuran atau beban sedemikian rupa, sehingga konstruksi yang direncanakan tidak mengalami kegagalan. Besarnya tegangan yang diizinkan dari suatu bahan biasanya ditentukan berdasarkan percobaan dan pengalaman serta harga-harga ini sangat tergantung dari:

- a. Jenis bahan yang digunakan.
- b. Jenis pembebanan.

Adapun pembebanan ini dibedakan antara lain:

1. Pembebanan statis, dalam hal ini pembebanan tetap terhadap waktu.
2. Pembebanan berulang, dalam hal ini pembebanan bervariasi dari 0-max; min-0 dst.
3. Pembebanan berganti, dalam hal ini pembebanan berganti-ganti, misalnya tarik-tekan-tarik, dst.
4. Pembebanan kejut, untuk menentukan tegangan yang diizinkan dapat pula kita memperhitungkan terhadap tegangan maksimum dengan suatu faktor yang dinamakan dengan faktor keamanan.

Pada dongkrak hidrolik, tegangan yang terjadi ialah tegangan tekan dimana poros tuas menekan oli hidrolik ke seluruh permukaan tabung. Perhitungan untuk daya angkat dongkrak, didapat yaitu semakin kecil luas permukaan bidang sentuhan antara ujung dongkrak hidrolik dengan luas permukaan maka tekanan yang dihasilkan semakin besar.

$$P = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (8)$$

Dimana:

P: Tekanan (N/m³)

F: Gaya Tekan (kgm/s²)

A: Luas Bidang (m³)

Tegangan adalah gaya-gaya dalam yang bekerja pada setiap satuan luas penampang. Ada 2 macam tegangan yaitu:

1. Tegangan Aksial/normal, yaitu tegangan yang gaya-nya bekerja searah dengan luas penampang benda.

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (9)$$

2. Tegangan Tangensial, yaitu tegangan yang gaya-nya bekerja tegak lurus dengan luas penampang beda.

$$\tau = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (10)$$

Keterangan:

σ atau τ = Tegangan (N/mm²)

F = Gaya (N)

A = Luas penampang (mm²)

Pada rancang bangun alas penyeimbang *jack hydraulic* perhitungan tegangan beban dari atas (menekan) didapat pada tegangan tekan yang komutatif yang menandakan tegangan yang saling tegak lurus terhadap beban yang akan diangkat.

$$\sum M_o = 0 \dots \dots \dots (11)$$

Syarat bahwa tegangan memiliki nilai 0 pada suatu elemen dari suatu benda haruslah terjadi dalam bentuk dua pasang gaya yang bekerja pada bidang. Bidang yang tegak lurus secara tidak langsung keduanya memiliki gaya *shearing stress* (Waluyo, 2015).

