BAB II

TEORI DASAR

II.1. UMUM

Hidrolik dipandang dari sisi fluida merupakan bagian dari mekanika fluida yang menitikberatkan pada penerapannya, seperti mempelajari hukum-hukum keseimbangan, gerakan fluida serta solusi kasus-kasus praktis. Hidrolik berasal dari bahasa latin "*hydro*" yang berarti air, ini dapat diartikan bahwa suatu penggerak dengan tenaga air. Perhatian utama dari hidrolik adalah aliran fluida yang dibatasi oleh permukaan yang mengelilinginya, seperti aliran melalui saluran tertutup atau saluran terbuka serta elemen-elemen mesin hidrolik, dengan kata lain, perhatian hidrolik terkait pada aliran internal dari fluida (*fluid power*) dan problem internal fluida. Hukum yang paling pertama dari sistem hidrolik adalah hukum pascal yang berbunyi " jika suatu fluida cair dalam arah manapun dan menerima sebuah tekanan dari luar maka tekanan ini akan meyebar secara merata ke segala arah ". Pada penggunaan secara teknis, fluida cair dalam industri, hidrolik mengandung arti semua ilmu tentang semua proses mekanis dimana berbagai gerak dan gaya dialihkan dengan bantuan fluida cair atau hidrolik merupakan penggerakan, pengaturan dan pengendalian dimana berbagai gaya dan gerakan diperoleh dengan bantuan tekanan fluida cair.

II.2. PRINSIP DASAR FISIKA YANG MENDASARI

Yang menjadi dasar dalam pengoprasian, perbaikan, maupun perencanaan suatu sistem hidrolik adalah memahami secara keseluruhan tentang fisika fluida, sifat dari fluida dan kelakuannya yang ada dilapangan dan dengan permasalahan yang berbeda. Adapun dasar dari prinsip sistem hidrolik adalah tekanan yang terencana dimana meliputi tekanan hidrostatik dan tekanan hidrodinamik. Tekanan hidrostatik adalah jika suatu fluida atau zat cair dalam arah manapun menerima sebuah tekanan luar, maka tekanan ini akan menyebar secara merata kesemua arah. Setiap fluida atau zat cair yang berada dalam keadaan diam akan melakukan suatu tekanan terhadap dinding yang mengelilingi yang dinamakan tekanan hidrostatik. Tekanan pada dinding p yang ada dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$p = \frac{F}{A} \left(N/m^2 \right) \quad \text{.....(1)}$$

Dimana :

F = gaya (N)

A = luas penampang (m^2)

Tekanan bekerja pada semua sisi secara merata dan serempak sehingga tekanan itu pun dapat diteruskan kesegala titik secara sama dan merata pula, hal ini berlaku dengan menghilangkan gaya gravitasi, tekanan yang disebabkan oleh operasi sistem yang sangat kecil dapat diabaikan karena tekanan dapat terbagi rata dan sama kesegala arah.

Untuk menentukan daya pompa hidrolik, daya motor hidrolik, dan *flow rate* atau jumlah aliran, maka digunakan rumus sebagai berikut:

Untuk menentukan daya pompa hidrolik

P_{pompa} = p x Q (watt) .....(2)

dimana :

P_{pompa} = daya pompa hidrolik (watt)

p = tekanan (N/m^2)

Q = jumlah aliran (m^3/s)

Untuk menghitung daya motor hidrolik

$$P_{motor} = \frac{P_{pompa}}{\eta_{vol} + \eta_{mek}} \text{ (kW)} \quad \text{.....(3)}$$

dimana :

η_{vol} = efisiensi volume = 0,9 - 0,95

η_{mek} = efisiensi mekanik = 0,9 – 0,95

Untuk menghitung jumlah aliran (*flow rate*) :

$$Q = \frac{n \times v_{kap}}{\eta_{vol}} \quad (m^3/s) \quad \text{.....(4)}$$

dimana :

n = jumlah aliran (put/menit)

V_{kap} = volume kapasitas (m^3/put)

η_{vol} = efisiensi volume

Tekanan hidrodinamik dimana hubungan-hubungan antara debit, luas penampang, kecepatan fluida dalam suatu luas penampang tertentu disebut mekanika fluida bergerak (hidrodinamik). Apabila fluida mengalir melalui pipa dengan ukuran diameter yang berbeda, volume fluida yang sama mengalir dalam waktu yang sama pula tetapi yang berubah adalah kecepatan dan volume fluida. Menurut persamaan Bernoulli dinyatakan bahwa jumlah energi yang mengalir tidak akan berubah selama energi tidak diberikan dari luar atau dipakai keluar, fluida dalam sistem hidrolik terdiri dari energi-energi kinetik yang disebabkan oleh berat fluida sebenarnya dan kecepatan fluida menghasilkan gerak dan energi potensial dalam bentuk tekanan. Menurut Bernoulli dinyatakan bahwa dalam jumlah energi tekanan dan energi kinetik pada berbagai titik dalam suatu sistem harus konstan, apabila aliran rata-ratanya konstan, apabila diameternya berubah maka kecepatan aliran juga berubah, dengan demikian energi kinetiknya dapat bertambah atau berkurang tetapi walaupun demikian energinya tidak dapat ditimbulkan atau dihilangkan sama sekali sehingga perubahan energi kinetik harus dimbangi oleh penurunan atau penambahan tekanan. Dari apa yang dikemukakan oleh Bernoulli, bahwa energi tidak akan berubah selama mengalir, jumlah energi yang terbentuk terdiri dari dua macam energi yaitu ;

1. Energi potensial adalah yang berhubungan dengan ketinggian permukaan zat cair.

2. Energi kinetik adalah yang berhubungan dengan gerak perpindahan atau kecepatan perpindahan dari fluida yang mengalir.

Apabila melihat persamaan kontinuitas dari persamaan energi, maka hal-hal berikut menghasilkan pernyataan-pernyataan :

a. Kecepatan bertambah sebagaimana pengurangan diameternya dan perpidahan energinya bertambah.

b. Jumlah energi konstan, energi potensial atau energi tekanan atau keduanya harus bertambah, misalnya bila diameternya dikurangi. Walaupun demikian pengurangan diameter hampir tidak mempengaruhi perubahan yang nyata pada energi potensialnya.

Rumus Bernoulli

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{Y} + Z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{Y} + Z_2 \quad \text{.....(5)}$$

dimana : V = kecepatan fluida (m/det)

g = percepatan gravitasi (m/det^2)

P = tekanan (Kg/cm^2)

Y = berat jenis fluida (Kg/cm^2)

Z = perbedaan tinggi (cm)

II.3. PRINSIP KERJA SISTEM HIDROLIK

Dalam sistem hidrolik, fluida berfungsi sebagai penerus daya, minyak mineral adalah jenis fluida yang umum dipakai, pada prinsipnya bidang hidrodinamik (mekanika fluida) dibagi menjadi dua bagian yaitu ;

1. Hidrostatik

   Mekanika fluida yang diam disebut juga teori persamaan-persamaan kondisi dalam fluida, yang dimaksud dalam hidrostatik murni adalah pemindahan daya dalam fluida contohnya adalah motor hidrolik.

2. Hidrodinamik

   Mekanika yang bergerak disebut juga teori aliran (fluida yang mengalir). Yang termasuk hidrodinamik murni adalah perubahan dari energi aliran dalam jaringan tenaga hidroelectrik., prinsip kerja hidrolik adalah karena sifatnya yang sangat sederhana zat cair tidak mempunyai bentuk yang tetap, zat cair hanya membuat bentuk sesuai dengan tempatnya, zat cair pada prakteknya mempunyai sifat yang tidak dapat terkompresi, maka fluida dapat mengalir keberbagai arah dan dapat melewatinya dalam berbagai ukuran dan bentuk, hidrolik dapat dinyatakan alat yang dapat memindahkan tenaga dengan mendorong sejumlah cairan tertentu.

II.4. BAGIAN-BAGIAN UTAMA DARI SISTEM HIDROLIK

1. Pompa hidrolik

Adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ketempat yang lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut atau alat yang digunakan untuk mengubah tenaga mekanis dari motor menjadi tenaga hidrolis.

2. *Check valve*

   Adalah suatu alat yang berfungsi untuk mencegah terjadinya aliran balik.

3. *Reservoir* (Tangki)

   Adalah suatu alat atau tempat yang berfungsi sebagai penampung atas pengembalian minyak dari katup, dimana *reservoir* juga berfungsi sebagai penunjang berlangsungnya pendinginan alami atas minyak.

4. *Relief valve*

   Adalah suatu alat yang berfungsi untuk membatasi besarnya tekanaan, apabila tekanan lebih besar dari kekuatan katup, katup akan terbuka dan melepas aliran minyak kembali ke *reservoir* (tangki).

5. *Control valve*

   Adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengatur suatu minyak yang konstan dari pompa saat menuju ataupun berasal dari silinder hidrolik.

6. Silinder

   Adalah suatu alat untuk mengubah tenaga hidrolik menjadi tenaga mekanis yang menghasilkan gerak lurus berulang, silinder hidrolik digunakan untuk menggerakkan bagian kerja dari suatu peralatan.

5. FLUIDA HIDROLIK

Fluida hidrolik yang berwujud zat cair dalam hal ini adalah minyak, yang merupakan bagian repenting pada suatu sistem hidrolik, fluida hidrolik dalam aplikasinya mempunyai tujuan utama, yaitu :

1. Sebagai penerus gaya

   Aplikasi fluida sebagai penerus gaya, fluida harus dapat mengalir dengan mudah melalui komponen-komponen salurannya, dimana banyak hambatan untuk mengalir maka akan banyak sekali tenaga yang hilang. Fluida sedapat mungkin harus mempunyai sifat yang kompresible, sehingga gesekan yang terjadi pada saat pompa dihidupkan atau katup dibuka dapat dipindahkan.

2. Sebagai pelumasan

   Sebagian besar pada komponen-komponen hidrolik, pelumasan bagian dalam disediakan oleh minyak, elemen pompa dan komponen-komponen lain yang bergeser saling meluncur sehingga antara bidang yang melakukan gesekan itu perlu diberi lapisan film minyak untuk menjaga agar dua bidang itu tidak bergesekan secara langsung, untuk menjamin umur pemakaian komponen hidrolik lebih lama, kandungan minyak harus terdiri dari bahan-bahan tambahan utama didinginkan untuk menjamin karakteristik anti keausan yang tinggi, tetapi tidak untuk semua minyak hidrolik harus mempunyai bahan mentah.

3. Sebagai pengisi

Dalam hal ini minyak minyak adalah sebagai pengisi (penutup) terhadap tekanan didalam suatu komponen hidrolik, disamping fungsi-fungsi utama terebut diatas, fluida hidrolik akan lebih baik apabila memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut:

- mampu mencegah adanya pembentukan endapat atau getah minyak.
- tidak mudah berbentuk buih-buih minyak dan mampu mencegah korosi.
- memelihara kesetabilan dengan sendirinya, dengan demikian akan mengurangi ongkos penggantian fluida.
- secara relatif mampu menjaga nilai kekentalan minyak walau dalam perbedaan temperature sangat tinggi.
- memindahkan kandungan air.
- sesuai dengan penyekat yang dipakai pada komponen.

II.6. PERSYARATAN MINYAK HIDROLIK

1. Viskositas

Viskositas secara umum diangap sesuatu yang penting dalam, sifat-sifat fisik dari minyak hidrolik karena viskositas akan menentukan tahanan dalam fluida hidolik untuk mengalir, nilai viskositas suatu

fluida rendah jika fluida tersebut sukar mengalir, selanjutnya disebut fluida berat atau kental, jenis fluida yang dipakai dalam sistem hidrolik adalah minyak. Dalam praktek pemakaiannya, pemilihan oli dengan viskositas tertentu adalah suatu hal yang disetujui dan dianjurkan, seringkali pemilihan ini telah ditentukan oleh pembuat motor, katup, ataupun pompa hidrolik, sehingga pemilihan dengan spesifikasi tertentu akan memenuhi sifat dan karakteristik daripada perangkat hidrolik yang telah direncanakannya, viskositas minyak yang tinggi memberikan pengisian yang baik antara celah dari motor, katup, ataupun pompa.

2. Titik air

Pada temperatur tertentu dimana fluida membeku disebut titik air, pada prakteknya semua minyak hidrolik terutama minyak dari tambang mengandung lilin, karena pada suhu rendah komponen-komponen lilin tersebut cenderung mengkristal dan mengikat sebagaian fluida untuk tidak bergerak, untuk permesinan hidrolik pengoprasian pada suhu dingin, maka titik alirannya minimal harus 10^0 s.d. 15^0 C dibawah suhu awal yang mendahului, hal ini akan menjamin bahwa minyak akan mengalir mengisi saluran masuk pompa.

3. Kemampuan melumasi

Sangatlah diperlukan sekali pada bagian-bagian yang bergerak, sistem hidrolik mempunyai cukup jarak antara dua bidang yang bergerak dan melakukan gesekan akan memberikan sifat pelumasan yang baik, keadaan semacam ini disebut pelumasan-pelumasan film penuh, selama ini mempunyai viskositas yanh cukup, maka sedikit ketidaksempurnaan karakteristik permukaan yang bergerak tidak akan tersentuh karena sudah terisi lapisan film. Minyak hidrolik yang berkulitas baik harus mempunyai sifat pelumasan yang baik untuk mencegah gesekan langsung antara bagian-bagian yang bergerak , seperti pada motor, pompa, katup dan elemen-elemen penggerak, penambahan tekanan (gaya) dan kecepatan dua kali lipat dengan jarak antara lebih kecil yang menyebabkan lapisn film dari fluida yang mengisi jarak kerengangan tertekan menjadi sangat tipis, kondisi seperti ini disebut " batas pelumasan " seandainya hal ini terjadi, maka minyak tidak lama lagi melumasi dengan baik dan sempurna, lapisan film akan rusak dan hancur.

4. Ketahanan untuk berbuih

Pengoprasian yang tepat dari sistem hidrolik berdasarkan pada fakta bahwa dalam kondisi biasa sistem tidak dapat terkompresi oleh tekanan sehingga dapat dikatakan gumpalan fluida itu bagaikan baja kaku yang terbuat dari zat cair, gaya yang bekerja didorongkan pada

satu ujung dan akan dipindahkan keujung yang lain tanpa ada pengurangan sedikitpun akibat kompresi, meskipun demikian fluida gas yang dapat terkompresi akan dapat diserap oleh fluida cair dalam bak penampung, fluida secara langsung berhubungan dengan atmosfir, sehinga dengan mudah udara dapat masuk kedalam minyak. Minyak yang baik mempunyai kemampuan untuk melarutkan sejumlah kecil campuran udara, jumlah atau volume udara yang bertambah dapat dilarutkan pada saat tekanan dan suhunya naik, campuran udara ini tidak mempunyai efek merusak pada operasinya, tetapi apabila jumlah udara yang memasuki minyak untuk mencampurnya, maka akan membentuk gelembung-gelembung, dan arena udara dapat terkompresi maka akan menimbulkan pembentukan semacam bubur dan pengoprasianya tidak memuaskan, lagi pula udara dalam campuran mempunyai tekanan yang akan terlepas dari campuran apabila tekanannya dihilangkan, udara akan membentuk semacam buih dan dengan serius mempengaruhi kecepatan kerja khususnya pelumasan.

5. Ketahanan untuk oksidasi

Setiap orang mengenal efek dari udara pada sebatang besi yang licin dan mengkilap, dimana air yang bercampur dengan udara akan membentuk udara lembab dan bercampur dengan oksigen untuk membentuk karat dan bahan-bahan luar lainnya, demikian juga sifat-sifat kimianya akan berubah seperti logam besi, semua minyak

bergabung beberapa tingkat dengan oksigen dalam udara dan akan mengubah komposisi kimia pada minyak. Pembentukan asam organik dapat merusak bagian-bagian logam yang melakukan kontak langsung dengan minyak, demikian juga sampai kepenutup dalam sistem, disamping asam endapan juga sering terbentuk melalui reaksi antara fluida cair dan udara, kedua reaksi dipercepat oleh hadirnya air dan pencemaran atau pengotor seperti debu dan partikel-partikel logam dalam fluida hal ini merupakan alasan mengapa sistem penyaringan begitu penting dalam berbagai macam sistem hidrolik, panas juga merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam proses oksidasi. Dengan mencegah masuknya debu dan kotoran-kotoran lainya, kebanyakan minyak hidrolik dapat beroperasi dalam jumlah banyak tanpa efek rusak, demikian pula jika sering mengganti minyak, membuang endapan air dibagian bawah bak penampung secara priodik dan menghindari terhadap oli panas berlebihan adalah merupakan cara terbaik untuk mengatasi oksidasi, oksidasi dapat menjadi masalah serius bila terjadi, kesalahan pemeliharaan jenis minyak, maka sangat dianjurkan untuk menggunakan minyak sesuai yang ditentukan pabrik pembuat komponen hidrolik, karena minyak tersebut telah diuji kesesuaiannya jadi kemungkinan yang terjadi apabila komponen digunakan pada kondisi yang berbeda, tentunya kemungkinan yang terjadi disini tidak menyimpang dari sebab dan akibat dari jenis minyak yang dipakai dan karakteristik komponen minyak.

6. Kompresibilitas

Zat cair tidak memiliki bentuk yang tetap, zat cair hanya dapat membuat bentuk sesuai dengan yang ditempati, zat cair pada prakteknya tidak dapat terkompresi karena sifatnya yang menyesuaikan bentuk sesuai dengan tempatnya, zat cair juga dapat melewati berbagai ukuran, zat cair dapat meneruskan tekanan kesegalah arah, berbeda jika media yang digunakan udara, tenaga yang dihasilkan tidak sebesar jika kita menggunakan media fluida, dikarenakan sifat udara yang dapat terkompresi bila tekanan dengan tenaga yang dihasilkan tidak sebesar jika menggunakan media fluida, misalkan sebuah botol yang terisi oleh air telah tertutup rapat, bila tutup botol ditekan dengan menggunakan tuas, maka fluida yang ada didalam botol tadi akan memberikan tekanan kesegala arah atau dalam hal ini kedinding botol maka botol; akan pecah dalam waktu singkat, tempat pecahnya botol merata keseluruh botol, disebabkan zat cair yang meneruskan gaya kesegala arah.

II.7. PEMELIHARAAN SISTEM HIDROLIK

Pemeliharaan sistem hidrolik tidak begitu susah , fluida hidrolik memberikan pelumasan dan memberikan perlindungan pada beban lebih, tetapi seperti mekanik yang lain sistem ini harus dioperasikan dengan tepat, bila tidak akan menimbulkan pada operasi yang terlalu cepat, terlalu

cepat panas, terlalu banyak tekanan, atau bahkan lebih banyak terkontaminasi, pemeliharaan yang tepat akan mengurangi gangguan atau kerusakan pada sistem pemeliharaan dengan menggunakan program pemeliharaan reguler mampu membatasi ganguan umum yang sering terjadi dan dapat mengetahui gangguan tersebut lebih awal, kemudian dapat dibetulkan sebelum kerusakan terjadi, penyebab gangguan yang pertama adalah fluida yang digunakan, dan ini biasanya berupa oli yang dipakai tidak cocok atau kotor. Kebersihan adalah hal yang utama ketika memperbaiki sitem hidrolik, ataupun membongkar komponen hidrolik bilamana diperlukan, sebaiknya segala-segala kotoran seperti debu, pasir, harus dilepas dari sistem karena pada prinsipnya butiran-butiran yang kecil dapat menggores permukaan bidang-bidang motor, katup, pompa, terutama pada bidang-bidang yang bergesekan dan kemungkinan juga dapat menyumbat lubang-lubang yang sempit sehingga akhirnya menyebabkan biaya perbaikan yang mahal, bagian yang selalu bersih adalah minyak hidrolik, sistem lingkungan kerja dan sewaktu melaksanakan penggantian atau penambahan.

1. Pencegahan kebocoran

   Pada prinsipnya ada banyak penyebab kebocoran, tetapi dapat digolongkan dalam dua bagian yang besar yaitu:

   a. Kebocoran Dalam

   b. Kebocoran Luar

Kebocoran dalam tidak menyebabkan kehilangan atau kerugian

minyak, tetapi menurunkan efisiensi sistem, kebocoran luar menyebabkan kehilangan atau kerugian minyak langsung dapat menimbulkan banyak pengaruh lain yang tidak diinginkan, minyak tidak hilang melalui kebocoran keadaan normal karena akan kembali keresevoir sistem, akan tetapi kebocoran dalam akan memperlambat operasi sistem dan memboroskan tenaga melalui timbul panas dalam berbagai hal ini dapat menyebabkan kerugian control minyak dalam katup, Kebocoran luar bukan hanya terlihat jelek tetapi juga dapat mengundang bahaya.

2. Pencegahan udara didalam minyak

Apabila udara masuk kedalam sistem hidrolik akan dapat menyebabkan :

a. Pompa Berisik
b. Pompa tidak beroperasi
c. Sistem kerja tidak menentu
d. Gerakan sistem tersendat-sendat

Apabila tinggi permukaan minyak didalam reservoir terlalu rendah, maka gelembung udara terbentuk dalam reservoir, udara juga dapat masuk melalui saluran isap pompa ketika saluran minyak dibuka untuk perbaikan atau ketika sistem dikosongkan atau diisi dan dibuka untuk perbaikan atau ketika sistem dikosongkan atau diisi ulang untuk menjaga udar supaya tidak masuk kedalam sistem maka dapat

dilakukan hal-hal sebagai berikut :

- membuat ketinggian permukaan minyak di reservoir dijaga dalam batas yang semestinya.
- mengganti saluran-saluran yang bocor dibagian isapnya.
- mengeraskan sambungan-sambungan yang bocor dan pengerasannya dilakukan hanya sampai kebocoran terhenti.
- setelah melakukan perbaikan dan pengisiaan ulang, sistem harus dijalankan kemudian dimatikan sedikitnya empat kali untuk membuat agar udara keluar dari saluran sistem.
- ketika pemesangan silinder terpisah maka pembuangan udara dimulai dari silinder baru tersebut.

3. Pencegahan panas lebih

Panas menyebabkan minyak hidrolik lebih encer dan menurunkan efektifitas sistem, maka diperlukan sistem pendingin minyak agar tetap pada suhu ruangan, dalam berbagai sistem, panas yang timbul cukup dipindahkan melalui saluran komponen yang dilewati dan reservoir untuk menjag suhu minyak tetap pada suhu ruangan, tetapi pada rangkaian-rangkaian tekanan tinggi atau kecepatan tinggi, pendinginan minyak diperlukan untuk menghilangkan panas ekstra , pada prinsipnya panas lebih dapat menimbulkan

a. penurunan viskositas minyak

b. rusaknya penyekat (seal)

c. terjadi endapan berbentuk ekstra melalui bagian-bagian kerja

d. menurunkan hasil guna system

Untuk membantu pencegahan panas lebih, minyak dijaga tetap pada batas sebenarnya, bebas terhadap lumpur, debu pada saluran, reservoir dan pendinginan, juga pengecekan dilakukan pada saluran-saluran yang disesuaikan pada batas yang tepat, kecepatan lebih dan beban lebih sebaiknya dihindari, ini dapat dilakukan tidak menahan katup control selama dalam posisi tenaga terlalu lama.