

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi dan Klasifikasi Pompa

Pompa adalah peralatan mekanis untuk mengubah energi mekanik dari mesin penggerak pompa menjadi energi tekan fluida yang dapat membantu memindahkan fluida ke tempat yang lebih tinggi elevasinya. Selain itu, pompa juga dapat digunakan untuk memindahkan fluida ke tempat dengan tekanan yang lebih tinggi atau memindahkan fluida ke tempat lain dengan jarak tertentu. Pompa dapat diklarifikasikan dalam dua macam, yaitu:

1. Pompa Perpindahan Positif (Positive Displacement Pump) Pada pompa perpindahan positif energi ditambahkan ke dalam fluida kerja secara periodik oleh suatu daya yang dikenakan pada satu atau lebih batas (boundary) sistem yang dapat bergerak. Pompa perpindahan positif dapat dibagi menjadi:
 - a. Pompa Torak (Reciprocating Pump)
 - b. Pompa Putar (Rotary Pump)
 - c. Pompa Diafragma (Diaphragm Pump)
2. Pompa Dinamik (Dynamic Pump)

Pada pompa dinamik proses penambahan energi ke dalam fluida kerja dilakukan secara kontinyu untuk menaikkan kecepatan fluida di sisi isap. Kemudian dilakukan penurunan kecepatan fluida dibagian sisi keluar pompa untuk mendapatkan energi tekan. Pompa dinamik dapat dibagi menjadi:

- a. Pompa Sentrifugal (Centrifugal Pump)
 - Pompa aliran radial (radial flow)
 - Pompa aliran aksial (axial flow)
 - Pompa aliran campuran (mixed flow)
- b. Pompa Jenis Khusus (Special Pump)
 - Jet Pump
 - Pompa Gas Lift (Gas Lift Pump)

- Pompa Hydraulic Ram (Hidram)

Penggunaan pompa untuk pemenuhan kebutuhan air memang sebuah solusi tepat dan telah terbukti sukses digunakan dari generasi ke generasi. Namun jika dicermati lebih mendalam, ternyata masih ada kendala yang dihadapi ketika dihadapkan pada kebutuhan energi sebagai sumber tenaga penggerak utama (*prime mover*) pompa. Pada umumnya, penggerak utama pompa yang digunakan adalah motor listrik yang memerlukan konsumsi energi listrik sebagai tenaga penggerak. Masalahnya, tidak semua daerah telah mendapatkan aliran listrik, masih banyak daerah yang belum dapat menikmati listrik dalam kesehariannya. Oleh karena itu, sebagai solusinya digunakanlah pompa yang tidak memerlukan listrik atau bahan bakar yaitu Pompa Hidram (Hidraulik Ram).

Pompa *hydraulic ram* ini sudah di buat oleh Okky Oktafian dkk, pada tahun 2011 di Politeknik Negeri Sriwijaya (Lit.2) adapun dimensi yang digunakan pada pembuatan pompa *hydraulic ram* tersebut sebagai berikut:

1. *Air vessel*, panjang 0.4 meter dengan diameter 1 ½ inch, bahan pipa PVC
2. *Drive pipe*, tinggi 1.75 meter *vertical* dengan diameter 1 ½ inch, bahan pipa PVC
3. *Delivery pipe*, tinggi 3.5 meter dengan diameter 0.5 inch bahan pipa PVC

Pompa *hydraulic ram* ini menggunakan satu buah *waste valve* bahan kuningan yang bejenis engsel dengan menggunakan pemberat, serta menggunakan satu buah *check valve* bahan kuningan.

Adapun hasil yang diperoleh dari pembuatan pompa *hydraulic ram* sebagai berikut:

1. Pada ketinggian angkat air satu (1) meter menghasilkan efisiensi pompa sebesar 3.9 % dengan air yang keluar dari *waste valve* sebanyak 3296 kg dan air yang mampu dinaikan sebanyak 242 kg.

2. Pada ketinggian angkat air 2 meter menghasilkan efisiensi sebesar 3.3% dengan air yang keluar dari *waste valve* sebanyak 7622 kg dan air yang mampu dinaikan sebanyak 226 kg
3. Pada ketinggian angkat air 3 meter menghasilkan efisiensi pompa sebesar 4% dengan air yang keluar dari *waste valve* sebanyak 9898 kg dan air yang mampu dinaikan sebanyak 238 kg.

2.2 Sejarah Pompa Hidram

Menurut Ismail Muhaimin (Lit. 1) Pompa hidram pertama kali dibuat oleh John Whitehurst seorang peneliti asal Inggris pada tahun 1772. Pompa hidram buatan Whitehurst masih berupa hidram manual, dimana katup limbah masih digerakkan secara manual. Pompa ini pertama kali digunakan untuk menaikkan air sampai ketinggian 4,9 meter (16 kaki). Pada tahun 1783, Whitehurst memasang pompa sejenis ini di Irlandia untuk keperluan air bersih sehari-hari.

Pompa hidram otomatis pertama kali dibuat oleh seorang ilmuwan Prancis bernama Joseph Michel Montgolfier pada tahun 1796. Desain pompa buatan Montgolfier sudah menggunakan 2 buah katup (*waste valve* dan *delivery valve*) yang bergerak secara bergantian. Pompa ini kemudian digunakan untuk menaikkan air untuk sebuah pabrik kertas di daerah Voiron. Satu tahun kemudian, Matus Boulton, memperoleh hak paten atas pompa tersebut di Inggris.

Pada tahun 1820, melalui Easton's Firma yang mengkhususkan usahanya di bidang air dan sistem drainase, Josiah Easton mengembangkan hidram hingga menjadi usaha ram terbaik dalam penyediaan air bersih untuk keperluan rumah tangga, peternakan dan masyarakat desa. Pada tahun 1929, usaha Eastons ini dibeli oleh Green and Carter, yang kemudian meneruskan manufaktur ram tersebut.

Di Benua Amerika, pompa tersebut sebagian besar digunakan di daerah pertanian dan peternakan. Periode berikutnya kepopuleran hidram mulai berkurang, seiring berkembangnya pompa elektrik.

Di kawasan Asia, pompa hidram mulai dioperasikan di Taj Mahal, Agra, India pada tahun 1900. Pompa Hidram yang di pasang di daerah tersebut adalah Black's hidram yang dibuat oleh John Black Ltd., sebuah perusahaan asal Inggris. Black's hidram digunakan untuk memompa air dengan debit 31,5 liter per detik. Selain di Agra Black's hidram juga dipasang di daerah Risalpur, Pakistan, pada tahun 1925. Ditempat itu, Black's hidram berhasil memompa air hingga ketinggian 18,3 m dengan debit mencapai 56,5 Liter/detik.

Pada akhir abad 20, penggunaan pompa hidram kembali digalakkan lagi, karena kebutuhan pembangunan teknologi di negara-negara berkembang, dan juga karena isu konservasi energi dalam mengembangkan perlindungan ozon. Contoh pengembang pompa hidram yang baik adalah AID Foundation di Filipina. Pompa hidram disana dikembangkan dan digunakan untuk desa-desa terpencil. Oleh sebab itu mereka meraih Penghargaan Ashden.

2.3 Definisi Pompa Hidram

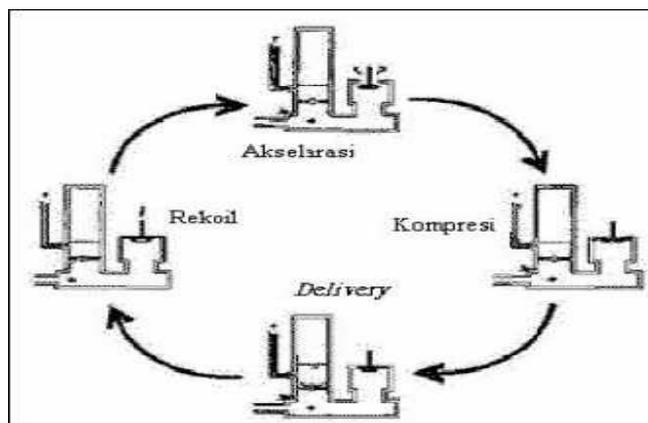
Pompa Hidram adalah suatu alat untuk mengalirkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi secara kontinyu dengan menggunakan energi potensial sumber air yang akan dialirkan sebagai daya penggerak, tanpa menggunakan sumber energi luar. Karena itu, pompa ram atau disebut juga sebagai pompa hidram atau motorless pump. Pompa hidram bekerja berdasarkan prinsip palu air. Ketika aliran fluida dihentikan secara tiba-tiba, maka perubahan momentum massa fluida tersebut akan meningkatkan tekanan secara tiba-tiba pula. Peningkatan tekanan ini digunakan untuk mengangkat sebagian fluida tersebut ke tempat yang lebih tinggi. Pada instalasi pompa, palu-air terjadi bila suatu aliran cair dalam pipa dengan tiba-tiba dihentikan misalnya dengan menutup katup dengan sangat cepat. Disini seolah-olah zat cair membentuk katup sehingga timbul tekanan yang melonjak dan diikuti fluktuasi tekanan di sepanjang pipa untuk beberapa saat.

Pompa hidram atau singkatan dari *hydraulic ram* berasal dari kata hidro = air (cairan), dan ram = hantaman, pukulan atau tekanan, sehingga terjemahan bebasnya menjadi tekanan air. Jadi pompa hidram adalah sebuah pompa yang energi atau tenaga penggerakannya berasal dari tekanan atau hantaman air yang masuk ke dalam pompa melalui pipa. Masuknya air yang berasal dari berbagai sumber air ke dalam pompa harus berjalan secara kontinyu atau terus menerus. Alat ini sederhana dan efektif digunakan pada kondisi yang sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan untuk operasinya. Dalam kerjanya alat ini, tekanan dinamik yang ditimbulkan memungkinkan air mengalir dari tinggi vertical (head) yang rendah ke tempat yang lebih tinggi. Penggunaan pompa ini tidak terbatas hanya pada penyediaan air untuk kebutuhan rumah tangga, tapi juga dapat digunakan untuk pertanian, peternakan, dan perikanan darat.

2.4 Prinsip Kerja Pompa Hidram

Mekanisme kerja pompa hidram adalah pelipat gandaan kekuatan pukulan sumber air yang merupakan *input* ke dalam tabung pompa hidram dan menghasilkan *output* air dengan volume tertentu sesuai dengan lokasi yang memerlukan. Dalam mekanisme ini terjadi proses perubahan energi kinetis berupa aliran air menjadi tekanan dinamis yang mengakibatkan timbulnya palu air, sehingga terjadi tekanan yang tinggi di dalam pipa. Dengan perlengkapan klep buang dan klep tekan yang terbuka dan tertutup secara bergantian, tekanan dinamik diteruskan ke dalam tabung udara yang berfungsi sebagai kompresor, yang mampu mengangkat air dalam pipa penghantar.

Cara kerja pompa hidram berdasarkan posisi klep buang dan variasi kecepatan fluida terhadap waktu, dapat dibagi menjadi 4 periode, seperti yang terlihat pada gambar 2.1.

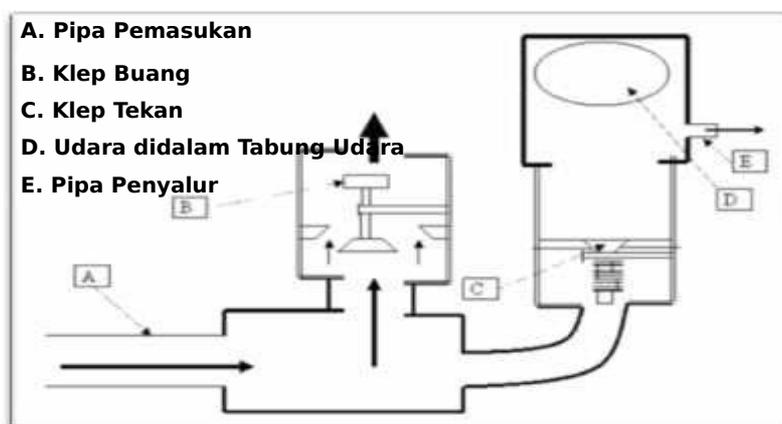


Gambar 2.1 Prinsip Kerja Pompa Hidram
Sumber: Lit.4, 2017

Gambar 2.1 menjelaskan tentang cara kerja pompa hidram yang terbagi ke dalam 4 tahap, diantaranya:

a. Akselerasi

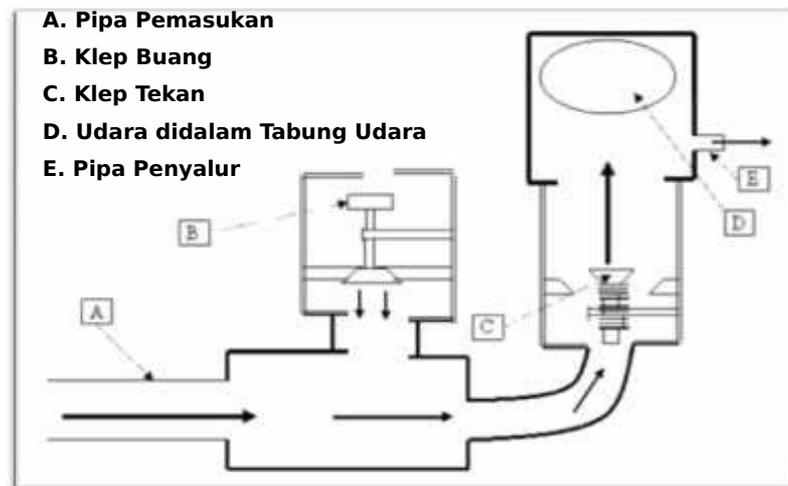
Pada tahap ini klep buang terbuka dan air mulai mengalir dari sumber air melalui pipa masuk, memenuhi badan hidram dan keluar melalui klep buang. Akibat pengaruh ketinggian sumber air, maka air yang mengalir tersebut mengalami percepatan sampai kecepatannya mencapai nol. Posisi klep tekan masih tertutup. Pada kondisi awal seperti ini, tidak ada tekanan dalam tabung udara dan belum ada air yang keluar melalui pipa penyalur. Gambar 2.2 berikut adalah skema pompa hidram pada tahap akselerasi.



Gambar 2.2 Skema Pompa Hidram Pada Tahap Akselerasi
Sumber: Lit.4, 2017

b. Kompresi

Saat kompresi, air memenuhi badan pompa. Klep buang terus menutup dan akhirnya tertutup penuh. Pada saat itu air bergerak sangat cepat dan tiba-tiba ke segala arah yang kemudian mengumpulkan energi gerak yang berubah menjadi energi tekan. Pada pompa hidram yang baik, proses menutupnya klep buang terjadi sangat cepat. Skema pompa hidram saat kompresi dapat dilihat pada gambar 2.3.



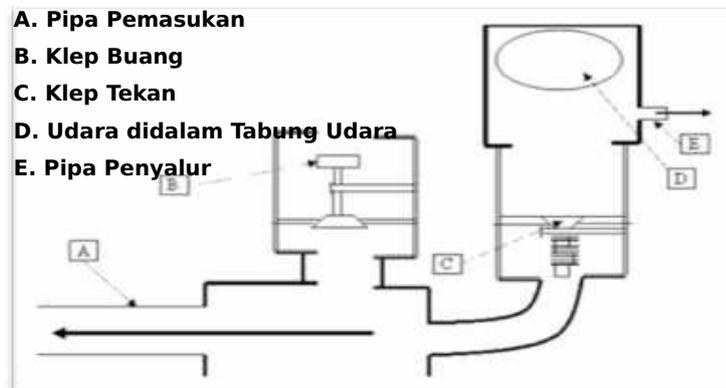
Gambar 2.3 Skema Pompa Hidram Pada Tahap Kompresi

Sumber: Lit.4, 2017

c. Penghantar

Pada tahapan yang ketiga ini, keadaan klep buang masih tetap tertutup. Penutupan klep yang secara tiba-tiba tersebut menciptakan tekanan yang sangat besar dan melebihi tekanan statis yang terjadi pada pipa masuk. Kemudian dengan cepat klep tekan terbuka sehingga sebagian air terpompa masuk ke tabung udara. Udara yang ada pada tabung udara mulai mengembang untuk menyeimbangkan tekanan dan

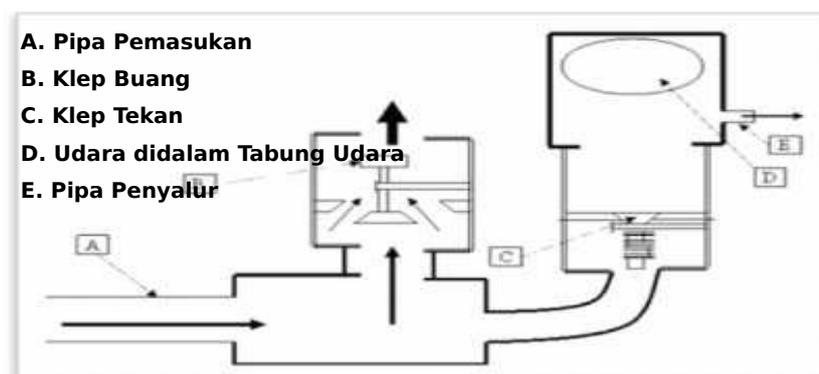
mendorong air keluar melalui pipa penyalur. Skema pada tahap ini dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Skema Pompa Hidram Pada Tahap Penghantar
Sumber: Lit.4, 2017

d. Rekoil

Klep tekan tertutup dan tekanan di dekat klep tekan masih lebih besar dari pada tekanan statis di pipa masuk, sehingga aliran berbalik arah dari badan hidram menuju sumber air. Rekoil menyebabkan terjadinya kevakuman pada hidram yang mengakibatkan sejumlah udara dari luar masuk ke pompa. Tekanan di sisi bawah klep buang berkurang, dan karena berat klep buang itu sendiri, maka klep buang kembali terbuka. Tekanan air pada pipa kembali ke tekanan statis sebelum siklus berikutnya terjadi.



Gambar 2.5 Skema Pompa Hidram Pada Tahap Recoil
Sumber: Lit.4, 2017

2.5 Manfaat Pompa Hidram

Manfaat pompa hidram yang paling signifikan adalah efisiensi biaya untuk membeli energi seperti listrik atau BBM. Dengan berfungsinya pompa hidram maka lahan-lahan yang dulunya tidak terjangkau irigasi dapat dipergunakan untuk budidaya tanaman. Dapat pula dipergunakan sebagai penyuplai air kebutuhan industri dan rumah tangga termasuk air minum dengan menggunakan filtrasi. Usaha perikanan dan peternakan juga akan sangat terbantu dengan adanya aliran air. Dengan sedikit modifikasi, aliran air dalam pompa hidram juga dapat berfungsi menggerakkan turbin generator.

Dalam tataran yang lebih makro, dengan semakin banyak pompa hidram dioperasikannya, dapat mengurangi resiko banjir. Kemudian dengan semakin meratanya penggunaan air, maka tanaman keras diperbukitan akan lebih mudah tumbuh, ini berarti konservasi lahan dan air tanah juga semakin terjaga, ditambah dengan manfaat berkurangnya tanah longsor dan erosi di perbukitan yang semakin rimbun tanaman keras.

2.6 Keuntungan Dan Kerugian Pompa Hidram

Kelebihan Pompa Hidram

- a. Hemat energi
- b. Bisa beroperasi tanpa bantuan energi listrik atau BBM
- c. Prinsip kerja secara non-stop, sehingga dapat dibuat atau direkayasa dengan mudah oleh semua orang
- d. Pemeliharaan sederhana sehingga tidak membutuhkan teknisi ahli
- e. Mampu bekerja secara non-stop tanpa diragukan adanya multifungsi serius pada komponen-komponennya.

Kekurangan Pompa Hidram

- a. Klep pembuangan membuka karena beban klep terlalu ringan, ini bisa terjadi jika debit air pada sungai meningkat sehingga debit air yang masuk ke hidram berkurang.

- b. Klep pembuangan menutup karena beban klep berlebihan, ini bisa terjadi jika debit air pada sungai menurun sehingga debit air yang masuk pada hidram menurun.
- c. Perawatan harus rutin.
- d. Masih tergantung pada alam yang berubah-ubah.

2.7 Dasar Dalam Pemilihan Bahan

Bahan yang merupakan syarat utama sebelum melakukan perhitungan komponen pada setiap perencanaan pada suatu mesin atau peralatan harus dipertimbangkan terlebih dahulu pemilihan mesin atau peralatan lainnya. Selain itu pemilihan bahan juga harus selalu sesuai dengan kemampuannya. Jenis-jenis bahan dan sifat-sifat bahan yang akan digunakan, misalnya tahan terhadap keausan, korosi dan sebagainya.

1. Bahan yang digunakan sesuai dengan fungsinya

Dalam pemilihan bahan, bentuk, fungsi dan syarat dari bagian mesin sangat perlu diperhatikan. Untuk perancangan harus mempunyai pengetahuan yang memadai tentang sifat mekanik, kimia, termal untuk mesin seperti baja besi cor, logam bukan besi (*non ferro*), dan sebagainya. Hal-hal tersebut berhubungan erat dengan sifat material yang mempengaruhi keamanan dan ketahanan alat yang direncanakan.

2. Bahan mudah didapat

Yang dimaksud bahan mudah didapat adalah bagaimana usaha agar bahan yang dipilih untuk membuat komponen yang direncanakan itu selain memenuhi syarat juga harus mudah didapat. Pada saat proses pembuatan alat terkadang mempunyai kendala pada saat menemukan bahan yang akan digunakan. Maka dari itu, bahan yang akan digunakan harus mudah ditemukan di pasaran maupun pedesaan agar tidak menghambat pada saat proses pembuatan.

3. Efisien dalam perencanaan dan pemakaian

Keuntungan-keuntungan yang diperoleh dari pemakaian suatu bahan hendaknya lebih banyak dari kerugiannya. Sedapat mungkin alat yang

dibuat sederhana, mudah dioperasikan, biaya perawatan dan perbaikan relatif rendah tetapi memberikan hasil yang memuaskan.

4. Pertimbangan khusus

Dalam pemilihan bahan ini ada hal yang tidak boleh diabaikan mengenai komponen-komponen yang menunjang pembuatan alat itu sendiri komponen-komponen penyusunan alat tersebut terdiri dari dua jenis. Yaitu komponen yang telah tersedia lebih menguntungkan untuk dibuat, maka lebih baik dibuat sendiri, apabila komponen tersebut sulit untuk dibuat tetapi didapat dipasaran sesuai dengan standar. Lebih baik dibeli supaya dapat menghemat waktu pengerjaan.

2.8 Persamaan-persamaan Aliran Air Dalam Pompa Hidram

Sesuai dengan prinsip kerjanya pompa hidram memanfaatkan penutupan tiba-tiba aliran air di dalam pipa untuk menghasilkan tekanan balik yang tinggi. Peningkatan yang terjadi akibat penutupan valve secara tiba-tiba dapat dirumuskan melalui persamaan joukowsky

$$\Delta H_p = \frac{V_2 - V_2''}{c} \sqrt{2g} \quad \dots\dots\dots(2.1, \text{Lit.2})$$

$(V_2 - V_2'')$ merupakan selisih antara kecepatan aliran sebelum katup menutup dengan kecepatan setelah katup menutup, dimana $V_2'' = 0$ m/s sehingga $(V_2 - V_2'') = V_2$

Dengan:

- ΔH_p = Kenaikan *head* tekanan (m)
- c = Kecepatan gelombang suara dalam air (m/det)
- V_2 = Kecepatan air dalam pipa sebelum katup menutup (m/det)
- V_2' = Kecepatan air dalam pipa setelah katup menutup (m/det)
- g = Percepatan gravitasi (9,81 m/det)

Dari persamaan Bernoulli dapat di cari tekanan air yang bekerja pada katup limbah, yaitu sebagai berikut:

$$P_v = \rho \alpha (H_s - H_L) \quad \dots\dots\dots(2.2, \text{Lit.3})$$

Keterangan:

- P_v = Tekanan pada katup (N/m^2)

- Pa = Massa jenis air (kg/m^3)
 Hs = Head terjunan air sumber (m)
 HL = Head Loss pada saluran penggerak (m)

Gaya yang mempercepat laju air dalam ditulis dengan persamaan Newton, sebagai berikut:

$$F = m \alpha \dots\dots\dots(2.3, \text{Lit.3})$$

Keterangan:

- F = Gaya percepatan air dalam pipa penggerak (N)
 m = Massa air yang di percepat (kg)
 a = Percepatan aliran air dalam pipa penggerak (m/det)

Persamaan Untuk Menghitung Efisiensi Pompa Hidram

Dalam menghitung pompa hidram menggunakan rumus D'aubuission, yaitu:

$$\eta_D = \frac{Q_1 H_1}{(Q_1 + Q_2) H_2} \times 100\% \dots\dots\dots(2.4, \text{Lit.1})$$

Keterangan:

- η_D = Efisiensi D'aubuission (%)
 Q_1 = Kapasitas pemompaan (1/menit)
 Q_2 = Kapasitas buang (1/menit)
 H_1 = Head pemompaan (m)
 H_2 = Head input (m)

Persamaan Yang Digunakan Untuk Menghitung Debit Air.

$$Q = \frac{V}{T} \dots\dots\dots(2.5, \text{Lit.4})$$

Keterangan:

- Q = Debit air yang ditampung (m^3 /detik)
 V = Volume air yang ditampung (m^3)
 t = Waktu (detik)

Persamaan Yang Digunakan Untuk Head Antar Pompa

$$P = \rho g h \dots\dots\dots(2.6, \text{Lit.3})$$

Keterangan:

P	= Tekanan (N/ m ²)
ρ	= Massa jenis air (1000 kg/ m ³)
g	= Percepatan gravitasi (9,81 m/det)
h	= Tinggi kolom air / <i>head</i> pemompaan (m)

Persamaan Aliran Air Dalam Pompa Hidram

Sesuai dengan prinsip kerjanya pompa hidram memanfaatkan penutupan tiba-tiba aliran air di dalam pipa untuk menghasilkan tekanan balik yang lebih tinggi. Peningkatan tekanan yang terjadi akibat penutupan *valve* secara tiba-tiba dapat ditentukan melalui persamaan Jukowsky yaitu:

$$\Delta H_p = \frac{c(V_2 - V_2')}{g} \dots\dots\dots(2.7, \text{Lit.1})$$

Keterangan:

ΔHp	= Kenaikan tekanan <i>head</i> (m)
c	= Kecepatan gelombang suara dalam air (340 m/det)
V ₂	= Kecepatan aliran air dalam pipa sebelum katup menutup (m/det)
V ₂ '	= Kecepatan aliran air dalam pipa sesudah katup menutup (m/det)
g	= Percepatan gravitasi (9,81 m/det ²)

Persamaan *Water Hammer* (Palu air)

Palu air seperti yang umumnya dikenal adalah hasil dari perubahan mendadak dalam kecepatan cair. Palu air biasanya terjadi ketika suatu sistem transfer dengan cepat dalam arah. Salah satu peristiwa ini dapat mengakibatkan kegagalan komponen sistem bencana. Tanpa pertanyaan, penyebab utama palu air dalam aplikasi proses adalah katup menutup cepat, baik manual atau otomatis. Sebuah penutupan katup di 1,5 detik atau kurang tergantung pada ukuran katup dan kondisi sistem, menyebabkan penghentian tiba-tiba aliran. Tekanan (gelombang akustik) diciptakan pada penutupan katub cepat bisa tinggi sebagai lima kali sistem kerja tekanan.

$$P = \frac{(0,070)V \cdot L}{t + P_1} \dots\dots\dots(2.8, \text{Lit.3})$$

Dengan:

P	= Kenaikan tekanan (N/m ²)
P ₁	= Tekanan inlet (N/m ²)
V	= Kecepatan aliran (m/detik)
t	= Waktu (detik)
L	= Panjang lintasan hulu di kaki (m)

Perencanaan perhitungan pompa hidram

Energi kinetic yang terjadi

$$E_k = \frac{1}{2} m v \dots\dots\dots(2.9, \text{Lit.3})$$

Dengan:

m	= Massa (kg)
v	= Kecepatan (m/s)

Kapasitas (debit air)

Kecepatan air yang keluar dari drum penyuplai dapat didapatkan menggunakan rumus:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \dots\dots\dots (2.10, \text{Lit.4})$$

Dengan:

v	= kecepatan (m/s)
g	= percepatan gravitasi (m/s ²)
h	= ketinggian permukaan air (m)

Mencari debit air masukan hidram dengan menggunakan rumus:

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots(2.11, \text{Lit.4})$$

Dengan:

Q	= Kapasitas air (liter/det)
A	= Luas penampang (m ²)
V	= Kecepatan (m/s)

Maka kita dapat menentukan kecepatan aliran pada hidram dengan persamaan kontinuitas persamaan yang menghubungkan kecepatan fluida dari satu tempat ke tempat yang lain.

$$Q_1 = Q_2 \dots\dots\dots(2.12, \text{Lit.4})$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

Head Losses Pompa Hidram

a. Head losses mayor

$$\Re = v_1 \cdot \frac{D_1}{\mu} \dots\dots\dots(2.13, \text{Lit.4})$$

$$HL \text{ mayor} = f \times \frac{L}{D_1} \times \frac{v_1^2}{2 \times g} \dots\dots\dots(2.14, \text{Lit 4})$$

b. Head losses minor

$$HL \text{ minor} = KI \times \frac{(v_1)^2}{2 \times g} \dots\dots\dots(2.15, \text{Lit 4})$$

Dengan:

HL mayor = kerugian tekanan akibat gesekan permukaan pipa (m)

HL minor = kerugian akibat fitting / klep (m)

HL = head loss (m)

f = faktor gesekan Darcy Weisbach

Re = bilangan reynolds

Vs = kecepatan aliran pada pipa pemasukan (m/s)

Ds = diameter pipa pemasukan (m)

μ = viskositas kinematik air pada (lampiran)

L = panjang pipa pemasukan (m)

KI = faktor kontraksi yang terdiri dari:

Elbows 4 buah = 4 x 1,5 = 6 (lampiran)

check valve, fully open 2 buah = 2 (lampiran)

tee, line flow threaded 4 buah = 4 x 0,9 = 3,6 (lampiran)

2.9 Perawatan dan Perbaikan

Maintenance yang dalam bahasa indonesia biasa disebut pemeliharaan/perawatan merupakan sebuah aktifitas yang bertujuan untuk memastikan suatu fasilitas secara fisik bisa secara terus menerus melakukan apa yang pengguna/pemakai inginkan. Untuk pengertian pemeliharaan lebih jelas adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk

menjaga suatu barang dalam, atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima. Perawatan (*Maintenance*) adalah hal yang sangat penting agar mesin selalu dalam kondisi yang baik dan siap pakai. Perawatan adalah fungsi yang memonitor dan memelihara fasilitas pabrik, peralatan, dan fasilitas kerja dengan merancang, mengatur, menangani, dan memeriksa pekerjaan untuk menjamin fungsi dari unit selama waktu operasi (*uptime*) dan meminimisasi selang waktu berhenti (*downtime*) yang diakibatkan oleh adanya kerusakan maupun perbaikan.

1. Jenis-jenis Perawatan

a. Perawatan Preventif (*Preventive Maintenance*)

Perawatan pencegahan atau *preventive maintenance* adalah usaha yang dilakukan secara teratur, terus-menerus, dan terarah untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan sampai diluar batas yang diijinkan atau diluar umur pemakaian . Adapun perawatan pencegahan mencakup:

- Pemeriksaan Periodik
- Perbaikan pompa selagi penyimpangan masih kecil
- Perawatan secara rutin yang dilakukan secara kontinyu

b. Perawatan Prediktif (*Predictive Maintenance*)

Predictive Maintenance adalah usaha-usaha yang dilakukan secara periodik dan terus menerus untuk memonitor kondisi peralatan atau penggerak yang dioperasikan.

c. Perawatan Korektif (*Corrective Maintenance*)

Corrective Maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan pada peralatan sehingga peralatan tidak dapat berfungsi dengan baik. Kegiatan perawatan korektif meliputi seluruh aktivitas mengembalikan sistem dari keadaan rusak menjadi beroperasi kembali. Perbaikan baru terjadi ketika mengalami kerusakan, walaupun terdapat beberapa perbaikan yang dapat diundur. Aktifitas *Corrective Maintenance* meliputi kegiatan Persiapan

(*Preparation Time*) berupa persiapan tenaga kerja untuk melakukan pekerjaan ini, adanya perjalanan, adanya alat dan peralatan test, dan lain-lain, kegiatan Perawatan (*Active Maintenance time*) berupa kegiatan rutin dalam pekerjaan perawatan dan kegiatan Perawatan (*Active Maintenance time*) berupa kegiatan rutin dalam pekerjaan perawatan. Tujuan dari Aktivitas yang telah dilakukan ialah perbaikan yaitu menunggu sampai kerusakan terjadi terlebih dahulu, kemudian baru diperbaiki agar fasilitas produksi maupun peralatan yang ada dapat dipergunakan kembali dalam proses produksi sehingga operasi dalam proses produksi dapat berjalan lancar dan kembali normal.

d. Penggantian yang direncanakan (*Planned Replacement*)

Dengan telah ditentukan waktu mengganti peralatan dengan peralatan yang baru, berarti tidak memerlukan waktu lama untuk melakukan perawatan, kecuali untuk melakukan perawatan dasar yang ringan seperti pembersihan. Ketika peralatan telah menurun kondisinya langsung diganti dengan yang baru.

e. *Breakdown Maintenance*

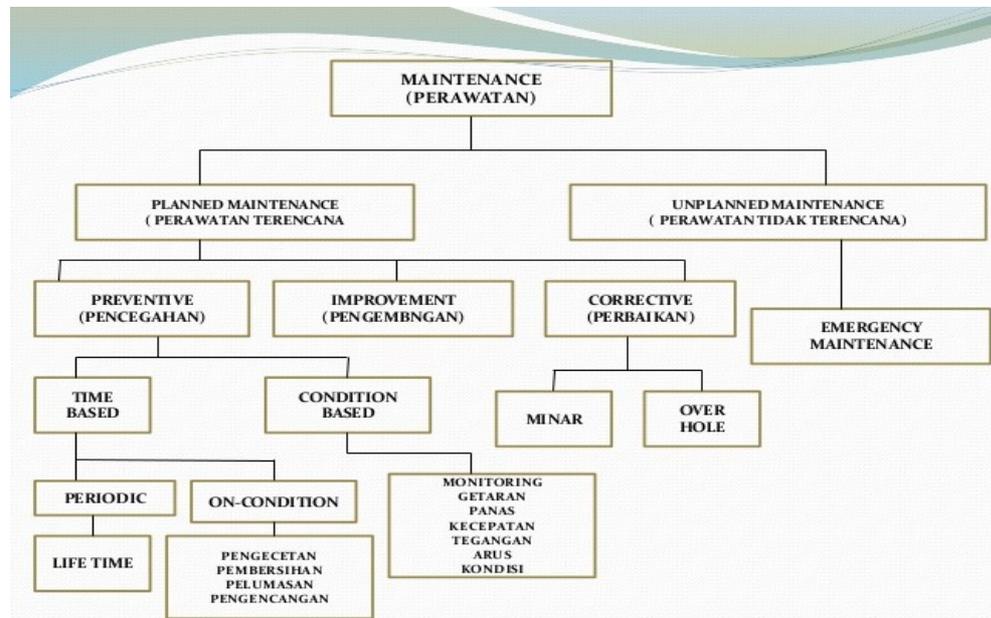
Perawatan kerusakan dapat diartikan sebagai kebijakan perawatan dengan cara mesin/peralatan dioperasikan hingga rusak, kemudian baru diperbaiki atau diganti. Kebijakan ini merupakan strategi yang kasar dan kurang baik karena dapat menimbulkan biaya tinggi, kehilangan kesempatan untuk mengambil keuntungan bagi perusahaan karena diakibatkan terhentinya mesin, keselamatan kerja tidak terjamin, kondisi mesin tidak diketahui, dan tidak ada perencanaan waktu, tenaga kerja, maupun biaya yang baik. Keuntungan dari kebijakan perawatan kerusakan:

- Murah dan tidak perlu melakukan perawatan.
- Cocok untuk mesin/peralatan yang murah dan sederhana, dan atau modular.

Adapun kerugiannya adalah:

- Kasar dan berbahaya.

- Menimbulkan kerugian besar bila ditetapkan pada mesin yang mahal, kompleks, dan dituntut tingkat keselamatan tinggi.
- Tidak bisa menyiapkan sumber daya manusia.



Gambar 2.6 Manajemen Perawatan
Sumber: Lit.7, 2014

2. Pemahaman Istilah Perawatan

Pelaksanaan perawatan industri, membutuhkan komunikasi yang jelas diantara konseptor dengan pelaksana perawatan. Terdapat beberapa istilah perawatan, yang seringkali kita dengar, dan perlu kiranya dipahami secara detail, antara lain:

1. *Inspection* (Inspeksi)

Inspeksi adalah aktivitas pengecekan untuk mengetahui keberadaan atau kondisi dari fasilitas produksi. Inspeksi biasanya berupa aktivitas yang membutuhkan panca indra dan analisis yang kuat dari setiap pelaksanaan, bahkan ada pula yang melakukannya dengan menggunakan alat bantu, sehingga kesimpulan yang dihasilkan dapat lebih mendekati kondisi nyata (akurat).

2. *Repair* (perbaikan)

Repair adalah aktivitas yang dilakukan untuk mengembalikan kondisi mesin yang mengalami gangguan tersebut, sehingga dapat beroperasi

seperti sebelum terjadi gangguan tersebut, dimana prosesnya hanya dilakukan untuk perbaikan yang sifatnya kecil. Biasanya *Repair* tidak terlalu banyak mengganggu kontinuitas proses produksi.

3. *Overhaul* (perbaikan menyeluruh)

Overhaul adalah aktivitas menyeluruh. Aktivitas ini memiliki makna yang sama dengan *Repair*, hanya saja ruang lingkupnya lebih besar. Perawatan ini dilakukan apabila kondisi mesin berada dalam keadaan rusak parah.

4. *Replacement* (penggantian)

Replacement adalah aktivitas penggantian mesin. Biasanya mesin memiliki kondisi yang lebih baik akan menggantikan mesin sebelumnya. *Replacement* membutuhkan investasi yang besar bagi perusahaan, sehingga alternatif ini biasanya menjadi pilihan terakhir setelah *repair* dan *overhaul*.