

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian pompa

Pompa adalah alat untuk memindahkan fluida dari tempat satu ketempat lainnya yang bekerja atas dasar mengkonversikan energi mekanik menjadi energi kinetik. Energi mekanik yang diberikan alat tersebut digunakan untuk meningkatkan kecepatan, tekanan atau elevasi (ketinggian).

Pada umumnya pompa digerakkan oleh motor, mesin atau sejenisnya. Banyak faktor yang menyebabkan jenis dan ukuran pompa serta bahan pembuatnya berbeda, antara lain jenis dan jumlah bahan cairan tinggi dan jarak pengangkutan serta tekanan yang diperlukan dan sebagainya.

Dalam suatu pabrik atau industri, selalu dijumpai keadaan dimana bahan-bahanyang diolah dipindahkan dari suatu tempat ketempat yang lain atau dari suatu tempat penyimpanan ketempat pengolahan maupun sebaliknya.

Pemindahan ini dapat juga dimaksudkan unuk membawa bahan yang akan diolah dari sumber dimana bahan itu diperoleh. Kita tahu bahwa cairan dari tempat yang lebih tinggi akan sendirinya mengalir ketempat yang lebih rendah, tetapi jika sebaliknya maka perlu dilakukan usaha untuk memindahkan atau menaikkan fluida, alat yang lazim digunakan adalah pompa.

Pemindahan fluida dengan menaikkan tekanan pada pompa adalah untuk mengatasi hambatan-hambatan yang terjadi, antara lain:

1. Hambatan Kecepatan

Hambatan ini terjadi karena aliran fluida didalam tabung atau pipa mempunyai kecepatan tertentu, maka pompa harus memberikan tekanan yang diinginkan.

2. Hambatan Gesekan

Hambatan ini terjadi pada gesekan sepanjang pipa-pipa yang dilaluinya.

2.2 Klasifikasi Pompa berdasarkan prinsip kerja

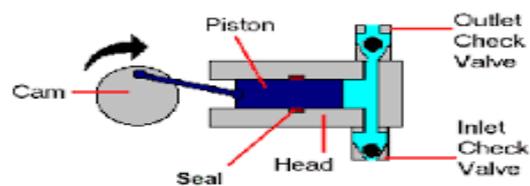
Dalam pemakaian sehari-hari, secara umum pompa dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Pompa desak (Positif Displacement pump)

Pompa jenis ini digunakan untuk suatu system pemompaan yang mempunyai head statis dan kapasitas yang dihasilkan oleh pompa ini tidak terus-menerus. Jadi, pompa ini memberikan hasil secara berkala. Jenis pompa ini antara lain:

a. Pompa torak (reciprocating)

Pompa ini bekerja berdasarkan gerakan bolak-balik dari torak.

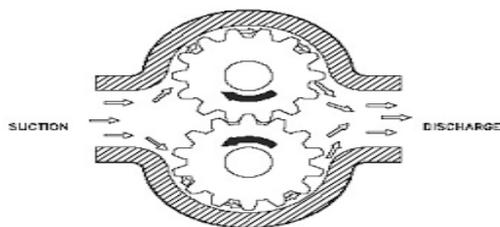


Gambag 2.1 Pompa Reciprocating

Sumber: <http://anatora-anatora.blogspot.com/2012/01/pompa-fluida.html>

b. Pompa Gear

Pompa ini terdiri dari sebuah rumah pompadengan sambungan isap dan sambungan kempa dan didalamnya berputar dua buah roda gigi.

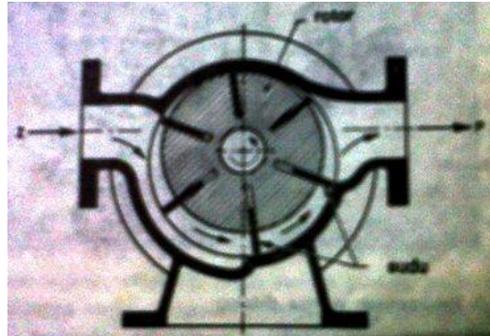


Gambar 2.2 Pompa rotary

Sumber: <http://artikel-teknologi.com/pompa-2-macam-macam-pompa/>

c. Pompa dinding

Pompa yang memiliki poros tunggal ini bekerja dengan sebuah rotor berbentuk silinder yang diberi aluran-aluran lurus pada kelilingnya.



Gambar 2.3 Pompa dinding

Sumber: dr.ing A Nouwen pompa jilid 1

2. Pompa Dinamik

Prinsip kerja dari pompa ini berdasarkan prinsip sentrifugal yang menggunakan momen putar untuk membaangkitkan momen rotasi. Ditinjau dari mekanika fluida fenomena yang berlangsung pada pompa ini berlaku aliran mampat (compressible), dimana densitas fluidanya besar dan konstan dan perbedaan tekanan yang dihasilkan biasanya cukup besar sehingga konstruksi-konstruksi peralatannya harus lebih kuat.

Pompa dinamik dibagi 2 jenis antara lain:

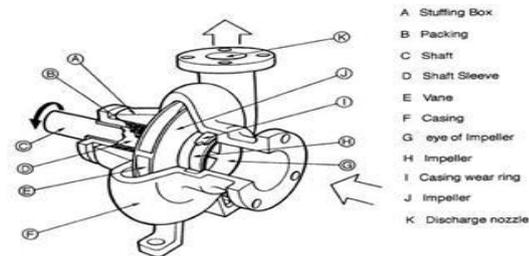
- 1) Pompa Sentrifugal
- 2) Pompa Aliran Aksial

Berikut macam-macam pompa dinamik :

a. Pompa Sentrifugal (*Centrifugal Pump*)

perpindahan fluida yang bersentuhan dengan impeler yang sedang berputar menimbulkan gaya sentrifugal menyebabkan fluida terlempar keluar. Kapasitas yang di hasilkan oleh pompa sentrifugal adalah

sebanding dengan putaran, sedangkan total head (tekanan) sebanding dengan kuadrat dari kecepatan putaran.



Gambar 2.4 Pompa Sentrifugal

Sumber: <https://abuafif.files.wordpress.com/2007/08/new-pump.jpg>

Jenis pompa ini dapat dikelompokkan berdasarkan :

(a). Kapasitas :

- Kapasitas rendah : $< 20 \text{ m}^3 / \text{jam}$
- Kapasitas menengah : $20 - 60 \text{ m}^3 / \text{jam}$
- Kapasitas tinggi : $> 60 \text{ m}^3 / \text{jam}$

(b). Tekanan *Discharge* :

- Tekanan Rendah : $< 5 \text{ Kg} / \text{cm}^2$
- Tekanan menengah : $5 - 50 \text{ Kg} / \text{cm}^2$
- Tekanan tinggi : $> 50 \text{ Kg} / \text{cm}^2$

(c). Jumlah / Susunan Impeller dan Tingkat :

- *Single stage* : Terdiri dari satu impeller dan satu casing
- *Multi stage* : Terdiri dari beberapa impeller yang tersusun seri dalam satu casing.
- *Multi Impeller* : Terdiri dari beberapa impeller yang tersusun paralel dalam satu casing.
- *Multi Impeller & Multi stage* : Kombinasi multi impeller dan *multi stage*.

(d). Posisi Poros :

- Poros tegak
- Poros mendatar

(e). Jumlah *Suction* :

- Single Suction
- Double Suction

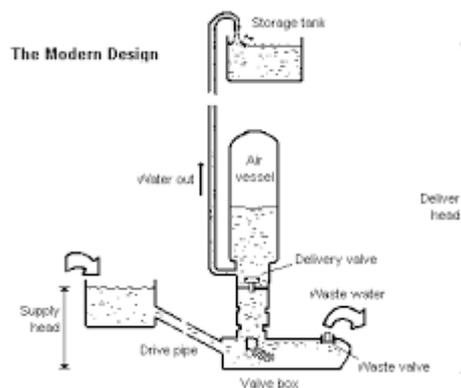
(f). Arah Aliran Keluar Impeller :

- *Radial flow*
- *Axial flow*
- *Mixed flow*

b. Air Lift Pumps (*Mammoth Pumps*)

Prinsip kerja pompa ini hampir sama dengan jet pump dan kapasitasnya sangat tergantung pada aksi dari campuran antara cairan dan gas (*two phase flow*).

c. *Hydraulic Rams Pump*,



Gambar 2.5 *Hydraulic Rams Pump*,

Sumber: http://lifewater.ca/images/tshydro_modern.gif

Pompa ini menggunakan energi kinetik dari aliran fluida yang menekan bandul/pegas pada suatu kolom dan energi tersebut disimpan dan kemudian melawan kembali sehingga terjadi aliran fluida secara terus menerus tanpa bantuan tenaga dari luar.

3. *Elevator Pump*

Sifat dari pompa ini mengangkat cairan ke tempat yang lebih tinggi dengan menggunakan roda timbah, archimedean screw dan peralatan sejenis. Ini dapat digunakan untuk zat cair yang mengandung slurry seperti pasir, lumpur dan lainnya.

4. *Electromagnetic Pumps*

Cara kerja pompa ini adalah tergantung dari kerja langsung sebuah medan magnet ferromagnetic yang dialirkan, oleh karena itu penggunaan dari pompa ini sangat terbatas khususnya pada pemompaan cairan metal.

2.3 Kerugian-kerugian pada Pompa

a) Kerugian akibat adanya kebocoran

Yang dimaksud kebocoran ini adalah kebocoran yang terjadi dalam pompa, bagian discharge, dan suction. Ada pula kebocoran diluar yaitu kebocoran zat cair yang melalui stuffing box.

b) Kerugian akibat adanya gesekan zat cair

Kerugian ini tergantung dari keadaan:

- Kecepatan aliran zat cair
- Permukaan dalam pipa yang sangat besar
- Terlalu banyak belokan pada pipa
- Viscositas zat cair terlalu berlebihan

c) Kerugian mekanis

Kerugian mekanis ini terjadi pada:

- *Clearence* terlalu kecil
- Kopling bergesek dengan udara
- Bearing dan packing
- Bagian shaft dan poros

2.4 Pemilihan penggerak mula pompa

Dalam merencanakan instalasi pompa, sering kali dipertanyakan apakah akan digunakan motor listrik atau motor torak sebagai penggerak mula. Untuk mana yang tepat bagi setiap kasus, harus dilihat kondisi kerja serta tempatnya, karena kedua jenis penggerak mula tersebut memiliki keuntungan dan kerugiannya masing-masing.

Berikut ini adalah perbandingan antara sifat motor listrik dan motor torak sebagai pertimbangan dalam pemilihan penggerak mula.

(1) Motor listrik

a) Keuntungan

- Jika tenaga listrik PLN atau sumber lain tersedia dengan tegangan yang sesuai di sekitar tempat tersebut, maka penggunaan motor listrik dapat memberikan ongkos yang lebih murah.
- Pengoperasianya lebih mudah
- Ringan dan hamper tidak menimbulkan getaran
- Pemeliharaan dan pengaturan lebih mudah

b) Kerugian

- Jika listrik padam pompa tidak bekerja sama sekali
- Jika pompa jarang dipakai, maka biaya operasinya lebih tinggi karena biaya beban tetap harus dibayar

- Jika pompa berada di tempat yang jauh dari jaringan listrik yang ada, maka biaya penyambungan tenaga listrik akan lebih mahal

(2) Motor torak

a) Keuntungan

- Operasi tidak tergantung pada tenaga listrik
- Biaya fasilitas tambahan dapat lebih rendah daripada motor listrik

b) Kerugian

- Motor torak lebih berat daripada motor listrik
- Memerlukan air pendingin yang jumlahnya cukup besar
- Getaran dan suara mesin cukup besar

2.5 pemasangan pompa

a. pemasangan ke ring

Pemasangan kering ialah pemasangan pompa tidak ditempatkan kedalam zat cair yang akan dipompakan. Pompa biasanya diletakan diatas permukaan zat cair atau di luar wadah penampungan zat cair.

b. pemasangan basah

Pemasangan basah ialah pemasangan pompa dimana pompa ditempatkan kedalam zat cair. Dalam pemasanganya ada dua tipe pertama pemasangan yang hanya pompanya saja didalam zat cair kedua pompa serta motornya berada didalam air.

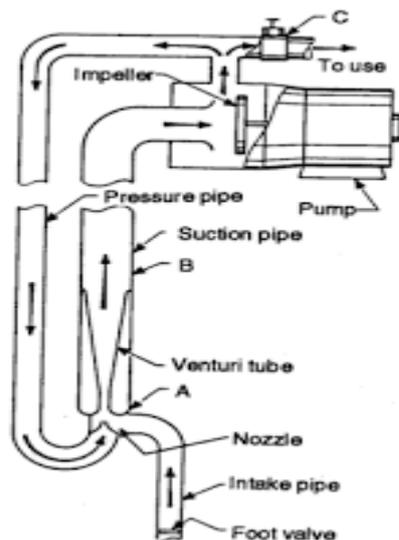
2.6 mengenal pompa jet “*Jet pump*”

Selama ini, masyarakat awam di negeri ini kebanyakan hanya mengenal beberapa jenis pompa yang biasanya digunakan sebagai penyedia pasokan air bagi kebutuhan rumah tangga atau jenis pompa yang acap kali digunakan sebagai pengisi angin ban kendaraan. Begitu banyak kegunaan yang ditawarkan oleh pompa. Jenis dari pompa pun semakin beragam sesuai dengan fungsinya. Berikut adalah berbagai pompa-pompa yang banyak beredar di pasaran dan berbagai aspek kehidupan di masyarakat berdasarkan pada prinsip dan cara kerjanya. Salah satu jenis Pompa yang paling sering dipakai untuk kehidupan masyarakat, yakni jenis jet pump. Jet pump sangat baik digunakan sebagai penyedia pasokan air yang sangat penting bagi kebutuhan harian rumah tangga. Jet pump sendiri dapat diklasifikasikan sebagai alat penyedot air yang sangat dalam yang ditunjang oleh motor listrik yang memiliki daya yang besar, baling-baling penyedot air, dan juga penyemprot air yang bertekanan tinggi. Sifat dari jet pump itu sendiri adalah pompa ini dapat mendorong atau mengangkat cairan dari tempat yang sangat dalam. Pompa ini memakai prinsip ejector, dimana dengan adanya perubahan tekanan dari nozzle yang disebabkan adanya aliran media yang dapat berupa cairan atau gas yang digunakan dalam mengangkat cairan ke atas.

2.7 cara kerja jet pump

jet pump merupakan pompa sentrifugal yang dipasang alat tambahan berupa *jet (ejector)*, fluida dialirkan melalui *nozzle* dimana arus mengecil karena perubahan penampang *nozzle*, difuser yang membesar secara perlahan ditempatkan didekat mulut *nozzle* dalam ruang isap, karena kecepatan arus yang meninggalkan mulut *nozzle* bertambah besar maka tekanan dalam arus akan turun, demikian pula di dalam ruang isap. Pada difuser kecepatan berkurang sehingga tekanan naik kira-kira mendekati tekanan atmosfer (apabila

fluida dibuang menuju atmosfer). Akibat kejadian tersebut maka tekanan dalam ruang isap juga menurun dibawah tekanan atmosfer, istilahnya terbentuk sedikit vakum yang menyebabkan zat cair dari bejana bawah tersedot naik kedalam ruang isap dan terjebak oleh arus fluida yang menyembrot dari mulut *nozzle*.



Gambar 2.6 Skema jet pump

Sumber: globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/5-484/fig4-8.gif

2.8 Pengaruh bentuk geometri nozzle terhadap kerja *jet pump*

Jet pump adalah pompa yang mempunyai prinsip kerja dimana sebagian debit pompa yang keluar dikembalikan ke saluran isap. Sebagian debit dari pompa sentrifugal akan dikembalikan ke *jet pump* yang nantinya akan digunakan sebagai *primary flow* untuk mendorong fluida pada *secondary flow* ke atas. *Nozzle* merupakan salah satu bagian utama yang perlu diperhatikan dan akan berpengaruh pada efisiensi *jet pump*. Fungsi *nozzle* secara umum adalah untuk meningkatkan kecepatan aliran fluida yang diikuti dengan penurunan tekanan. Efisiensi *jet pump* dipengaruhi oleh bentuk penampang *nozzle*. Dengan berbagai penampang; segitiga, segiempat, dan lingkaran diperoleh efisiensi *jet pump* maksimum pada bentuk penampang lingkaran. Efisiensi *jet pump* sangat dipengaruhi oleh berbagai kondisi dari

nozzle. Kecepatan aliran fluida yang meninggalkan *nozzle* semakin besar mengakibatkan terjadinya kevakuman pada ruang isap. Pada *jet pump*, ujung *nozzle* yang terjadi kevakuman dimanfaatkan untuk meningkatkan kemampuan menghisap air. Hal ini akan menyebabkan air akan tersedot naik pada ruang isap. Dengan menambah panjang *nozzle* akan mengurangi kerugian gesek yang nantinya dimanfaatkan untuk meningkatkan kemampuan menghisap air pada *jet pump*. Efisiensi *jet pump* maksimum pada penampang lingkaran, efisiensi *jet pump* juga dipengaruhi diameter kepala *nozzle* dan panjang *nozzle*. Jadi efisiensi *jet pump* sangat dipengaruhi oleh ukuran, dan geometri *nozzle* dari *jet pump*.

2.9 Cara kerja alat uji pengaruh panjang nozzle terhadap head dan debit *jet pump*

Peningkatan efisiensi *jet pump* terus dikembangkan untuk mendapatkan efisiensi *jet pump* yang lebih optimum, salah satunya melalui pengujian variasi panjang *nozzle* terhadap efisiensi *jet pump*. Pada alat uji ini penulis akan menghitung perbandingan head serta debit yang dihasilkan bila panjang *nozzle (ejector)* yang penulis gunakan bervariasi antara 25mm, 30mm, dan 35mm.

2.9.1 komponen-komponen alat uji Alat uji pengaruh panjang nozzle terhadap head dan debit *jet pump*

alat uji ini terdiri dari beberapa bagian yaitu:

Bagian utama

1. Pompa
2. Jet (*ejector*)
3. Nozzle *jet pump*

Bagian pendukung

1. pipa hisap (*suction*)
2. pipa buang (*discharge*)
3. katup bola (*ball valve*)
4. bak penampung
5. Manometer (*pressure gauge*)
6. Rotameter (*flowmeter*)

2.10 Perencanaan perhitungan dan rumus yang digunakan dalam pengujian**2.10.1 Rumus yang digunakan untuk menghitung debit pompa**

$$\text{Debit}(Q) = \frac{V}{t} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

Keterangan :

V = Volume air (m³)

t = waktu (detik)

2.10.2 Rumus yang digunakan untuk menghitung head tekan pompa

$$P = \rho \times g \times h \text{ (N/m}^2\text{)} \dots \dots \text{ (Lit 3. hal 30)}$$

$$h = \frac{P}{\rho \times g}$$

Keterangan :

h = head total pompa (m)

P = tekanan aliran keluar (N/m²)

$\rho \text{ air} = 1000 \text{ kg/m}^3$

$g = 9,8 \text{ m/s}^2$

$$h = P_{(Psi)} \times \frac{6894,75 \text{ N/m}^2}{1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2}$$

$$h = P_{(Psi)} \times 0,703$$

$$h = 60 \text{ Psi} \times 0,703 = 42,2 \text{ meter}$$

2.10.3 Rumus yang digunakan untuk menghitung efisiensi pompa

Efisiensi pompa dapat kita hitung dengan rumus berikut:

$$\eta_p = \frac{E_p}{E_l} \times 100 (\%)$$

Keterangan :

E_p = Energi potensial

E_l = Energi listrik

Energi potensial

$$E_p = m \times g \times h \dots \dots (\text{Lit.3. hal 49})$$

m disini ialah massa air, untuk menghitung massa air dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$m = \rho \times Q$$

Keterangan :

ρ = massa jenis air (1000kg/m³)

Q = debit air yang keluar/pembacaan flowmeter (m³/s)

Maka energi potensial dapat kita hitung dengan rumus sebagai berikut:

$$E_p = Q \times \rho \times g \times h \dots \dots (\text{Lit.3. hal 49})$$

Energi listrik

$$E_l = \text{Energi listrik} = V \times I$$

Keterangan :

V = tegangan listrik pada pompa (v)

I = arus listrik pompa (A)

Dari persamaan diatas didapat rumus menghitung efisiensi pompa dengan rumus berikut:

$$\eta_p = \frac{\rho \times Q \times g \times H}{V \times I} \times 100\%$$

Keterangan :

η_p = efisiensi pompa (%)

ρ = massa jenis air (1000kg/m³)

Q = debit air m³/s

g = percepatan gravitasi (m/s²)

H = head total pompa (m)

V = tegangan listrik (v)

I = arus listrik (A)

2.11. Rumus untuk menghitung Kemanan Kekuatan Roda Rangka alat

2.11.1 Menghitung Berat rangka

Volume rangka = luas penampang rangka \times panjang total rangka

Berat rangka = volume rangka \times masa jenis rangka

2.11.1 Menghitung Berat air dalam penampung

Volume drum air(tabung) = $\pi \times r^2 \times t$

Berat air = $\pi \times r^2 \times t \times \rho$ air

2.11.1 Menghitung total alat

Berat total alat = berat rangka + berat air + berat pompa

(Berat pompa dari spesifikasi)

2.12 Manfaat Alat uji pengaruh panjang nozzle terhadap head dan debit *jet pump*

Manfaat dari alat uji ini untuk mengetahui pengaruh dari perubahan panjang *nozzle jet pump*. Penambahan panjang *nozzle* akan mengurangi kerugian gesek yang nantinya dimanfaatkan untuk meningkatkan kemampuan menghisap air pada *jet pump*. Efisiensi *jet pump* maksimum pada penampang lingkaran, efisiensi *jet pump* juga dipengaruhi diameter kepala *nozzle* dan panjang *nozzle*. Jadi efisiensi *jet pump* sangat dipengaruhi oleh ukuran, dan geometri *nozzle* dari *jet pump*. Peningkatan efisiensi *jet pump* terus dikembangkan untuk mendapatkan efisiensi *jet pump* yang lebih optimum, salah satunya melalui pengujian variasi panjang *nozzle* terhadap efisiensi *jet pump*.