

## **BAB II**

### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **2.1 Pompa**

##### **2.1.1 pengertian pompa air**

Pompa air merupakan suatu alat mekanis yang mengubah energi mekanik suatu mesin yang menggerakkan pompa menjadi energi tekanan fluida yang dapat membantu mengangkat cairan lebih tinggi. Selain itu, pompa juga dapat digunakan untuk memindahkan zat cair ke lokasi yang bertekanan tinggi atau memindahkan zat cair ke lokasi lain dengan jarak tertentu. (Kalsim, 2003).

Pompa air merupakan suatu mesin cair yang termasuk dalam kelompok mesin kerja. Pompa mengubah energi mekanik (kerja rotasi poros) menjadi energi dan tekanan fluida. (Wahyudi, 2007).

Pompa air adalah suatu jenis mesin yang menggerakkan zat (cairan) yang mengalir, termasuk air, melalui pipa dari suatu tempat ke tempat lain, memberikan energi mekanik kepada pompa, yang kemudian diubah menjadi energi mekanik. Data teknis pompa menunjukkan jumlah cairan yang mengalir per satuan waktu dan tinggi energi angkat. Dalam fungsi ini, pompa mengubah energi kinetik poros menjadi energi kinetik dan tekanan cairan untuk menggerakkan baling-baling. (Munir, 2003).

##### **2.1.2 Jenis Jenis Pompa**

Pompa memiliki banyak jenisnya menurut Kalsim (2003), prinsip perubahan bentuk energi yang terjadi, pompa dibedakan menjadi, yaitu sebagai berikut:

1. *Positive displacement pump*

1. Ini juga disebut pompa positif. Energi mekanik yang dihasilkan oleh putaran poros pompa diubah menjadi energi tekanan untuk memompa cairan. Pompa jenis ini memberikan daya angkat yang tinggi, namun daya yang dihasilkan rendah.

Pompa jenis ini meliputi:

1. Pompa *rotary*

Alih-alih mengarahkan cairan melalui pompa sentrifugal, pompa putar menangkap cairan dan memaksanya melalui selubung pompa yang tertutup rapat. Hampir sama dengan pompa reciprocating, namun berbeda dengan pompa reciprocating, pompa rotari mengeluarkan cairan secara merata. Berbagai jenis pompa putar misalnya.

- a. Pompa roda gigi luar

Pompa ini merupakan jenis pompa rotari yang paling sederhana. Apabila gerigi roda gigi berpisah pada sisi hisap, cairan akan mengisi ruangan yang ada diantara gerigi tersebut. Kemudian cairan ini akan dibawa berkeliling dan ditekan keluar.

- b. Pompa roda gigi dalam

Jenis ini mempunyai rotor yang mempunyai gerigi dalam yang berpasangan dengan roda gigi kecil dengan penggigian luar yang bebas (*idler*). Sebuah sekat yang berbentuk bulan sabit dapat digunakan untuk mencegah cairan kembali ke sisi hisap pompa.

- c. Pompa cuping (*lobe pump*)

Pompa cuping ini mirip dengan pompa jenis roda gigi dalam hal aksinya dan mempunyai 2 rotor atau lebih dengan 2,3,4 cuping atau lebih pada masing-masing rotor. Putaran rotor tadi diserempakkan oleh roda gigi luarnya.

d. Pompa sekrup (*screw pump*)

Pompa ini mempunyai 1,2 atau 3 sekrup yang berputar di dalam rumah pompa yang diam. Pompa sekrup tunggal mempunyai rotor spiral yang berputar di dalam sebuah stator atau lapisan heliks dalam (*internal helix stator*). Pompa 2 sekrup atau 3 sekrup masing-masing mempunyai satu atau dua sekrup bebas (*idler*).

e. Pompa baling geser (*vane Pump*)

Pompa ini menggunakan baling-baling yang dipertahankan tetap menekan lubang rumah pompa oleh gaya sentrifugal bila rotor diputar. Cairan yang terjebak diantara 2 baling dibawa berputar dan dipaksa keluar dari sisi buang pompa.

f. Pompa Torak (*Piston*)

Pompa torak mengeluarkan cairan dalam jumlah yang terbatas selama pergerakan piston sepanjang langkahnya. Volume cairan yang dipindahkan selama 1 langkah piston akan sama dengan perkalian luas piston dengan panjang langkah. macam-macam pompa torak, meliputi pompa torak kerja tunggal, pompa torak kerja ganda, dan pompa torak silinder ganda.

g. *Dynamic Pump / Sentrifugal Pump*

*Dynamic Pump* merupakan suatu pompa yang memiliki elemen utama sebuah motor dengan sudu impeler berputar dengan kecepatan tinggi. Fluida masuk dipercepat oleh impeler yang menaikkan kecepatan fluida maupun tekanannya dan melemparkan keluar volut. Prosesnya yaitu antara sudu *impeller* dan fluida Energi mekanis alat penggerak diubah menjadi energi kinetik fluida dan pada *Volut* Fluida diarahkan kepipa tekan (buang), sebagian energi kinetik fluida diubah menjadi energi tekan. Yang tergolong jenis pompa ini adalah:

a. Pompa radial

Fluida diisap pompa melalui sisi isap adalah akibat berputarnya impeler yang menghasilkan tekanan vakum pada sisi isap. Selanjutnya fluida yang telah terisap terlempar keluar impeler akibat gaya sentrifugal yang dimiliki oleh fluida itu sendiri. Dan selanjutnya ditampung oleh casing (rumah pompa) sebelum dibuang kesisi buang. Dalam hal ini ditinjau dari perubahan energi yang terjadi, yaitu : energi mekanis poros pompa diteruskan kesudu-sudu impeler, kemudian sudu tersebut memberikan gaya kinetik pada fluida.

Akibat gaya sentrifugal yang besar, fluida terlempar keluar mengisi rumah pompa dan didalam rumah pompa inilah energi kinetik fluida sebagian besar diubah menjadi energi tekan. Arah fluida masuk kedalam pompa sentrifugal dalam arah aksial dan keluar pompa dalam arah radial. Pompa sentrifugal biasanya diproduksi untuk memenuhi kebutuhan head medium sampai tinggi dengan kapasitas aliran yang

medium. Dalam aplikasinya pompa sentrifugal banyak digunakan untuk kebutuhan proses pengisian ketel dan pompapompa rumah tangga.

b. Pompa Aksial (*Propeller*)

Berputarnya impeler akan menghisap fluida yang dipompa dan menekannya kesisi tekan dalam arah aksial karena tolakan impeler. Pompa aksial biasanya diproduksi untuk memenuhi kebutuhan head rendah dengan kapasitas aliran yang besar. Dalam aplikasinya pompa aksial banyak digunakan untuk keperluan pengairan.

c. Pompa *Mixed Flow* (Aliran campur)

*Head* yang dihasilkan pada pompa jenis ini sebagian adalah disebabkan oleh gaya sentrifugal dan sebagian lagi oleh tolakan impeler. Aliran buangnya sebagian radial dan sebagian lagi aksial, inilah sebabnya jenis pompa ini disebut pompa aliran campur.

## 2.2 Head pompa

Head pompa adalah kapasitas tekanan maksimum pada titik kerja pompa yang memungkinkan pompa memindahkan air dari satu tempat ke tempat lain. Parameter yang diperlukan untuk menentukan head diantaranya head total pompa, friction loss pompa, dan sambungan bersudut. Dengan demikian, detail setiap bagian dapat dihitung:

## 1. Head total pompa

Tekanan statis fluida  $p$  (kg/ms<sup>2</sup>), kecepatan  $V$  (m/s) dan ketinggian  $z$  (m) diukur dari bidang referensi. Fluida tersebut memiliki head total  $H$  (dalam m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>) yang dinyatakan sebagai berikut :

$$H = p + \frac{v^2}{\rho^2} + g \quad (2.1)$$

Dimana:

$g$  = Percepatan gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

$p$  = Massa zat cair per satuan volume (kg/m<sup>3</sup>)

### 1. Friction loss pipa ( $H_f$ pipe)

Dalam aliran melalui pipa kerugian juga akan terjadi jika ukuran dari pipa, bentuk dari penampang, atau arah aliran berubah. Kerugian yang seperti ini dapat secara umum dinyatakan dengan rumus:

$$h_f = f = \frac{v^2}{2} \quad (2.2)$$

Dimana:

$h_f$  = lose head (m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>)

$f$  = Koefisien kerugian  $v$  = Kecepatan

rata-rata dalam pipa (m/s)  $g =$

Percepatan gravitasi (9.81 m/s<sup>2</sup>)

## 2. Sambungan bersudut

Hambatan yang terjadi karena adanya belokan pada pipa biasanya terjadi pada sudut 45° - 90°. Nilai koefisien bergantung pada jenis elbow dan juga sudut belokan yang terjadi

## 3. Suction head (H<sub>s</sub>)

Suction head adalah pengangkat hisap pompa dari permukaan air ke titik tertinggi pipa hisap. Ketinggian hisap pompa ditentukan berdasarkan daya hisap maksimum pompa, yaitu  $H$ . berdasarkan tinggi hisap, mengingat tidak terjadi kavitasi pada pompa.

## 2.3 Debit aliran air sungai

Sungai merupakan tempat air mengalir dari hulu ke hilir karena perbedaan permukaan dan ketinggian menyebabkan air mengalir, di saat musim hujan debit dan volume air pada sungai akan sangat melimpah dan apabila terjadi sumbatan pada saluran air bisa berakibat debit air yang deras volume air yang akan melebihi kapasitas dari

saluran air tersebut, sedangkan di musim kemarau aliran air akan stabil berada di ketinggian volume normal.

### 2.3.1 Volume

Volume adalah jumlah air atau benda cair yang dapat mengisi suatu cawan. Misalnya seperti gelas atau jika ukuran besar adalah bendungan, sungai, dan mangkuk alam lainnya. Sedangkan waktu tentu saja merupakan perhitungan dari berjalannya hari yang diukur dengan detik, menit, juga jam.

### 2.3.2 Debit

Debit air adalah kecepatan aliran zat cair melewati jarak penampang per satuan waktu. Debit air menggunakan satuan volume per waktu atau ml/detik, liter/detik, m<sup>3</sup>/detik, liter/jam, m<sup>3</sup>/jam, dan berbagai satuan lainnya. Satuan debit sering digunakan dalam pengawasan daya tampung (kapasitas) air di sungai atau bendungan supaya air yang ada dapat dikontrol.

Debit air dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$D = V / t \quad (2.3)$$

Dimana:

D = Debit

V = Volume

t = waktu



### 2.3.3 Debit Air Sungai

Debit air sungai merupakan kecepatan aliran fluida melewati jarak penampang dengan rentang waktu detik dengan satuan  $m^3/s$  atau meter kubik per detik, dengan rumus sebagai berikut:

#### A. Debit air

$$V \times A \quad (2.4)$$

Dimana:

V = kecepatan aliran

A = luas penampang

#### B. Kecepatan aliran

$$V = \frac{x}{T} \quad (2.5)$$

Dimana:

x = jarak

T = waktu

### C. Luas penampang

$$A = l \times d \quad (2.6)$$

Dimana:

l = lebar

d = kedalaman

## 2.4 Energi

Energi adalah konsep yang sangat abstrak. Energi tidak memiliki massa, tidak dapat diamati atau diukur secara langsung. Namun, kita bisa merasakan perubahannya. Energi dapat menyebabkan perubahan pada benda atau lingkungan. Konversi energi yang relevan dapat terjadi dengan cara yang berbeda.

Matahari sebagai sumber energi utama menawarkan banyak keuntungan dalam berbagai konversi energi. Matahari menghasilkan pancaran energi yang dapat diubah menjadi berbagai bentuk energi yang tentunya sangat berguna bagi kehidupan pada proses ini memerlukan bantuan dari alat solar panel untuk mengubah energi panas matahari menjadi energi listrik. Makanan yang kita makan adalah sumber energi kimiawi yang berubah dalam proses tertentu untuk memungkinkan kita bekerja.

Sebagian energi diubah menjadi energi panas dan dilepaskan ke udara. Energi dapat dalam berbagai bentuk seperti energi panas, energi cahaya, energi listrik, energi kinetik, energi kimia, energi potensial, energi nuklir, dll. Ada dua bentuk energi dalam mekanika, yaitu energi kinetik dan energi potensial.

#### **2.4.1 Energi Kinetik**

Setiap benda yang bergerak memiliki energi. Sejumlah kendaraan yang melaju dengan kecepatan tertentu di jalan raya juga memiliki energi kinetik. Suatu benda yang bergerak memiliki kemampuan untuk melakukan usaha, oleh karena itu dapat dikatakan memiliki energi. Energi pada benda yang bergerak disebut energi kinetik.

Kata kinetik berasal dari bahasa Yunani *kinos*, yang berarti “gerakan”. Ketika sebuah benda bergerak, ia memiliki kecepatan. Jadi, kita dapat menyimpulkan bahwa energi kinetik adalah energi yang dimiliki suatu benda karena gerakan atau kecepatannya. Agar sebuah benda dipercepat secara teratur untuk bergerak dengan kecepatan  $v$ , itu harus diberikan gaya total konstan dan arah di mana benda bergerak sejauh  $s$ . Oleh karena itu, usaha yang dilakukan pada benda di  $W = F \cdot s$ , di mana  $F = m \cdot a$ .

Prinsip kerja-energi berlaku jika  $W$  adalah kerja total yang dilakukan oleh setiap gaya yang bekerja pada benda. Jika usaha positif ( $W$ ) bekerja pada sebuah

benda, maka energi kinetiknya bertambah sesuai dengan besarnya usaha positif ( $W$ ). Jika usaha ( $W$ ) yang dilakukan pada benda negatif, maka energi kinetik benda berkurang  $W$ . Dapat dikatakan bahwa gaya total yang bekerja pada benda berlawanan dengan benda, gerak, gaya total mengurangi kecepatan, dan energi kinetik benda.

Rumus energi kinetik:

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad (2.7)$$

Keterangan:

$E_k$  = Energi kinetik (joule)

$m$  = Massa (kg)

$v$  = Kecepatan (m/s)

Sedangkan, hubungan antara usaha ( $W$ ) dan energi kinetik dapat diturunkan dari persamaan berikut:

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \text{ maka, rumus yang dapat dituliskan adalah } W = \Delta E$$

## 2.4.2 Energi Potensial

Potensi memiliki akar kata “potential” yang dapat diartikan sebagai kapasitas yang tersimpan. Secara umum, energi potensial didefinisikan sebagai energi yang tersimpan dalam suatu benda atau dalam kondisi tertentu. Energi potensial, karena terus disimpan, hanya berguna bila diubah menjadi energi lain. Misalnya pada air terjun, energi potensial diubah menjadi energi kinetik untuk menggerakkan turbin, yang kemudian digunakan untuk menghasilkan energi listrik. Dalam pengertian yang lebih sempit yaitu dalam mekanika, energi potensial adalah energi yang dimiliki suatu benda karena kedudukannya atau keadaannya.

Penghitungan energi potensial ini adalah dengan cara:

$$EP = m \cdot g \cdot h \quad (2.8)$$

Dimana :

$E_p$  = Energi Potensial (J)

$m$  = Massa benda (kg)

$g$  = Percepatan gravitasi( $m/s^2$ )

$h$  = Tinggi benda (m)

## 2.5 Gear

Gear adalah roda gigi yang bekerja pada suatu mesin dan tugasnya adalah mentransmisikan daya. Roda gigi adalah bagian dari mesin yang memiliki bentuk gigi bergerigi dan dapat berputar. Biasanya terhubung ke gigi lain untuk mengirimkan torsi, sebuah transmisi terdiri dari dua atau lebih roda gigi yang bekerja sama untuk berputar menghasilkan tenaga mekanik dan mengirimkan torsi.

Gearbox mengubah kecepatan poros yang berputar, menambah atau mengurangi torsi, mengubah arah putaran dan juga dapat mengubah gerak putar menjadi gerak translasi, torsi pada sumbu rotasi sesuai dengan nilai terkait roda gigi, pengurangan gigi sering digunakan pada motor atau mesin yang memiliki kecepatan terlalu tinggi tetapi torsinya rendah, sehingga membutuhkan roda gigi untuk mengimbangnya. Dengan menggunakan gigi reduksi, kecepatan dapat dikurangi sesuai dengan nilai rasio roda gigi dan pada saat yang sama torsi pada poros output dari gearbox dapat ditingkatkan. Rasio jumlah gigi merupakan faktor yang mengurangi kecepatan sekaligus faktor yang meningkatkan torsi keluaran.

## 2.6 Hubungan Torsi dan Kecepatan

Pada spesifikasi engine kendaraan, tertulis daya dalam satuan horsepower atau kilowatt pada putaran engine tertentu, dan momen puntir atau torsi dengan satuan kgm atau lbf-ft pada putaran engine tertentu. Apakah hubungan antara daya dengan torsi dan dengan putaran engine. Pada motor pembakaran dalam (internal combustion engine), gas

hasil pembakaran akan menekan piston yang terhubung dengan poros engkol (cranksaft) dengan setang piston (connecting rod). Gaya tekan gas tersebut menghasilkan torsi pada poros engkol dan membuat poros engkol berputar.

Daya adalah torsi dikalikan putaran (kecepatan sudut):

$$P = \tau \times \omega \quad (2.10)$$

Dimana :

$P$  = Daya (watt)

$\tau$  = Torsi (Nm)

$\omega$  = kecepatan sudut (rad/s)

Rumus untuk satuan lain adalah:

Dimana  $P = \tau \times \omega \times 2\pi / 60.000$

Pada internal combustion engine, torsi maximum tidak diperoleh pada putaran yang persis sama dimana diperoleh daya maximum. Pada kendaraan yang digunakan untuk menarik beban berat seperti truk, maka daya maximum yang dihasilkan *engine* berada pada RPM rendah sehingga torsi maximum juga pada RPM rendah. Pada kendaraan yang digunakan untuk kecepatan tinggi dengan beban ringan seperti sedan dan sepeda motor, maka daya maximum yang dihasilkan *engine* berada pada RPM tinggi, sehingga torsi maximum juga pada RPM yang tinggi.