

LAPORAN PROYEK AKHIR

RANCANG BANGUN DAN UJI UNJUK KERJA

POMPA GEAR PADA SUHU FLUIDA 70 °C

*(Redesign and Performance Test for Gear Pump at 70 Degrees
Celsius of Fluids Temperature)*



**Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam
Menyelesaikan Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh :

HARY KURNIANTO

LOE 004 433

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2008

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul “RANCANG BANGUN DAN UJI UNJUK KERJA POMPA GEAR PADA SUHU FLUIDA 70 °C” (*Redesign and Performance Test for Gear Pump at 70 Degrees Celcius of Fluids Temperature*) ini telah diperiksa, disetujui, dan disahkan pada :

Hari : Kabu
Tanggal : 21 Mei 2008

Semarang, Mei 2008

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I



Seno Darmanto, ST. MT

NIP. 132 205 844

Dosen Pembimbing II



Bambang Setyoko, ST.

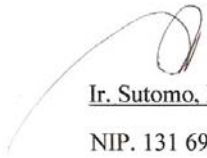
NIP. 132 205 674

Menyetujui

Ketua PSD III Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas Diponegoro



Ir. Sutomo, M.Si

NIP. 131 698 935

Rancang Bangun dan Uji Unjuk Kerja Pompa Gear pada Suhu Fluida 70 °C

Abstrak

Tujuan pelaksanaan tugas akhir ini adalah mengetahui karakteristik dan fenomena proses transfer fluida serta mencari kondisi operasi yang optimum dari Gear Pump. Bahan kerja adalah oli bekas dengan viskositas 77,905 cP dipanaskan hingga suhu 70 °C menggunakan heater dan suhunya dijaga oleh thermostat. Setelah itu katup dijaga pada bukaan (stroke) 90 derajat dan putaran pompa diatur menggunakan inverter pada frekuensi 32 Hz dinaikkan hingga 50 Hz dengan selang 3 Hz. Variabel dalam percobaan ini adalah frekuensi motor listrik (analog putaran pompa) dan bukaan katup. Putaran (motor listrik dan pompa), debit (input dan output), tekanan (input dan output), serta suhu (input dan output) dianalisa tiap tiga menit. Hasil percobaan yang diperoleh adalah : 1) Head sistem pompa tertinggi dicapai pada bukaan katup 45, frekuensi 50 Hz yaitu 21,83 m. 2) Efisiensi Volumetris cenderung tertinggi pada bukaan katup 90, frekuensi 32 Hz sebesar 61,05 % sedang 3) Efisiensi Mekanis cenderung tertinggi pada bukaan katup 90, frekuensi 50 Hz sebesar 32,07 %. Semakin tinggi frekuensi maka putaran, debit dan tekanan dalam berbagai bukaan katup semakin meningkat serta alirannya bersifat laminar.

Kata kunci : Gear pump, frekuensi, stroke, head, efisiensi

Redesign and Performance Test for Gear Pump at 70 Degrees Celcius of Fluids Temperature

Abstract

The purpose of this research is cognizant of characteristic, transfer of fluid, and performance by operated Gear Pump. Material worked is ex lubricant which 77,905 cP viscosity then heated from atmospheric to 70 °C by used heater and temperature of lubricant is guarded on 70 °C by used thermostat. Valve are opened on 90 stroke and frequency inverter operated on 32 Hz up to 50 Hz take a rest 3 Hz. Variable for this research are frequency motor and stroke of valve. Circling (electric motor and pump), capacity (input and output), pressure (input and output), temperature (input and output) are analyzed every three minutes. The results for this research were: 1) Head optimum of pump system was 21,83 m height at 45 stroked valve and 50 Hz frequency. 2) Relative Volumetric Performance was taken a 61,05 % great at 90 stroked valve and 32 Hz frequency. 3) Relative Mechanic Performance was taken a 32,07 % great at 90 stroked valve and 50 Hz frequency. This research has been conclusion that circling, capacity, and pressure of each valve stroked as greater as developing of frequency, and type of this flow is laminar.

keywords: Gear pump, frequency, stroke, head, performance

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “RANCANG BANGUN DAN UJI UNJUK KERJA POMPA GEAR PADA SUHU FLUIDA 70 °C” dengan baik. Penyusunan laporan ini bertujuan untuk melatih mahasiswa berfikir secara analisis, sintesis, dan sistemik sebagai bekal lulusan. sehingga merupakan salah satu syarat kelulusan pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada :

1. Bapak Ir.Syech Qomar, selaku Ketua Program Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Ir.Sutomo,Msi selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
3. Bapak Ir. Sandjojo Hadmodjo, MP selaku dosen wali.
4. Bapak Seno Darmanto, ST. MT , selaku dosen pembimbing tugas akhir.
5. Bapak Bambang Setyoko, ST selaku dosen pembimbing tugas akhir.
6. Tim dosen penguji Tugas Akhir.
7. Bapak dan Ibu dosen beserta staff Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang.
8. Keluarga tercinta yang terus membantu dan memberi restu serta do'a selama ini.
9. Rekan-rekan angkatan 2004 Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
10. Semua pihak yang telah membantu selama pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini.

Oleh karena keterbatasan penyusun, maka laporan tugas akhir ini banyak kekurangannya, sehingga penyusun sangat berterima kasih apabila ada saran atau kritik yang sifatnya membangun. Namun bagaimanapun penyusun berharap laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, Mei 2008

Penyusun

MOTTO

- “ Janganlah merasa takut karena pertolongan Allah SWT sangatlah dekat”
- “ Hidup hanya sekali dan harus berarti serta berguna bagi diri dan orang lain”
- “ Ganbate Kudasai “
- “ Surah Diraja Deningrat Lebur Dening Pangestuti “
- “ Struggle For Life “
- “ Ingatlah lima perkara sebelum datang lima perkara “
- “ Tidak ada ciptaan di dunia ini yang sia-sia, ketekunan adalah kekuatan anda “

PERSEMBAHAN

Laporan ini penulis persembahkan kepada :

1. Bapak dan Ibu tercinta yang selalu menyayangi, memberikan doa restu serta dukungannya selama ini.
2. Kakak dan adik yang selalu membantu dan memberikan semangat selama ini.
3. Seluruh dan staff PSD III Teknik Mesin UNDIP Semarang yang telah membantu dan memberikan pembelajaran.
4. Teman-teman sekelompok yang selalu semangat dan membantu hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini.
5. Teman-teman angkatan 2004 PSD III Teknik Mesin UNDIP Semarang “tidak senasib tapi seperjuangan”. “*Solidarity forever*”.
6. Seluruh penghuni kos “Wisma Condet” (bapak dan ibu kos, Wahyu, Wawan, Agung, Dion, Danang, serta Budi) yang telah membantu dan menemani selama ini.
7. Dik Shinta yang memberikan warna baru dalam kehidupan ini.
8. Wawan yang telah membantu selama ini, hingga laporan ini selesai. “*Thank’s a lot*” atas pinjaman alatnya.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Halaman Pengesahan	
Abstrak	
Kata Pengantar.....	
Motto Dan Persembahan	
Daftar Isi	
Daftar Gambar	
Daftar Tabel.....	
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	
1.2. Perumusan Masalah.....	
1.3. Tujuan.....	
1.4. Metodologi Penyusunan Laporan	
1.5. Sistematika Penyusunan Laporan.....	
BAB II DASAR TEORI	
2.1. Pompa	
2.1.1. Definisi Pompa	
2.1.2. Klasifikasi Pompa	
2.1.3. Jenis-jenis Pompa Rotary	
2.1.4. Karakteristik Pompa Rotary	
2.1.4.1. Head Sistem Pompa	
2.1.4.2. Debit Pompa	
2.1.4.3. Perbedaan Tekanan Pompa	
2.1.4.4. Daya Pompa	
2.1.4.5. Efisiensi Pompa	
2.1.4.6. Kurva Performance	
2.1.5. Fenomena Yang Terjadi Didalam Pompa	
2.1.5.1. Kavitasi	
2.1.5.2. Surjing (<i>Surging</i>)	

BAB III PERANCANGAN ALAT UJI GEAR PUMP

3.1. Tujuan Dan Sasaran Alat Uji Laboratorium.....

3.2. Diagram Pipa Dan Instrumen.....

3.3. Bagian-Bagian Utama Alat Uji.....

3.4. Alat Ukur Yang Dipakai.....

BAB IV METEDOLOGI PERCOBAAN

4.1. Pengujian Alat.....

4.2. Spesifikasi Pompa.....

4.3. Diagram Pipa Dan Instrumen.....

4.4. Variabel Yang Diamati.....

4.5. Pengambilan Data.....

4.5.1. Persiapan.....

4.5.2. Pengambilan Data Awal.....

4.5.3. Pengambilan Data.....

4.6. Format Tabel Hasil Percobaan.....

BAB V ANALISA UNJUK KERJA GEAR PUMP

BAB VI PENUTUP

6.1. Kesimpulan.....

6.2. Saran.....

DAFTAR PUSTAKA.....

LAMPIRAN.....

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pompa viskositas tinggi digunakan untuk memindahkan cairan yang memiliki kekentalan (viskositas) yang tinggi dari tempat satu ke tempat yang lain. Ada berbagai macam jenis pompa untuk viskositas tinggi. Salah satu jenis pompa untuk viskositas tinggi adalah gear pump, yang biasa digunakan untuk memompa cairan yang berviskositas tinggi misalnya oli yang mempunyai kekentalan SAE 20w-50.

Gear pump merupakan jenis pompa rotary. Jenis pompa ini dalam aplikasinya dapat digunakan sebagai pengendali laju alir volume cairan dengan viskositas yang bervariasi, aplikasi proses metering, memompa aliran yang bertekanan rendah, pompa ganda (mixing dan blending), hidrolis, bahan bakar dan pemberian minyak pelumas.

Jenis pompa yang digunakan adalah gear pump dengan tipe roda gigi luar (eksternal gear pump). Kelebihan dari Gear pump ini tidak memerlukan head yang tinggi jika dibanding dengan pompa sentrifugal, putarannya tinggi, arah pemompaannya bisa dibalik, dapat memompa cairan yang mengandung uap dan gas, pada waktu pengoperasiannya tidak bising, tidak ada beban bearing yang bergantung diatas dan merupakan jenis pompa rotary yang paling sederhana sehingga menghemat tempat dan ringan.

Namun, gear pump mempunyai beberapa kelemahan, seperti: fluida yang digunakan tidak diijinkan mengandung benda padat atau mempunyai viskositas yang sangat tinggi, cairanya harus relatif bersih, pompa tidak dapat dioperasikan dengan saluran tertutup karena akan mengakibatkan kerusakan, clearance antara bagian-bagian yang berputar harus sekecil-kecilnya dan cairan yang mengandung uap atau gas akan mengakibatkan korosi

Percobaan di laboratorium dilaksanakan untuk mengetahui performance pompa itu sendiri. Seperti daya input, efisiensi pompa, daya output, kapasitas, tekanan dan head, serta pengaruh suhu pada aliran fluidanya. Oleh sebab itu tujuan dalam percobaan nantinya adalah untuk menghitung dan mengetahui faktor-faktor karakteristik tersebut. Hal ini, berguna untuk mengetahui kemampuan maksimal dan

minimal dari pompa itu sendiri yang dipergunakan sewaktu pemakaian pompa tersebut. Selain itu juga untuk mengetahui banyaknya daya yang dibutuhkan.

1.2. Perumusan Masalah

Agar bisa mendapatkan performance pompa tersebut, diperlukan beberapa hal, antara lain :

1. Alat ukur

Alat ukur yang diperlukan antara lain: manometer (vacuum gauge dan pressure gaug), flow meter, inverter, thermometer, heater, thermostat dan tachometer.

2. Instalasi pompa

Instalasi pompa dengan kapasitas pompa sekitar 5,5 gpm, putaran motor listrik 1330 rpm serta tekanan 0,2 – 0,4 Mpa.

3. Fluida yang digunakan adalah oli bekas dengan tingkat kekentalan sekitar 16,619cp–77,905cp. Fluida yang digunakan suhu 70⁰C.

1.3. Tujuan

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penulisan Tugas akhir ini adalah: Rancang bangun dan rekayasa alat uji untuk mengetahui karakteristik pompa gear pump terhadap perubahan yang menghasilkan data-data dari Debit (Q), Tekanan (P), Putaran (n), suhu (⁰C) dan dapat menghitung head, daya yang dibutuhkan pompa, serta efisiensi pompa sehingga lebih lanjut karakteristik gear pump dianalisa dengan menentukan:

- Hubungan antara frekuensi dengan putaran pompa
- Hubungan antara frekuensi dengan debit pompa
- Hubungan antara frekuensi dengan tekanan pompa
- Hubungan antara frekuensi dengan head sistem pompa
- Hubungan antara frekuensi dengan efisiensi pompa

1.4. Metodologi Penyusunan Laporan

Pada tugas akhir ini metode penyusunan laporan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Studi Kepustakaan

Diperlukan guna mendapatkan acuan-acuan sebagai dasar teori dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.

2. Metode Observasi/Pengamatan

Digunakan untuk memperoleh kondisi/perubahan fluida dari hasil percobaan dan dibandingkan dengan kondisi secara teori.

3. Metode Konsultasi

Digunakan untuk mendapatkan bimbingan, petunjuk serta pengarahan dari dosen pembimbing dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.

4. Metode Percobaan

Digunakan untuk memperoleh data-data percobaan pada Alat Uji gear pump sebagai pembahasan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.

1.5. Sistematika Penyusunan Laporan

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini berisi tentang latar belakang pemilihan judul tugas akhir dan permasalahannya, tujuan penelitian, metodologi, dan sistematika penulisan laporan.

Bab II Dasar Teori

Dalam bab ini diuraikan tentang pengertian-pengertian dasar tentang pompa rotary, jenis-jenis pompa rotari; karakteristik pompa; Head; Debit pompa; kapasitas pompa; dan putaran pompa, tekanan pompa, daya pompa yang dibutuhkan, efisiensi pompa dengan rumus-rumus yang dipergunakan, kurva performance serta fenomena yang terjadi didalam pompa.

Bab III Perancangan Alat Uji Gear Pump

Bab ini berisi mengenai tahap-tahap pembuatan alat uji dan sasaran alat uji gear pump, diagram pipa dan instrumen, struktur alat uji gear pump, bagian-bagian Instalasi alat uji gear pump beserta fungsinya masing-masing.

Bab IV Pengujian Alat

Dalam bab ini berisi tentang langkah-langkah pengujian, persiapan-persiapan yang dilakukan sebelum pengujian yang meliputi persiapan alat dan media, pengambilan data percobaan pengaruh perubahan putaran pompa terhadap performance pompa dan pengaruh perubahan suhu terhadap performance pompa, pengolahan data hasil percobaan dan pembahasannya. Hasil dari percobaan nantinya akan di bentuk grafik kerja pompa.

Bab V Penutup

Dalam bab penutup terdiri dari kesimpulan dan saran. Bagian kesimpulan berisi tentang hasil dari pembuatan alat uji coba gear pump dan hal-hal yang dibutuhkan

agar alat uji coba sentrifugal dapat bekerja dengan baik. Sedangkan bagian saran berisi tentang saran penulis laporan agar alat uji gear pump dapat dipergunakan sesuai dengan tujuan pembuatan alat ini yaitu untuk mengetahui kinerja gear pump.

Daftar pustaka

Lampiran

BAB II

DASAR TEORI

2.1. POMPA

2.1.1. Definisi Pompa

Pompa adalah jenis mesin fluida yang berfungsi untuk memindahkan fluida melalui pipa dari suatu tempat ke tempat lain. Spesifikasi pompa dinyatakan dengan jumlah fluida yang dapat dialirkan per satuan waktu dan tinggi energi angkat. Dalam menjalankan fungsinya tersebut, pompa mengubah energi gerak poros untuk menggerakkan sudu-sudu menjadi energi gerak dan tekanan pada fluida.

2.1.2. Klasifikasi Pompa

Berdasarkan kelasnya, pompa dibagi menjadi tiga bagian, yaitu^[5]:

1. Pompa sentrifugal

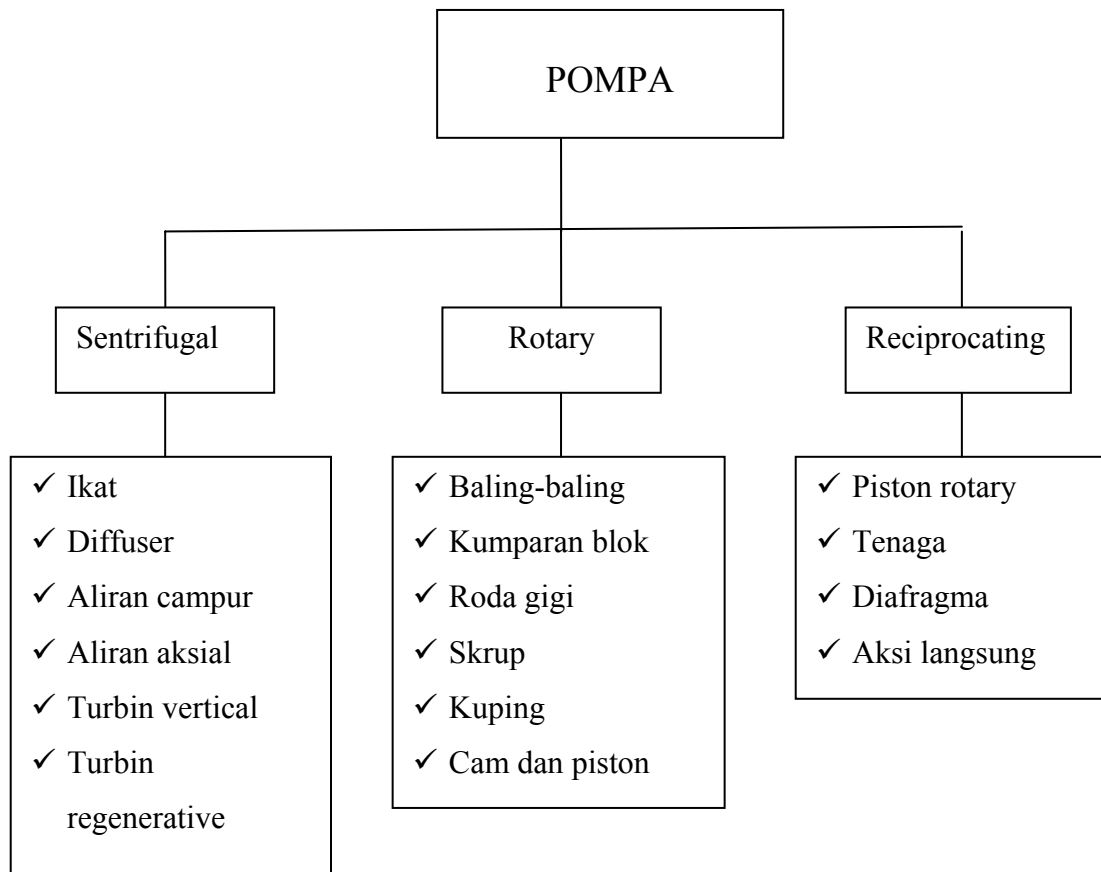
Pompa sentrifugal pada dasarnya terdiri dari satu impeller atau lebih yang dilengkapi dengan sudu-sudu pada poros yang dipasangkan pada poros yang berputar dan diselubungi dengan casing berbentuk volut.

2. Pompa rotary

Pompa rotary adalah unit perpindahan positif yang mana, pemompaannya yang utama disebabkan oleh pergerakan yang relatif diantara gerakan memutar dan tetap dari komponen pompa. Biasanya terdiri dari rumah pompa yang diam yang mempunyai roda gigi, baling-baling, piston, cam, segmen, sekrup dan lain-lain, yang beroperasi dalam ruang bebas yang sempit.

3. Pompa reciprocating

Pompa reciprocating adalah unit perpindahan positif yang mana mengeluarkan cairan dalam jumlah yang terbatas pada pergerakan piston atau plunyer sepanjang langkahnya.



Gambar 2.1. Klasifikasi pompa berdasarkan kelasnya.

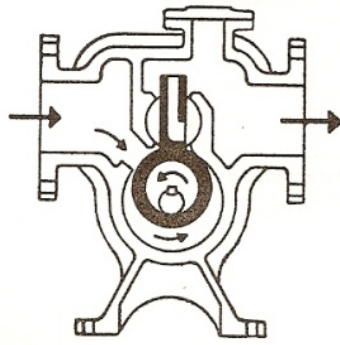
2.1.3. Jenis-jenis Pompa Rotary

Jenis pompa rotary terdiri dari beberapa bagian, yaitu: Rumah pompa yang diam mempunyai roda gigi, Baling-baling, Piston, Kam (cam), Segmen, sekrup dan lain sebagainya yang beroperasi dalam ruang bebas (clearance) yang sempit.

Jenis-jenis pompa rotary sebagai berikut ini ^[4] :

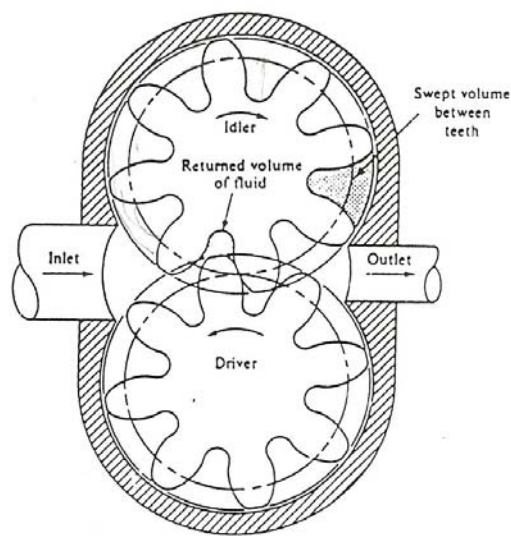
1. Pompa Kam dan Piston

Pompa ini disebut juga dengan pompa plunyer rotary. Pompa jenis ini terdiri dari lengan eksentrik dan lengan bercelah pada bagian atasnya. Perputaran poros menyebabkan eksentrik menjebak cairan di dalam pompa. Apabila putaran berlanjut, maka cairan akan keluar dari rumah pompa melalui lubang luar pompa (output).



Gambar 2.2. Pompa kam dan piston

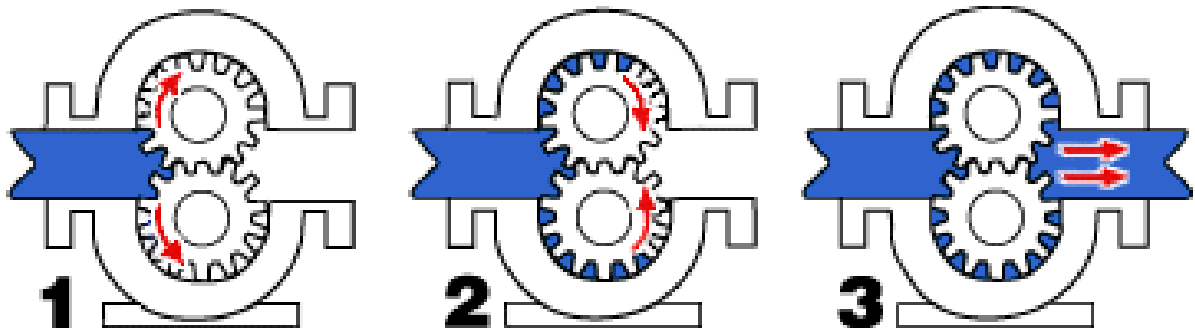
2. Pompa Roda Gigi Luar (External Gear Pump)



Gambar 2.3. Pompa roda gigi luar (External Gear Pump) ^[6]

Profil gigi pada umumnya adalah tipe involute karena mudah pembuatannya dan mengoreksinya untuk menghindari interferensi pada kedua roda gigi. Jumlah gigi yang lebih sedikit akan mengurangi kompresi cairan yang terdapat celah-celah yang berhubungan. Cara kerja pompa roda gigi luar berdasarkan pemindahan cairan berada di antara celah-celah gigi dan casing dari sisi isap menuju ke sisi tekan ketika roda gigi berputar. Apabila gerigi roda gigi berpisah pada sisi hisap, cairan akan mengisi ruangan yang ada diantara gerigi tersebut. Kemudian cairan ini akan berputar dan ditekan keluar apabila geriginya bersatu lagi. Roda gigi dapat berupa gigi heliks tunggal, heliks ganda atau gigi lurus. Beberapa desain mempunyai lubang fluida yang radial pada roda gigi bebas dari bagian atas dan akar gerigi sampai ke lubang dalam roda gigi.

Ini akan memungkinkan cairan melakukan jalan pintas dari satu gigi ke gigi lainnya, yaitu menghindari tekanan yang berlebihan yang akan membebani bantalan secara berlebihan dan menimbulkan kebisingan.



Gambar 2.4. Cara kerja Pompa roda gigi luar (External Gear Pump)^[7]

Keuntungan pemakaian roda gigi ^[3]:

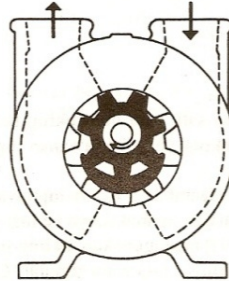
- a) Self priming (menghisap sendiri)
- b) Kapasitas konstan pada putaran tertentu
- c) Aliran hampir kontinyu
- d) Arah pemompaannya dapat dibalik
- e) Ringan, menghemat tempat
- f) Dapat memompa cairan yang mengandung uap dan gas

Kelemahan pemakaian pompa roda gigi :

- a) Cairan harus relatif bersih
- b) Pompa tidak dapat dioperasikan dengan saluran tekan tertutup mengakibatkan kerusakan.
- c) Clearance antara bagian-bagian yang berputar harus sekecil-kecilnya.
- d) Poros harus diberi seal.
- e) Cairan yang mengandung uap atau gas dapat mengakibatkan erosi permukaan
- f) Karena cairan yang dipompa berfungsi juga sebagai pelumasan, maka pompa tidak dapat dioperasikan dalam keadaan kosong.
- g) Tidak diijikan fluidanya benda padat.

3. Pompa Roda Gigi Dalam (Internal gear pump)

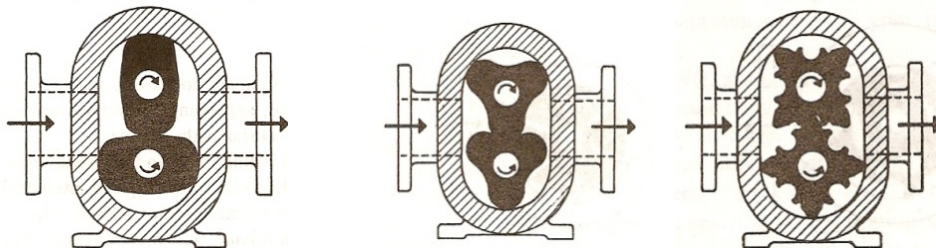
Jenis ini mempunyai rotor yang mempunyai gerigi dalam yang berpasangan dengan roda gigi luar yang bebas. Sebuah sekat yang berbentuk bulan sabit dapat digunakan untuk mencegah cairan kembali ke sisi hisap pompa.



Gambar 2.5. Pompa roda gigi dalam (Internal gear pump)

4. Pompa Cuping

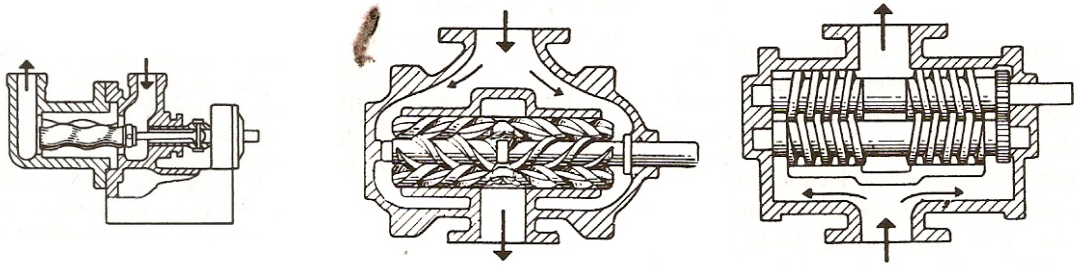
Pompa jenis ini mirip dengan pompa jenis gerigi dan dalam aksinya mempunyai rotor dua atau lebih pada masing-masing rotornya. Putaran rotor tadi, diserempakkan oleh roda gigi luarnya.



Gambar 2.6. Pompa cuping

5. Pompa Sekrup

Pompa ini mempunyai satu atau lebih rotor yang berputar di dalam rumah pompa. Pompa sekrup tunggal mempunyai rotor spiral yang berputar di dalam sebuah stator atau lapisan heliks dalam. Rotor terbuat dari logam dan heliks terbuat dari karet keras, tergantung pada cairan yang dipompakan. Pompa dua sekrup atau tiga sekrup masing-masing mempunyai satu atau dua sekrup bebas.



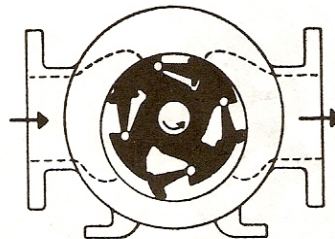
Gambar 2.7. Pompa sekrup

6. Pompa Baling

Pompa baling terdapat beberapa macam, antara lain:

a) Pompa baling berayun

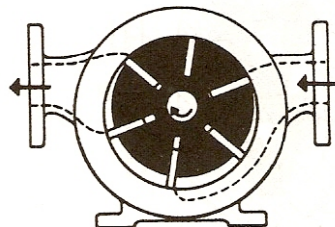
Pompa baling berayun ini akan keluar bila rotor berputar, menjebak cairan dan memaksanya ke luar pipa buang pompa.



Gambar 2.8. Pompa baling berayun

b) Pompa Baling Bergeser

Pompa baling bergeser menggunakan baling-baling yang dipertahankan untuk tetap menekan lubang rumah pompa oleh gaya sentrifugal bila rotor diputar. Cairan yang terjebak di antara dua baling dibawa berputar dan dipaksa keluar dari sisi buang pompa.

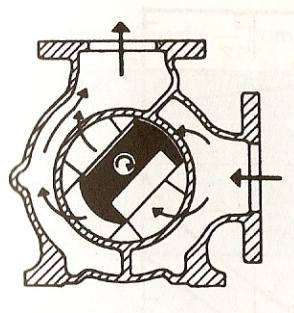


Gambar 2.9. Pompa baling geser

7. Pompa Blok Kumaran

Pompa blok kumaran mempunyai rotor bulat yang digerakkan dalam rumah pompa konsentrik. Didalam rotor tadi, balok kumaran dan piston saling

berputar eksentrik yang ditempatkan oleh pena bebas yang menghasilkan isapan dari sisi buang.

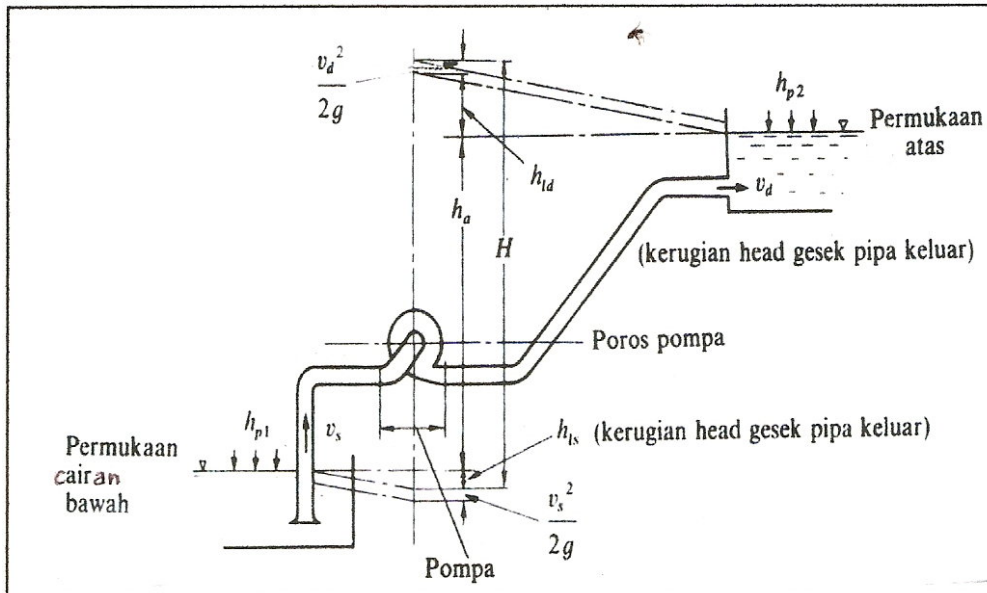


Gambar 2.10. Pompa blok kumaran

2.1.4. Karakteristik Pompa Rotary

Dalam perencanaan instalasi pompa, kita harus mengetahui karakteristik dari pompa itu sendiri agar didapatkan kemampuan yang optimum. Karakteristik pompa rotary dapat dicari dengan menghitung head sistem pompa, debit pompa, perbedaan tekanan pompa, daya pompa dan efisiensi pompa.

2.1.4.1. Head Sistem Pompa



Gambar 2.11. Head sistem pompa

Dari gambar diatas kita dapat menentukan head total pompa dari persamaan dibawah ini ^[5]:

$$H = h_a + \Delta h_p + h_1 + \frac{v_d^2}{2g}$$

Dimana:

H : Head total pompa (m)

h_a : Head statis total (m)

Δh_p : Perbedaan head tekanan yang bekerja pada kedua permukaan cairan
(m), $\Delta h_p = h_{p2} - h_{p1}$

h_1 : Berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan, dll (m),
 $h_1 = h_{ld} + h_{ls}$

$v^2/2g$: Head kecepatan keluar (m)

g : Percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

2.1.4.2. Debit Pompa

Debit Pompa pompa adalah Banyaknya jumlah cairan yang dialirkan oleh pompa per satuan waktu melalui penampungan saluran keluar dimana kondisi operasi ini yang dinyatakan dalam rumus berikut ini ^[2]:

$$Q = k.D.N - S$$

$$Q = Q_d - S$$

Dimana:

Q = Debit pompa (m³/menit)

k = 0,03471

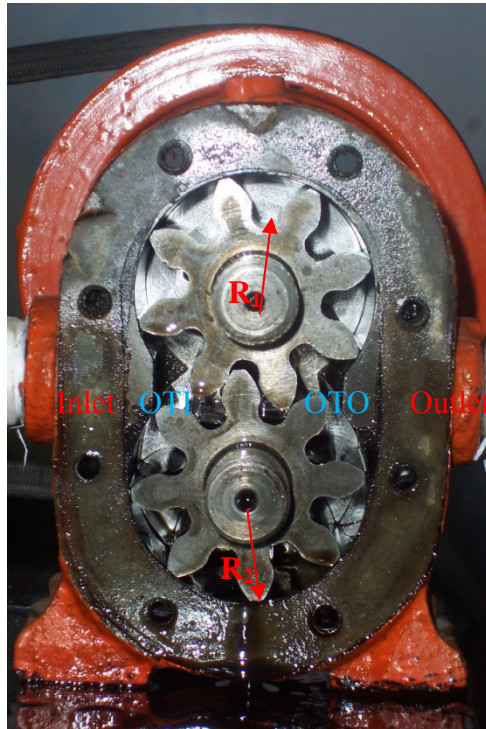
S = Slip, Jumlah cairan yang bocor dari OTO volume ke OTI (m³/menit)

D = displacement (m³)

N = putaran pompa (rpm)

Q_d = displacement debit (m³/menit).

Displacement pompa adalah jumlah keseluruhan fluida dari volume OTI ke OTO selama 1 putaran roda gigi penggerak.



Gambar 2.12. Dimensi displacement external gear pump

$$D = 2\pi kZ \left(\frac{R_2^2}{2} + R_2 R_1 - \frac{3}{2} R_1^2 \right)$$

Dimana, D = Displacement (ft³/revolution)

K = 1

Z = Lebar roda gigi (ft)

R₁ = Jarak minimal Roda gigi Penggerak (ft)

R₂ = jarak maksimal Roda Gigi yang digerakkan (ft)

Atau dalam buku referensi lainnya, untuk menghitung debit menggunakan rumus sebagai berikut ^[3]:

$$Q = 60 \eta_v V_g n$$

$$\eta_v = \frac{Q_s}{60 V_g n}$$

Dimana,

Q = Kapasitas Pompa (m³/jam)

η_v = Efisiensi volumetris

V_g = Volume dari celah roda gigi (m³)

n = Putaran pompa (rpm)

$$V_g = \pi \cdot d_d (d_a - d_b) \cdot b$$

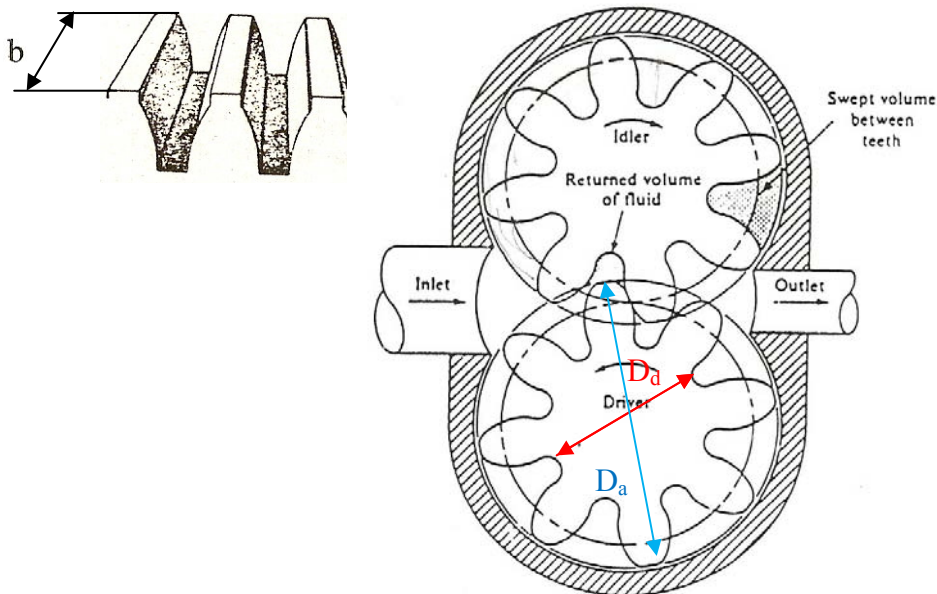
Dimana,

V_g = Volume dari celah roda gigi (m^3)

d_d = Diameter Lingkar kaki (m)

d_a = Diameter Lingkar Kepala (m)

b = lebar gigi (m)



Gambar 2.13. Penampang roda gigi

2.1.4.3. Perbedaan Tekanan Pompa

Perbedaan tekanan pompa merupakan, perbedaan antara tekanan masuk/suction (P_s) dengan tekanan keluar/discharge (P_d). Hal ini dapat dinyatakan dalam rumus seperti berikut ini^[2]:

$$P_{td} = P_s - P_d$$

Dimana:

P_{td} = Perbedaan tekanan pompa (Kg/cm^2)

P_d = Tekanan keluar pompa/discharge (Kg/cm^2)

P_s = Tekanan masuk pompa/suction (Kg/cm^2)

2.1.4.4. Daya Pompa

Total daya input adalah daya total yang diperlukan oleh penggerak pompa atau penggerak primer pompa selama kondisi beroperasi.

Daya input adalah tenaga yang dialirkan ke poros penggerak oleh penggerak pompa yang diberikan selama kondisi operasi.

Daya output adalah tenaga yang diperlukan untuk cairan yang digerakan oleh pompa yang diberikan pada saat kondisi berlangsung.

Dimana, hal tersebut mempunyai hubungan yang dinyatakan sebagai berikut [2]:

$$E_{hp} = \text{driver and transmision power loss} + P_{hp}$$

$$P_{hp} = \text{pump power loss} + P_{hp}$$

$$W_{hp} = \frac{Q \cdot P_{td}}{36}$$

Dimana,

E_{hp} = total daya input (Kw)

P_{hp} = daya input (Kw)

W_{hp} = daya output (Kw)

Q = kapasitas (m^3/s)

P_{td} = perbedaan tekanan (bar)

Atau dalam referensi buku lain adalah unttuk menghitung daya pompa adalah sebagai berikut ini [5] :

$$P_m = \frac{P(1+\alpha)}{\eta_t}$$

Dimana, P_m = Daya motor listrik (Kw)

P = Daya pompa (Kw)

α = Faktor cadangan, diambil dari tabel 2.28 perbandingan cabangannya [5].

η_t = Efisiensi transmisi, diambil dari tabel 2.29 efisiensi transmisi [5].

2.1.4.5. Efisiensi Pompa

➤ Efisiensi total adalah persentase dari daya input total dengan efisiensi output total [1] :

$$E_0 = \frac{W_{hp}}{E_{hp}} \times 100 \%$$

Dimana,

E_0 = efisiensi total

Whp = daya output (kw)

Ehp = daya input total (kw)

- Efisiensi mekanik adalah perbandingan daya output pompa dengan daya input pompa^[1] :

$$E_p = \frac{Whp}{Php} \times 100 \%$$

Dimana,

E_p = efisiensi mekanik

Whp = daya output (kw)

Php = daya input (kw)

Atau dalam referensi buku lain adalah untuk menghitung efisiensi mekanis pompa adalah sebagai berikut ini^[4] :

$$\eta_p = \frac{P_w}{P}$$

Dimana,

P_w = daya cairan (Kw)

P = daya pompa (Kw)

Untuk daya cairan, menggunakan rumus sebagai berikut ini^[3]:

$$V_g = \omega \cdot r$$

$$= \frac{2 \pi n}{60} \times r$$

$$\varepsilon = \frac{1}{1 + \frac{0,05 V_g}{24,2 \times P_d}}$$

$$P = \frac{10000 \times Q \times P_d}{3600 \times \varepsilon \times 75 \times \eta_m} \times 100\%$$

Dimana,

η_m = efisiensi mekanis (%)

P = daya pompa (Kw)

Q = debit output (m³/jam)

P_d = tekanan output absolute (kg/cm²)

ε = factor cadangan daya

ν = viskositas cairan yang dipompa dalam derajat Engler

V_g = kecepatan keliling roda gigi (m/s)

r = jari-jari lingkaran kepala (m)

➤ Efisiensi volumetrik adalah persentase dari kapasitas ^[2] :

$$E_v = \frac{16,67 \cdot Q}{D \cdot N} \times 100 \%$$

Dimana,

E_v = efisiensi Volumetrik

D =displacement (m³)

Q = kapasitas (m³/s)

N = putaran pompa (rpm)

Atau dalam referensi buku lain adalah untuk menghitung efisiensi volumetris pompa adalah sebagai berikut ini ^[3] :

$$\eta_v = \frac{Q}{60 V_g n}$$

Dimana,

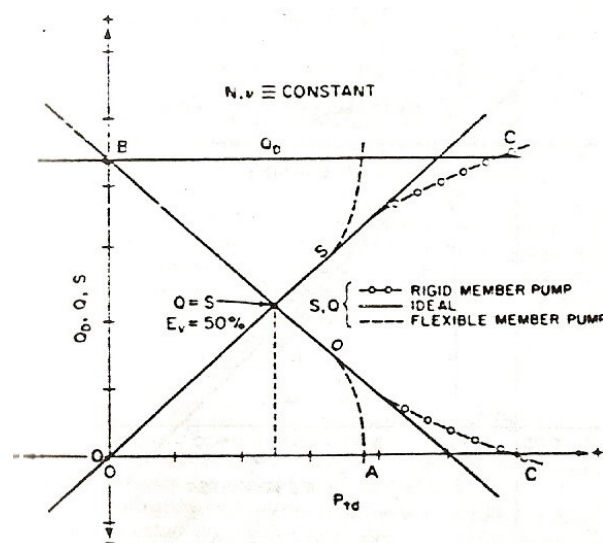
Q = Kapasitas Pompa (m³/jam)

η_v = Efisiensi volumetris

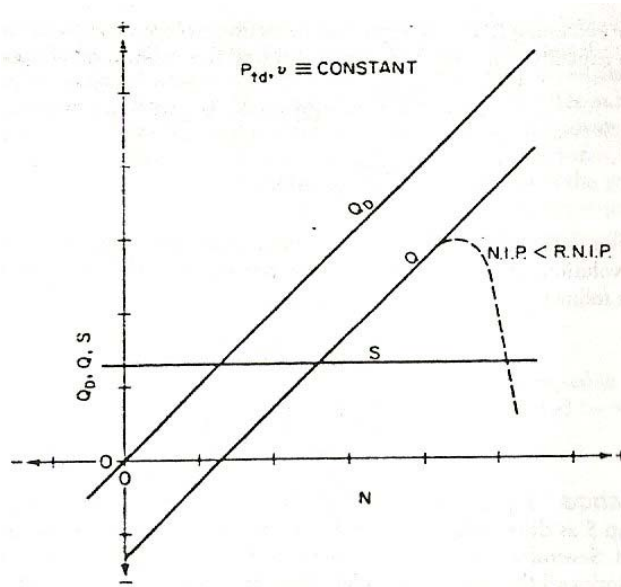
V_g = Volume dari celah roda gigi (m³)

n = Putaran pompa (rpm)

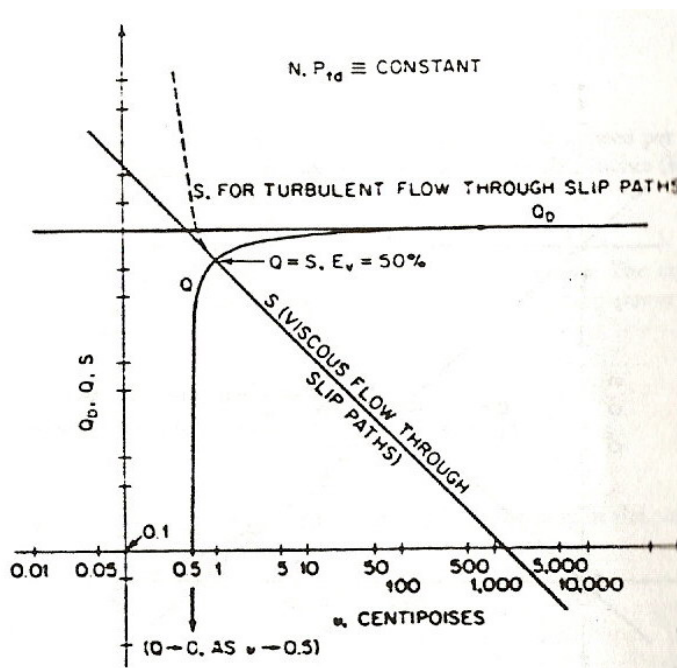
2.1.4.6. Kurva Performance



Gambar 2.14. Kurva Qd, Q dan S dengan Ptd, N dan ν konstan ⁽²⁾



Gambar 2.15. Kurva dari Q_d , Q dan S dengan N , P_{td} dan ν konstan



Gambar 2.16. Kurva Q_d , Q dan S dengan N dan P_{td}

2.1.5. Fenomena Yang Terjadi Didalam Pompa

2.1.5.1. Kavitasasi

Kavitasasi adalah gejala menguapnya zat cair yang mengalir, karena tekanannya berkurang sampai dibawah tekanan uap jenuhnya. Apabila zat cair mendidih, maka akan timbul gelembung-gelembung uap zat cair. Hal ini dapat pada zat cair yang sedang mengalir di dalam pompa maupun di dalam pipa. Tempat-tempat yang bertekanan rendah dan/atau yang berkecepatan tinggi di dalam aliran, sangat rawan terhadap terjadinya kavitasasi. Pada pompa misalnya, bagian yang mudah mengalami kavitasasi adalah sisi isapnya. Kavitasasi akan timbul bila tekanannya rendah. Jika pompa mengalami kavitasasi maka akan timbul suara berisik dan getaran. Selain itu performansi pompa akan menurun secara tiba-tiba, sehingga pompa tidak dapat berjalan dengan baik. Jika pompa dijalankan dalam keadaan kavitasasi terus-menerus maka permukaan dinding saluran disekitar kavitasasi akan mengalami kerusakan. Permukaan dinding bisa berlubang-lubang akibat dari gelembung-gelembung uap pecah pada dinding secara terus menerus. Peristiwa ini disebut erosi kavitasasi. Karena kavitasasi sangat merugikan maka akan menyebabkan turunnya performansi, timbulnya suara dan getaran, serta rusaknya pompa^[5].

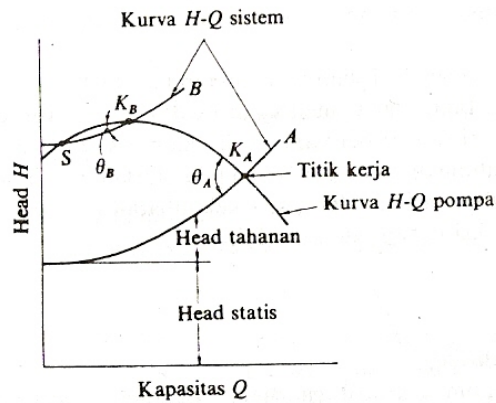
Cara mencegah kavitasasi:

- a) Ketinggian letak pompa terhadap permukaan zat cair harus dibuat serendah mungkin.
- b) Pipa isap dibuat sependek mungkin.
- c) Tidak dibenarkan untuk memperkecil aliran dengan menghambat aliran di sisi isap.
- d) Pompa tidak dibuat head terlalu berlebihan.

2.1.5.2. Surjing (*surgin*)

Surjing adalah perubahan laju aliran terus-menerus secara periodik dan penunjukan manometer pressure gauge serta vacuum gauge disisi isap pompa memperlihatkan adanya fluktuasi tekanan dalam keadaan tertentu gejalanya seperti orang bernafas. Terjadinya surjing dipengaruhi oleh bentuk kurva H-Q dari sistem pipa. Dalam gambar 2.18 memperlihatkan kurva sistem A dan B. kurva sistem A memotong B. kurva A memotong kurva di K_A dengan sudut θ_A yang besar. Hal ini menandakan pompa bekerja dengan stabil. kurva B memotong

kurva di K_B dengan sudut θ_B yang kecil. Hal ini mengakibatkan pompa tidak stabil. Laju aliran akan berfluktuasi di sekitar titik kerja ini yang berarti mengalami surjing^[5].



Gambar 2.17. Kurva Head sistem dan Kurva Head-Kapasitas

Surjing akan terjadi pada kondisi dan situasi berikut :

- a) Pompa mempunyai H-Q naik sampai suatu puncak dan jika aliran diperbesar terus maka kurva H-Q akan turun kembali
- b) Pada jalur pipa ada tangki zat cair atau fasa gas di dalam aliran.

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Rancang bangun dan uji unjuk kerja instalasi gear pump diharapkan dapat memberikan karakteristik gear pump. Dan berdasarkan pengolahan data dapat ditarik beberapa hal berhubungan dengan gear pump sebagai berikut:

1. Frekuensi (analogi putaran pompa) mempengaruhi debit pompa, tekanan pompa, head sistem pompa dan efisiensi pompa. Kenaikan frekuensi (analogi putaran pompa) cenderung meningkatkan debit aliran pompa, tekanan pompa, head sistem pompa, dan efisiensi mekanis pompa. Selanjutnya Kenaikan frekuensi (analogi putaran pompa) cenderung menurunkan efisiensi volumetris pompa.
2. Bukaannya katup mempengaruhi debit pompa, tekanan pompa, head sistem pompa dan efisiensi pompa. Berkurangnya bukaan katup cenderung menurunkan debit aliran pompa, efisiensi pompa. Selanjutnya Berkurangnya bukaan katup cenderung menaikkan tekanan pompa dan head sistem pompa.

6.2. Saran

1. Apabila menggunakan putaran maksimal sebaiknya jangan melebihi putaran sesuai spesifikasi yang tertera pada pompa gear.
2. Dalam melakukan variasi bukaan katup sebaiknya jangan terlalu banyak menutup bukaan katup.
3. Setiap sambungan diusahakan tidak terjadi kebocoran.
4. Dalam pemilihan pompa rotary diusahakan fluida yang digunakan mempunyai viskositas tinggi (tergantung spesifikasi pompa) supaya tidak overload motor penggerak.

DAFTAR PUSTAKA

1. A.L.Wartawan, "*Pengetahuan dasar & Cara Penggunaan Minyak Pelumas*", PT. Gramedia, Jakarta, 1983.
2. I.J. Karassick, W.C. Krutzsh, W. H. Fraser, "*Pump Handbook*", McGraw Hill Book Company, USA, 1986.
3. Prajito, Ir,MT, "*Handout Pompa Putar*", Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2002.
4. Purwanto, Dr.,dkk, "*Petunjuk praktikum laboratorium teknik kimia 1*", Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Diponegoro, Semarang, 2007.
5. Sularso,Ir,MSME, HaruoTakahara, Prof,DR, "*Pompa & Kompresor*", PT.Prada, Jakarta,1983
6. T.G. Hicks, P.E, T.W. Edwards, P.E, "*Teknologi Pemakaian Pompa*, PT. Erlangga, Jakarta, 1996
7. Viking Pump, Inc., "*External Gear Pumps*", 1998.