

ANALISIS PENINGKATAN TINGGI HISAP (*HEAD SUCTION*) POMPA

Oleh : Ir Hasudungan Silalahi, MT
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNJANI

Abstrak

Kurva unjuk kerja pompa umumnya hanya menggambarkan kemampuan pompa dalam menaikkan cairan beserta laju aliran volumenya dari sisi tekan (*discharge*) saja. Padahal dalam kenyataannya sehari-hari terutama untuk keperluan rumah tangga ada informasi lain yang sering kali justru lebih dibutuhkan, yaitu unjuk kerja pompa dari sisi hisap (*suction*) yang menyatakan kemampuan pompa dalam menghisap air dari kedalaman tanah sebagai upaya memenuhi kebutuhan air sehari-hari, hal ini tidak digambarkan dalam kurva unjuk kerja pompa pada umumnya. Informasi ini penting bagi masyarakat, agar dapat memilih pompa sesuai dengan kebutuhannya. Dalam tulisan ini akan dijelaskan unjuk kerja sisi hisap pompa serta faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi tinggi hisap pompa, yaitu : gesekan pada pipa hisap, pengaruh temperatur kerja, kerugian pada sisi masuk, serta penggunaan Jet Booster pada pompa

Usually pump performance are presented in head and volumetric flow curve of discharge section. Yet in daily need particullary for home necesarry there is other information is more needed. Which is the performance from suction sestion ,that tell the capability to suck fluid from the depth, in fact the pump performance are not provided with this information, yet are more important so that people can clearly choose the pump with aproriate capability term to they need. In this paper wil be explained performance of suction section, and several faktor that influenced that is : friction, the contribution of work temperature, losses of inlet section and also the using of Jet Booster

Kata-kata kunci:

Head suction, head discharge, kavitasi, NPSH (Nett Positive Suction Head), Jet Booster.

Pendahuluan

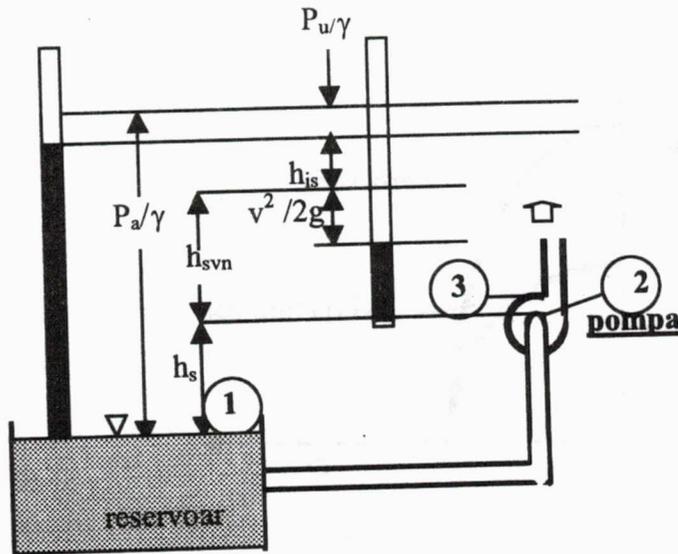
Fungsi pompa ada dua yaitu :

1. Memindahkan fluida kesuatu tempat dalam arah vertikal maupun horisontal, dengan jalan menaikkan tekanannya, hal ini dilakukan oleh sisi tekan pompa
2. Menarik atau menghisap suatu fluida dari tempat yang rendah, hal ini dilakukan oleh sisi hisap pompa dengan jalan menurunkan tekanan pada sisi hisap pompa sehingga fluida akan tertarik menuju sisi hisap pompa.

Umumnya yang dicantumkan dalam lembar unjuk kerja pompa adalah kemampuan sisi tekannya (*discharge*)nya saja, sedang kemampuan sisi hisap (*suction*) tidak ditampilkan , padahal ada kalanya justru kemampuan sisi hisap inilah yang lebih diperlukan dalam penggunaannya bagi konsumen, terutama untuk keperluan rumah tangga dalam memenuhi kebutuhan air sehari-hari.

Banyak masyarakat yang menggunakan air tanah untuk keperluan sehari-hari, baik sebagai sumber utama akibat jaringan pipa air ledeng belum menjangkau daerah tersebut ataupun sebagai cadangan. Sementara posisi atau letak air didalam tanah cukup bervariasi, tergantung daerahnya, sehingga untuk mengambilnya diperlukan pompa dengan kemampuan hisap yang bervariasi pula tergantung kepada kondisi daerahnya.

Dengan tidak dicantulkannya unjuk kerja sisi hisap, konsumen tidak dapat mengetahui apakah pompa yang dibelinya, ini seringkali menimbulkan kekecewaan manakala unjuk kerja pompa tidak sesuai dengan yang diharapkan akibat informasi yang tersedia tidak memadai. Penjelasan unjuk kerja pompa dari sisi isap ini merupakan informasi penting untuk diketahui masyarakat, agar dapat menggunakan pompa secara optimal, sesuai kebutuhan



Gambar 1. Instalasi pompa dan garis head sisi hisap

2. Proses Penghisapan Pada Pompa

Perhatikan gambar 1. Ketika pompa akan menghisap air dari stasiun 1 ke stasiun 2, maka yang dilakukan pompa adalah memindahkan fluida yang berada di stasiun 2. (suction) ke bagian keluaran (discharge) 3 sehingga jumlah fluida di stasiun 2 menjadi berkurang, akibatnya terjadi penurunan potensial tekanan di stasiun 2. Sehingga akan terjadi perbedaan antara stasiun 1 dan stasiun 2, perbedaan potensial tekanan inilah $p = p_1 - p_2$ yang akan memicu pergerakan fluida dari stasiun 1 ke stasiun 2, sehingga terjadi proses penghisapan.

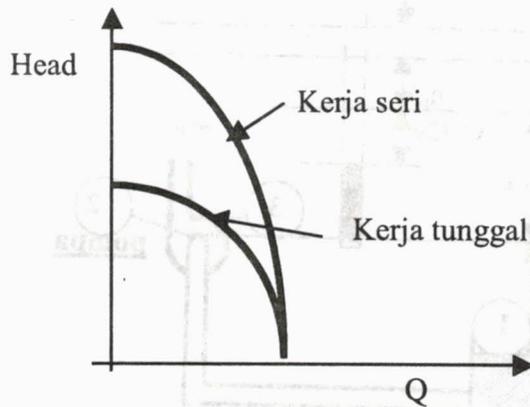
1. Faktor Pembatas

Proses penghisapan ini akan makin besar kemampuannya apabila p_1 dibuat sebesar mungkin dan p_2 sekecil mungkin agar didapat p yang sebesar besarnya. Dilihat lain kita lihat bahwa sumber air (reservoir) yang digunakan umumnya adalah sumber air yang rata-rata mempunyai tekanan satu atmosfer. Sedangkan p_2 dapat dibuat sekecil mungkin namun harus tetap lebih besar dari tekanan uap jenuh zat cair (p_u), sebab bila lebih kecil dari harga tersebut maka zat cair akan menguap, proses penguapan ini disebut kavitasi. Terjadinya kavitasi akan menyebabkan memburuknya unjuk kerja serta merusak pompa, sehingga paling besar p yang dapat diusahakan adalah $p = (1 - p_u) \text{ atm}$.

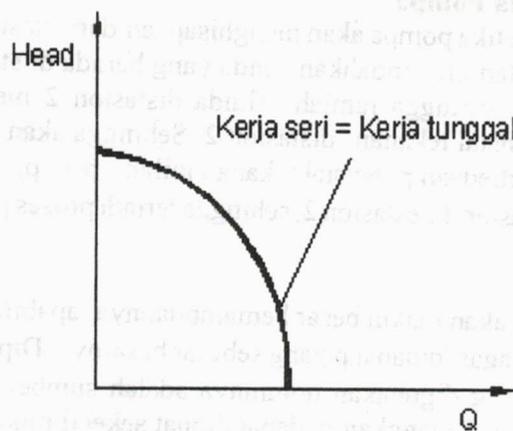
4. Perbandingan Unjuk Kerja Sisi Hisap dan Sisi Tekan

Salah satu penggambaran unjuk kerja pompa adalah berupa kurva karakteristik antara head pompa dengan kapasitas. Bila dibandingkan, maka kurva unjuk kerja pompa antara sisi hisap dan sisi keluaran mempunyai bentuk yang mirip, tetapi dengan ukuran yang berbeda, karena keduanya dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berbeda pula.

Misalnya dari sisi keluaran untuk dua buah pompa yang sama bila dipasang seri maka akan menaikkan kemampuan angkatnya (head discharge) dua kali lipat, sedangkan dari sisi hisapnya, bila pada pompa secara individual tekanan masuk pompa sudah mendekati tekanan jenuhnya maka pemasangan seri ini tidak menyebabkan kemampuan angkat sisi hisap (head suction) bertambah melainkan tetap saja sama seperti halnya pompa tunggal. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2 yang menggambarkan unjuk kerja pompa yang dipasang secara seri dari sisi tekan, serta gambar 3 yang menggambarkan unjuk kerja dari sisi hisapnya.



Gambar 2 Kurva unjuk kerja sisi tekan pompa



Gambar 3 Kurva unjuk kerja sisi hisap pompa

5. Persyaratan Kerja Pompa

Dari gambar .1 terlihat bahwa agar zat cair mulai mengalir dan selama mengalir tidak berubah menjadi uap atau terjadinya kavitasi, maka harus memenuhi persamaan sebagai berikut :

$$-h_s h_{is} - h_{svn} - > \quad (1)$$

dimana : p_a = tekanan atmosfer; p_a = tekanan jenuh zat cair ; h_s = head hisap

h_{is} = head kerugian pada pipa hisap ; h_{svn} = head kerugian pada sisi masuk pompa ; v = kecepatan zat cair pada sisi hisap ; ρ = berat jenis zat cair ; g = gravitasi.

Head kerugian pada sisi hisap sendiri dapat ditentukan dari persamaan :

$$h_{is} = f() \quad (2)$$

dimana : f = faktor kekasaran pipa sisi hisap; D = diameter pipa sisi hisap; L = panjang pipa sisi hisap

Dari persamaan (1) diatas kemudian dibuat definisi mengenai Nett Positive Suction Head (NPSH), yaitu :

Faktor $h_{sv} = - h_s - h_{is}$ dinamakan NPSH tersedia, ,
sedangkan faktor h_{svn} disebut NPSH yang diperlukan. Dengan demikian agar suatu pompa dapat berfungsi dengan baik sisi hisapnya harus memenuhi persyaratan
:
$$\text{NPSH tersedia} > \text{NPSH diperlukan atau } h_{sv} > h_{svn} \quad (3)$$

sehingga persoalan untuk menaikkan tinggi hisap ini adalah bagaimana menaikkan harga h_{sv} dan menurunkan harga h_{svn} . Harga h_{svn} sepenuhnya tergantung dari kualitas pompanya, jadi tergantung dari pabrik pembuatnya, tidak ada yang dapat dilakukan konsumen untuk mempengaruhi faktor ini. Sedangkan NPSH yang tersedia terlihat tergantung dari beberapa faktor yang masih dapat disesuaikan sampai batas- batas tertentu. Sehingga yang dapat dilakukan oleh konsumen adalah mengkondisikan besarnya NPSH tersedia.

Bagi keperluan rumah tangga maka faktor head hisap h_s ini merupakan faktor yang penting, karena faktor ini menyatakan kemampuan pompa dalam mengsisap air dai kedalaman tanah. Seperti kita ketahui bahwa karena banyaknya penggunaan air tanah terutama oleh industri- industri , maka posisi air tanah ini sudah makin jauh didalam tanah, sehingga diperlukan pompa dengan kemampuan hisap yang lebih kuat lagi. Kadang- kadang untuk daerah tertentu posisi air tanah ini mencapai kedalaman lebih dari 20 meter dibawah tanah.

Diperlukan kiat-kiat untuk meningkatkan harga h_s ini, sehingga pertanyaannya adalah bagaimana meningkatkan kemampuan h_s sampai harga yang diperlukan namun masih memenuhi syarat persamaan (3)

6. Tinjauan dari aspek termodinamika

Dari aspek termodinamika ada dua hal yang perlu dicermati :

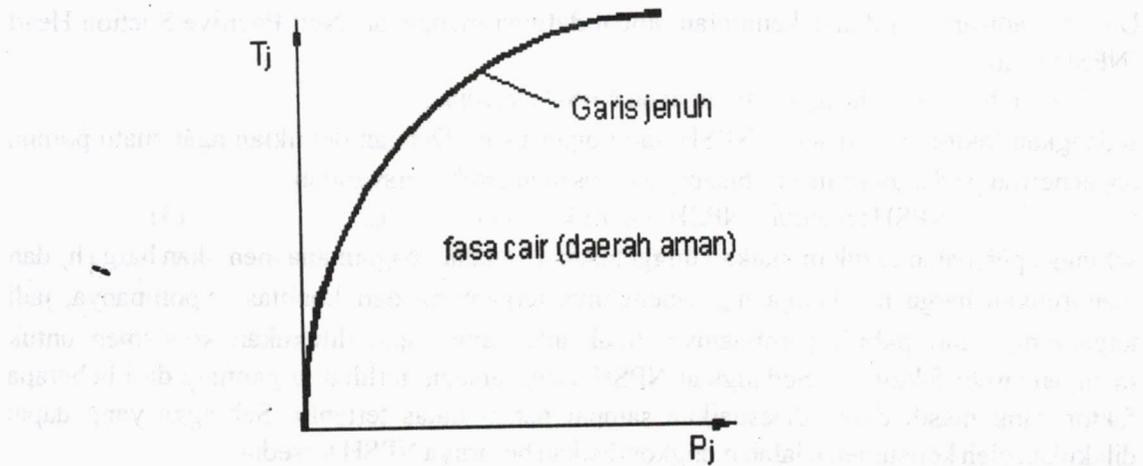
6.1. Kondisi kritis

Zat cair mempunyai temperatur penguapan yang bervariasi, tergantung kepada tekanannya. Misalnya air pada tekanan 1 atmosfer akan mendidih dan menjadi uap jenuh pada temperatur 100 C. Tetapi jika tekanannya rendah maka air akan mendidih pada temperatur yang lebih rendah. Bahkan pada temperatur kamarpun air dapat mendidih bila tekanannya cukup rendah, misalnya se perduapuluh lima atmosfer.

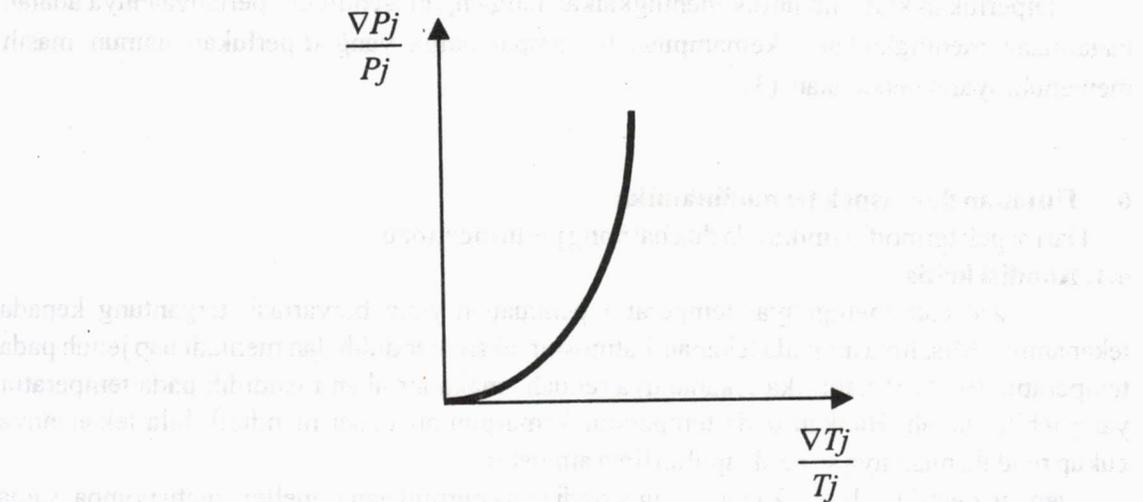
Dengan demikian bila tekanan yang terjadi pada permukaan impeller suatu pompa sama dengan tekanan jenuh air, maka akan mulai terbentuk gelembung air, sebagai tanda dimulainya proses penguapan. Pembentukan uap ini sendiri memerlukan panas yang diambil dari cairan, yang menyebabkan temperatur cairan menjadi turun, dengan turunnya temperatur akan menyebabkan uap yang terbentuk menjadi cair jenuh kembali, bila hal demikian terjadi berulang-ulang, akan menyebabkan kondisi kritis, karena terjadi perubahan fasa bolak- balik dari uap menjadi cair yang dapat memberi beban dinamis pada instalasi akibatnya akan merusak dan menurunkan unjuk kerja pompa dengan cepat

6.2. Kondisi kerja

Dari gambar 4 terlihat hubungan antara tekanan uap dengan temperatur uap jenuh untuk air dan gambar 5. mempeelihatkan hubungan perubahan temperatur dan tekanan untuk beberapa zat cair.



Gambar 4. Hubungan antara temperatur jenuh T_j dengan tekanan jenuh p_j serta daerah kerja yang aman.



Gambar 5. Hubungan antara perbandingan perubahan temperatur dan tekanan.

Dari gambar (4) dan (5) diatas terlihat bahwa :

1. Daerah kerja yang aman adalah daerah dibawah garis jenuh yaitu didaerah fasa cair, dimana belum terbentuk fasa uap sehingga tidak terjadi kavitasi
2. Bila titik kerja berada pada garis jenuh , maka akan terjadi kondisi kritis.
3. Penurunan temperatur kerja akan menjauhkkan kondisi kerja dari daerah dimana terjadi kavitasi , berarti makin aman

7. Faktor faktor yang mempengaruhi tinggi hisap :

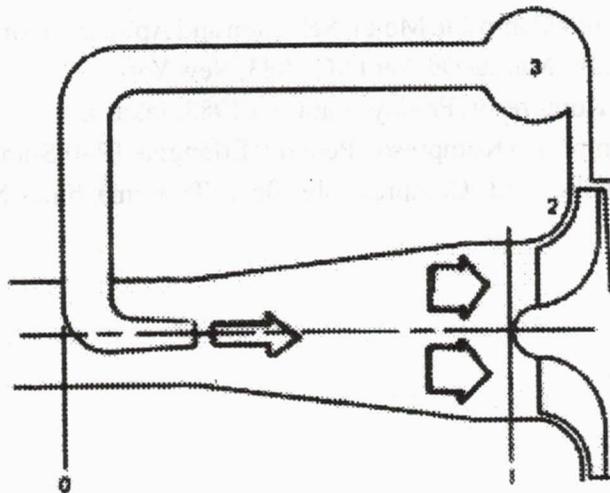
a. *Kualitas pompa*. Pompa yang baik akan mempunyai harga h_{svn} lebih kecil, karena dari persamaan (3) terlihat bahwa h_{svn} yang kecil akan memperbesar h_s .

b. *Ukuran pipa hisap*. Dari definisi NPSH tersedia terlihat bahwa bila harga h_s mengecil akan dapat memperbesar harga h_s . Sedangkan dari persamaan (2) terlihat bahwa untuk memperkecil harga h_s adalah dengan cara memperkecil faktor f, v , dan L , serta memperbesar faktor D .

8. Jet Booster

Salah satu cara untuk menaikkan tinggi hisap adalah dengan menggunakan Jet Booster pada pompa, cara kerjanya yaitu dengan jalan mengembalikan sebagian kecil cairan yang keluar dari sisi keluaran kesisi hisap dengan tujuan untuk menaikkan tekanan pada sisi hisap pompa sehingga tekanan minimum yang terjadi pada impeler juga menjadi bertambah, dengan demikian maka harga tekanan minimum pada impeler akan bertambah..

Gambar 6. Memperlihatkan posisi Jet Booster pada pompa. Sedangkan pompa yang menggunakan Jet Booster dinamakan Jet Pump. Dari gambar tersebut terlihat fluida yang datang melalui pipa saluran masuk (0) kemudian memasuki sisi hisap pompa (1) mempunyai tekanan statik yang mengecil. Untuk menanggulangi hal ini sebagian kecil fluida yang memasuki pompa distasion (2) dialihkan ke (3) oleh Jet Booster kemudian dialirkan kembali ke (2) hal ini akan menambah tekanan statik pada (2)



Gambar 6. Posisi Jet Bosster pada pompa

Dengan adanya Jet Booster maka harga NPSH tersedia menjadi :

$$h = - h_s h_{is} + h_{jb}$$

dimana : h_{jb} = head yang timbul akibat penggunaan Jet Booster. Dengan adanya penambahan ini akan meningkatkan harga NPSH tersedia, sehingga akan menambah tinggi hisap pompa.

9. Kesimpulan dan Saran

1. Untuk meningkatkan kemampuan hisap pompa dapat dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut :
 1. a. Pipa hisap harus dibuat dengan panjang sesuai yang dibutuhkan, jangan ada kelebihan panjang yang tidak perlu, untuk memperkecil faktor kekasaran dapat digunakan pipa yang halus serta menggunakan pipa dengan ukuran satu nomor lebih besar, hal ini selain mengurangi friksi juga akan mengurangi kecepatan sehingga akan mengurangi kerugian pada sisi masuk
 1. b. Pemakaian pompa pada temperatur kerja yang rendah akan menjauhkan titik kerja dari daerah terjadinya kavitasi, sehingga hal ini akan memberi peluang bagi meningkatnya tinggi hisap pompa
 1. c. Penggunaan Jet Booster akan menaikkan tekanan minimum pada impeler sehingga dapat meningkatkan kemampuan hisap pompa
1. Sudah saatnya bagi pihak produsen pompa untuk juga mencantumkan kurva unjuk kerja pompa dari sisi hisap, agar konsumen dapat memilih dengan jelas pompa mana yang sesuai dengan kondisi lokasinya.

Daftar Pustaka :

1. O.E. Balje; TurboMachine Aguide to Dsign, Selection an Theory; John Wiley & Son, 1981, New York
2. R.P Lambeck; Hydraulic Pump and Motor. Selection and Aplication for Hidaulic Power Control Systems, Marcel Dekker.INC, 1983, New York
3. Sularso; Pompa dan Kompresor; Pradnya Paramia, 1983, Jakarta
4. D. Fritz; Turbin; Pompa dan Kompresor, Penerbit Erlangga, 1980, Surabaya
5. A.T Sayers, Hydraulic and Compressible flow Turbomachines, McGraw-Hill, 1991, Singapore