

# PENGARUH PENAMBAHAN EJEKTOR (JET) PADA POMPA AIR

Oleh :

Ir. R. Soekrisno MSME. PhD. \*)

## Intisari

Pompa air bagi banyak orang sudah menjadi bagian dari sarana penunjang hidup. Tiap hari kita perlu air, dan kalau pompa tidak bekerja, semuanya kalang kabut.

Kerusakan pompa sebagian besar disebabkan oleh keausan, yang terjadi karena adanya gesekan antara sudu yang berputar dengan rumah pompa. Akibat dari keausan tadi, jarak antara kedua permukaan menjadi semakin jauh, sehingga aliran air yang bocor lewat celah yang aus tadi semakin banyak, atau air yang sudah dipompa makin banyak yang kembali ke bagian hisap. Kalau hal ini dibiarkan akibatnya jelas, yaitu debit air makin kecil, atau bahkan sama sekali tidak keluar airnya, walaupun terdengar pompa masih berputar.

Kemungkinan lain adalah turunnya permukaan air sumur pada musim kemarau. Baik keausan maupun turunnya air sumur, keduanya dapat ditanggulangi dengan cara yang dirasa murah dan praktis yaitu menambah ejektor (ejector) pada saluran hisapnya. Jumlah ejektor yang dipasangkan pada saluran hisap ini pada prinsipnya dapat lebih dari satu, dan diletakkan secara seri, sehingga memperoleh daya hisap yang jauh lebih baik.

Tulisan ini mencoba memberikan gambaran unjuk kerja atau karakteristik pompa sembarang dengan ejektor yang tersedia di pasaran sebagai suku cadang pompa khusus.

## Pendahuluan

Mengingat pompa listrik sudah menjadi kebutuhan keluarga termasuk juga industri, baik di kota maupun di desa, khususnya setelah dilaksanakannya program listrik masuk desa, maka dirasa perlu penghematan terhadap pompa tua, dengan memanfaatkannya kembali.

Sebelum penambahan ejektor dimulai, perlu diadakan pengujian terhadap pompa tersebut. Satu hal yang memang tidak dapat ditolong melalui penambahan ejektor, adalah kebakaran pada motor, yang mudah diketahui dari bau dan tidak terdengar lagi suara benda berputar. Kalau pompa masih baik, penyelesaiannya adalah mengganti motor yang terbakar secara total atau hanya dengan mengganti lilitannya saja.

Bila pompa masih berputar normal dan mampu menghisap air yang permukaannya dekat dengan pom-

pa, tapi tidak mampu menghisap air yang agak jauh di bahwa pompa, maka dikatakan daya hisap pompa sudah menurun. Pompa tersebut masih dapat ditolong dengan mengganti alat yang aus, tapi sayang harganya tidak murah, dan karena perbedaan kualitas dengan aslinya, suku cadang yang baru ini bahkan lebih cepat aus, sehingga minta ganti lagi dalam waktu yang relatif singkat.

Salah satu cara untuk menanggulangi hal terakhir ini, adalah menambahkan ejektor pada saluran hisapnya.

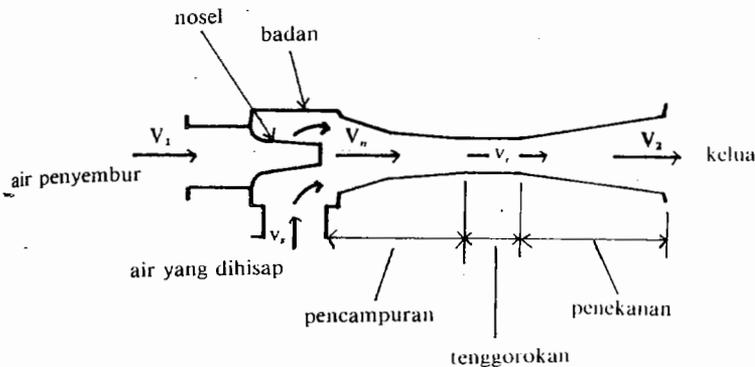
## Dasar Teori

Persamaan dasar yang dipakai Igor J. Karassik dkk. pada masalah ejektor yang terdiri dari nosel dan difuser adalah persamaan Bernoulli (Karassik, 1976).

$$\frac{P_1}{w_1} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_N}{w_N} + \frac{V_N^2}{2g} \quad (1)$$

\*) Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin FT UGM.

dengan  $P_1$  = tekanan statis dari air penyembur  
 $P_N$  = tekanan statis di ujung nosel  
 $V_1$  = kecepatan air penyembur  
 $V_N$  = kecepatan air di ujung nosel  
 $w_1 = w_N$  = berat jenis air di titik 1 atau N.



Gambar 1. Skema ejektor

Karena tekanan statis di pipa hisap sama dengan tekanan statis di ujung nosel, maka persamaan di atas menjadi

$$\frac{P_1}{w_1} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_s}{w_1} + \frac{V_N^2}{2g} \quad (2)$$

dengan  $P_s$  = tekanan statis pada pipa hisap.

Di depan nosel, secara teoritis dapat dimisalkan bahwa semua enersi kecepatan berasal dari enersi potensial yang berupa tinggi angkat (*head*) statis. Dengan demikian  $V_1$  dapat dianggap nol, sehingga berlaku persamaan

$$\frac{V_N^2}{2g} = \frac{P_1}{w_1} - \frac{P_s}{w_1} \quad (3)$$

Pada bagian difuser, berlaku juga persamaan Bernoulli yang lain, yang sejenis, yaitu

$$\frac{P_T}{w_T} + \frac{V_T^2}{2g} = \frac{P_2}{w_2} + \frac{V_2^2}{2g} \quad (4)$$

dengan  $P_2$  = tekanan statis pada ujung keluar  
 $P_T$  = tekanan statis di tenggorokan  
 $V_2$  = kecepatan air di ujung difuser  
 $V_T$  = kecepatan air di tenggorokan ejektor  
 $w_2 = w_T$  = berat jenis air campuran.

Karena tekanan statis di pipa hisap sama dengan tekanan statis di tenggorokan, maka persamaan di atas menjadi

$$\frac{P_s}{w_2} + \frac{V_T^2}{2g} = \frac{P_2}{w_2} + \frac{V_2^2}{2g} \quad (5)$$

dengan  $P_s$  = tekanan statis di pipa hisap.

Tidak banyak berbeda dengan formulasi di atas, kecepatan air di ujung difuser juga dianggap semuanya berubah menjadi enersi potensial, sehingga akhirnya tidak punya kecepatan, atau  $V_2 = 0$ , dan ditulis

$$\frac{V_T^2}{2g} = \frac{P_2 - P_s}{w_2} \quad (6)$$

Selanjutnya bila persamaan (2) dan (4) di atas dibandingkan, diperoleh perbandingan tinggi angkat (*operating head ratio*).

$$R_H = \frac{V_N^2}{V_T^2} = \frac{(P_1 - P_s)/w_1}{(P_2 - P_s)/w_2} = \frac{(P_1 - P_s)W_2}{(P_2 - P_s)w_1} \quad (7)$$

Dengan menggunakan persamaan momentum, yang ditulis sebagai

$$M_1 V_N + M_s V_s = (M_1 + M_s) V_T \quad (8)$$

dengan  $M_1$  = massa air penyembur  
 $M_s$  = massa air yang dihisap

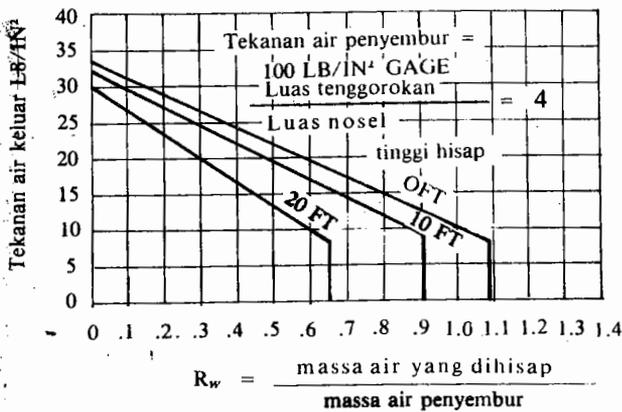
maka dapat diperoleh perbandingan massa (*operating weight ratio*) atau secara singkat *weight ratio*.

$$R_w = \frac{M_s}{M_1} = \frac{V_N}{V_T} - 1 \quad (9)$$

Perbandingan massa ini penting untuk menentukan jumlah air penyembur yang diperlukan untuk mengaktifkan ejektor.

Dari perhitungan di atas, akan diperoleh harga  $R_w$  yang cukup besar, karena berasal dari perhitungan ideal. Dalam praktek, angka tadi masih harus dikoreksi, yaitu dikalikan dengan efisiensi, yang besarnya tergantung pada bentuk dan kehalusan pembuatan ejektor.

Karassik dalam bukunya memberikan gambaran kerja sebuah ejektor memakai sebuah grafik yang menyatakan hubungan antara tekanan air penyembur yang mengaktifkan ejektor, dengan perbandingan massa atau *weight ratio*, seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Hubungan tekanan air masuk dan *weight ratio*

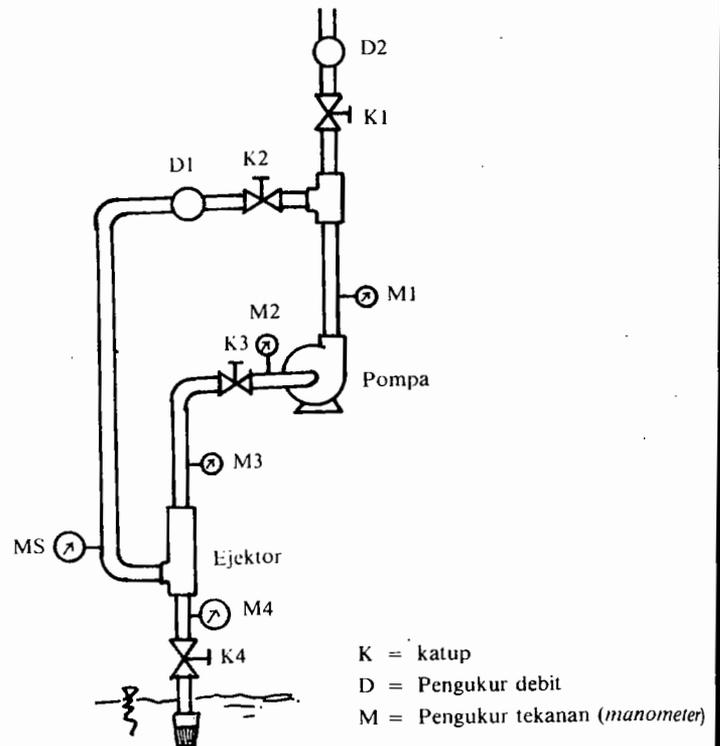
Dari grafik di atas tampak bahwa ejektor sangat dipengaruhi oleh tekanan maupun *weight ratio*.

### Penelitian dan Hasilnya

Untuk mengetahui unjuk kerja ejektor sebagai suku cadang yang tersedia di pasaran, dalam kombinasinya dengan pompa sembarang, dibuat instalasi pompa lengkap dengan ejektor, pengukur debit, manometer, dan katup-katup pengatur, di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin FT UGM, seperti ditunjukkan pada gambar 3.

Dengan membuat variasi letak ejektor, maksudnya jauh dekatnya terhadap pompa, dengan suatu simulasi, yaitu membuka dan menutup *stop valve*, yang berarti memberikan atau mengurangi kerugian *head*, akan diperoleh data sifat atau karakteristik sistem dengan ejektor.

Bila pembukaan katup K2 diubah, aliran air menuju ejektor yang melewati pengukur debit D1 akan berubah. Perubahan ini mengakibatkan kerja ejektor E melemah atau bertambah kuat. Katup K1 merupakan simulasi tinggi tekan (*discharge head*), katup K3 merupakan simulasi jarak ejektor ke pompa, dan katup K4 merupakan simulasi panjang pipa dari ejektor ke permukaan air. Pada instalasi ini dipasang lima buah manometer air raksa, yaitu M1 sampai dengan M5, sehingga beberapa titik dapat dicatat atau diketahui tekanannya. Dengan merubah pembukaan katup K1, K3, dan K4, akan diperoleh perubahan-perubahan pada alat ukur lain pada instalasi ini.

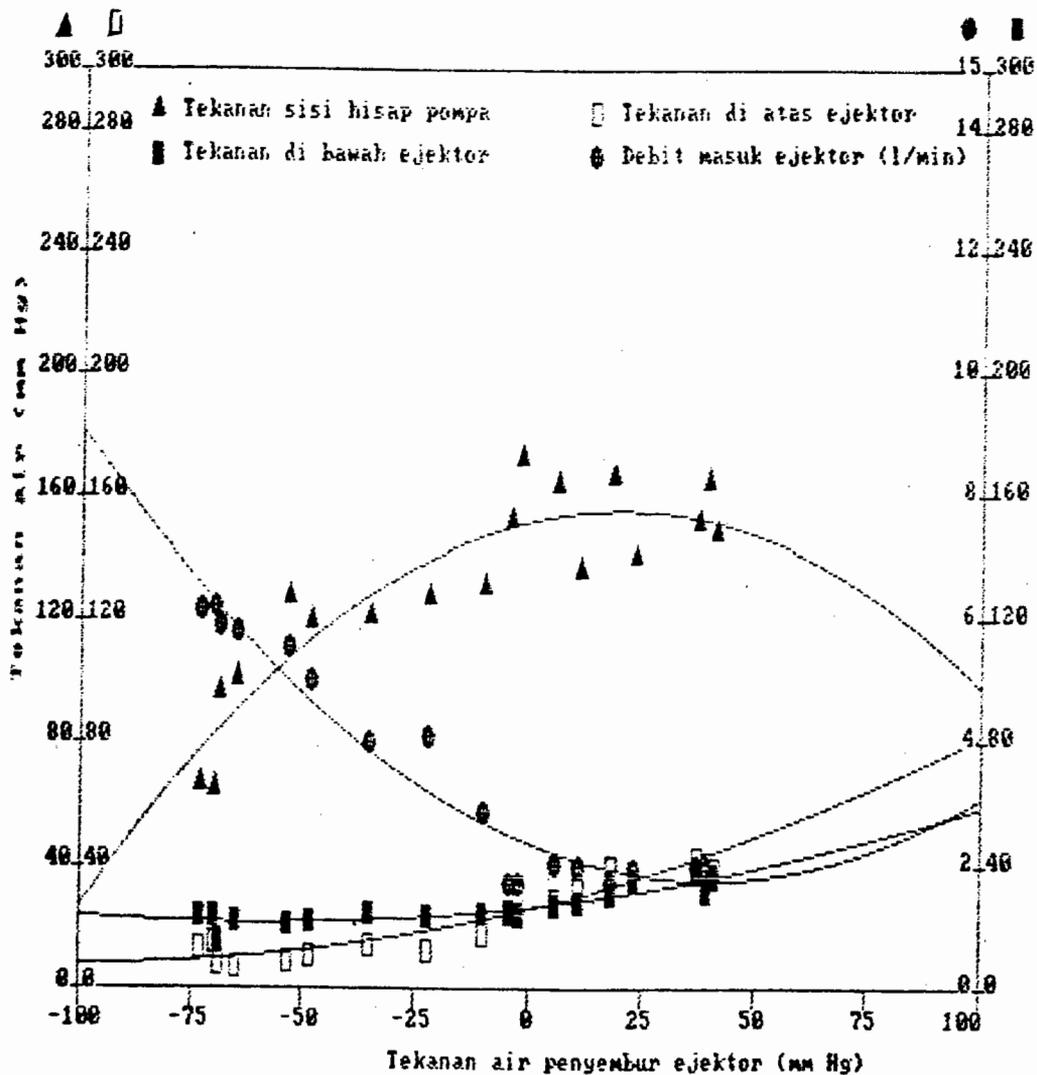


Gambar 3. Rangkaian pompa, ejektor, dan katup-katup

Kalau semua data dikumpulkan dan dibuat grafik, akan diperoleh sebuah grafik karakteristik dari sistem, yang berguna untuk menentukan letak pemasangan ejektor pada instalasi pompa.

Dalam penelitian ini kesulitan-kesulitan terjadi saat perubahan pembukaan katup, yang kebanyakan menyebabkan aliran tidak stabil, karena udara masuk ke dalam pompa. Dengan demikian tiap kali mengadakan perubahan selalu diusahakan perubahan yang relatif kecil, supaya tidak mendadak mengganggu keseimbangan. Tetapi bila tetap tidak stabil, kadang-kadang dapat ditolong dengan mengatur katup yang lain, atau mengembalikannya pada pembukaan katup semula.

Dari gambar 4 yang memberikan hubungan antara tekanan air penyembur yang membuat ejektor bekerja, dan tekanan hisap atau tekanan negatif yang berada di sekitar daerah hisap pompa, dan juga dengan debit air penyembur, pada tekanan keluar (*discharge*) sebesar 105 mm Hg, tampak bahwa :



Gambar 4. Hubungan tekanan air penyembur ejektor dengan debit, dan tekanan hisap pompa pada 3 titik pengukuran, bila tekanan keluar pompa 105 mm Hg

Debit air penyembur makin turun sewaktu tekanan air penyembur bertambah. Hal ini bertentangan dengan logika, tapi datanya begitu, jadi perkiraan sementara menganggap flowmeter memberikan angka yang tinggi atau salah, karena ada gelembung udara dari pipa keluaran (*discharge*), yang ikut terhisap masuk oleh pompa, sedangkan flowmeter tidak dapat membedakan antara air atau udara yang lewat.

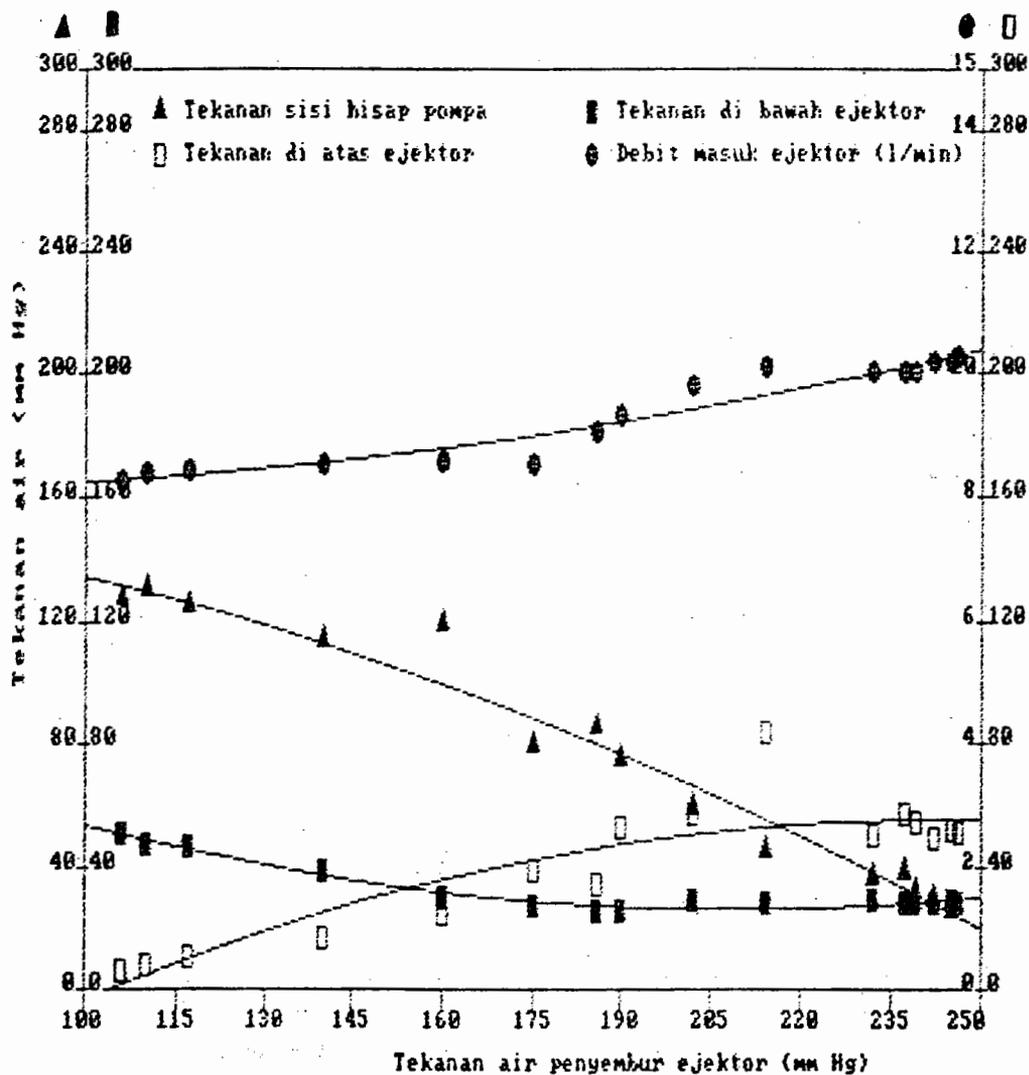
Gambar 5 memberikan hubungan yang sama dengan gambar 4, tapi pada tekanan *discharge* yang

lebih tinggi, yaitu 300 mm Hg., ternyata gejala di atas sudah tidak nampak lagi, di sini terlihat debit naik sesuai dengan kenaikan tekanan.

#### Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan antara lain :

1. Menurut gambar 5, tekanan pada sisi hisap pompa tampak turun pada saat debit air penyembur cukup



Gambar 5. Hubungan tekanan air penyembur ejektor dengan debit, dan tekanan hisap pompa pada 3 titik pengukuran, bila tekanan keluar pompa 300 mm Hg

banyak. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan hisap pompa makin mendekati tekanan atmosfer (Software Energraphic tidak dapat menuliskan skala negatif pada sumbu tegak, jadi sebetulnya skala tegak itu semuanya negatif, kecuali skala debit). Dengan demikian kerja pompa relatif lebih ringan, karena total head yang dirasakan oleh pompa menurun, atau pada kondisi begini unjuk kerja pompa bagus.

2. Debit air penyembur ejektor sangat dipengaruhi oleh tekanan keluar (*discharge*) dari pompa.

Semakin tinggi tekanan keluar, debit semakin besar, padahal dengan debit yang besar unjuk kerja pompa bagus, jadi pompa dengan ejektor (jet) sebaiknya dipakai untuk menaikkan air ke menara air, tidak langsung ke kran, supaya tekanan keluaran tidak rendah atau turun naik mengikuti terbuka dan tertutupnya kran.

3. Tekanan sisi hisap pompa yang mendekati tekanan atmosfer tersebut di atas, mengandung arti bahwa antara ejektor dan pompa dapat dipasangkan pipa yang cukup panjang, sampai head yang hilang pada

pipa yang panjang tadi sama dengan head yang dihasilkan oleh ejektor. Dengan demikian kombinasi pompa dan ejektor (jet), mampu menghisap sumur yang lebih dalam.

4. Tekanan sisi hisap pompa yang mendekati tekanan atmosfer tersebut di atas, juga mengandung arti bahwa aliran balik dari bagian *discharge* ke bagian hisap melalui celah antara kedua permukaan yang aus di dalam pompa sudah dikurangi, karena mendorong aliran balik yang berupa selisih tekanan antara bagian *discharge* dan hisap sudah mengecil. Jadi penambahan ejektor memang merupakan salah satu terapi untuk pompa tua yang sudah aus.
5. Debit air yang lewat ejektor cukup banyak, bahkan dapat mendekati debit pompanya sendiri. Pada pembukaan katup K2 yang besar, dijumpai air yang mengalir dari pipa keluaran tinggal sedikit, karena sebagian besar masuk ke ejektor. Pada kondisi ini, tekanan sisi hisap pompa naik, dan unjuk kerja pompa bagus, tapi karena fungsi pompa adalah untuk memperoleh air, maka kalau debit air keluar kecil, pasti tidak disenangi. Jadi untuk memasang ejektor secara seri dengan maksud un-

tuk membantu kemampuan pompa menghisap air yang lebih dalam lagi, akan menghadapi persoalan kekurangan debit, sehingga semuanya tetap dapat beroperasi, tapi dengan kondisi yang tidak optimum, karena debit air yang masuk ke ejektor harus dibagi-bagi, dan tentunya perlu disisakan agar masih ada debit air yang masuk ke menara air. Di sini muncul sebuah tantangan untuk memperoleh bentuk, tingkat kehalusan permukaan, atau cara kerja ejektor yang lebih efisien, yang hanya memerlukan sedikit air penyembur.

#### Daftar Pustaka

- Hicks E., 1971, *Pump Application Engineering*, pp. 350, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Karassik, I.J., 1976, *Pump Handbook*, first edition, pp. 4 — 17, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Karassik, I.J., 1981, *Centrifugal Pump Clinic*, pp. 408, Marcel Dekker, Inc., New York & Basel.