

PENGARUH PUTARAN MOTOR DAN VARIASI BUKAAN KATUB TERHADAP KAPASITAS ALIRAN AIR DALAM PIPA ½"

Julian Alfajar *)

Abstrak

Pompa sentrifugal merupakan salah satu jenis pompa yang paling banyak digunakan dewasa ini baik dalam bidang industri, pertanian dan rumah tangga. Selain murah juga mudah didapat dipasaran.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh putaran motor dan katub terhadap kapasitas aliran air dalam pipa ½ ". Hasil yang diperoleh terlihat bahwa kapasitas aliran yang tertinggi pada bukaan katub 90⁰ dengan besar 4,833 x 10⁻⁴ m³/s pada putaran motor 2800 rpm dengan kerugian head total 0,643 m.

Kata Kunci : Putaran Motor, Katub, Kapasitas Aliran

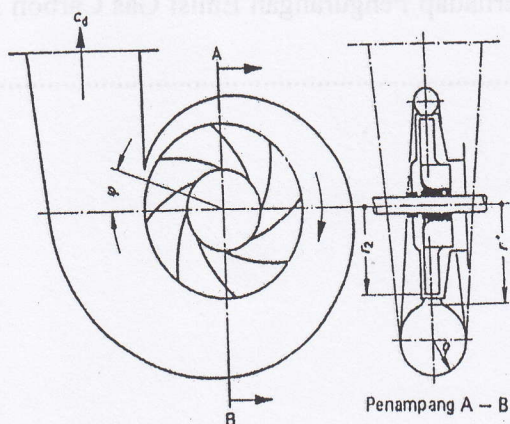
PENDAHULUAN

Pompa merupakan suatu alat untuk memindahkan air dari suatu tempat ketempat yang lain dengan melalui suatu sistem pemipaan, dimana air hanya dapat mengalir bila terdapat perbedaan tekanan tertentu. Jadi pompalah sebenarnya yang harus dapat membangkitkan perbedaan itu.

Karakteristik pompa merupakan hubungan antara tinggi tekan (head), kapasitas, daya dan efisiensi pompa. Dan biasanya karakteristik ini digambarkan dalam kurva-kurva performansi atau unjuk kerja yang menyatakan besarnya head total pompa, daya poros pompa dan efisiensi pompa terhadap kapasitas pompanya yang pada umumnya digambarkan pada putaran konstan.

Pompa Sentrifugal

Dalam bentuk yang paling sederhana, pompa sentrifugal terdiri dari sebuah impeller yang dapat berputar di dalam sebuah rumah pompa (casing). Pada rumah pompa dihubungkan dengan saluran hisap dan saluran tekan, sedang impeller terdiri dari sebuah cakram dan terdapat sudu-sudu seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 1 – Pompa sentrifugal

*) Staf Pengajar Jurusan Mesin UNIMUS

Head Total Pompa

Head pompa terdiri dari beda ketinggian antara permukaan air sisi tekan (head statis), head tekanan, head kecepatan dan head rugi-rugi seperti dinyatakan oleh persamaan berikut :

$$H = H_a + \frac{P_d - P_s}{\gamma} + \frac{V_d - V_s}{2g} + H_I$$

Dimana :

- H = Head total pompa (m)
- H_a = Head statis total (m)
- P_d = Tekanan pada sisi tekan (N/m²)
- P_s = Tekanan pada sisi hisap (N/m²)
- γ = Berat jenis air (N/m³)
- V_d = Tekanan pada sisi tekan (m/s)
- V_s = Tekanan pada sisi hisap (m/s)
- G = Percepatan gravitasi (m/s²)
- H_I = Head kerugian pada saluran pipa (m)

Head Kerugian

Head kerugian meliputi : kerugian gesek pada pipa, belokan dan kerugian katub.

a. Kerugian gesek pada pipa

Besarnya kerugian gesek pada pipa dapat dihitung dengan persamaan :

$$h_f = f \frac{L.V^2}{2.g.D}$$

dimana :

- h_f = Kerugian gesek (m)
- f = Koefisien gesek
- L = panjang pipa (m)
- V = Kecepatan aliran (m/s)
- D = Garis tengah pipa (m)
- g = Percepatan gravitasi (m/s²)

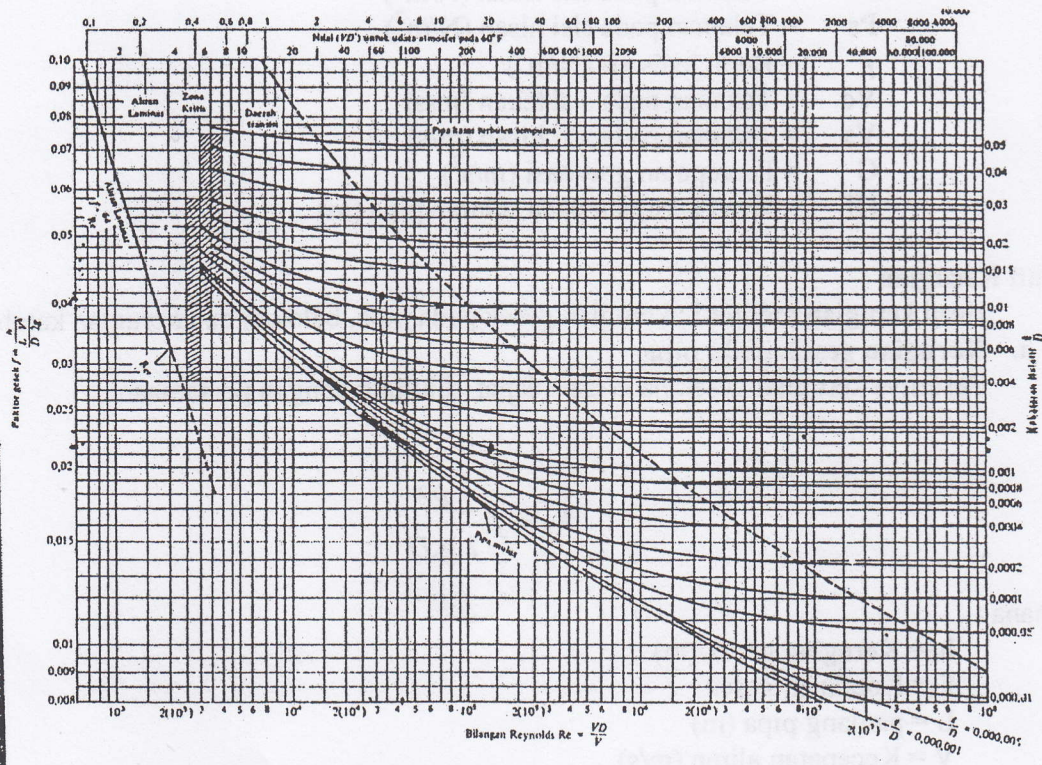
Jika jenis aliran laminar maka untuk mencari koefisien kerugian gesek dalam pipa (f) adalah (Sularso, 2000) :

$$f = \frac{64}{Re}$$

Namun jika jenis aliran turbulen untuk menentukan koefisien gesek didapat dengan menggunakan diagram moedy, dengan menemukan titik potong antara rasio kekasaran (ε/D) dan harga bilangan Reynold (Frank. M White, 1988) seperti terlihat pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 1 – Kekasaran Rata-rata Pipa- pipa Komersial

Bahan (dalam keadaan baru)	ε	
	ft	mm
Baja keling	0,003 – 0,03	0,9 – 9,0
Beton	0,001 – 0,01	0,3 – 3,0
Bilah tahang kayu	0,0006 – 0,003	0,18 – 1,9
Besi cor	0,00085	0,26
Besi bersalut seng	0,0005	0,15
Besi cor aspal	0,0004	0,12
Baja komersial/besi tempa	0,00015	0,046
Tabung/pipa tarik	0,000005	0,0015
Kaca	Halus	Halus



Gambar 2 - Diagram Moedy

b. Kerugian Head Pada Jalur Pipa

Kerugian head pada jalur pipa secara umum dinyatakan dengan rumus (Sularso, 2000) :

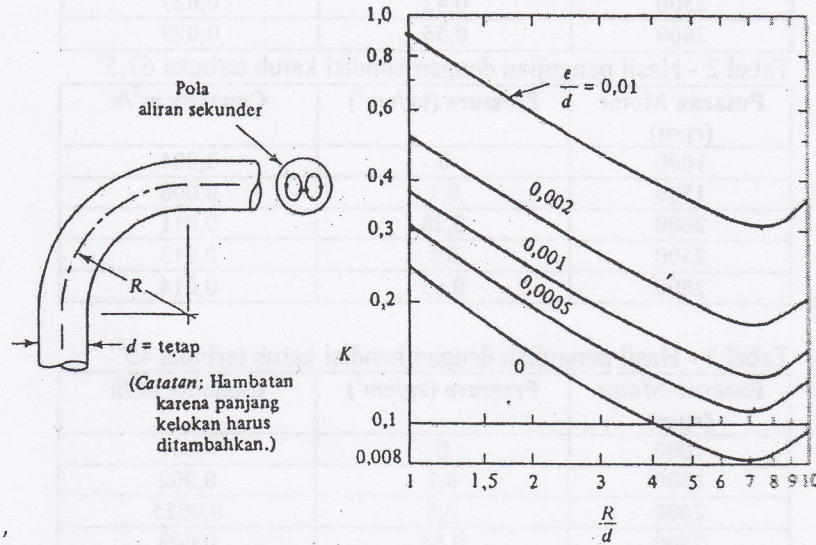
$$h_f = f \frac{V^2}{2.g}$$

Kerugian-kerugian pada jalur pipa antara lain :

- a. Kerugian pada belokan pipa
- b. Kerugian pada katub

Koefisien kerugian pada belokan pipa

Ada dua macam belokan pipa, yaitu belokan lengkung dan belokan patah. Untuk belokan lengkung koefisien gesekan dapat dilihat pada gambar 3, sedang untuk koefisien kerugian untuk belokan patah dapat dilihat pada tabel 2. berikut (Frank. M White, 1988) :



ambar 3 - Koefisien Kerugian Belokan Lengkung

Tabel 2 - Koefisien Kerugian Belokan Patah

θ		5	10	15	22,5	30	45	60	90
f	Halus	0,016	0,034	0,042	0,066	0,130	0,236	0,471	1,129
	Kasar	0,024	0,044	0,062	0,154	0,165	0,320	0,684	1,265

Debit Aliran Fluida

Untuk menghitung besarnya debit aliran fluida dapat digunakan persamaan :

$$Q = \frac{V}{t}$$

Dimana :

- Q = Debit aliran Fluida (m^3/s)
- V = Kapasitas atau volume fluida permenit (m^3/men)
- t = Waktu /lamanya pengukuran (menit)

PENGUJIAN

Metode pengujian disini dilakukan dengan cara mengubah putaran motor menggunakan inverter dengan variasi putaran 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm dan 2800 rpm. Untuk setiap putaran tersebut diuji tekanan dengan kapasitas aliran dengan bukaan katub bervariasi yaitu 22, 5°, 45°, 67,5° dan terbuka penuh 90°. Alat ukur yang digunakan adalah berupa water meter (flow meter) yang digunakan untuk mengukur kecepatan fluida dan manometer Bourdown dengan kekuatan 2,5 kg/cm^2 dimana setiap perubahan rpm dilakukan sebanyak 3 kali dan hasilnya diambil rata-rata seperti terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 1- Hasil pengujian dengan kondisi katub terbuka 90°

Putaran Motor (rpm)	Pressure (kg/cm ²)	Capacity m ³ /h
1000	0	0,010
1500	0,05	0,017
2000	0,2	0,022
2500	0,42	0,027
2800	0,55	0,029

Tabel 2 - Hasil pengujian dengan kondisi katub terbuka 67,5°

Putaran Motor (rpm)	Pressure (kg/cm ²)	Capacity m ³ /h
1000	0	0,004
1500	0,1	0,008
2000	0,28	0,011
2500	0,5	0,013
2800	0,65	0,014

Tabel 3 - Hasil pengujian dengan kondisi katub terbuka 45°

Putaran Motor (rpm)	Pressure (kg/cm ²)	Capacity m ³ /h
1000	0	0,001
1500	0,1	0,002
2000	0,3	0,0025
2500	0,55	0,003
2800	0,7	0,004

Tabel 4 - Hasil pengujian dengan kondisi katub terbuka 22,5°

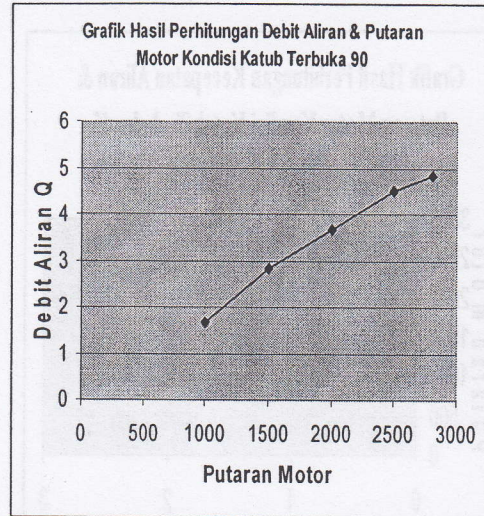
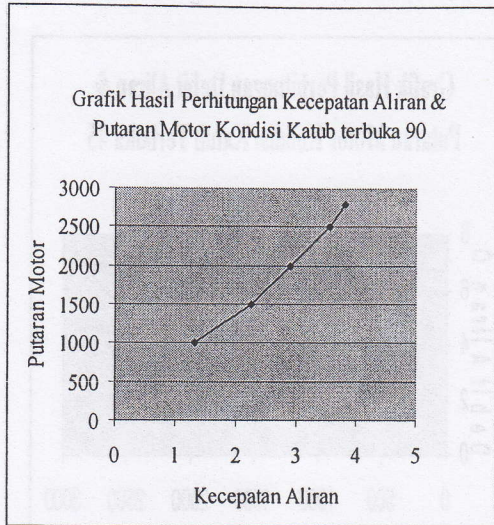
Putaran Motor (rpm)	Pressure (kg/cm ²)	Capacity m ³ /h
1000	0	0,001
1500	0,1	0,001
2000	0,3	0,0015
2500	0,57	0,002
2800	0,75	0,0025

PEMBAHASAN DAN HASIL

Dengan mengacu pada hasil pengujian pada tabel di atas maka dengan menggunakan persamaan sebelumnya didapat hasil perhitungan sebagai berikut :

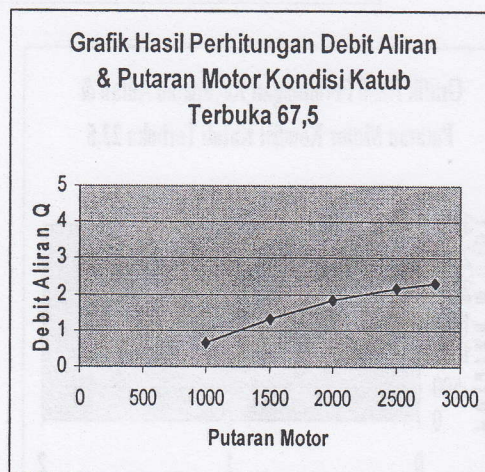
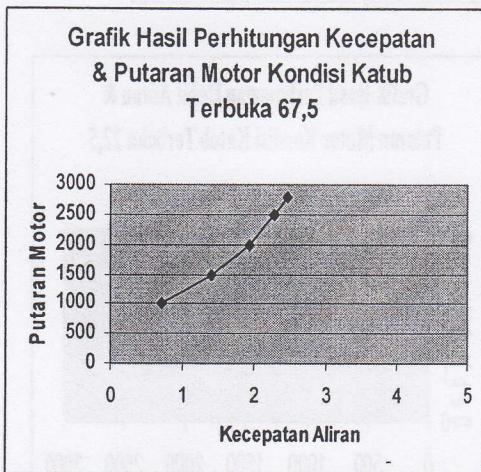
Tabel 5 – Hasil perhitungan pada kondisi katub terbuka 90°

Putaran Motor	Debit Aliran Q m ³ /s	Kecepatan Aliran v (m/s)
1000	1,666x10 ⁻⁴	1,315
1500	2,833 x10 ⁻⁴	2,237
2000	3,666 x10 ⁻⁴	2,895
2500	4,500 x10 ⁻⁴	3,554
2800	4,833 x10 ⁻⁴	3,817



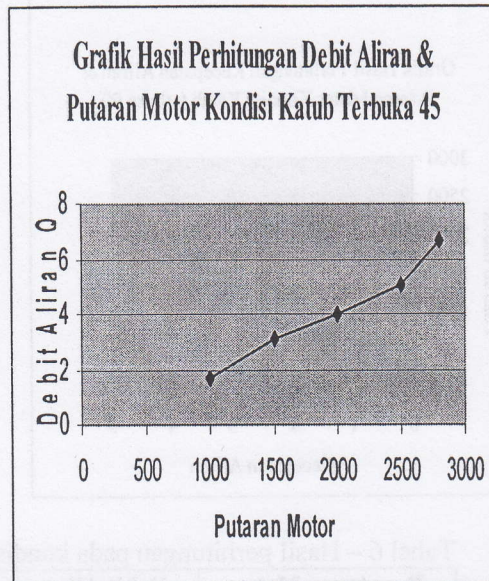
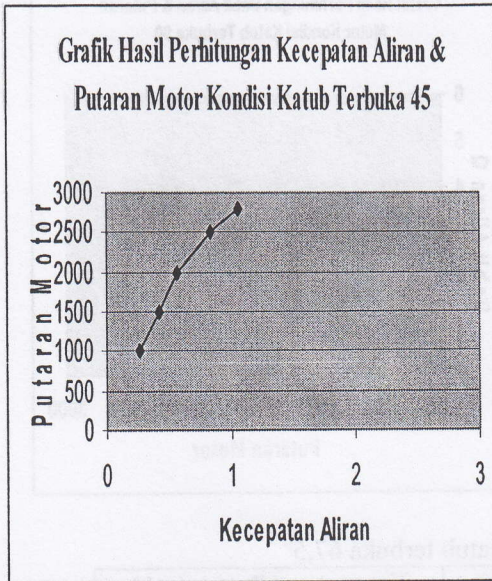
Tabel 6 – Hasil perhitungan pada kondisi katub terbuka 67,5°

Purataran Motor	Debit Aliran Q m ³ /s	Kecepatan Aliran v (m/s)
1000	0,67 x 10 ⁻⁴	0,702
1500	1,33 x 10 ⁻⁴	1,403
2000	1,83 x 10 ⁻⁴	1,930
2500	2,17 x 10 ⁻⁴	2,281
2800	2,33 x 10 ⁻⁴	2,457



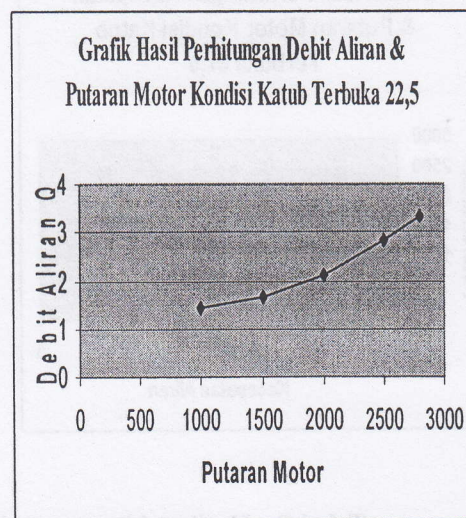
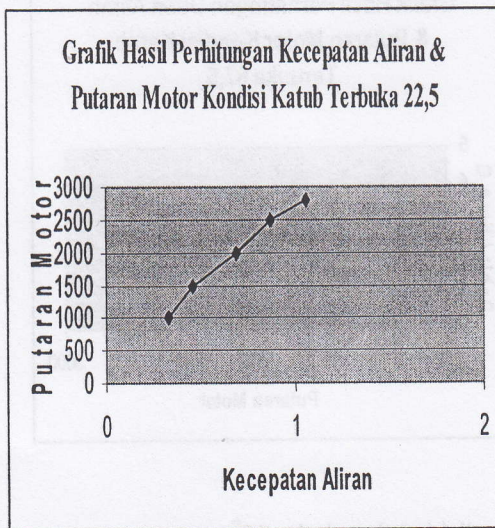
Tabel 7 – Hasil perhitungan pada kondisi katub terbuka 45°

Purataran Motor	Debit Aliran Q m ³ /s	Kecepatan Aliran v (m/s)
1000	1,666x10 ⁻⁵	0,263
1500	3,120 x10 ⁻⁵	0,422
2000	4,000 x10 ⁻⁵	0,566
2500	5,100 x10 ⁻⁵	0,833
2800	6,666 x10 ⁻⁵	1,052



Tabel 8 – Hasil perhitungan pada kondisi katub terbuka 22,5^o

Purataran Motor	Debit Aliran Q m ³ /s	Kecepatan Aliran v (m/s)
1000	1,423 x 10 ⁻⁵	0,326
1500	1,650 x 10 ⁻⁵	0,453
2000	2,111 x 10 ⁻⁵	0,689
2500	2,830 x 10 ⁻⁵	0,866
2800	3,333 x 10 ⁻⁵	1,052



Tabel 9 – Hasil Perhitungan Kerugian Kondisi Katub Terbuka 90^o

Putaran Motor rpm	Kerugian gesek h _{f1}	Belokan h _{f2}	Kerugian pada Katub h _{fn}	Kerugian Head Total H
1000	2,084 x 10 ⁻³	0,026	0,037	0,065
1500	6,031 x 10 ⁻³	0,075	0,143	0,224
2000	0,010 x 10 ⁻³	0,126	0,239	0,365
2500	0,0152	0,189	0,361	0,55
2800	0,017	0,218	0,416	0,643

Tabel 10 – Hasil Perhitungan Kerugian Kondisi Katub Terbuka 67,5⁰

Putaran Motor rpm	Kerugian gesek h_{f1}	Belokan h_{f2}	Kerugian pada Katub h_{fh}	Kerugian Head Total H
1000	$5,939 \times 10^{-4}$	$7,392 \times 10^{-3}$	0,014	0,022
1500	$2,372 \times 10^{-3}$	0,029	0,056	0,088
2000	$4,489 \times 10^{-3}$	0,056	0,106	0,167
2500	$6,271 \times 10^{-3}$	0,078	0,148	0,232
2800	$7,276 \times 10^{-3}$	0,091	0,172	0,270

Tabel 11 – Hasil Perhitungan Kerugian Kondisi Katub Terbuka 45⁰

Putaran Motor rpm	Kerugian gesek h_{f1}	Belokan h_{f2}	Kerugian pada Katub h_{fh}	Kerugian Head Total H
1000	$8,336 \times 10^{-5}$	$1,037 \times 10^{-3}$	$1,976 \times 10^{-3}$	$3,093 \times 10^{-3}$
1500	$2,146 \times 10^{-4}$	$2,671 \times 10^{-3}$	$5,088 \times 10^{-3}$	$7,973 \times 10^{-3}$
2000	$3,861 \times 10^{-4}$	$4,805 \times 10^{-3}$	$9,153 \times 10^{-3}$	$14,344 \times 10^{-3}$
2500	$8,363 \times 10^{-4}$	0,0104	0,0198	0,0308
2800	$1,334 \times 10^{-3}$	0,0166	0,0316	0,050

Tabel 12 – Hasil Perhitungan Kerugian Kondisi Katub Terbuka 22,5⁰

Putaran Motor rpm	Kerugian gesek h_{f1}	Belokan h_{f2}	Kerugian pada Katub h_{fh}	Kerugian Head Total H
1000	$1,281 \times 10^{-4}$	$1,594 \times 10^{-3}$	$3,036 \times 10^{-3}$	$4,758 \times 10^{-3}$
1500	$2,473 \times 10^{-4}$	$3,078 \times 10^{-3}$	$5,863 \times 10^{-3}$	$9,188 \times 10^{-3}$
2000	$5,721 \times 10^{-4}$	$7,121 \times 10^{-3}$	0,014	0,220
2500	$9,038 \times 10^{-4}$	0,011	0,021	0,033
2800	$1,334 \times 10^{-3}$	0,016	0,032	0,049

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan terlihat bahwa semakin besar putaran motor maka debit aliran, kecepatan aliran dan kerugian head total akan semakin besar, sebaliknya semakin kecil putaran motor maka debit aliran, kecepatan aliran dan kerugian head total akan semakin kecil.

DAFTAR PUSTAKA

1. A. Nouwen, Pompa Jilid I, Barata, 1994
2. A. Nouwen, Pompa Jilid II, Barata, 1994
3. Austin H. Church, Pompa Dan Blower Sentrifugal, Erlangga, 1990
4. Dietzel, Fritz Turbin Pompa Dan Kompresor, Erlangga, 1996
5. M. White, Frank, Mekanika Fluida, Erlangga, 1988
6. Sularso/Haruo Tahara, Pompa Dan Kompresor, Pradnya Paramita, 2000