

Pengujian Kinerja Pompa Sentrifugal Menggunakan Kontrol Inverter

(Centrifugal Pump Performance Testing Using Controlled Inverter)

WAHYU DJALMONO PUTRO

ABSTRACT

An alternative method for obtaining data on pump discharge and head in order enable to determine pump characteristics has been investigated and formulated. Three types of centrifugal pump, the snails house, diffuser and turbine, have been selected. According to their respective manufacturers, the heads of these pumps are 16 m, 11 m and 9 m, respectively; their respective debits are 105 m³/h, 105 m³/h and 150 m³/h; and their respective efficiencies are 95 %, 70 % and 95 %. Two testing parameters, shaft rotation and ball valve opening portion have been considered Five different rotations, 1500 rpm, 1750 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm and 2800 rpm, and seven different ball valve opening portions, 0 %, 25 %, 30 %, 45 %, 60 %, 75 % and 100 %, have been considered. The main units of the alternative methods for measuring pump discharge and head are an electric motor, an inverter, a U-tube manometer and an orifice. The result shows that the heads the pumps are 15,4 m, 11,45 m and 9,7 m, respectively, the debits of the pumps are 103 m³/h, 108 m³/h and 171 m³/h, and efficiency are 98 %, 69,5 % and 97,5 %, respectively. Controlled inverter method can be used as one of the alternative pump performance test.

Keywords : centrifugal pump, discharge, head, inverter, testing method

PENDAHULUAN

Agar pompa yang digunakan pada suatu instalasi tertentu dapat memenuhi kebutuhan sesuai yang direncanakan, maka spesifikasi pompa yang digunakan perlu diuji, karena terdapat kemungkinan spesifikasi pompa tidak sesuai dengan kenyataan di lapangan, sehingga pompa gagal dipergunakan. Kemungkinan kegagalan pompa dapat terjadi sejak dari proses pembuatan, perakitan, atau ada kerusakan komponen pompa sebelum digunakan. Dengan pengujian kinerja pompa diharapkan kegagalan pompa pada instalasi dapat diatasi. Pengujian pompa selama ini hanya berdasarkan aktualisasi setelah pompa dipasang dan digunakan pada unit instalasi, sehingga kegagalan perencanaan debit dan *head* mengharuskan menggantikan pompa dengan pompa yang lain sampai diperoleh pompa yang memiliki debit dan *head* sesuai dengan yang direncanakan. Selain cara pengujian yang disebutkan di atas dapat pula dilakukan dengan menggunakan alat uji

metering pumps, namun alat ini sulit didapat dan harganya cukup mahal. Bertolak pada persoalan tersebut, maka dipandang perlu untuk melakukan penelitian untuk mendapatkan metode alternatif pengukuran kinerja pompa yang murah dan mudah penggunaannya, namun hasil pengukurannya dapat diandalkan. Pengujian kinerja pompa dengan kontrol inverter bertujuan untuk mendapatkan karakteristik pompa ditinjau dari debit dan *head* sama seperti pada pengujian langsung aktualisasi pada unit instalasi atau menggunakan *metering pumps*, sehingga hasil penelitian ini diharapkan dapat dipergunakan untuk menguji kinerja pompa dengan hasil pengukuran yang dapat diandalkan.

Menurut Sularso (1993), inverter adalah suatu alat untuk mengatur putaran motor selain *gearbox*. Beda antara keduanya adalah inverter menggunakan sistem digital, sedangkan *gearbox* menggunakan sistem mekanik. *Orifice* adalah suatu penghalang fluida yang berfungsi untuk menimbulkan perbedaan tekanan fluida sebelum dan sesudah

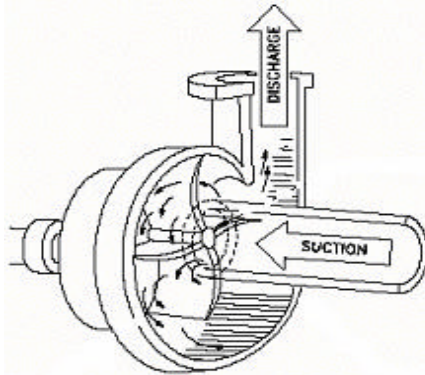
orifice (Incropera & Dewitt, 1996). Tebal plat *orifice* 0,1 kali diameter dalam pipa, diameter dalam *orifice* 0,2 sampai dengan 0,8 kali diameter dalam pipa, sedangkan tebal paking 0,03 kali diameter dalam pipa dan sudut kemiringan *orifice* lebih besar dari 30° . Chuch (1996) menyatakan bahwa manometer pipa U dapat digunakan untuk mengetahui perpindahan fluida dari posisi tertentu ke posisi lain pada laju arah vertikal, yang ditunjukkan oleh perbedaan kenaikan air raksa dalam satuan mH_2O pada pipa U tersebut.

Menurut Dietzel (1990), ditinjau dari mekanisme kerjanya, pompa terbagi menjadi tiga jenis, yaitu pompa rotary, pompa torak/piston dan pompa sentrifugal. Pemakaian pompa yang paling banyak digunakan baik di

lingkungan rumah tangga maupun di industri adalah jenis pompa sentrifugal. Pada pompa sentrifugal gaya sentrifugal dimanfaatkan untuk mendorong fluida keluar impeler. Macam pompa sentrifugal ada tiga, yaitu: pompa rumah keong (Gambar 1), pompa *diffuser* (Gambar 2) dan pompa turbin (Gambar 3).

Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal.

Ketika impeler berputar, dalam rumah pompa terjadi vakum sehingga udara luar masuk terhisap akibat terjadi perbedaan tekanan yang menyebabkan fluida terhisap. Selanjutnya fluida didorong impeler keluar akibat gaya sentrifugal yang terjadi pada impeler (Gambar 4).



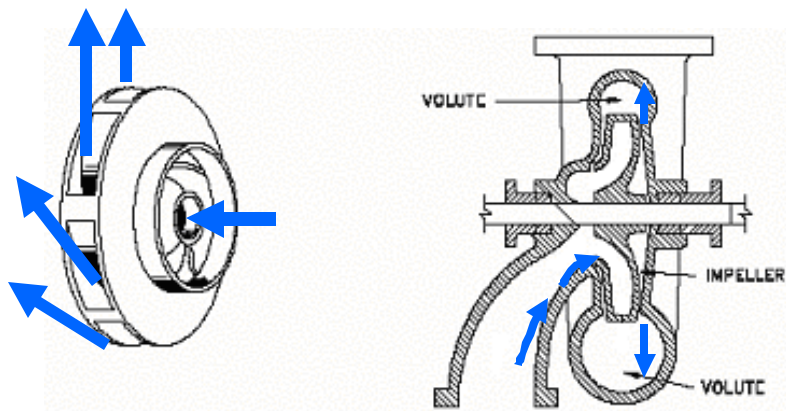
GAMBAR 1. Pompa rumah keong tipe radial

SUMBER: Chuch (1996)



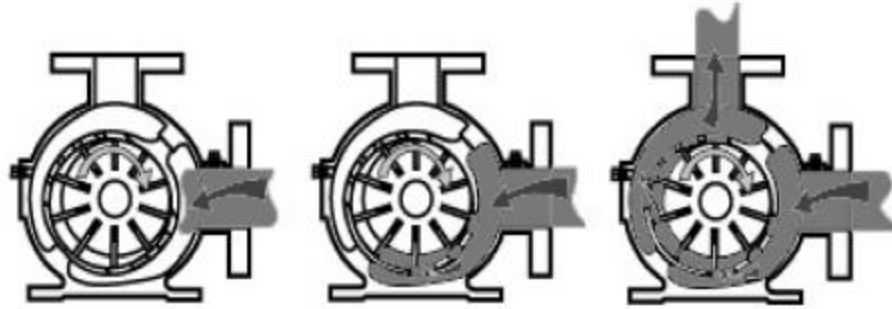
GAMBAR 2. Pompa diffuser tipe radial

SUMBER: Chuch (1996)



GAMBAR 3. Pompa turbin tipe radial

SUMBER : Dietzel (1990)



GAMBAR 4. Ilustrasi kerja pompa sentrifugal tipe radial

SUMBER: Chuch (1996)

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Tiga buah pompa sentrifugal terdiri dari pompa rumah keong tipe radial, pompa *diffuser* tipe radial dan pompa turbin radial, motor listrik, inventer, manometer pipa U, *orifice*, kabel listrik, unit pipa isap dan buang, kunci pipa, satu set kunci pas, kaca pembesar 100 kali dan penggaris siku-siku.

Rancangan Pengujian

1. Perakitan secara bergantian dari tiga macam pompa yaitu diffuser, rumah keong dan turbin. Pipa isap dan pipa keluar dipasang pada pompa dan pompa dihubungkan dengan motor listrik melalui transmisi sabuk puli, sedangkan pada pipa keluar dipasang *orifice* (lihat Gambar 5).
2. Variasi putaran n : 1500 rpm, 1750 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm dan 2800 rpm. Variasi bukaan katup BK : 0 %, 15 %, 30 %, 45 %, 60 %, 75 % dan 100 %. Pasangan variasi pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.
3. Pengujian debit dan *head* dengan variasi putaran motor listrik dan bukaan katup seperti Tabel 1, dan untuk mengetahui besar debit, maka dilakukan pengukuran langsung dengan pembacaan selisih ketinggian air raksa pada monometer U (ρ_x), sedangkan untuk mengetahui besar tinggi isap (*head*) dengan membaca skala ukur pada monometer isap dan tekan menggunakan kaca pembesar 100 kali.
4. Menghitung debit fluida menggunakan Persamaan (1) dan (2).

$$Q_x = C_d \cdot Q_{\text{teoritis}} \quad (1)$$

atau

$$Q_{ac} = C_d \left(\frac{A_1 A_2}{\sqrt{A_1^2 - A_2^2}} \times \sqrt{2g \left(\frac{S_{hg}}{S_{air}} - 1 \right) \rho_x} \right) \quad (2)$$

dengan A_1 : luas penampang pipa bagian dalam (m^2), A_2 : luas penampang *orifice* masing-masing saluran (m^2), C_d = koefisien debit = 0,67, S_{hg} : berat jenis air raksa dan S_{air} : berat jenis air (kg/m^3) (Lobanoff & Ross, 1992).

Rumus untuk menghitung *head* menggunakan persamaan *Bernoulli*, yaitu:

$$\text{Tinggi isap total (H)} = H_d - H_s \quad (3)$$

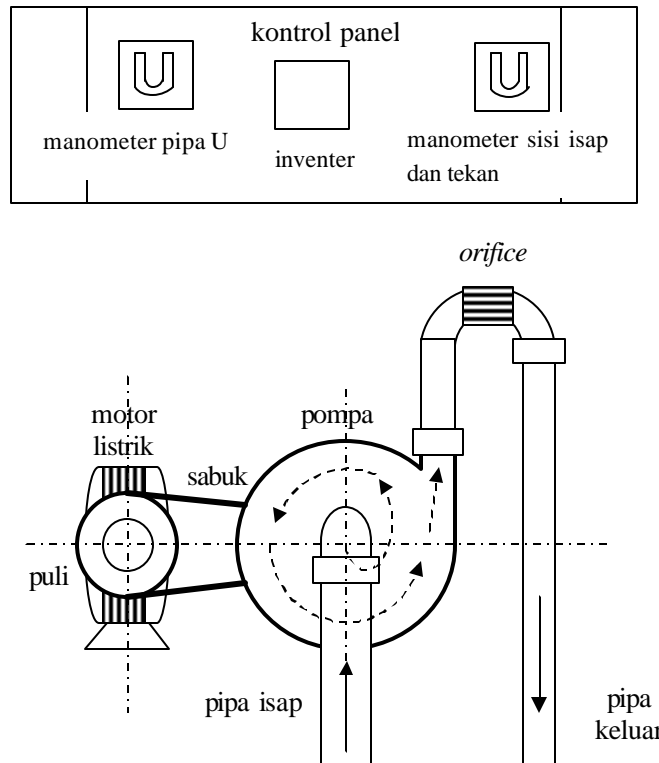
dengan H_d adalah *head* sisi isap dan H_s adalah *head* sisi tekan (meter).

$$H = \left(\frac{P_d}{\rho_a g} + \frac{V^2}{2g} + Z_d \right) - \left(\frac{P_s}{\rho_a g} + \frac{V^2}{2g} + Z_s \right) \quad (4)$$

atau

$$H = \left(\frac{P_d}{\rho_a g} + Z_d \right) - \left(\frac{P_s}{\rho_a g} + Z_s \right) \quad (5)$$

dengan P_d adalah tekanan tekan, P_s adalah tekanan isap, V adalah kecepatan fluida dalam pipa, Z_d adalah tinggi permukaan fluida sisi tekan, Z_s adalah tinggi permukaan fluida sisi isap dan g adalah gravitasi (m/det^2) (Streeter, 1998).



GAMBAR 5. Skema instalasi pengujian pompa sentrifugal

TABEL 1. Variasi pasangan putaran (n) dan bukaan katup (BK)

n (rpm)	BK (%)	n (rpm)	BK (%)	n (rpm)	BK (%)	n (rpm)	BK (%)	n (rpm)	BK (%)	n (rpm)	BK (%)
1500	0	1500	15	1500	30	1500	45	1500	60	1500	75
1750	0	1750	15	1750	30	1750	45	1750	60	1750	75
2000	0	2000	15	2000	30	2000	45	2000	60	2000	75
2500	0	2500	15	2500	30	2500	45	2500	60	2500	75
2800	0	2800	15	2800	30	2800	45	2800	60	2800	75

5. Menghitung daya hidrolis berdasarkan data debit yang diperoleh menggunakan Persamaan (6).

$$P_{hid} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (6)$$

dengan ρ adalah massa jenis fluida (kg/m^3), Q adalah debit (m^3/det) dan H adalah head (m) (Sularso, 1993).

6. Menghitung efisiensi pompa menggunakan Persamaan (7).

$$\eta = \frac{P_h}{P_m} \times 100\% \quad (7)$$

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengujian dan pengukuran disajikan pada Tabel 2, sedangkan Tabel 3 adalah hasil analisis data dengan menggunakan Persamaan (1) dan (2). Grafik hubungan head (H) dengan debit (Q), head (H) dengan bukaan katup (BK), head (H) dengan putaran (n) dan hubungan debit (Q) dengan putaran (n) masing-masing pompa sentrifugal diffuser, rumah keong dan turbin ditunjukkan pada Gambar 6 sampai dengan Gambar 8.

Gambar 6a menunjukkan bahwa semakin besar debit, maka head semakin kecil. Hal ini dikarenakan tekanan isap merupakan fungsi terbalik dari debit, sehingga debit yang besar memperkecil tinggi isap (head). Gambar 6b

menunjukkan bahwa semakin besar bukaan katup, maka besar *head* semakin kecil. Hal ini dikarenakan diameter katup merupakan fungsi

head, sehingga bukaan katup mempengaruhi tinggi isap. Semakin kecil bukaan, maka tinggi isap semakin besar.

TABEL 2. Parameter-parameter rancangan percobaan

No	n (rpm)	BK (%)	Δx (mm)	A_1 (m ²)	A_2 (m ²)	Cd ---	P_s (mHg)	P_d (kg/m ²)	g (m/det ²)	Zd (m)	Zs (m)	ρ_{air} (kg/m ³)	ρ_{hg} (kg/m ³)
1	1500	0	0	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-540,84	35000	10	0,12	0	996	13521
2	1750	0	0	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-540,84	50000	10	0,12	0	996	13521
3	2000	0	0	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-540,84	63000	10	0,12	0	996	13521
4	2500	0	0	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-270,42	120000	10	0,12	0	996	13521
5	2800	0	0	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-338,03	150000	10	0,12	0	996	13521
6	1500	15	1,2	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-1014,1	25000	10	0,12	0	996	13521
7	1750	15	3,6	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-1352,1	35000	10	0,12	0	996	13521
8	2000	15	7,8	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-1757,7	45000	10	0,12	0	996	13521
9	2500	15	12,2	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-2163,4	70000	10	0,12	0	996	13521
10	2800	15	8,2	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-2298,6	85000	10	0,12	0	996	13521
11	1500	30	2,6	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-121,69	23000	10	0,12	0	996	13521
12	1750	30	5,6	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-1487,3	32000	10	0,12	0	996	13521
13	2000	30	10,6	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-2298,6	45000	10	0,12	0	996	13521
14	2500	30	17,4	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-3921,1	47000	10	0,12	0	996	13521
15	2800	30	14,2	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-2704,2	65000	10	0,12	0	996	13521
16	1500	45	4,2	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-1352,1	18000	10	0,12	0	996	13521
17	1750	45	9,6	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-2163,4	20000	10	0,12	0	996	13521
18	2000	45	15,4	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-3109,8	22000	10	0,12	0	996	13521
19	2500	45	24	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-4732,4	30000	10	0,12	0	996	13521
20	2800	45	26,2	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-540,84	48000	10	0,12	0	996	13521
21	1500	60	6,2	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-1487,3	15000	10	0,12	0	996	13521
22	1750	60	12,2	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-2501,4	14000	10	0,12	0	996	13521
23	2000	60	16,4	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-3380,3	12000	10	0,12	0	996	13521
24	2500	60	27	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-5408,4	20000	10	0,12	0	996	13521
25	2800	60	33,2	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-6084,5	24000	10	0,12	0	996	13521
26	1500	75	8	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-1892,9	10000	10	0,12	0	996	13521
27	1750	75	15,2	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-2974,6	2000	10	0,12	0	996	13521
28	2000	75	18,6	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-4056,3	3000	10	0,12	0	996	13521
29	2500	75	32,4	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-6084,5	12000	10	0,12	0	996	13521
30	2800	75	38,2	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-7030,9	15000	10	0,12	0	996	13521
31	1500	100	9,6	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-2433,8	0	10	0,12	0	996	13521
32	1750	100	18,8	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-3245	0	10	0,12	0	996	13521
33	2000	100	23	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-4597,1	0	10	0,12	0	996	13521
34	2500	100	33,2	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-6760,5	0	10	0,12	0	996	13521
35	2800	100	40	58.10 ⁻⁵	34.10 ⁻⁵	0,67	-7707	0	10	0,12	0	996	13521

Keterangan :

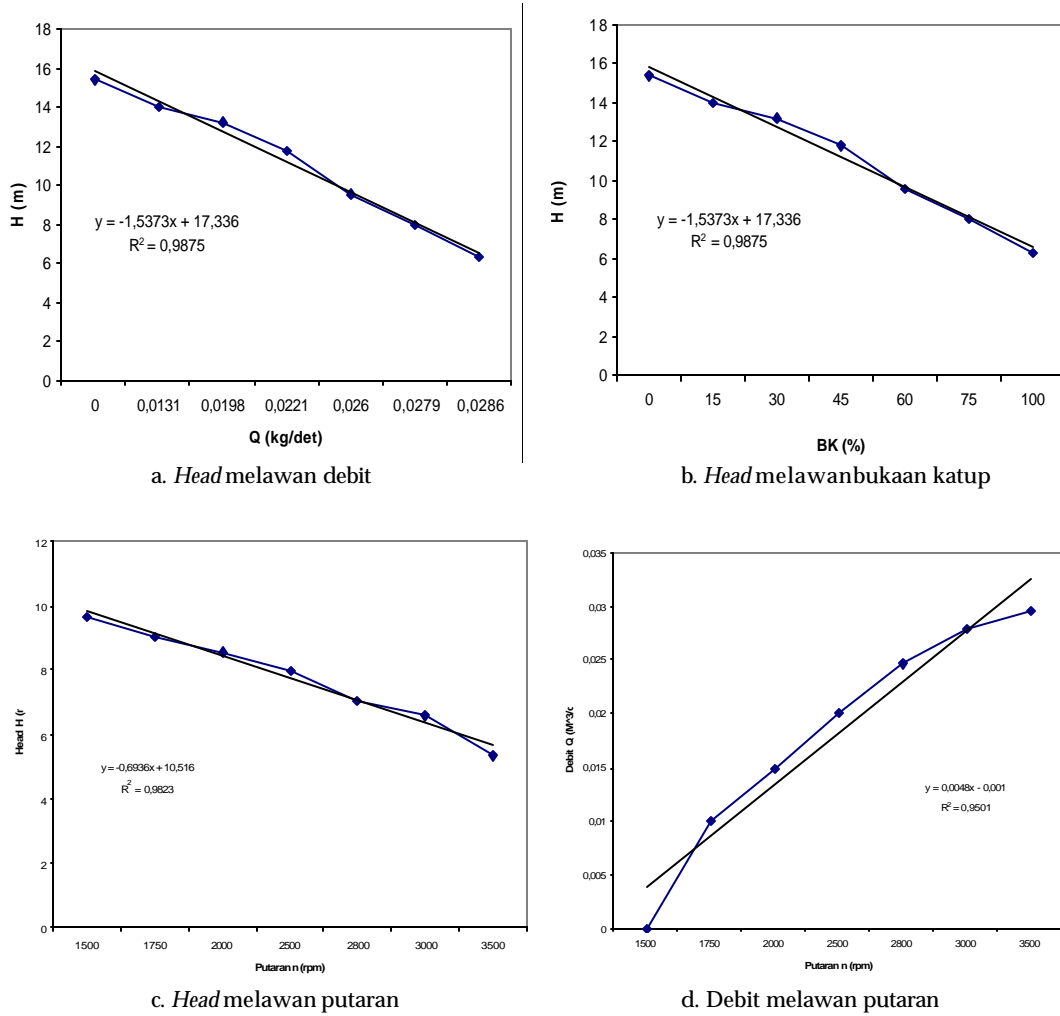
BK bukaan katup, n putaran, Δx selisih tinggi air raksa dalam manometer, A_1 luas penampang pipa, A_2 luas penampang orifice, P_s tekanan isap, P_d tekanan tekan, g gravitasi, Z_d permukaan fluida sisi tekan, Z_s permukaan sisi isap, ρ_{air} massa jenis air, ρ_{hg} massa jenis air raksa

TABEL 3. Data hasil pengujian ketiga jenis pompa sentrifugal tipe radial

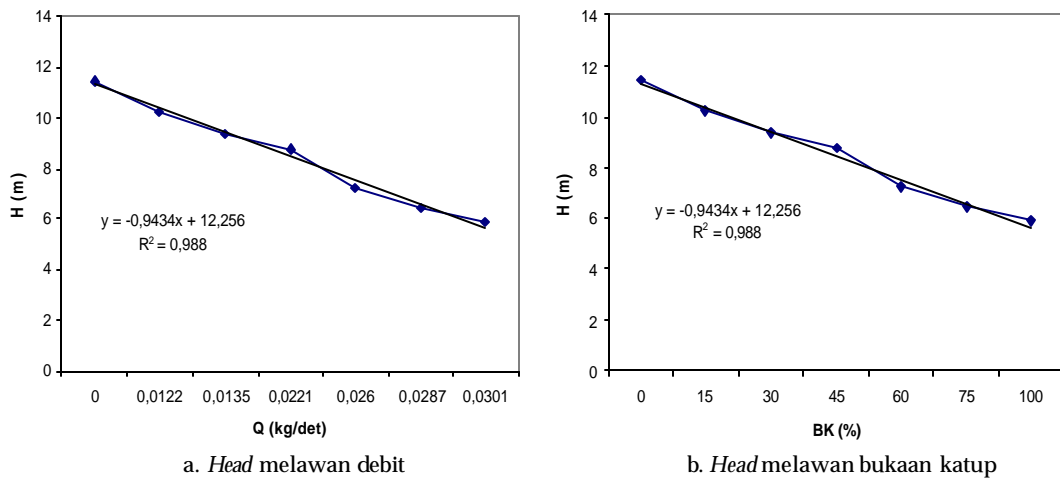
Q Diffuser (m ³ /det)	H Diffuser (m)	Q Rumah keong (m ³ /det)	H Rumah keong (m)	Q Turbin (m ³ /det)	H Turbin (m)
0	4,0340562	0	4,034056225	0	4,0340562
0	5,5400803	0	5,540080321	0	5,5400803
0	6,8453012	0	6,845301205	0	6,8453012
0	12,368193	0	12,36819277	0	12,368193
0	15,430241	0	15,43024096	0	15,430241
0,0049483	3,3800402	0,004948331	3,380040161	0,0049483	3,3800402
0,0085999	4,6340562	0,008599857	4,634056225	0,0085999	4,6340562
0,0126837	5,9380723	0,012683652	5,938072289	0,0126837	5,9380723
0,0158972	8,7481124	0,015897223	8,74811245	0,0158972	8,7481124
0,0130818	10,354137	0,013081794	10,35413655	0,0130818	10,354137
0,0073656	2,5192369	0,007365619	2,519236948	0,0073656	2,5192369
0,0106929	4,4328514	0,010692944	4,432851406	0,0106929	4,4328514
0,0147028	6,3380723	0,014702798	6,338072289	0,0147028	6,3380723
0,0188264	7,7388755	0,018826407	7,738875502	0,0188264	7,7388755
0,010181	8,6461044	0,010181048	8,646104418	0,010181	8,6461044
0,0092426	2,9272289	0,009242572	2,927228916	0,0092426	2,9272289
0,0139918	3,7280321	0,013991831	3,728032129	0,0139918	3,7280321
0,0177173	4,6288353	0,017717299	4,628835341	0,0177173	4,6288353
0,0221253	6,6320482	0,022125294	6,632048193	0,0221253	6,6320482
0,0231206	5,3392771	0,023120648	5,339277108	0,0231206	5,3392771
0,0112333	2,7260241	0,011233279	2,726024096	0,0112333	2,7260241
0,015755	3,3756225	0,015755503	3,37562249	0,015755	3,3756225
0,0182861	3,8248193	0,018286072	3,824819277	0,0182861	3,8248193
0,0234619	6,1280321	0,023461912	6,128032129	0,0234619	6,1280321
0,0260214	7,0296386	0,026021394	7,029638554	0,0260214	7,0296386
0,012769	2,5240161	0,012768968	2,524016064	0,012769	2,5240161
0,0176035	2,5208032	0,017603544	2,520803213	0,0176035	2,5208032
0,0194805	3,4212048	0,019480497	3,421204819	0,0194805	3,4212048
0,0257086	5,8248193	0,025708568	5,824819277	0,0257086	5,8248193
0,0278983	6,8260241	0,027898347	6,826024096	0,0278983	6,8260241
0,0139918	1,92	0,013991831	1,92	0,0139918	1,92
0,0195658	2,52	0,019565813	2,52	0,0195658	2,52
0,0216418	3,52	0,021641837	3,52	0,0216418	3,52
0,0260214	5,12	0,026021394	5,12	0,0260214	5,12
0,0285524	5,82	0,028552436	5,82	0,0285524	5,82

Keterangan :

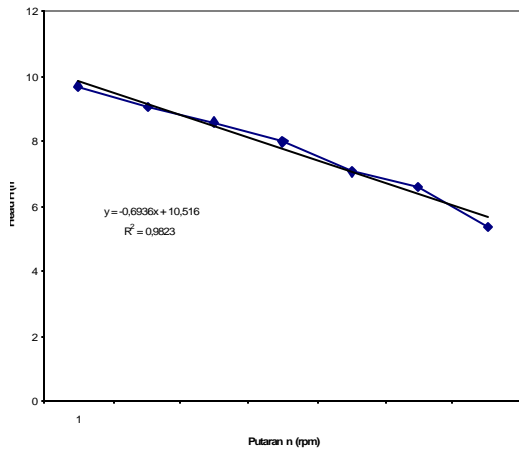
Q adalah debit dan *H* adalah head masing-masing pompa sentrifugal tipe radial



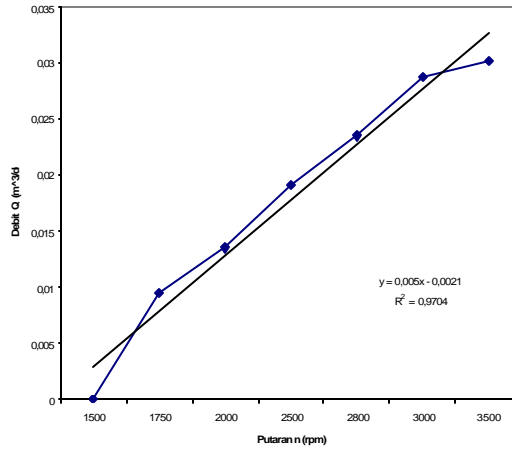
GAMBAR 6. Karakteristik pompa sentrifugal diffuser tipe radial



GAMBAR 7. Bersambung ...

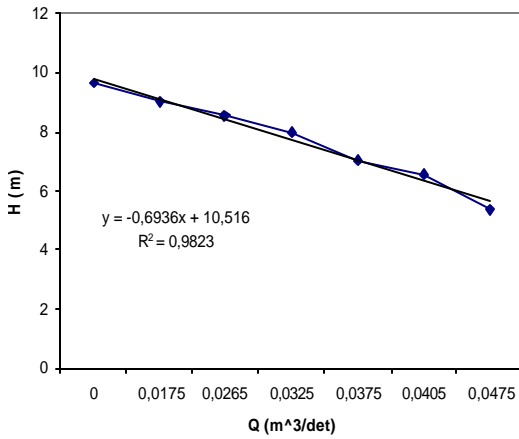


c. Head melawan putaran

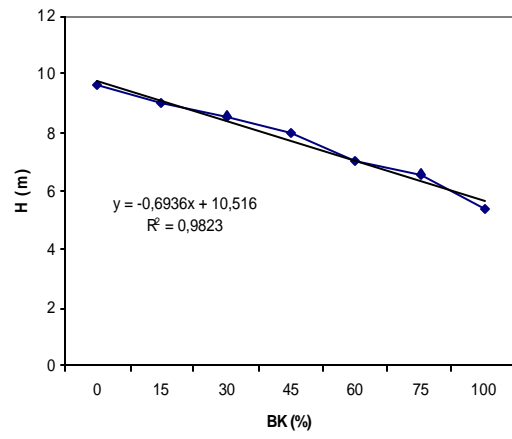


d. Debit melawan putaran

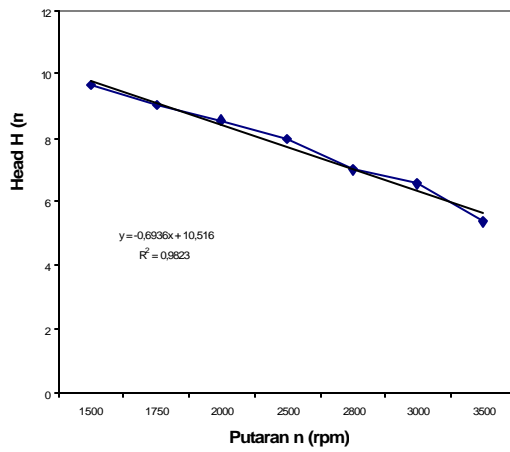
GAMBAR 7. Karakteristik pompa sentrifugal rumah keong tipe radial



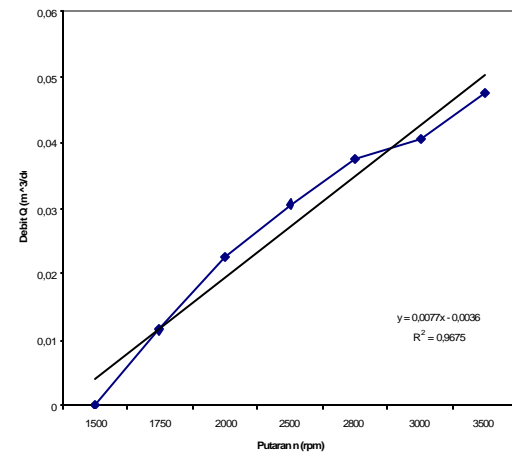
a. Head melawan debit



b. Head melawana bukaan katup



c. Head melawan putaran



d. Debit melawan putaran

GAMBAR 8. Karakteristik pompa sentrifugal turbin tipe radial

Pada Gambar 6c terlihat bahwa peningkatan putaran menyebabkan penurunan *head*, hal ini disebabkan putaran merupakan fungsi terbalik dari *head* yang dinyatakan dalam persamaan regresi:

$$y = -0,6936x + 10,516 \quad (8)$$

Gambar 6d menunjukkan kenaikan putaran diikuti kenaikan debit. Putaran merupakan fungsi sebanding dengan debit, sehingga putaran yang besar akan memperbesar debit mengikuti persamaan regresi, sebagai berikut :

$$y = 0,0048x - 0,001 \quad (9)$$

Hasil pengukuran *head* pada pompa sentrifugal diffuser tipe radial ini adalah 15,4 m, debit 103 m³/jam dan efisiensi pompa 98,3%. Hasil pengukuran dengan kontrol inventer menunjukkan hasil yang sama dengan spesifikasi pompa keluarannya meskipun terdapat sedikit perbedaan. Perbedaan tersebut disebabkan dari pembacaan manual pada manometer pipa U.

Gambar 7a, hubungan antara *head* dengan debit, menunjukkan semakin besar debit maka *head* menjadi semakin kecil, hal ini dikarenakan tekanan isap merupakan fungsi terbalik dari debit, sehingga debit yang besar memperkecil tinggi isap (*head*). Gambar 7b menunjukkan semakin besar bukaan katup maka besar *head* semakin kecil, hal ini dikarenakan diameter katup merupakan fungsi *head*, sehingga bukaan katup mempengaruhi tinggi isap. Semakin kecil bukaan semakin tinggi isap semakin besar. Gambar 7c menunjukkan peningkatan putaran yang mengakibatkan penurunan *head* karena putaran dengan *head* merupakan fungsi terbalik terhadap putaran. Gambar 7d menunjukkan kenaikan putaran diikuti kenaikan debit, karena putaran merupakan fungsi sebanding dari debit, sehingga putaran yang besar akan memperbesar debit. Hasil pengukuran *head* pada pompa sentrifugal rumah keong tipe radial ini adalah 11,45 m, debit 108 m³/jam dan efisiensi pompa 69,5%. Hasil pengukuran dengan kontrol inventer menunjukkan hasil yang sama dengan spesifikasi pompa keluarannya meskipun terdapat sedikit perbedaan. Perbedaan tersebut disebabkan dari pembacaan manual pada manometer pipa U.

Gambar 8a, hubungan antara *head* dengan debit pada pompa sentrifugal turbin tipe radial menunjukkan semakin besar debit maka *head* semakin kecil hal ini dikarenakan tekanan isap

merupakan fungsi terbalik dari debit, sehingga debit yang besar memperkecil tinggi isap (*head*). Sebagaimana karakteristik pada pompa sentrifugal rumah keong, semakin besar bukaan katup dalam pompa sentrifugal radial, maka besar *head* semakin kecil. Hal ini dikarenakan diameter katup merupakan fungsi *head* (Gambar 8b). Oleh karena itu, bukaan katup mempengaruhi tinggi isap. Semakin kecil bukaan, maka tinggi isap semakin besar. Gambar 8c peningkatan putaran menurunkan *head*. Hal ini dikarenakan putaran merupakan fungsi terbalik dari debit, sehingga putaran yang besar akan memperkecil *head*. Gambar 8d menunjukkan kenaikan putaran diikuti kenaikan debit, hal tersebut dikarenakan putaran merupakan fungsi sebanding dari debit, sehingga putaran yang besar akan memperbesar debit. Hasil pengukuran pada pompa sentrifugal turbin tipe radial ini adalah *head* sebesar 9,7 m, debit 171 m³/jam dan efisiensi pompa 97,5%. Hasil pengukuran dengan kontrol inventer menunjukkan hasil yang sama dengan spesifikasi pompa keluarannya meskipun terdapat sedikit perbedaan. Perbedaan tersebut disebabkan dari pembacaan manual pada manometer pipa U.

KESIMPULAN

Pengujian kinerja pompa sentrifugal dengan metode kontrol inventer menunjukkan hasil yang valid dan dapat diandalkan, karena hasil pengukurannya mendekati sama dengan spesifikasi pompa keluaran pabrik, meskipun terdapat sedikit perbedaan. Perbedaan tersebut disebabkan dari pembacaan manual pada manometer pipa U.

Hasil pengukuran dibandingkan dengan spesifikasi keluaran pabrik adalah sebagai berikut: spesifikasi pompa yang diuji menunjukkan *head* berturut-turut 16 m, 11 m dan 9 m; debit berturut-turut 105 m³/jam, 105 m³/jam dan 150 m³/jam; efisiensi berturut-turut 95%, 70% dan 95%. Pengujian kinerja pompa dengan metode kontrol inventer menunjukkan *head* sebesar 15,4 m (diffuser), 11,45 m (rumah keong) dan 9,7 m (pompa turbin). Debit masing-masing sebesar 103 m³/jam, 108 m³/jam dan 171 m³/jam. Efisiensi masing-masing sebesar 98%, 69,5% dan 97,5%. Hasil pengukuran sesuai dengan persamaan debit (seperti ditunjukkan dalam Persamaan (2)), dimana debit dipengaruhi oleh luasan pipa dan *orifice*.

Metode pengukuran kinerja pompa dengan kontrol inventer ini dapat dijadikan salah satu alternatif pengujian kinerja pompa, karena hasil pengukurannya dapat diandalkan sama seperti alat *metering pumps*.

DAFTAR PUSTAKA

- Chuch, A.H. (1996). *Pompa dan blower sentrifugal*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Dietzel, F. (1990). *Turbin pompa dan kompresor*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Incropera, F.P. & Dewitt, D.P. (1996). *Introduction to heat transfer*. New York: John Wiley & Sons
- Lobanoff, V.S. & Ross, R.R. (1992). *Centrifugal pumps design & application*, (2nd ed). Massachusetts: Butterworth-Heinemann.
- Streeter, V.L. (1998). *Mekanika fluida* (jilid kedua). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sularso (1993). *Pompa dan kompresor*. Jakarta: Pradnya Paramita.

PENULIS:

Wahyu Djalmono Putro

Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Politeknik Negeri Semarang, Jln. Prof. H.Soedarto, S.H. Tembalang, Semarang 50275, Jawa Tengah, Indonesia.

✉Email: arindijanisa@yahoo.com

Diskusi untuk makalah ini dibuka hingga tanggal 1 April 2011 dan akan diterbitkan dalam jurnal edisi Mei 2011.