

ANALISA PENGARUH PEMASANGAN POMPA CENTRIFUGAL SECARA TUNGGAL, SERI DAN PARALEL TERHADAP HEAD (KETINGGIAN)

Sujatmiko¹

1. Program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang
JL. MT. Haryono 143 Malang, Indonesia
E-mail : sujatmiko_st@yahoo.co.id

Abstrak

Pompa Centrifugal salahsatu jenis pompa yang sering digunakan untuk memindahkan fluida secara aliran paksa, dengan kecepatan tinggi oleh putaran Impeler. Penelitian ini untuk mengetahui besar tekanan yang dihasilkan oleh ketiga pemasangan pompa secara tunggal, seri dan paralel. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Malang, pengujian ini dilakukan dengan mengubah kedudukan Valve pada Instalasi perpipaan. Hasil yang didapat menunjukkan dari pompa tunggal bahwa semakin besar variasi bukaan Valve maka akan semakin besar pula Head yang dihasilkan dimana bukaan Valve 90⁰ dan head 17,21 m. Untuk pompa seri bukaan Valve 90⁰ dan Head 70,18 m. Untuk Pompa Paralel bukaan Valve 90⁰ dan Headnya menurun 46,4 m.

Kata Kunci : Pompa, Kecepatan Impeler, Valve, Head.

1. Pendahuluan

Pegunaan pompa jenis centrifugal sebagai alat pemindah fluida sangat dibutuhkan yang mana digunakan untuk memindahkan fluida dari tempat yang rendah ketempat yang lebih tinggi atau dari Unit satu keunit yang lain dalam industri.

Bagian dari Pompa adalah perpipaan, perpipaan ini sebagai pengantar atau distribusi fluida ketempat-tempat yang sudah direncanakan.

Valve mempunyai peran penting untuk mengatur laju aliran fluida didalam pipa atau keluar dari pipa untuk kecepatan, tekanan, head, dan kapasitas.

Disini penulis menganalisa seberapa ekonomis bila menggunakan beberapa pompa yang digabungkan secara tunggal, seri dan paralel terhadap Headnya.

2. Dasar Teori

Head adalah energi angkat atau dapat dinyatakan sebagai satuan untuk satuan daya pompa persatuan daya laju aliran berat fluida (satuan meter atau feed fluida). Pada umumnya pengukuran tinggi tekanan head yang digunakan pada mesin pengujian pompa diukur dengan nanometer.

Rumus⁽¹⁾ tinggi tekanan akibat kecepatan:

$$H = V^2 / 2 g \text{ Atau}$$

$$H = \frac{Pd - Ps}{\rho}$$

Dimana :

H = Head
Pd = Tekanan Keluar
Ps = Tekanan Hisap

Sedangkan Rumus⁽²⁾ kapasitas adalah :

$$Q = C \sqrt{h}$$

Dimana :

Q = Kapasitas (Lt. S)
C = Konstanta ukuran venturi yang digunakan
H = Head (m)

Untuk Rumus⁽³⁾ Daya Poros adalah :

$$Wp = \frac{(F X n)}{K}$$

Dimana :

Wp = Daya poros (Watt)
F = Beban (N)
N = Putaran (rpm)
K = Konstanta breck (53,35)

3. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Malang, menggunakan alat uji pompa sebagai berikut:

- Alat Uji Pompa
- Tachometer
- Nanometer
- Tanki air.

Presedur Penelitian

- Mengisi Tangki air melalui saluran pengisian air bersih sebanyak 400 Liter.
- Kedua saluran isap (Suction Head) pada pompa I dan pompa II terisi air penuh.
- Posisi regulator Rpm pada minimum.
- Posisi semua indikator (jarum) pada alat-alat ukur menunjukkan pada angka nol.
- Posisi Valve A, B, C, D, E, F, G, H, sesuai dengan pengujian.

5.1. Pengujian Pompa Tunggal.

Valve A, C dan H terbuka penuh, dan Valve B, G Tertutup, untuk Valve manometer E dan F juga ditutup.

Valve saluran buang D dibuka sesuai dengan kebutuhan yang ditunjukkan oleh busur derajat dengan posisi 0° tertutup, posisi 90° terbuka penuh.

5.2. Pengujian Pompa Seri.

Valve B terbuka penuh, Valve B dan C searah saluran B (→) dan Valve G (←). Valve A, C, dan H pada posisi tertutup. Untuk arah Valve A, dan C (←) sedang Valve H (↑). Valve manometer E pada posisi tertutup arahnya (→), sedangkan Valve F terbuka arahnya (↑)

5.3. Pengujian Pompa Paralel.

Valve A, C, dan G terbuka penuh, posisi Valve A (↑), C (↑) dan G (←). Valve B dan H tertutup, posisi Valve B (↓) dan H (←). Untuk Valve manometer E terbuka dan F tertutup, maka arah Valve E (↑) dan F (→).

4. Hasil Dan Pembahasan.

Dalam penelitian ini didapat data hasil uji alat pompa sebagai berikut :

4.1 Tabel Data Uji Pompa Tunggal

Valve	Ps (Bar)	Pd (Bar)	F (N)	N (Rpm)	h
0°	-0,159	0	0,268	2760	6
15°	-0,161	0	0,268	2760	6
30°	-0,161	0	0,268	2760	6
45°	-0,159	0,098	0,268	2760	6
60°	-0,133	0,392	0,268	2760	4
75°	-0,113	1,275	0,306	2760	2
90°	-0,119	1,569	0,306	2760	2

4.1.1 Hasil perhitungan pompa tunggal pada bukaan Valve 0°.

- Putaran poros (n) = 2760 rpm
- Tekanan hisap (Ps) = -0,159 Bar
- Tekanan tekan (Pd) = 0 Bar
- Ketinggian Venturi (h) = 6 mm
- Beban (F) = 0,268 N
- Lengan Momen (L) = 0,179 m

$$\begin{aligned} \text{a. Head (h)} &= \frac{(Pd-Ps).10^5}{p.g} \\ &= \frac{(0-(-0,159)).10^5}{9810} = 1,62 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Kapasitas (Q)} &= c\sqrt{h} = 0,096.\sqrt{6} \\ &= 0,24 \text{ lt/s} \end{aligned}$$

$$\text{c. Torsi (T)} = F \times L = 0,2683 \times 0,179 = 0,048 \text{ Nm}$$

$$\begin{aligned} \text{d. Daya Poros (Wp)} &= \frac{F \times n}{K} = \frac{0,2683 \times 2760}{53,35} \\ &= 14,81 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. Daya Hydrolis (Wh)} &= (Pd-Ps).Q \\ &= (0-(-0,159)).0,24 \\ &= 0,038 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. Efisiensi } \eta &= \frac{Wh}{wp} \times 100\% = \frac{0,038}{14,81} \times 100\% \\ &= 0,257\% \end{aligned}$$

4.1.2. Perhitungan pompa tunggal pada bukaan katup 90°

- Putaran Poros (n) = 2760 rpm
- Tekanan Isap = 0,119 Bar
- Tekanan Tekan (Pd) = 1,5696 Bar
- Ketinggian Ventury (b) = 2 mm
- Beban (f) = 0,3069 N
- Lengan Momen (i) = 0,179 m

$$\begin{aligned} \text{a. Head h} &= \frac{(Pd-Ps).10^5}{p.g} \\ &= \frac{(1,5696-(0,119)).10^5}{9810} = 17,21 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Kapasitas (Q)} &= c\sqrt{h} = 0,096.\sqrt{2} \\ &= 0,14 \text{ lt/s} \end{aligned}$$

$$\text{c. Torsi (T)} = F \times L = 0,3069 \times 0,179 = 0,055 \text{ Nm}$$

$$d. \text{ Daya Poros (Wp)} = \frac{F \times n}{K} = \frac{0,3069 \times 2760}{53,35} = 15,88 \text{ watt}$$

$$e. \text{ Daya Hydrolis (Wh)} = (Pd - Ps) \cdot Q = (1,569 - (-0,119)) \cdot 0,14 = 0,24 \text{ watt}$$

$$f. \text{ Effisiensi } \eta = \frac{Wh}{Wp} \times 100\% = \frac{0,24}{15,88} \times 100\% = 1,196\%$$

4.2. Tabel Data Uji Pompa Seri

Valve	Pompa I		Pompa II		F (N)	H (rpm)	H (mmHg)
	Ps (Bar)	Pd (Bar)	Ps (Bar)	Pd (Bar)			
0°	-0,199	0	0	0,0981	0,2683	2760	8
15°	-0,193	0	0	0,981	0,2683	2760	8
30°	-0,193	0	0	0,981	0,2683	2760	8
45°	-0,187	0	0	0,216	0,2683	2760	8
60°	-0,147	0,196	-0,216	0,922	0,3067	2760	8
75°	-0,107	1,177	-1,177	3,136	0,46	2760	6
90°	-0,019	1,569	-1,569	3,728	0,4602	2760	4

4.2.1 Hasil perhitungan pompa Seri pada bukaan Valve 0°.

- Putaran poros (n) = 2760 rpm
- Tekanan hisap (Ps₁) = -0,199 Bar
- Tekanan hisap (Ps₂) = 0 Bar

$$a. \text{ Head } H_1 = \frac{(Pd_1 - Ps_1) \cdot 10^5}{98,10} = \frac{(0 - (-0,199)) \cdot 10^5}{98,10} = 2,03 \text{ m}$$

$$H_2 = \frac{(Pd_2 - Ps_2) \cdot 10^5}{98,10} = \frac{(0,0981 - (0)) \cdot 10^5}{98,10} = 1 \text{ m}$$

$$H \text{ total} = H_1 + H_2 = 3,03 \text{ m}$$

$$b. \text{ Kapasitas (Q)} = c\sqrt{h} = 0,198 \cdot \sqrt{8} = 0,56 \text{ lt/s}$$

$$c. \text{ Torsi (T)} = F \times L = 0,2683 \times 0,179 = 0,048 \text{ N/m (T}_1 = T_2)$$

$$d. \text{ Daya Poros (Wp}_1) = \frac{F \times n}{K} = \frac{0,2683 \times 2760}{53,35} = 14,81 \text{ watt (Wp}_1 = \text{Wp}_2)$$

$$\text{Wp total} = \text{Wp}_1 + \text{Wp}_2 = 29,62 \text{ watt}$$

$$e. \text{ Daya Hydrolis Wh}_1 = (Pd_1 - Ps_1) \cdot Q = (0 - (-0,119)) \cdot 0,56 = 0,11 \text{ watt}$$

$$\text{Wh}_2 = (Pd_2 - Ps_2) \cdot Q = (0,0981 - (0)) \cdot 0,56 = 0,05 \text{ Watt}$$

$$\text{Wh Total} = \text{Wh}_1 + \text{Wh}_2 = 0,16 \text{ Watt}$$

$$f. \text{ Effisiensi } \eta = \frac{Wh_{tot}}{Wp_{tot}} \times 100\% = \frac{0,16}{29,62} \times 100\% = 0,54\%$$

4.2.1. Perhitungan pompa Seri pada bukaan katup 90°

- Putaran Poros (n) = 2760 rpm
- Tekanan hisap (Ps₁) = -0,019 Bar
- Tekanan hisap (Ps₂) = 1,569 Bar

$$a. \text{ Head } H_1 = \frac{(Pd_1 - Ps_1) \cdot 10^5}{98,10} = \frac{(1,569 - (-0,019)) \cdot 10^5}{98,10} = 16,19 \text{ m}$$

$$H_2 = \frac{(Pd_2 - Ps_2) \cdot 10^5}{98,10} = \frac{(3,728 - (-1,569)) \cdot 10^5}{98,10} = 53,99 \text{ m}$$

$$H \text{ total} = H_1 + H_2 = 70,18 \text{ m}$$

$$b. \text{ Kapasitas (Q)} = c\sqrt{h} = 0,198 \cdot \sqrt{4} = 0,4 \text{ lt/s}$$

$$c. \text{ Torsi (T)} = F \times L = 0,4602 \times 0,179 = 0,082 \text{ N/m (T}_1 = T_2)$$

$$d. \text{ Daya Poros (Wp}_1) = \frac{F \times n}{K} = \frac{0,4602 \times 2760}{53,35} = 23,81 \text{ watt (Wp}_1 = \text{Wp}_2)$$

$$\text{Wp total} = \text{Wp}_1 + \text{Wp}_2 = 47,62 \text{ watt}$$

$$e. \text{ Daya Hydrolis Wh}_1 = (Pd_1 - Ps_1) \cdot Q = (1,569 - (-0,019)) \cdot 0,4 = 0,64 \text{ watt}$$

$$\text{Wh}_2 = (Pd_2 - Ps_2) \cdot Q = (3,278 - (-1,569)) \cdot 0,4 = 2,12 \text{ Watt}$$

$$\text{Wh Total} = \text{Wh}_1 + \text{Wh}_2 = 2,76 \text{ Watt}$$

$$f. \text{ Effisiensi } \eta = \frac{Wh_{tot}}{Wp_{tot}} \times 100\% = \frac{2,76}{47,62} \times 100\% = 5,79\%$$

4.3 Tabel Data Uji Pompa Paralel

Valve	Pompa I		Pompa II		F (N)	n (Rpm)	h
	Ps ₁ (Bar)	Pd ₁ (Bar)	Ps ₂ (Bar)	Pd ₂ (Bar)			
0°	-0,133	0,216	-0,133	0,216	0,268	2760	28
15°	-0,133	0,294	-0,133	0,294	0,268	2760	28
30°	-0,133	0,392	-0,133	0,392	0,268	2760	28
45°	-0,119	0,589	-0,107	0,589	0,306	2760	18
60°	-0,107	1,177	-0,107	1,177	0,383	2760	6
75°	-0,107	1,766	-0,107	1,766	0,460	2760	4
90°	0	2,276	0	2,276	0,498	2760	4

4.3.1 Hasil perhitungan pompa Seri pada bukaan Valve 0°

- Putaran poros (n) = 2760 rpm
- Tekanan hisap (Ps₁) = -0,133 Bar
- Tekanan hisap (Ps₂) = -0,133 Bar

$$a. \text{ Head } H_1 = \frac{(Pd_1 - Ps_1) \cdot 10^5}{p \cdot g} = \frac{(0,216 - (-0,133)) \cdot 10^5}{98 \cdot 10} = 5,35 \text{ m}$$

$$H_2 = \frac{(Pd_2 - Ps_2) \cdot 10^5}{p \cdot g} = \frac{(0,216 - (-0,133)) \cdot 10^5}{98 \cdot 10} = 5,35 \text{ m}$$

$$H \text{ total} = H_1 + H_2 = 10,7 \text{ m}$$

$$b. \text{ Kapasitas (Q)} = c \sqrt{h} = 0,198 \cdot \sqrt{28} = 1,05 \text{ lt/s}$$

$$c. \text{ Torsi (T)} = F \times L = 0,498 \times 0,179 = 0,089 \text{ N/m (T}_1 = T_2)$$

$$d. \text{ Daya Poros (Wp}_1) = \frac{F \times n}{K} = \frac{0,089 \times 2760}{53,35} = 25,78 \text{ watt (Wp}_1 = \text{Wp}_2)$$

$$\text{Wp total} = \text{Wp}_1 + \text{Wp}_2 = 51,56 \text{ watt}$$

$$e. \text{ Daya Hydrolis } \text{Wh}_1 = (Pd_1 - Ps_1) \cdot Q = (-(-0,133)) \cdot 1,05 = 0,37 \text{ watt}$$

$$\text{Wh}_2 = (Pd_2 - Ps_2) \cdot Q = (0,216 - (-0,133)) \cdot 1,05 = 0,37 \text{ Watt}$$

$$\text{Wh Total} = \text{Wh}_1 + \text{Wh}_2 = 0,74 \text{ Watt}$$

$$f. \text{ Effisiensi } \eta = \frac{\text{Wh}_{tot}}{\text{Wp}_{tot}} \times 100\% = \frac{0,74}{27,78} \times 100\% = 2,66\%$$

4.3.1 Hasil perhitungan pompa Seri pada bukaan Valve 90°

- Putaran poros (n) = 2760 rpm
- Tekanan hisap (Ps₁) = 0 Bar
- Tekanan hisap (Ps₂) = 0 Bar

$$a. \text{ Head } H_1 = \frac{(Pd_1 - Ps_1) \cdot 10^5}{p \cdot g} = \frac{(2,276 - (-0)) \cdot 10^5}{98 \cdot 10} = 23,2 \text{ m}$$

$$H_2 = \frac{(Pd_2 - Ps_2) \cdot 10^5}{p \cdot g} = \frac{(2,276 - (-0)) \cdot 10^5}{98 \cdot 10} = 23,2 \text{ m}$$

$$H \text{ total} = H_1 + H_2 = 46,4 \text{ m}$$

$$b. \text{ Kapasitas (Q)} = c \sqrt{h} = 0,198 \cdot \sqrt{4} = 0,4 \text{ lt/s}$$

$$c. \text{ Torsi (T)} = F \times L = 0,498 \times 0,179 = 0,089 \text{ N/m (T}_1 = T_2)$$

$$d. \text{ Daya Poros (Wp}_1) = \frac{F \times n}{K} = \frac{0,498 \times 2760}{53,35} = 25,78 \text{ watt (Wp}_1 = \text{Wp}_2)$$

$$\text{Wp total} = \text{Wp}_1 + \text{Wp}_2 = 51,56 \text{ watt}$$

$$e. \text{ Daya Hydrolis } \text{Wh}_1 = (Pd_1 - Ps_1) \cdot Q = (2,276 - (+0)) \cdot 0,4$$

$$= 0,91 \text{ watt}$$

$$\text{Wh}_2 = (Pd_2 - Ps_2) \cdot Q = (2,276 - (-0)) \cdot 1,05 = 0,91 \text{ Watt}$$

$$\text{Wh Total} = \text{Wh}_1 + \text{Wh}_2 = 1,82 \text{ Watt}$$

$$f. \text{ Effisiensi } \eta = \frac{\text{Wh}_{tot}}{\text{Wp}_{tot}} \times 100\% = \frac{1,82}{51,56} \times 100\% = 3,53\%$$

4.4 Tabel Hasil Perhitungan Pompa Tunggal

No	Parameter	Kedudukan Valve						
		0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
1	H	1,62	1,64	1,62	2,62	5,35	14,15	17,21
2	Q	0,24	0,24	0,24	0,24	0,19	0,14	0,14
3	T	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,055	0,055
4	Wp	14,81	14,81	14,81	14,81	13,89	15,88	15,88
5	Wh	0,038	0,038	0,038	0,062	0,099	0,19	0,24
6	η	0,257	0,257	0,257	0,419	0,713	1,196	1,196

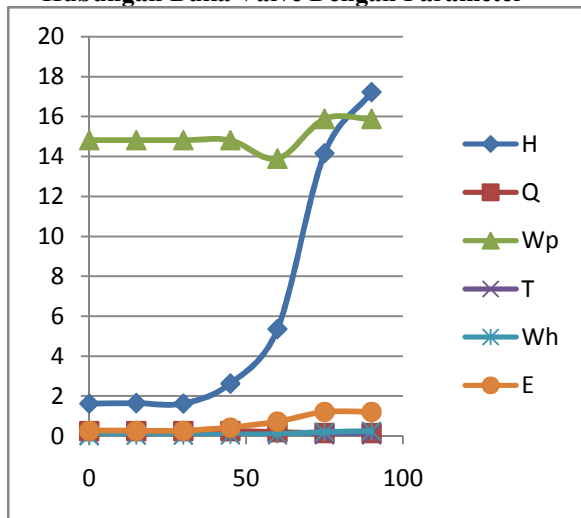
4.5 Tabel Hasil Perhitungan Pompa Seri

No	Parameter	Kedudukan Valve						
		0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
1	Head (H)							
	-H ₁	2,03	1,97	1,97	1,97	3,5	13,09	16,19
	-H ₂	1	1	1	2,2	12,31	45,95	53,99
	-H _{total}	3,03	2,97	2,97	4,11	15,81	59,04	70,18
2	Q	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,48	0,4
3	T ₁ =T ₂	0,048	0,048	0,048	0,048	0,055	0,082	0,082
4	Wp ₁ =Wp ₂	14,81	14,81	14,81	14,81	15,87	23,79	23,81
	Wp _{total}	29,62	29,62	29,62	29,62	31,74	47,58	47,62
5	Wh ₁	0,11	0,11	0,11	0,1	0,19	0,62	0,64
	Wh ₂	0,05	0,05	0,05	0,12	0,68	2,25	2,12
	Wh _{total}	0,16	0,16	0,16	0,22	0,87	2,87	5,79
	η	0,54	0,54	0,54	0,74	2,74	6,03	5,79

4.5 Tabel Hasil Perhitungan Pompa Paralel

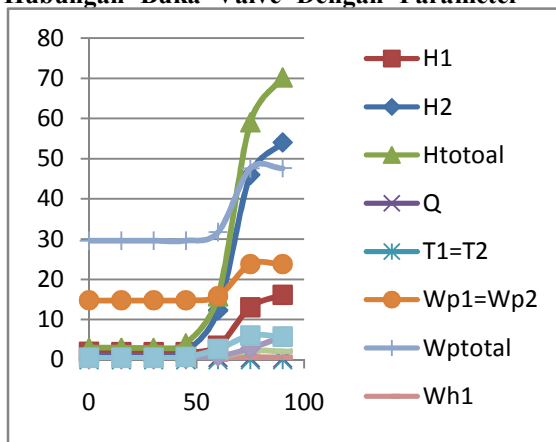
No	Parameter	Kedudukan Valve						
		0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
1	Head (H)							
	-H ₁	3,56	4,35	5,35	7,22	2,89	19,09	23,2
	-H ₂	3,56	4,35	5,35	7,22	2,89	19,09	23,2
	-H _{total}	7,12	8,70	10,7	14,44	5,78	38,18	46,4
2	Q	1,05	1,05	1,05	0,84	0,48	0,4	0,4
3	T ₁ =T ₂	0,048	0,048	0,048	0,055	0,069	0,082	0,089
4	Wp ₁ =Wp ₂	13,89	13,89	13,89	15,88	19,84	23,81	25,78
	Wp _{total}	27,78	27,78	27,78	31,76	39,68	47,62	51,56
5	Wh ₁	0,37	0,45	0,55	0,59	0,14	0,75	0,91
	Wh ₂	0,37	0,45	0,55	0,59	0,14	0,75	0,91
	Wh _{total}	0,74	0,9	1,1	1,18	0,28	1,5	1,82
	η	2,66	3,24	3,96	3,72	0,71	3,15	3,53

4.1 Grafik Hasil Perhitungan Pompa Tunggal Hubungan Buka Valve Dengan Parameter



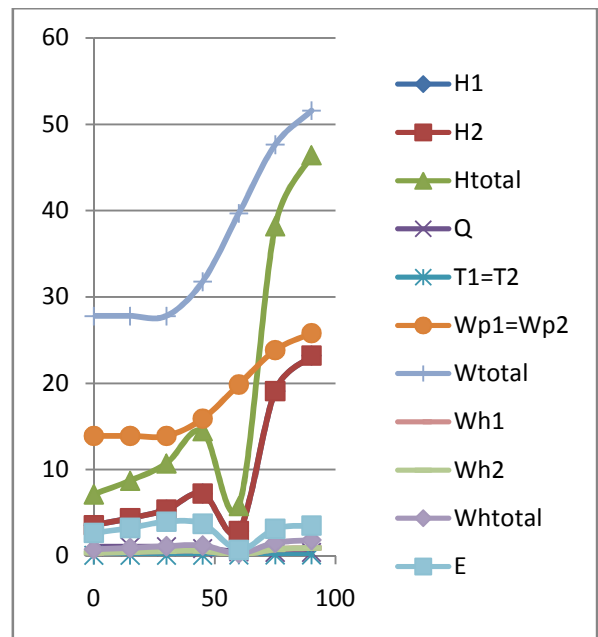
Dari diagram Grafik diatas dapat terlihat bahwa semakin besar Variasi bukaan Valve maka akan semakin besar pula Headnya (H). Dimana pada bukaan Valve sebesar 90⁰ Nilai H 17,21 m

4.2 Grafik Hasil Perhitungan Pompa Seri Hubungan Buka Valve Dengan Parameter



Dari diagram Grafik diatas dapat terlihat bahwa semakin besar Variasi bukaan Valve maka akan semakin besar pula Headnya (H). Dimana pada bukaan Valve sebesar 90⁰ Nilai H 70,18 m.

4.3 Grafik Hasil Perhitungan Pompa Paralel Hubungan Buka Valve Dengan Parameter.



Dari diagram Grafik diatas pada pompa paralel terlihat dengan dibukanya Valve semakin besar maka akan semakin besar pula Head nya (H), Dimana pada bukaan Valve 90⁰ Nilai H 46,4 m.

5. KESIMPULAN.

Dari hasil pengujian dan analisa terlihat pada pompa tunggal semakin Valve dibuka besar maka Headnya semakin tinggi yaitu 17,21 m. Sebaliknya pada kapasitas (Q) , semakin besar Variasi bukaan Valve maka akan semakin kecil kapasitas (Q) 0,143 l/s . Untuk pompa Seri semakin Valve dibuka besar maka Headnya semakin tinggi yaitu 70,18 m. Sebaliknya pada kapasitas (Q) , semakin besar Variasi bukaan Valve maka akan semakin kecil kapasitas (Q) 0,4 l/s. Untuk pompa Paralel Seri semakin Valve dibuka besar maka Headnya semakin tinggi yaitu 46,4 m. Sebaliknya pada kapasitas (Q) , semakin besar Variasi bukaan Valve maka akan semakin kecil kapasitas (Q) 0,4 l/s. Maka terlihat dari hasil pengujian dan analisa dengan pemasangan Pompa secara Seri yang menghasilkan optimal yaitu Head (H) nya 70,18 m.

DFTAR PUSTAKA

- [1] Hicks, dan Edwars, Teknologi Pemakain Pompa, Cetakan pertama, PT. Gelora Aksara Pratama.Jakarta.
- [2] Austin H. Churh, Centrifugal Pumps and Blowers, Cetakan Pertama, Robert E Company, New York.
- [3] Sularso, Pompa, Cetakan tiga, Erlangga.
- [4] Raswari, Perencanaan dan Penggambaran Sistem Perpipaan, Cetakan Pertama, Perbit UI Prees.