

## ANALISA KAPASITAS DAN TEKANAN ALIRAN FLUIDA PADA INSTALASI POMPA RANGKAIAN SERI PARALEL BERBASIS MICROCONTROLLER

Yongky Arta<sup>1</sup> dan F.A Widiharsa<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Otoranpur, Poltekad Malang

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang

\*Email *corresponding author*: fransiskus.widiharsa@unmer.ac.id

### Abstrak

Pompa rangkaian seri paralel merupakan rangkaian pompa yang di gunakan untuk memindahkan zat cair bertekanan rendah ke tekanan yang lebih tinggi. Dimana pada alat untuk sistem rangkaian seri dan paralel masih sangat rumit serta pengambilan data karena alat ukur terutama yang kurang baik. Untuk itu di buatlah teknologi terbaru dengan menambahkan *microcontroller* sebagai pengatur system pengambilan data ,sehingga meminimalisir kerugian dalam pengambilan data meliputi tekanan, kapasitas serta efisiensi pompa rangkaian seri paralel. Dimana hasil pengujian perbandingan *head* dan kapasitas pompa rangkaian seri didapatkan bahwa pada pompa rangkain seri berbanding terbalik dengan pompa rangkain paralel dimana pompa rangkaian seri nilai *head* lebih tinggi dibandingkan dengan kapasitas (Q). Dimana *head* terkecil terdapat pada bukaan katup 90° yaitu 7,06152 m<sub>H2O</sub> pada kapasitas 3,74 x 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s dan *head* terbesar terdapat pada pembukaan katup 30° yaitu 11,2939 m<sub>H2O</sub> pada kapasitas 3,25 x 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s. Sedangkan pada pompa rangkaian paralel nilai kapasitas lebih tinggi dibandingkan nilai kapasitas (Q) pompa rangkain seri dimana nilai kapasitas terkecil pada bukaan katup 30° yaitu 6,501 x 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s pada *head* 5,9604 m<sub>H2O</sub> dan kapasitas terbesar terdapat pada bukaan katup 90° yaitu 7,52 x 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s pada *head* 3,81 m<sub>H2O</sub>. Pada perbandingan efisiensi dengan kapasitas, pompa rangkaian seri lebih rendah dibandingkan dengan efisiensi pompa paralel dimana nilai efisiensi pompa seri tertinggi 10,9% pada kapasitas 3,25 x 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s dan efisiensi tertinggi pompa paralel 11,5% pada kapasitas 6,50 x 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s dimana semakin besar nilai kapasitas suatu aliran *fluida* maka semakin besar pula nilai efisiensi suatu pompa tersebut.

**Kata Kunci:** Pompa, *Microcontroller*, Kapasitas, *Head*, Efisiensi, Seri dan Paralel.

### Abstract

A parallel series pump is a series of pumps used to move low pressure liquid to a higher pressure. Where the tools for series and parallel circuit systems are still very complicated and data retrieval because measuring instruments are especially poor. For this reason, the latest technology is made by adding a microcontroller as a regulator of the data collection system, so as to minimize losses in data collection including pressure, capacity and efficiency of parallel series circuit pumps. Where the results of testing the ratio of head and series pump capacity is obtained that the series series pump is inversely proportional to the parallel series pump where the series pump head value is higher than the capacity (Q). Where the smallest head is on the 90° valve opening which is 7.06152 mH<sub>2</sub>O at a capacity of 3.74 x 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup> / s and the biggest head is at the 30° valve opening which is 11.2939 mH<sub>2</sub>O at a capacity of 3.25 x 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup> / s. Meanwhile in the parallel circuit pump the capacity value is higher than the capacity value (Q) series series pump where the smallest capacity value at 30° valve opening is 6,501 x 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup> / s at 5.9604 mH<sub>2</sub>O head and the largest capacity is at 90° valve opening which is 7.52 x 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup> / s at 3.81 mH<sub>2</sub>O head. In the ratio of efficiency to capacity, the series pump is lower than the efficiency of parallel pump where the highest efficiency of series pump is 10.9% at capacity 3.25 x 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup> / s and the highest efficiency of parallel pump is 11.5% at capacity 6,50 x 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup> / s where the greater the value of the capacity of a fluid flow, the greater the efficiency value of a pump.

**Keywords :** Pump, *Microcontroller*, Capacity, *Head*, Efficiency, Series and Parallel

### PENDAHULUAN

Pompa merupakan pesawat angkut yang bertujuan untuk memindahkan zat cair melalui saluran tertutup. Pompa menghasilkan suatu tekanan yang berfungsi untuk mengalir zat cair bertekanan rendah ke tekanan yang lebih tinggi dan dari tempat yang rendah ke tempat yang

lebih tinggi. Atas dasar kenyataan tersebut maka pompa harus mampu membangkitkan tekanan *fluida* sehingga dapat mengalir atau berpindah. *Fluida* yang dipindahkan adalah *fluidainkompresibel* atau *fluida* yang tidak dapat dimampatkan.

Pembuatan alat instalasi pompa ini dimaksudkan untuk mewujudkan secara nyata dari teori-teori yang telah didapatkan selama masa perkuliahan serta digunakan untuk mengetahui karakteristik pompa dan mengetahui efisiensi pompa. Untuk mengetahui karakteristik dan efisiensi pompa dibutuhkan sebuah alat uji, guna melakukan pengujian untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam mencari tekanan dan kecepatan *fluida*. Alat uji yang sudah ada di terdapat beberapa kelemahan yang terdapat didalam instalasi pompa. Data yang di hasilkan kurang akurat karena masih menggunakan alat ukur analog pada pengukur kapasitas dan tekanan *fluida*.

Adapun pertimbangan-pertimbangan dalam analisa alat yaitu daya pompa, kapasitas air, tekanan air, efisiensi rangkaian seri dan paralel. Serta memiliki manfaat untuk memudahkan untuk mengetahui kapasitas dan tekanan aliran *fluida* seri paralel.

### Rumusan Masalah

1. Menganalisa Kapasitas, tekanan *fluida* dan efisiensi pada pompa rangkaian seri dan paralel.

### Batasan Masalah

Untuk memperjelas ruang lingkup permasalahan yang akan diteliti, maka perlu ditentukan perumusan masalah sebagai berikut:

1. Pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal.
2. Menghitung kapasitas aliran *fluida*.
3. Menghitung tekanan aliran *fluida*.

4. Menghitung efisiensi pompa rangkaian seri dan paralel.

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk media praktek pembelajaran tentang mekanika *fluida* agar dapat mengetahui kapasitas, tekanan dan efisiensi aliran *fluida* serta prinsip-prinsip perancangan dari pompa rangkaian seri paralel.

### KAJIAN PUSTAKA

Dalam Analisa ini penulis menfokuskan pembasahasan terhadap bagaimana pengaruh rangkaian seri dan parallel terhadap kapasitas dan Tekanan *fluida* sehingga didapatkan data yang valid dengan menambahkan sensor-sensor yang di kontrol oleh *microcontroller* sebagai alat ukur alat tersebut.

#### 2.2 Pompa Sentrifugal.

Pada dasarnya pompa sentrifugal adalah suatu pompa yang digunakan untuk memindahkan cairan dengan cara memanfaatkan gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran *impeller*. Pompa sentrifugal bekerja dengan mengubah energi kecepatan menjadi energi tekanan.

#### 2.3 Cara kerja pompa sentrifugal.

Pompa digunakan oleh motor listrik dan pompa menghisap *fluida* yang ada dalam *reservoir* air yang mengalir dalam pipa. Pompa mempunyai sebuah *impeller* (balung-balung) untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ketempat yang lebih tinggi. Daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar *impeller* didalam zat cair, maka zat cair yang ada di dalam *impeller* oleh dorongan sudu-sudu ikut berputar karena

timbul gayasentrifugal, maka zat cair mengalir dari tengah *impeller* keluar melalui saluran.



Gambar 1. Pompa Sentrifugal

## 2.4 Hubungan seri.

Hubungan seri diperlukan apabila tinggi *head* tidak mencukupi, maka susunan sebuah pompa secara seri. Dalam hal ini kerja aliran harus sama pada masing-masing pompa. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan pompa sentrifugal secara seri antara lain:

1. Kekuatan konstruksi pompa.
2. Kerapatan setiap sambungan dengan memberi *packing* yang tepat.

## 2.5 Hubungan paralel.

Hubungan ini di perlukan bila kita menginginkan laju aliran atau volume yang besar dengan *head* yang rendah, pompa dengan *head* yang rendah dan tekanan yang sama. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan pompa sentrifugal secara paralel antara lain :

- a. Pompa dilengkapi dengan katup pencegah aliran balik pada saluran buang.
- b. Gunakan pompa dengan *head* tertutup.
- c. Hubungan gabungan, apabila *head* dari pompa yang kapasitas tidak cukup

hanya dengan menggunakan satu pompa.

2

## 2.6 Komponen-komponen di gunakan.

- a. **Mikrokontroler.** Sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya



Gambar 2. *Microcontroller*

- b. **Sensor kecepatan air (*Water flow sensor*).** Alat untuk mengukur jumlah atau laju aliran dari suatu *fluida* yang mengalir dalam pipa atau sambungan terbuka.



Gambar 3. Sensor Kecepatan.

- c. **Sensor tekanan air.**

Alat pendeteksi tekanan, baik tekanan berupa udara, air, oli atau steam, tekanan udara dihasilkan oleh kompresor, tekanan air dihasilkan oleh pompa air, yang selanjutnya akan merubah dari energi mekanis menjadi energi listrik dalam bentuk data analog.



Gambar 4. Water preassure sensor.

## 2.6 Daya Listrik

Daya listrik adalah jumlah energy yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit / rangkaian.

$$P_L = V \cdot I$$

(Sumber :F. Suryatmo,1992) 3

Dimana :

- $P_L$  =Daya Listrik (Watt)
- $V$  =Tegangan Listrik.(Volt)
- $I$  =Kuat Arus

Listrik.(Ampere)

## 2.7Daya Hidrolis ( Water Horse Power ).

Daya energi yang secara efektif diterimapompa per satuan waktu yang diyatakan :

$$Whp = \rho \times g \times Q \times H_{Tot}$$

(Sumber :P.Astu , 2006, hal 183)

Dimana :

- $Whp$  =Daya air (Watt)
- $g$  =Percepatan grafitasi (m/dt<sup>2</sup>)
- $Q$  =Kapasitas (m<sup>3</sup>/dt)
- $H_{Tot}$  =Head Efektif (m)
- $\rho$  =Massa jenis air (kg/m<sup>3</sup>)

## 2.8 Efisiensi Seri.

Efisiensi pompa merupakan perbandingan antara *input* dan *output* atau antara daya hidrolis pompa dengan daya poros pompa.Dalam operasi seri kapasitas yang sama melewati kedua pompa tetapi *head* dikembangkan menambah satu sama lain total *head* masing-masing pompa yang sesuai dengan kapasitas yang relevan, tetapi dalam pada dasarnya kerugian kecil terjadi pada interkoneksi antar sambungan pipa sehingga dapat dirumuskan :

$$\eta_s = \frac{(H_1 + H_2)}{\frac{H_1}{\eta_1} + \frac{H_2}{\eta_2}}$$

(Sumber :Armfiel, 1984, hal 15)

Dimana :

- $H_1$  =Head pompa 1
- $H_2$  =Head pompa 2
- $\eta_1$  = Efisiensi pompa 1
- $\eta_2$  = Efisiensi pompa 2

## 2.17. Efisiensi Paralel.

Efisiensi pompa merupakan perbandingan antara *input* dan *output* atau antara daya hidrolis pompa dengan daya poros pompa. dalam kasus pompa dihubungkan secara paralel *head* di kedua pompa adalah sama, tetapi kapasitas individu berbeda lebih besar di dibandingkan dengan rangkain seri sehingga dapat dapat dirumuskan :

$$\eta_p = \frac{(Q_1 + Q_2)}{\frac{Q_1}{\eta_1} + \frac{Q_2}{\eta_2}}$$

(Sumber :Armfiel, 1984, hal 15)

Dimana :

- $Q_1$  =Kapasitas pompa 1

$Q_2$  = Kapasitas pompa 2

$\eta_1$  = Efisiensi pompa 1

$\eta_2$  = Efisiensi pompa 2

## 2.9 Kapasitas Aliran (Q).

Kapasitas adalah besaran yang menyatakan volume *fluida* yang mengalir tiap satuan waktu.

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

( Sumber : *White*, 1986)

Dimana :

Q =Kapasitas Aliran ( $m^3/s$ )

V = Volume ( $m^3$ )

t = Waktu (s)

## 2.10`. Tekanan Air.

Tekanan yang terjadi di bawah [air](#). Tekanan ini terjadi karena adanya berat air yang membuat cairan tersebut mengeluarkan tekanan. Tekanan sebuah cairan bergantung pada kedalaman cairan di dalam sebuah ruang dan [gravitasi](#) juga menentukan tekanan air tersebut.

$$P = \rho g h$$

(Sumber :*R.Bruce*, 2005,hal 89) 4

Dimana :

P =Tekanan Air (Pascal)

$\rho$  =Massa jenis zat cair ( $kg/m^3$ )

h =Jarak ke permukaan zat cair.

g =Gravitasi ( $m/s^2$ )

## METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kapasitas dan tekanan aliran *fluida* pada pompa rangkaian seri paralel yang di kontrol melalui *microcontroller*.Sebelum melaksanakan penelitian terlebih dahulu

mengetahui cara kerja dari alat dengan pengujian dan perhitungan akan didapatkan berapa kapasitas dan tekanan yang bervariasi sesuai dengan variasi bukaan katup serta variasi energi listrik yang sudah di tentukan, sehingga alat yang dapat bekerja dengan baik.

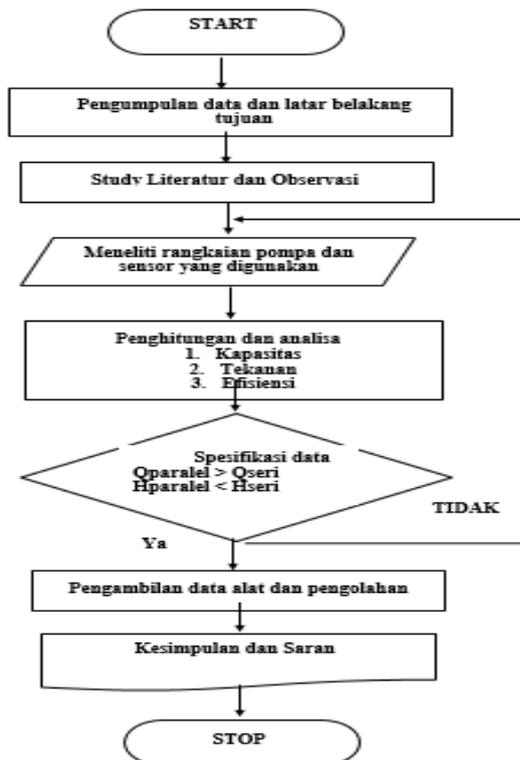
## Tempat dan Waktu Penelitian

Dalam pelaksanaan pembuatan tugas akhir ini, pelaksanaan dibagi menjadi beberapa tahapan penulisan yang dimulai dari pengamatan fungsi, cara kerja, pengumpulan data, serta pengujian untuk mengetahui hasil analisa ini.

1. Tempat pengambilan data arus dan tegangan di laboratorium konversi energi UNMER, Malang.
2. Waktu Pelaksanaan. Pelaksanaan pengambilan data dilaksanakan mulai tanggal 2 Mei 2016 sampai 5 Mei 2016.

## Diagram AlirMetodologi Penelitian

Untuk mempermudah pelaksanaan analisa maka diperlukan sebuah rancangan blok diagram alir Metodologi Penelitian, untuk diagram alir tersebut dapat ditunjukkan dalam Gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

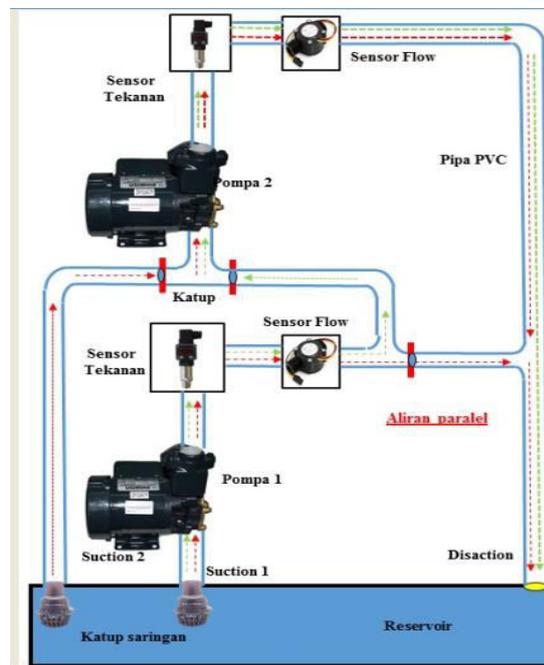
### Variabel yang Direncanakan

Variabel yang digunakan pada penelitian ini ada dua yaitu variabel bebas dan terikat seperti dibawah:

1. Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan oleh penulis, diantaranya sebagai berikut :
  - a. Voltase listrik.
  - b. Bukaan katup.
  - c. Rangkaian pemipaan.
2. Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tidak dapat ditentukan oleh penulis tetapi besarnya tergantung pada variabel bebasnya. Dalam perencanaan ini variabel terikat adalah sebagai berikut :
  - a. Kapasitas aliran *fluida*.
  - b. Tekanan.

c. Efisiensi pompa seri paralel.

### Cara Kerja Alat



Gambar 6. Skema Cara Kerja Alat

### Cara Kerja Alat

#### 1. Pompa Rangkaian Seri.

Pada saat saklar satu dan dua posisi ON, maka pompa satu akan hidup, sehingga pompa satu akan menghisap air dari bak penampung air. Karena katup satu dan katup tiga tertutup dan katup dua terbuka maka air akan terhisap oleh pompa dua dan mengalir terus ke *reservoir*. Dalam sirkulasi tersebut akan melewati sensor-sensor yang terpasang yang dapat terbaca ukuran di LCD.

#### 2. Pompa Rangkaian Paralel.

Pada saat skalar satu dan dua posisi ON, maka pompa satu dan dua akan menghisap air bersamaan dari bak penampung air. Karena katup dua tertutup dan katup satu dan tigaterbuka maka air akan mengalir terus menuju. Dalam sirkulasi tersebut akan

melewati sensor-sensor yang terpasang yang dapat terbaca ukuran di LCD.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam menganalisa suatu alat uji instalasi pompa tunggal, seri dan paralel, maka perlu dilakukan perhitungan yang didukung oleh teori yang sesuai, Dalam perhitungan ini di titik beratkan pada kapasitas, tekanandan efisiensi pompa agar alat dapat berfungsi dengan baik.

**Rangkaian Seri.**

Hasil perhitungan pengujian pompa tunggal dimana perhitungannya sebagai berikut :

Daya Hidrolis (WHP).

$$W_{hp} = \rho \times g \times Q_{TOT} \times H_{TOT}$$

$$= 997,1 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,213 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 13,25251 \text{ m} = 27,74199 \text{ watt}$$

Daya Listrik.

$$P = V \cdot I$$

$$= 120 \text{ Volt} \cdot 1,89 \text{ A} = 226,8 \text{ Watt}$$

Efisiensi pompa.

$$\eta = \frac{\text{Daya Hidrolis}}{\text{Daya Listrik}} \cdot 100\%$$

$$= \frac{12,60831111}{150} = 12 \%$$

**Tabel Performance pompa rangkaian seri**

Tabel 1. Pengujian dan perhitungan pompa rangkaian seri.

Volt	katup	Arus 1	Arus 2	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>	H <sub>5</sub>	H <sub>6</sub>	H <sub>7</sub>	H <sub>8</sub>	H <sub>9</sub>	H <sub>10</sub>	Debit 1	Debit 2	Daya Hidrolis 1	Daya Hidrolis 2	Daya Listrik 1	Daya Listrik 2	Eff 1	Eff 2
	°	(A)	(A)	m <sub>20</sub>	m <sub>20</sub>	m <sub>20</sub>	m <sub>20</sub>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	Watt	Watt	Watt	Watt	%	%						
200	30	0,75	0,9	0,68	6,373	5,871	11,47	5,694	5,600	3,26.10 <sup>4</sup>	3,23.10 <sup>4</sup>	18,20	17,73	150	180	12,1%	9,9%				
	45	0,7	0,85	0,707	5,333	4,824	9,330	4,626	4,505	3,64.10 <sup>4</sup>	3,46.10 <sup>4</sup>	16,50	15,26	140	170	11,8%	9,0%				
	60	0,65	0,75	0,748	4,782	4,281	8,178	4,035	3,896	3,71.10 <sup>4</sup>	3,68.10 <sup>4</sup>	14,65	14,03	130	150	11,3%	9,4%				
	75	0,65	0,72	0,815	4,67	4,172	7,974	3,855	3,801	3,73.10 <sup>4</sup>	3,70.10 <sup>4</sup>	14,08	13,79	130	144	10,8%	9,6%				
	90	0,65	0,7	0,951	4,507	4,009	7,515	3,556	3,505	3,75.10 <sup>4</sup>	3,73.10 <sup>4</sup>	13,06	12,81	130	140	10,1%	9,2%				

Rangkaian Pompa	Voltase	Arus	Bukan	Htotal	Debit total	Daya Hidrolis	Daya Listrik	Efisiensi seri
	Volt	Ampere	°	m <sub>20</sub>	m <sup>3</sup> /s	Watt	Watt	%
Pompa seri	200	1,65	30	11,29387	3,25.10 <sup>4</sup>	35,93875	330	10,9%
		1,55	45	9,13173	3,55.10 <sup>4</sup>	31,75209	310	10,2%
		1,4	60	7,91696	3,68.10 <sup>4</sup>	28,60994	280	10,2%
		1,37	75	7,66636	3,72.10 <sup>4</sup>	27,88135	274	10,2%
		1,35	90	7,06152	3,74.10 <sup>4</sup>	25,88796	270	9,4%

**Rangkaian Paralel.**

Hasil perhitungan pengujian pompa tunggal dimana perhitungannya sebagai berikut:

Daya Hidrolis (WHP).

$$W_{hp} = \rho \times g \times Q \times H_{tot}$$

$$= 997,1 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 213 \times 10^{-4}$$

$$\text{m}^3/\text{s} \times 17,48095 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$= 36,59355 \text{ watt}$$

Daya Listrik.

$$= V \cdot I$$

$$= 120 \text{ Volt} \cdot 2,8 \text{ Ampere} = 336 \text{ Watt}$$

Efisiensi pompa.

$$\eta = \frac{36,59355}{336} \cdot 100\% = \frac{12,60831111}{150} = 10,9\%$$

**Tabel Performance pompa rangkaian paralel**

Tabel 2. Pengujian dan perhitungan pompa paralel.

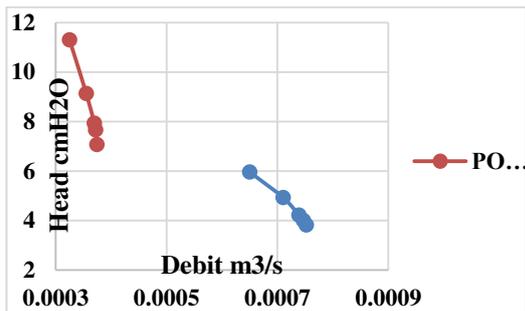
Volt	katup	Arus 1	Arus 2	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>	H <sub>5</sub>	H <sub>6</sub>	H <sub>7</sub>	H <sub>8</sub>	H <sub>9</sub>	H <sub>10</sub>	Debit 1	Debit 2	Daya Hidrolis 1	Daya Hidrolis 2	Daya Listrik 1	Daya Listrik 2	Eff 1	Eff 2
	°	(A)	(A)	m <sub>20</sub>	m <sub>20</sub>	m <sub>20</sub>	m <sub>20</sub>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	Watt	Watt	Watt	Watt	%	%						
200	30	0,75	0,9	0,68	6,414	6,665	6,852	5,734	6,186	3,26.10 <sup>4</sup>	3,23.10 <sup>4</sup>	18,33346	19,59375	150	180	12,2%	10,9%				
	45	0,7	0,85	0,707	5,333	0,829	6,057	4,626	5,228	3,64.10 <sup>4</sup>	3,46.10 <sup>4</sup>	16,50134	17,70934	140	170	11,8%	10,4%				
	60	0,65	0,75	0,748	4,782	0,801	5,190	4,035	4,388	3,71.10 <sup>4</sup>	3,68.10 <sup>4</sup>	14,65512	15,80788	130	150	11,3%	10,5%				
	75	0,65	0,72	0,815	4,67	0,774	4,915	3,855	4,140	3,76.10 <sup>4</sup>	3,70.10 <sup>4</sup>	14,18952	15,02660	130	144	10,9%	10,4%				
	90	0,65	0,7	0,951	4,507	0,733	4,813	3,556	4,079	3,78.10 <sup>4</sup>	3,73.10 <sup>4</sup>	13,18532	14,91539	130	140	10,1%	10,7%				

Rangkaian Pompa	Voltase	Arus	Bukan	Htotal	Debit Total	Daya Hidrolis	Daya Listrik	Efisiensi
	Volt	Ampere	°	m <sub>20</sub>	m <sup>3</sup> /s	Watt	Watt	%
Pompa Paralel	200	1,65	30	5,960439	6,50.10 <sup>4</sup>	37,93398	330	11,5%
		1,55	45	4,927166	7,10.10 <sup>4</sup>	34,26466	310	11,1%
		1,4	60	4,211672	7,39.10 <sup>4</sup>	30,46829	280	10,9%
		1,37	75	3,99754	7,46.10 <sup>4</sup>	29,22351	274	10,7%
		1,35	90	3,817408	7,52.10 <sup>4</sup>	28,11424	270	10,4%

**Grafik Hubungan Seri dan Paralel.**

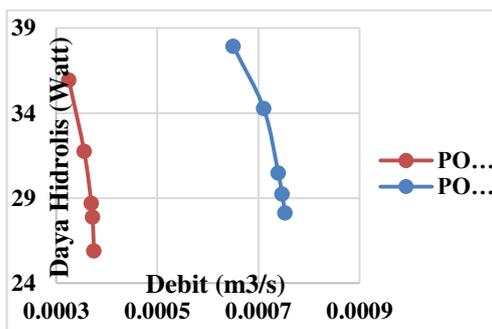
Grafik hubungan antara Tekanan dengan Kapasitas Aliran fluida Pompa Rangkaian Seri dan Paralel.



Gambar 2. Grafik hubungan tekanan dengan kapasitas.

Dari grafik hubungan antara kapasitas dan head dapat dilihat bahwa pada pompa rangkaian seri berbanding terbalik dengan pompa rangkaian paralel. Dimana pompa rangkaian seri nilai head lebih tinggi dibandingkan kapasitas(Q), dan pada pompa rangkaian paralel nilai kapasitas lebih tinggi dibandingkan dengan head pada bukaan 30° sampai dengan 90°. Dan dapat dilihat bahwa nilai head cenderung turun seiring bertambahnya nilai kapasitas (Q). Semakin besar nilai (Q) menunjukkan bahwa semakin banyak fluida yang mengalir dan menyebabkan bertambahnya faktor mayor dan minor losses hal ini menyebabkan nilai Pd,Ps semakin kecil yang menyebabkan nilai head semakin menurun.

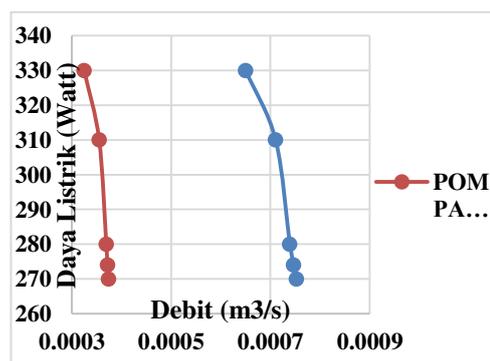
**Grafik hubungan antara Daya Hidrolis dengan Kapasitas Aliran fluida Pompa Rangkaian Seri dan Paralel.**



Gambar 3. Grafik hubungan daya hidrolis dengan kapasitas.

Dari grafik hubungan antara daya hidrolis dan kapasitas didapatkan bahwa daya air pada pompa paralel lebih tinggi dibandingkan pompa seri. Karena semakin besar nilai kapasitas maka, semakin besar pula nilai daya hidrolis yang dihasilkan pada bukaan 30 ° sampai dengan 90°. Selain itu nilai daya hidrolis juga dipengaruhi oleh (Pd,Ps). Pada pompa seri nilai daya hidrolis semakin menurun setelah mencapai nilai tertinggi disebabkan semakin besar faktor mayor losses dan minor losses yang terjadi di saluran fluida yang meliputi kerugian gesek dan losses saat fluida melewati belokan, katup, perubahan penampang dan pada pipa lurus.

**Grafik hubungan antara Daya Input Listrik dengan Kapasitas Aliran Fluida Pompa Rangkaian Seri dan Paralel.**

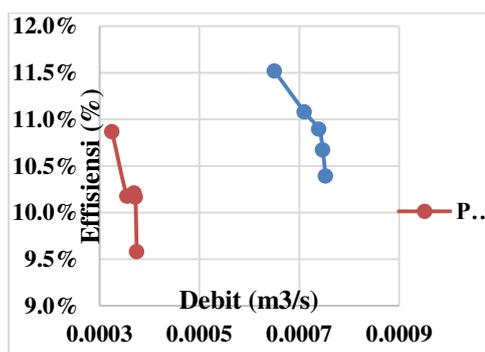


Gambar 4. Grafik hubungan daya input listrik dengan kapasitas.

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai daya listrik berbanding terbalik dengan kapasitas. Dimana pada pompa seri dan paralel daya listrik cenderung sama seiring

naiknya nilai kapasitasnya pada awal bukaan 30 ° sampai dengan 90 °, sedangkan nilai kapasitas pada pompa paralel lebih tinggi dibandingkan pompa seri. Daya listrik cenderung turun karena gaya pembebanan sangat dipengaruhi oleh banyaknya *fluida* yang mengalir (Q). Apabila kapasitas pompa besar diperoleh daya motor yang kecil. Hal ini disebabkan karena arus listrik yang dihasilkan besar dan hambatannya kecil.

### Grafik hubungan antara Efisiensi dengan Kapasitas Aliran *Fluida* Pompa Rangkaian Seri dan Paralel.



Gambar 5. Grafik hubungan efisiensi dengan kapasitas.

Dari grafik hubungan antara efisiensi dan kapasitas dapat dilihat pada pompa seri dan paralel efisiensi pompa paralel lebih besar di bandingkan pompa seri dikarenakan pompa paralel lebih tinggi kapasitasnya dan konstan nilai *head*nya dan pada pompa seri semakin besar nilai *head* dan nilai kapasitas kecil yang berakibat nilai efisiensi pompa cenderung kecil, karena nilai efisiensi dipengaruhi oleh nilai kapasitas (Q) suatu pompa . jika kapasitas dari pompa tersebut naik atau turun akan mempengaruhi nilai effisiensinya dari pompa tersebut.

### SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisa perhitungan tentang analisa kapasitas aliran *fluida* dan tekanan *fluida* pada pompa rangkaian seri paralel dengan menggunakan sensor yang dikontrol oleh sistem *microcontroller* sebagai alat ukur, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada pengujian pompa sentrifugal secara paralel, kapasitas aliran terkecil terjadi pada bukaan katup 30° adalah  $6,50 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  pada *head* bernilai 5,96044 mH<sub>2</sub>O .Sedangkan kapasitas aliran terbesar terjadi pada bukaan katup 90° adalah  $7,52 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  pada *head* bernilai 3,8174 mH<sub>2</sub>O
2. Untuk pompa sistem seri, *head* terkecil terdapat pada bukaan katup 90° yaitu 7,0615 mH<sub>2</sub>O pada kapasitas  $3,74 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ . Sedangkan *head* terbesar terdapat pada bukaan katup 30° yaitu 11,294 mH<sub>2</sub>O pada kapasitas  $3,25 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ .
3. Dari hubungan efisiensi dan kapasitas dapat dilihat bahwa nilai efisiensi tertinggi dimiliki oleh pompa seri sebesar 10,9 % pada kapasitas  $3,25 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ . Kemudian nilai efisiensi tertinggi pada pompa paralel sebesar 11,5 % pada kapasitas  $6,50 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ .

### DAFTAR PUSTAKA

- Austin H. Church, Ir Zulkifli Harahap, 1986. **Pompa dan Blower Sentrifugal**, Erlangga, Jakarta.
- Armfield. 1984 **Pompa seri paralel**.

Bruce R. Munson, Donald F. Young, Theodore  
H. Okiishi, 2005. **Mekanika Fluida**,  
**Erlangga**, Yogyakarta.

Ir. Astu Pudjanarsa, MT, Prof.IR. Djati  
Nursuhud, MSME, 2006. **Mesin  
Konversi Energi**, Andi, Yogyakarta.