

# Analisa Kinerja Aliran Fluida dalam Rangkaian Seri dan Paralel dengan Penambahan Tube Bundle pada Pompa Sentrifugal

**M. Marzuky Saleh, Edi Widodo**

*Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia*

Article history: Received: 24/10/2018; Revised:28/11/2018; Accepted: 25/12/2018

## ABSTRAK

Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan fluida dari satu tempat ke tempat lain melalui media pipa sebagai salurannya. pompa memiliki 2 komponen penting dalam kinerjanya yaitu : Impeller dan rumah pompa (casing). Ketika pompa tidak dapat memenuhi kapasitas dibutuhkan dapat menggunakan rangkaian pompa seri dan paralel untuk meningkatkannya. Ketika memindahkan fluida menuju permukaan yang tinggi atau yang bertekanan tinggi akan mempunyai spesifikasi yakni head dan debit. Aliran fluida adalah sesuatu zat cair yang mengalir didalam pipa. Dalam aliran terdapat tekanan fluida dan juga tipe aliran. Tipe aliran ada 3 yakni laminar, transisi, turbulen. Untuk mengurangi turbulen pada aliran dapat digunakan Tube bundle yakni suatu alat yang terdiri dari beberapa pipa yang diikat menjadi satu yang dipasangkan pada penampang yang melintang di dalam pipa. Penelitian ini dilakukan dalam 4 tahap pengujian yaitu rangkaian seri dengan tambahan tube bundle, rangkaian seri tanpa tambahan tube bundle, rangkaian paralel dengan tambahan tube bundle, rangkaian paralel tanpa tambahan tube bundle. Setiap pengujian diambil tekanan fluida, debit, tipe aliran. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa pompa rangkaian paralel dengan tambahan tube bundle menghasilkan tekanan fluida, debit, kecepatan aliran lebih kecil dari rangkaian seri, sedangkan ketika tanpa tambahan tube bundle pompa rangkaian paralel menghasilkan tekanan fluida, debit, kecepatan aliran yang lebih besar dari pada rangkaian seri, sedangkan untuk tipe aliran dari penelitian ini adalah aliran turbulen.

**Kata kunci** : Pompa rangkaian seri dan paralel, debit, aliran fluida, tube bundle.

## ABSTRACT

*Pump is a device used to move fluid from one place to another through the pipe media as a channel. The pump has 2 important components in its performance, namely: Impeller and pump casing. When the pump cannot meet the required capacity it can use series and parallel pump loop to increase it. When moving the fluid to a high surface or high pressure it will have the specifications of the head and discharge. Fluid flow is a liquid that flows in a pipe. In flow there is fluid pressure and also flow type. There are 3 flow types, namely laminar, transition, turbulent. To reduce turbulence in the flow can be used Tube bundle which is a device consisting of several pipes that are tied together that are attached to a cross section in the pipe. This research was conducted in 4 testing stages, namely series circuit with additional tube bundle, series circuit without additional tube bundle, parallel circuit with additional tube bundle, parallel circuit without additional tube bundle. Each test takes fluid pressure, discharge, flow type. From the results of this study it was found that the parallel circuit pump with an additional tube bundle produces fluid pressure, discharge, flow velocity smaller than the series circuit, whereas when without additional the parallel tube pump bundle produces a fluid pressure, discharge, flow velocity greater than the circuit series, while for the flow type of this study is turbulent flow.*

**Keywords:** *Pump series and parallel circuit, discharge, fluid flow, tube bundle.*

\*Corresponding author.

E-mail address: [ediwido@umsida.ac.id](mailto:ediwido@umsida.ac.id)

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2018 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, All right reserved, This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

## PENDAHULUAN

Pada masa sekarang ini banyak sekali perkembangan teknologi, diantaranya ditemukannya alat-alat yang dapat menggantikan tenaga yang dimiliki manusia. Seperti halnya penggunaan pompa dalam kehidupan sehari-hari. Pompa adalah mesin yang digunakan untuk memindahkan fluida dari satu tempat ke tempat lain melalui media pipa sebagai salurannya. Prinsip kerja pompa yakni memindahkan energi mekanik menjadi energi kinetik. Pompa memiliki 2 komponen utama yakni : *impeller* dan rumah pompa (*casing*). Pada saat pompa mulai bekerja kapasitas pompa tidak mencukupi kapasitas yang dibutuhkan, untuk mengatasi masalah itu dapat digunakan 2 pompa atau lebih yang dirangkai seri dan paralel untuk meningkatkan kapasitas. karna kapasitas meningkat dan belokan pada pipa terjadilah aliran turbulensi yang dapat menurunkan tekanan oleh karena itu untuk mengurangi aliran tersebut dapat digunakan *tube bundle* [1]. Masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana menginstalasi pompa rangkaian seri dan paralel dan bagaimana kinerja aliran fluida dengan peambahan *Tube Bundle*, Serta bagaimana cara membuat *Tube Bundle*. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan kinerja aliran fluida ketika diberi tambahan *tube bundle* dan ketika tidak diberi tambahan *tube bundle*. Penelitian ini hanya membaha tentang kinerja aliran fluida pompa sentrifugal yang dirangkai seri dan paralel pada pipa keluarannya dengan tambahan *tube bundle* atau tanpa tambahan *tube bundle*, fluida yang digunakan adalah air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kinerja aliran fluida dengan penambahan *tube bundle* atau tanpa tambahan *tube bundle* meliputi tekanan fluida, debit, dan tipe aliran fluida yang terjadi.

## METODE

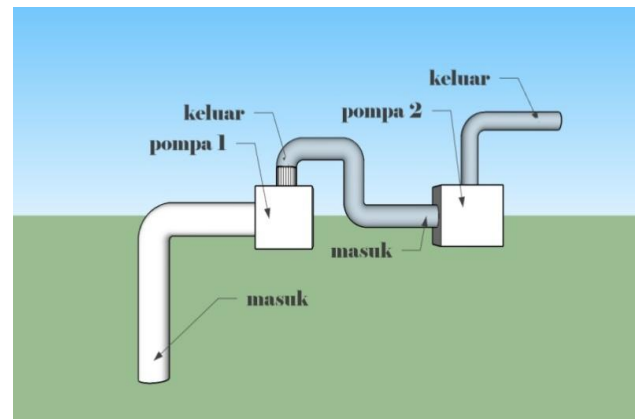
Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental yang bertujuan untuk menganalisis bagaimana perbedaan kinerja aliran *fluida* pada pompa sentrifugal rangkaian seri dan paralel antara penambahan *tube bundle* dengan tanpa penambahan *tube bundle* pada pipa pvc 1 inci dengan selang kecil ukuran 0,5 mm sebagai *tube bundle*.

Pompa sebagai mesin mekanis yang berfungsi untuk memindahkan suatu fluida dari tempat satu ke tempat yang lain [2]. Pada umumnya pompa digerakkan oleh motor, mesin, atau sejenisnya [3]. Yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah pompa sentrifugal, pompa ini merupakan pompa kerja dinamis yang prinsip kerjanya memindahkan energi mekanik menjadi energi kinetik. Pompa ini menimbulkan gaya sentrifugal karena adanya gerakan sebuah benda atau partikel melalui

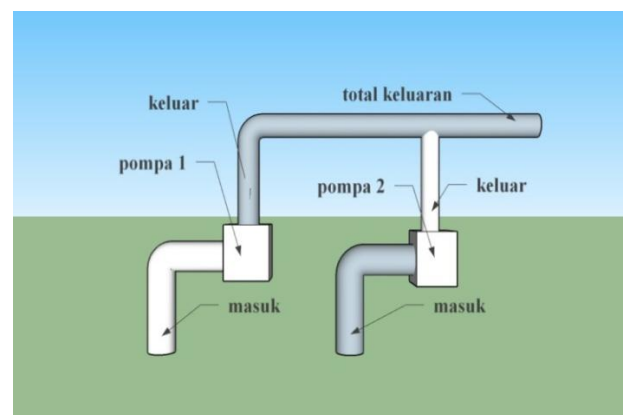
lintasan lengkun atau melingkar [4]. Prinsip kerjanya yaitu Pada saat pompa dihidupkan dan *impeller* berputar, cairan yang ada diantara sudu-sudu juga ikut berputar karena menerima gaya mekanis sudu dengan demikian pompa sentrifugal memiliki prinsip kerja mengkonversikan energi mekanik menjadi kecepatan fluidaselanjutnya energi kecepatan fluida diubah menjadi energi tekanan keluar dari pompa[2][5].

## Operasi Pompa Rangkaian Seri Dan Paralel

Operasi pompa ini dilakukan ketika kapasitas dan head pada pompa tidak mencukupikapasitas yang dibutuhkan.Pada rangkaian seri ini kapasitas tetap tetapi head akan bertambah besar, rangkaian ini cocok pada daerah pegunungan atau dataran tinggi. Sedangkan rangkaian paralel *head* tetap tetapi kapasitas bertambah.



Gambar 1. Pompa Rangkaian seri



Gambar 2. Pompa Rangkaian Paralel

## Debit, Head

Fluida dipengaruhi oleh gaya geser sekecil apapun pada zat yang mengalami deformasi bersinambungan. [6].Debit atau bisa disebut dengan kapasitas merupakan suatu volum fluidayang dapat dialirkan dalam persatuan waktu. Untuk menghitung besarnya debit yang mengalir pada saluran air dapat dihitung dengan menggunakan alat ukur *V-notch weir* dengan mengukur ketinggian

fluida pada bak penampung, yang berbentuk segi tiga pada *V-notch*[7][5]. *Head* adalah suatu kemampuan pompa dalam mendorong fluida hingga ketinggian yang dapat ditempuh oleh pompa tersebut, kemampuan tersebut digantungkan pada kapasitas yang dimiliki pompa [8].

**Aliran Fluida**

Aliran *fluida* memiliki beberapa tipe aliran. Untuk mengetahui suatu tipe aliran digunakan perhitungan bilangan *Reynolds* yaitu suatu bilangan yang tak berdimensi yang dapat membedakan suatu aliran itu dinamakan turbulen, transisi dan laminar [7].

$$Re = \frac{VDp}{\mu}$$

Dimana:

*V*: kecepatan fluida (m/s)

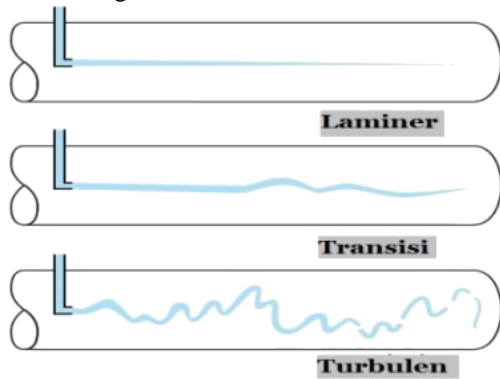
*D* : diameter dalam pipa (m)

*p* : rapat massa fluida (kg/m<sup>3</sup>)

*μ*: viskositas dinamik fluida (kg/ms) atau (N.s/m)

Tipe-tipe aliran ada 3 yaitu :

1. Aliran Turbulen  
Lebih dari 4000
2. Aliran Transisi  
2300 sampai 4000
3. Aliran Laminar  
Kurang dari 2300

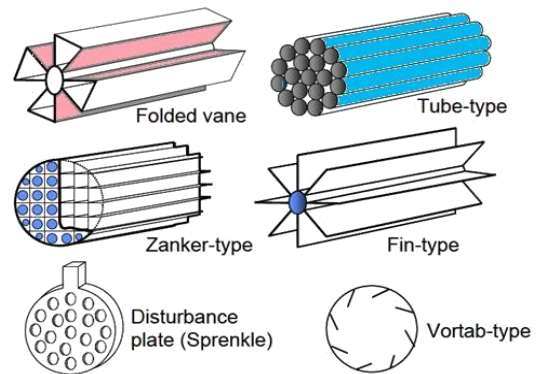


**Gambar 3.** Tipe Aliran

**Tube Bundle**

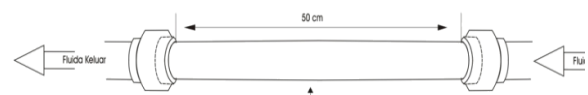
Merupakan suatu set tabung atau suatu alat yang terdiri dari beberapa tabung atau pipa yang diikat menjadi satu yang dipasangkan pada penampang yang melintang di dalam pipa. *Tubebundle* ini biasa digunakan pada *flow conditioner* untuk mengurangi turbulensi aliran, alat ini bisa mengisolasi gangguan yang disebabkan oleh sambungan pipa-pipa dengan menghilangkan *vortex*[6] yaitu suatu aliran yang mana fluida tersebut partikelnya berotasi pada aliran rotasinya terhadap titik pusat sehingga menimbulkan perpisahan antara fluida atau separasi yang kemudian mengakibatkan penurunan

tekanan yang besar. Oleh karena itu untuk mengurangi atau memperkecil gangguan-gangguan yang terjadi pada aliran dalam suatu sistem perpipaan kita bisa menggunakan *flow conditioner* yang didalamnya terdapat suatu *tube bundle* [6].



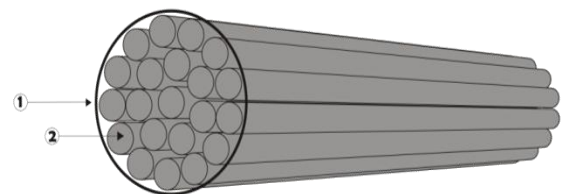
**Gambar 4.** Tipe flow kondisioner

**Desain Tube Bundle**



keterangan :  
1. pipa pvc panjang 50 cm  
2. water murr

**Gambar 5.** Dsain tube Bundle

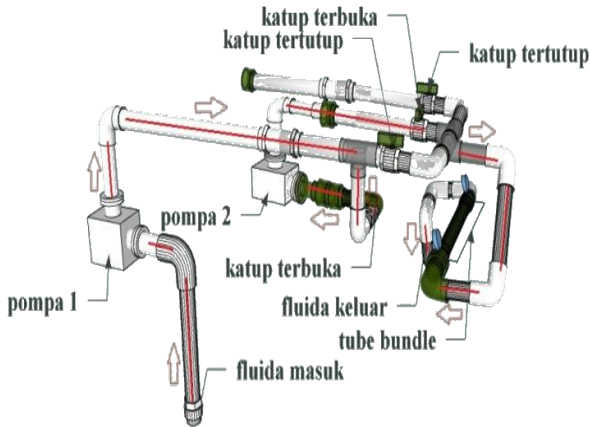


keterangan :  
1. pipa pvc diameter 1 inci, panjang 50 cm  
2. selang kecil diameter 0,5 mm

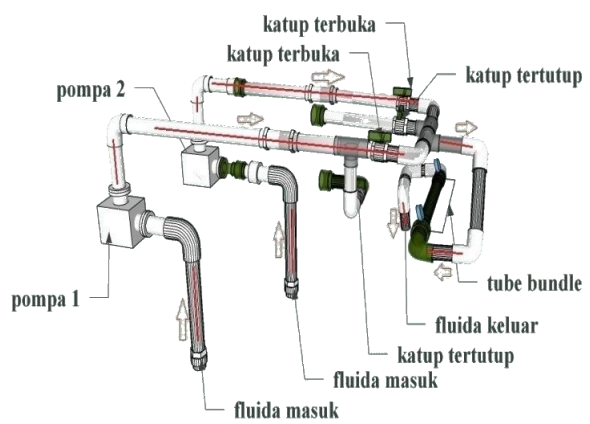
**Gambar 6.** Bentuk pemasangan Tube Bundle



**Gambar 7.** hasil Tube Bundle pada pipa



Gambar 8. Rangkaian Seri Dengan Tube Bundle



Gambar 9. Rangkaian Paralel Dengan Tube Bundle

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pelaksanaan Percobaan

1. Analisa kinerja aliran fluida pada pompa sentrifugal dengan rangkaian paralel dengan tambahan *tube bundle*.
2. Analisa kinerja aliran *fluida* pada pompa sentrifugal dengan rangkaian paralel tanpa tambahan *tube bundle*.
3. Analisa kinerja aliran *fluida* pada pompa sentrifugal dengan rangkaian seri dengan tambahan *tube bundle*.
4. Analisa kinerja analisa *fluida* pada pompa sentrifugal tanpa rangkaian seri tambahan *tube bundle*

### Perhitungan

#### a. Tekanan fluida

Tekanan fluida langsung didapat dari *pressure gauge* yang dipasang pada pipa keluarannya, untuk rangkaian dengan tambahan *tube bundle* menggunakan 2 *pressure gauge* yang ditaruh sebelum dan sesudah *tube bundle*, sedangkan untuk rangkaian tanpa tambahan *the bundle*

hanya menggunakan 1 *pressure gauge* yang ditaruh pada pipa keluarannya.

#### b. Debit air (Q)

Untuk mendapatkan data kapasitas atau debit dengan menggunakan *V-notch*

$$Q = \frac{8}{15} \sqrt{2 \cdot g} \tan \frac{\theta}{2} H^{\frac{5}{2}}$$

Keterangan :

$H$ = di peroleh dari ketinggian air yang mengalir pada bak penampung air.

$\theta$ = di peroleh dari sudut yang berbentuk seperti V pada bak pemampung air.

$g$ = Untuk standar gravitasi adalah  $9.81(m/s^2)$ .

Diketahui :

$H = 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m}$

Sudut  $\theta V\text{-notch} = 60^\circ$

$g = 9.81(m/s^2)$ .

Jadi

$$Q = \frac{8}{15} \sqrt{2 \cdot 9,81} \tan \frac{60}{2} (0,06)^{\frac{5}{2}}$$

$$Q = \frac{8}{15} \sqrt{19,62} \cdot \tan 30 \cdot (0,06)^{\frac{5}{2}}$$

$$Q = \frac{8}{15} \cdot (4,429)(0,577)(0,000881)$$

$$Q = \frac{0,018}{15} = 0,0012(m^3/s) = 1,2 \times 10^{-3}(m^3/s)$$

#### c. Kecepatan aliran fluida

Setelah mengetahui debit air selanjutnya menghitung kecepatan aliran yang akan digunakan untuk menghitung bilangan *Reynolds*. Untuk menghitung kecepatan aliran fluida dapat menggunakan rumus :

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

Keterangan :

$V$  : kecepatan aliran fluida ( $m^2/s$ )

$Q$  : debit air

$A$  : luas penampang pipa

$d$  : 1 inchi =  $2,54 \text{ cm} = 0,0254 \text{ m}$

$$r : \frac{1}{2} \times (2,54 \times 10^{-2} \text{ m}) = 1,27 \times 10^{-2} \text{ m}$$

untuk menghitung luas penampang dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$A = \pi(r \times 10^{-2} \text{ m})^2$$

$$A = 3,14(1,27 \times 10^{-2} \text{ m})^2$$

$$A = 3,14(1,6129 \times 10^{-2} \text{ m})$$

$$A = 5,064 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Luas penampang diketahui barulah menghitung kecepatan aliran *fluida* menggunakan rumus diatas

$$V = \frac{1,2 \times 10^{-3}(m^3/s)}{5,064 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$V = 2,37 \text{ m/s}$$

Tabel 1. Hasil Dari Semua Pengujian

Percobaan	Tekanan Fluida mbar			Debit (Q) m <sup>3</sup> /s		Kecepatan Aliran (V) m/s		Rangkaian
	Dengan Tambahan Tube Bundle		Tanpa Tambahan Tube Bundle	Dengan Tambahan Tube Bundle	Tanpa Tambahan Tube Bundle	Dengan Tambahan Tube Bundle	Tanpa Tambahan Tube Bundle	
	Sebelum Tube Bundle	Sesudah Tube Bundle						
1	1400	25	390	0,0012	0,0057	2,37	11,2	Paralel
2	1550	10	370	0,0012	0,00487	2,37	9,61	
1	2600	65	200	0,00201	0,00388	3,97	7,66	Seri
2	3000	40	200	0,00189	0,00330	3,73	6,51	

**d. Menghitung bilangan Reynold (Re)**

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\nu}$$

Rumus diatas adalah rumus untuk mencari bilangan Reynold (Re)

Keterangan :

Re = bilangan Reynold

$\rho$  = rapat jenis (kg/m<sup>3</sup>) dimana untuk air 1000

V = kecepatan aliran fluida (m/s)

D = diameter pipa (m)

$\nu$  = viskositas dinamik (m<sup>2</sup>/s)

Diketahui :

$\rho$  = 1000

V = 2,37 m/s

D = 0,0254

$\nu$  = 8,87 × 10<sup>-4</sup>

Jadi :

$$Re = \frac{(1000)(2,37)(0,0254)}{8,87 \times 10^{-4}}$$

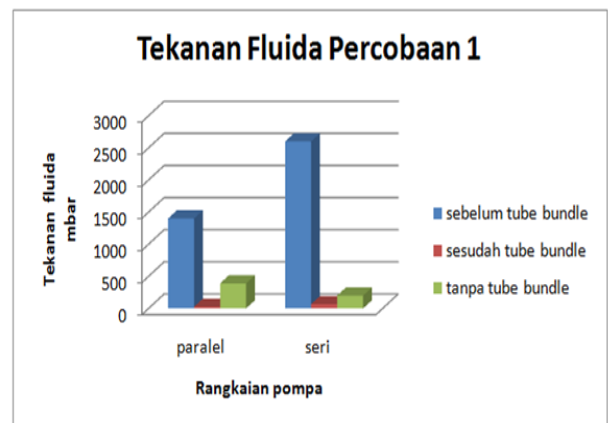
$$Re = \frac{60,198}{8,87 \times 10^{-4}}$$

$$Re = 6,78 \times 10^4$$

Hasil dari perhitungan bilangan Reynold (Re) diatas adalah 6,78 × 10<sup>4</sup>, sehingga dari hasil perhitungan tersebut dapat diketahui jenis alirannya. Jenis aliran ini adalah aliran turbulen karena Re > 4000

**Grafik Hasil**

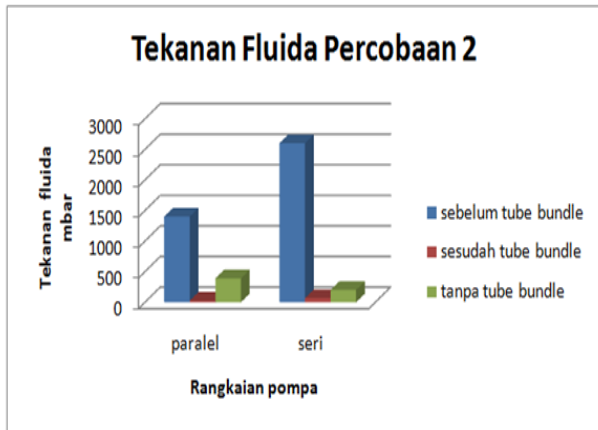
**a. Tekanan Fluida**



**Gambar 10.** Grafik Tekanan Fluida percobaan 1 susunan seri dan paralel

Data pada gambar 13 menunjukkan bahwa tekanan fluida dalam rangkaian paralel sebelum tube bundle 1400 mbar, sesudah tube bundle 25 mbar, dan untuk rangkaian pompa paralel tanpa adanya tube bundle 390 mbar, sedangkan untuk rangkaian seri tekanan fluida sebelum tube bundle 2600 mbar, sesudah tube bundle 65 mbar, dan untuk rangkaian seri tanpa tube bundle 200 mbar.

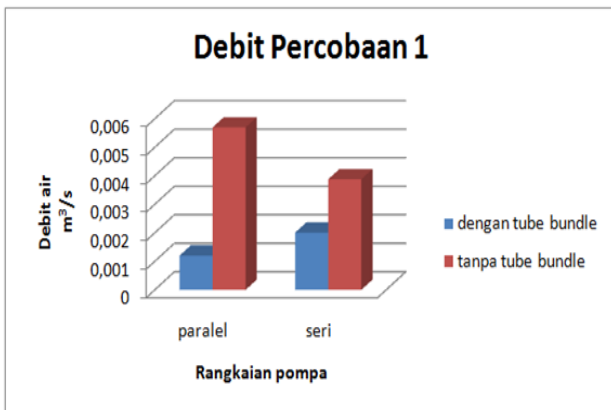




**Gambar 11.** Grafik Tekanan Fluida percobaan 2 susunan seri dan paralel

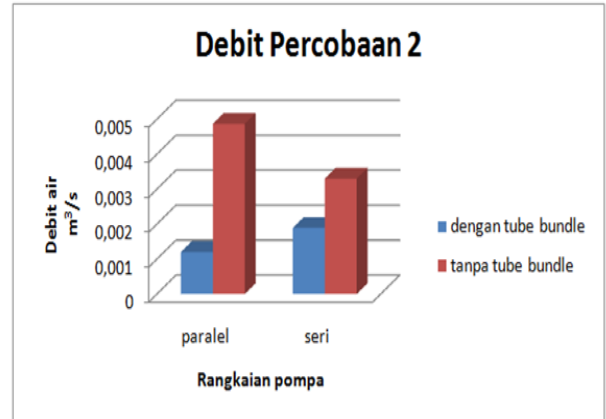
Data pada gambar 14 menunjukkan bahwa pompa rangkaian paralel sebelum *tube bundle* 1550 mbar, sesudah *tube bundle* 10 mbar, dan untuk rangkaian paralel tanpa *tube bundle* 370 mbar, sedangkan untuk rangkaian pompa seri tekanan fluida sebelum *tube bundle* 3000 mbar, sesudah *tube bundle* 40 mbar, dan untuk rangkaian seri tanpa *tube bundle* 200 mbar.

**b. Debit**



**Gambar 12.** Grafik debit percobaan 1 rangkaian seri dan paralel

Data gambar 15 menunjukkan bahwa debit pada rangkaian pompa paralel dengan *tube bundle* 0,0012 m³/s, tanpa *tube bundle* 0,00487 m³/s, sedangkan untuk rangkaian seri dengan *tube bundle* 0,00189 m³/s, tanpa *tube bundle* 0,00330 m³/s.



**Gambar 13.** Grafik debit percobaan 2 rangkaian seri dan paralel

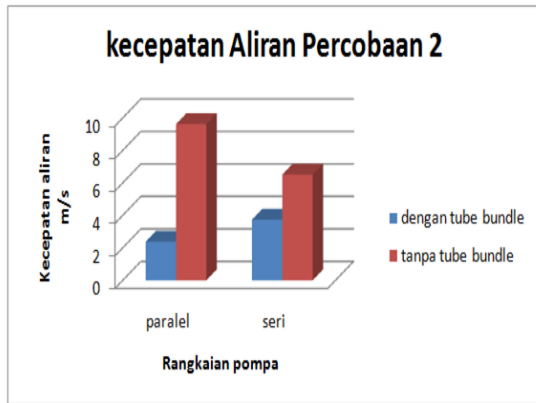
Data gambar 16 menunjukkan bahwa debit pada rangkaian pompa paralel dengan *tube bundle* 0,0012 m³/s, tanpa *tube bundle* 0,00487 m³/s, sedangkan untuk rangkaian seri dengan *tube bundle* 0,00189 m³/s, tanpa *tube bundle* 0,00330 m³/s.

**c. Kecepatan Aliran**



**Gambar 14.** Grafik Liran Fluida percobaan 1 rangkaian seri dan paralel

Data gambar 17 menunjukkan bahwa kecepatan aliran pada rangkaian paralel dengan *tube bundle* 2,37 m/s, tanpa *tube bundle* 11,2 m/s, sedangkan untuk rangkaian seri dengan *tube bundle* 3,97 m/s, tanpa *tube bundle* 7,66 m/s.



**Gambar 15.** Grafik Liran Fluida percobaan 2 rangkaian seri dan paralel

Data gambar 18 menunjukkan bahwa kecepatan aliran pada rangkaian pompa paralel dengan *tube bundle* 2,37 m/s, tanpa *tube bundle* 9,61 m/s, sedangkan untuk rangkaian seri dengan *tube bundle* 3,73 m/s, tanpa *tube bundle* 6,51 m/s.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan penelitian bahwa tekanan fluida pada pompa sentrifugal rangkaian paralel dengan tambahan *tube bundle* lebih kecil dari pada rangkaian seri dengan tambahan *tube bundle*, karena ketika aliran tertahan oleh *tube bundle* pompa 2 rangkaian seri ikut bekerja melancarkan aliran fluida sehingga tekanan meningkat lebih besar dari susunan paralel. Sedangkan untuk tekanan fluida pompa tanpa *tube bundle* menunjukkan sebaliknya yakni tekanan fluida rangkaian paralel lebih besar dibandingkan susunan seri itu dikarenakan pada rangkaian paralel menghasilkan debit yang besar karena menggunakan 2 katup isap dan tekanan meningkat karena kecilnya pipa pada pipa keluarannya.
2. Untuk debit dengan tambahan *tube bundle* pompa susunan paralel lebih rendah dari susunan seri, sedangkan debit tanpa tambahan *tube bundle* menghasilkan debit yang sebaliknya yakni susunan paralel lebih besar dari susunan seri.
3. Untuk kecepatan aliran hasil yang didapat ketika adanya *tube bundle* susunan paralel lebih rendah dari seri, sebaliknya ketika tanpa *tube bundle* susunan seri lebih rendah dari susunan paralel.
4. Sedangkan untuk tipe aliran dalam semua percobaan ini adalah aliran turbulen karena lebih besar dari 4000.

## REFERENSI

- [1] R. Y. Pradhana and E. Widodo, "Analisa Pengaruh Variasi Diameter Pipa Tekan Pvc Pada Pompa Aksial Untuk Kecepatan Gaya Dorong Air," *Jurnal REM*, 2017.
- [2] H. Sofwan, "Analisa Kerusakan Pompa Sentrifugal 53-101c wtu Sungai Gerogot PT. Pertamina RU III Plaju," *J. Desiminasi Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 29–42, 2014.
- [3] Tukiman, P. Santoso, and Ari Satmoko, "Perhitungan Dan Pemilihan Pompa Pada Instalasi Pengolahan Air Bebas Mineral Iradiator Gamma Kapasitas 200 Kci," no. November, pp. 339–351, 2013.
- [4] M. E. Ir. Ali Mahmudi, *Buku Bahan Ajar Pompa Dan Kompresor*. BANDUNG: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung.
- [5] L. Hakim, "Perancangan Dan Pembuatan Alat Uji Karakteristik Pompa Sentrifugal Susunan Seri Dan Paralel," *Islam indonesiaa Jogjakarta*, 2004.
- [6] A. W. Priyo, *Analisis Penurunan Head Losses Pada Belokan Pipa 180o Dengan Variasi Non Tube Bundle, Tube Bundle 0,25 Inchi, Dan Tube Bundle 0,5 Inchi*. Jember: Teknik Mesin Universitas Jember, 2013.
- [7] A. Faisal, "Analisa Peforma Pompa Sentrifugal Menggunakan Rangkaian Seri Dan Paralel," *universitas muhammadiyah sidoarjo*, 2016.
- [8] Nasirwan, "Optimasi Pengujian Pompa Seri Dan Paralel," *J. Tek. mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 15–21, 2008.