

Identifikasi Jenis Aliran Pada Sistem Pipa Bertekanan Dengan Pompa Seri Dan Paralel

Identification of Flow Types in Pressurized Pipe Systems with Series and Parallel Pumps

Hotman Ginting¹, Jimmy Lingga¹, Jufrizal^{1*}, Indra Hermawan¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Medan 20223, Indonesia

*Corresponding author: jufrizal@staff.uma.ac.id

Diterima: 15-03-2025

Disetujui: 15-04-2025

Dipublikasikan: 30-04-2025

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Pompa sentrifugal banyak digunakan untuk memindahkan fluida dengan efisien melalui peningkatan tekanan. Penelitian ini mengkaji pengaruh konfigurasi pompa seri dan paralel serta variasi bukaan katup terhadap karakteristik aliran dalam sistem perpipaan bertekanan. Metode eksperimen laboratorium dengan dua pengulangan digunakan. Hasil menunjukkan aliran turbulen pada bukaan katup 50%, 75%, dan 100% dengan bilangan Reynolds di atas 10.000, sedangkan pada bukaan 25%, pompa seri cenderung menghasilkan aliran laminar ($Re < 600$), dan pompa paralel mempertahankan aliran transisi/turbulen ($Re > 4.000$). Rekomendasi penggunaan pompa seri untuk tekanan tinggi dan paralel untuk debit besar dengan bukaan katup minimal 25% agar efisiensi optimal disampaikan.

Kata Kunci: Pompa seri, pompa paralel, sistem pipa bertekanan, jenis aliran, bilangan Reynolds.

Abstract

Centrifugal pumps are widely used to move fluids through increased pressure efficiently. This study examines the effect of series and parallel pump configurations and valve opening variations on flow characteristics in a pressurized piping system. A laboratory experiment method with two repetitions was used. The results showed turbulent flow at 50%, 75%, and 100% valve openings with Reynolds numbers above 10,000. In comparison, at a 25% opening, series pumps tend to produce laminar flow ($Re < 600$), and parallel pumps maintain transitional/turbulent flow ($Re > 4,000$). The recommendation is to use series pumps for high pressure and parallel for large discharge, with a minimum valve opening of 25% for optimal efficiency.

Keywords: Series pumps, parallel pumps, pressurized pipe systems, flow types, Reynolds number.

1. Pendahuluan

Pompa merupakan komponen penting diberbagai bidang industri dan teknik sipil dengan fungsi utama memindahkan fluida melalui penambahan energi tekanan agar aliran dapat mengalir dari daerah bertekanan rendah ke daerah bertekanan tinggi. Pompa sentrifugal menjadi pilihan utama dalam industri karena keandalannya, efisiensi tinggi, kemudahan perawatan, serta kemampuannya untuk menangani berbagai jenis fluida dan kondisi operasi yang beragam. Di sektor teknik sipil, khususnya dalam sistem pengolahan air bersih dan irigasi, pompa berperan penting dalam menjamin kelancaran dan efisiensi distribusi air (Muis, Muchsin, and Bachri 2019). Katup memiliki peran krusial dalam mengatur karakteristik aliran dalam sistem perpipaan,

terutama dalam mempengaruhi kerugian tekanan (*head losses*), laju aliran, serta efisiensi kerja pompa. Dengan mengubah tingkat bukaan katup, kondisi aliran fluida dapat disesuaikan sehingga berdampak langsung pada performa pompa dan distribusi fluida di seluruh sistem. Pengaturan bukaan katup yang tepat memungkinkan keseimbangan antara kapasitas aliran dan efisiensi energi, sekaligus mengurangi kerugian tekanan mayor dan minor yang disebabkan oleh gesekan, perubahan arah aliran, serta fitting pada jaringan perpipaan (Wira 2020).

Dalam sistem perpipaan berpompa, jenis aliran fluida sangat mempengaruhi kerugian tekanan, efisiensi, dan keandalan sistem secara keseluruhan. Jenis aliran ini diklasifikasikan berdasarkan bilangan Reynolds (Re), yaitu aliran laminar ($Re < 2300$) dengan gerakan fluida yang teratur tanpa turbulensi; aliran transisi (Re 2300–4000) yang merupakan kondisi peralihan dengan karakteristik aliran tidak stabil; serta aliran turbulen ($Re > 4000$) yang ditandai dengan gerakan fluida acak dan bercampur, sehingga meningkatkan kerugian tekanan (Ariesandi 2019). Dalam konfigurasi pompa, terdapat dua jenis utama yang umum diterapkan sesuai kebutuhan operasi: konfigurasi seri, yang menghubungkan beberapa pompa secara berurutan untuk meningkatkan tekanan atau head total; dan konfigurasi paralel, yang mengoperasikan pompa secara bersamaan untuk meningkatkan kapasitas aliran atau debit total fluida.

Meskipun berbagai studi telah membahas kinerja pompa dan pengaruh katup dalam sistem perpipaan, masih terdapat kekosongan penelitian yang secara simultan mengkaji interaksi antara variasi bukaan katup, konfigurasi pompa, dan karakteristik jenis aliran berdasarkan bilangan Reynolds. Penelitian yang fokus pada aspek ini sangat penting untuk mengoptimalkan efisiensi dan keandalan sistem pemompaan secara menyeluruh. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik jenis aliran yang terbentuk dalam sistem perpipaan bertekanan akibat penggunaan konfigurasi pompa seri dan paralel, serta menganalisis pengaruh variasi bukaan katup terhadap karakteristik aliran tersebut. Dengan pemahaman yang lebih mendalam mengenai interaksi antara konfigurasi pompa dan kondisi aliran fluida, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam upaya mengoptimalkan efisiensi, head, debit, dan keandalan sistem pemompaan secara keseluruhan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin, Universitas Medan Area, Deli Serdang, Sumatera Utara, 20223. Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen laboratorium untuk menganalisis pengaruh variasi bukaan katup pada konfigurasi pompa seri dan paralel terhadap karakteristik sistem, meliputi head, debit, daya hidrolik dan efisiensi pompa.

2.1. Peralatan dan bahan

2.1.1. Peralatan

Adapun peralatan yang digunakan penelitian dalam penelitian yaitu sebagai berikut:

a) Pompa Sentrifugal dan

Pompa merupakan sebuah mesin fluida yang berfungsi untuk memindahkan fluida dari satu lokasi ke lokasi lain dengan memanfaatkan prinsip perbedaan tekanan.

b) Flow Meter

Flow meter digunakan untuk mengukur jumlah volume cairan atau fluida yang mengalir keluar melalui pipa discharge.



Gambar 1. Pompa sentrifugal

Adapun spesifikasi pompa Shimizu PS-116 BIT yang digunakan adalah:

Tabel 1. Spesifikasi pompa sentrifugal

Parameter	Spesifikasi
Tegangan (U)	1 x 220 V ~ 50 Hz
Daya (P)	370 W
Arus (I)	1,3 A
Putaran (n)	2900 rpm (min ⁻¹)
Perlindungan	IPX4
Head (H)	22 – 9 m
Kapasitas Aliran (Q)	10 – 24 liter/menit
Diameter Pipa Hisap/Dorong	25 m (1 inci)



Gambar 2. Flow meter

Tabel 2. Spesifikasi flow meter

Parameter	Spesifikasi
Jenis	Rotameter (flow meter dengan float)
Skala pengukuran	(1-5 GPM), (2-18 LPM)
Merek	Samlixin

c) *Pressure Gauge*

Alat pengukur tekanan berfungsi untuk mendeteksi besaran tekanan fluida cair yang mengalir dalam sistem tertutup melalui saluran keluaran.



Gambar 3. Pressure gauge

Tabel 3. Spesifikasi Pressure gauge

Parameter	Spesifikasi
Merek	JP Pump Parts
Skala pengukuran	(0-100 PSI), (0-7 Bar)
Jenis	Pressure Gauge (alat pengukur tekanan)

d) Wattmeter

Wattmeter adalah alat yang berfungsi untuk mengukur daya listrik yang dipakai oleh pompa selama proses pengujian. Alat ini sangat penting untuk menentukan jumlah energi listrik yang digunakan, sehingga memungkinkan analisis efisiensi sistem pompa secara lebih tepat. Data hasil pengukuran dari wattmeter menjadi acuan utama dalam perhitungan daya input serta penilaian kinerja pompa pada berbagai kondisi operasional.



Gambar 4. Wattmeter

2.1.2. Bahan

Pada penelitian ini, bahan yang akan digunakan meliputi sebuah instalasi perpipaan yang berfungsi untuk mengalirkan fluida cair, di antaranya adalah:

a) Pipa

Pipa yang digunakan merupakan jenis PVC yang berfungsi sebagai saluran untuk mengalirkan fluida atau cairan. Gambar 5 memperlihatkan tipe pipa PVC yang dipakai dalam instalasi ini.



Gambar 5. Pipa PVC

b) Sambungan

Komponen ini berfungsi untuk menghubungkan antar pipa sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan instalasi.



Gambar 6. Sambungan

c) Elbow

Elbow berfungsi untuk menghubungkan dua pipa sekaligus mengubah arah aliran fluida dalam suatu siklus. Gambar 7 menunjukkan elbow 90° berbahan PVC yang digunakan.



Gambar 7. Elbow

d) Globe Valve

Globe valve dengan model tuas digunakan untuk mengendalikan aliran fluida, baik memutuskan maupun menghubungkannya. Katup ini dipasang pada pipa *suction* dalam instalasi alat uji. Gambar 8 memperlihatkan tipe globe valve yang digunakan.



Gambar 8. Globe valve

2.2. Layout sistem

Posisi setiap komponen dalam sistem pengujian, termasuk alat ukur dan perangkat pendukung lainnya, perlu diatur dengan cermat agar proses berjalan efisien, aman, dan mudah dijangkau. Penataan yang tepat akan membantu kelancaran alur kerja, mengurangi potensi kesalahan, serta memaksimalkan pemanfaatan ruang. Gambar 9 memperlihatkan *layout system* pada alat uji yang digunakan.



Gambar 9. Layout sistem uji

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Hasil data eksperimen

Dalam penelitian ini, dilakukan pengukuran pada beberapa parameter penting yang saling terkait baik pompa disusun secara seri dan disusun secara paralel, yaitu debit aliran fluida, tekanan dalam sistem, konsumsi daya listrik, serta suhu pada titik-titik tertentu. Pengukuran debit berfungsi untuk menentukan laju aliran fluida, sementara tekanan memberikan gambaran tentang kondisi operasional sistem. Daya listrik yang tercatat menunjukkan besarnya energi yang digunakan oleh peralatan, dan pengukuran suhu membantu memantau perubahan suhu selama proses berlangsung. Dengan menggabungkan data-data tersebut, analisis yang komprehensif mengenai menentukan jenis aliran pada sistem dapat dilakukan. Berikut tabel hasil pengukuran yang disajikan pada tabel 5 dan 6.

Tabel 4. Data eksperimen konvigurasi pompa disusun secara seri

Bukaan Katup (%)	Debit (m^3/s)	P in (mH2O)	P out (mH2O)	Suhu air (C)	Daya listrik (W)
100	0,0002	3,05922	7,64805	26	420,1
75	0,0001667	1,52961	7,64805	26	425,7
50	0,0001334	7,64805	15,2961	26	447,5
25	0	30,5922	12,74675	26	565,2

Tabel 5. Data eksperimen konfigurasi pompa disusun secara paralel

Bukaan Katup (%)	Debit (m^3/s)	P in (mH2O)	P out (mH2O)	Suhu air (C)	Daya listrik (W)
100	0,00031673	0	7,64805	26	420,1
75	0,000308395	4,58883	9,17766	26	425,7
50	0,000167033	3,05922	5,0987	26	447,5
25	0,000008335	0,50987	3,05922	26	565,2

3.2. Hasil perhitungan bilangan Reynolds

Setelah data eksperimen diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung bilangan Reynolds untuk menentukan karakteristik aliran fluida dalam sistem pompa. Perhitungan bilangan Reynolds ini penting sebagai dasar untuk menganalisis kinerja pompa, termasuk head pompa, daya hidrolis, dan efisiensi pompa, baik pada konfigurasi seri maupun paralel. Dengan mengetahui nilai bilangan Reynolds, dapat dipahami apakah aliran yang terjadi bersifat laminar, transisi, atau turbulen, sehingga evaluasi performa pompa dapat dilakukan secara lebih akurat.

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$V = \frac{4 (0,00031673 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi (0,02 \text{ m})^2}$$

$$V = 1,008694268 \text{ m/s}$$

Maka kecepatan aliran pada konfigurasi pompa disusun secara seri dengan bukaan katup 100% adalah $1,008694268 \text{ m/s}$.

$$Re = \frac{\rho \times V \times D}{\mu}$$

$$Re = \frac{(1000 \text{ kg/m}^3) \times (1,008694268 \text{ m/s}) \times (0,02 \text{ m})}{0,000893 \text{ Kg/m.s}}$$

$$Re = 22591,13701$$

Dengan demikian bilangan renolds dengan bukaan 100% adalah 22591,14

Hasil perhitungan bilangan renolds pada setiap bukaan katup baik Konfigurasi pompa disusun secara seri dan parallel ditampilkan pada tabel 7 dan 8 dengan mengikuti cara perhitungan yang sudah di sajikan diatas. Maka, hasil perhitungan ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 6. Tabel hasil perhitungan Re konfigurasi pompa disusun secara seri

Bukaan Katup (%)	Debit (m^3/s)	Head (m)	Kecepatan aliran (m/s)	Bilangan renolds (Re)
100	0,00031673	78,19636279	1,008694268	22591,13701
75	0,000308395	46,77706422	0,982149682	21996,6334
50	0,000167033	20,78980632	0,531953503	11913,85225
25	0,000008335	25,9872579	0,026544586	594,5036055

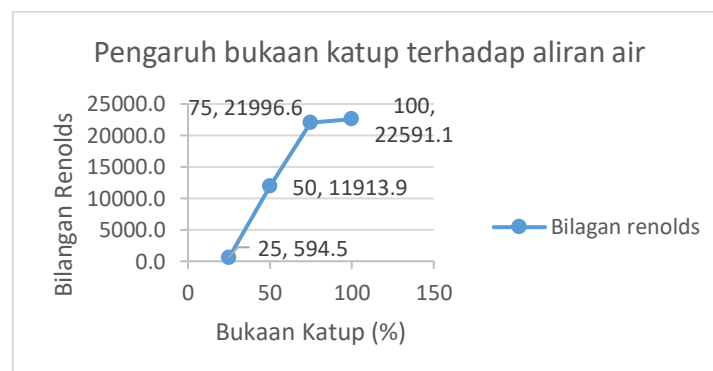
Tabel 7. Hasil perhitungan Re konfigurasi pompa disusun secara paralel

Bukaan Katup (%)	Debit (m^3/s)	Head (m)	Kecepatan aliran (m/s)	Bilangan renolds (Re)
100	0,000202541	83,15922528	0,645033	14446,4
75	0,00031673	31,18470948	1,008694	22591,1
50	0,00031673	25,9872579	1,008694	22591,1
25	0,000061679	1,039490316	0,19643	4399,33

3.3. Pembahasan

Bagian ini menampilkan grafik yang menggambarkan hubungan antara bilangan Reynolds dan tingkat bukaan katup pada konfigurasi pompa seri dan paralel. Grafik tersebut mengilustrasikan bagaimana variasi bukaan katup mempengaruhi sifat aliran, khususnya peralihan dari aliran laminar ke aliran turbulen. Selain itu, juga disajikan grafik yang membandingkan head dengan debit pada kedua konfigurasi. Pada konfigurasi seri, peningkatan bukaan katup menyebabkan kenaikan debit sekaligus penurunan head, sementara pada konfigurasi paralel, debit yang dihasilkan lebih tinggi dengan nilai head yang lebih rendah.

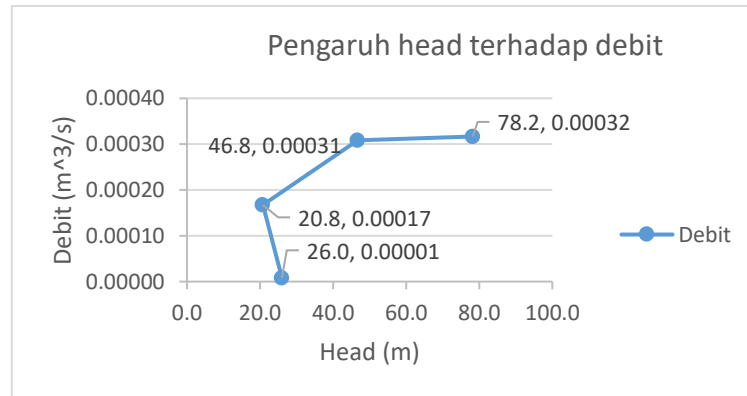
3.3.1. Konfigurasi pompa disusun secara seri



Gambar 10. Pengaruh bukaan katup terhadap aliran air

Grafik diatas memperlihatkan bahwa peningkatan bukaan katup dari 25% hingga 75% menyebabkan lonjakan signifikan pada bilangan Reynolds, namun setelah 75% hingga 100%, kenaikannya cenderung melambat. Hal ini menunjukkan transisi aliran dari laminar menjadi turbulen seiring bertambahnya bukaan katup. Pada konfigurasi pompa seri, sistem ini efektif menghasilkan tekanan tinggi sehingga sesuai untuk kebutuhan tekanan besar. Meski demikian, konsumsi energi juga meningkat tajam pada bukaan yang lebih besar, sementara pertambahan

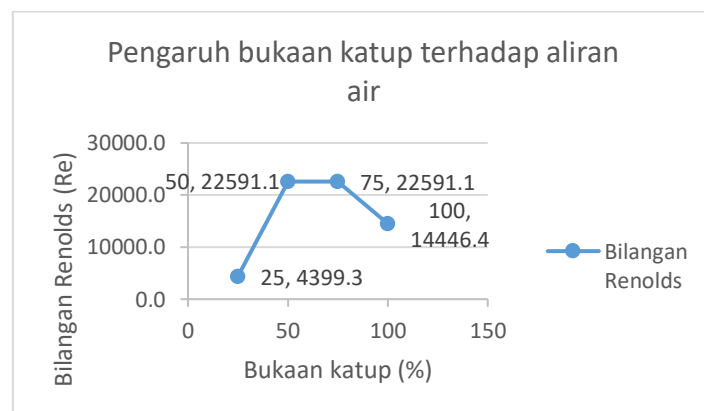
aliran tidak lagi sebanding setelah melewati 75%. Oleh karena itu, untuk mendapatkan efisiensi energi dan tekanan yang optimal, sebaiknya sistem dioperasikan pada bukaan katup antara 50% hingga 100%.



Gambar 11. Pengaruh head pompa terhadap debit air

Berdasarkan Gambar 11, terlihat jelas bahwa peningkatan head pompa dari 25,99 m ke 46,78 m berdampak besar terhadap kenaikan debit air, dari hanya 0,00008335 m³/s menjadi 0,000308395 m³/s. Namun, saat head dinaikkan lagi hingga 78,19 m, peningkatan debit menjadi sangat kecil, hanya mencapai 0,00031673 m³/s. Hal ini menunjukkan bahwa ada titik optimum pada sistem, di mana penambahan head selanjutnya tidak lagi memberikan peningkatan debit yang berarti. Jika kita hubungkan dengan konsumsi energi pada berbagai bukaan katup, hasilnya cukup menarik. Pada bukaan katup 100%, energi yang dibutuhkan justru paling rendah, yaitu 420,1 W. Ketika bukaan katup diperkecil menjadi 75% dan 50%, konsumsi energi naik menjadi 425,7 W dan 447,5 W. Bahkan pada bukaan terkecil, yakni 25%, daya yang diperlukan melonjak hingga 565,2 W. Ini menandakan bahwa semakin kecil bukaan katup, pompa justru bekerja lebih keras dan membutuhkan energi lebih besar, padahal debit air yang dihasilkan tidak bertambah signifikan. Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa mengoperasikan pompa pada bukaan katup maksimum (100%) adalah pilihan paling efisien. Selain konsumsi energinya paling rendah, debit air yang dihasilkan juga hampir mencapai maksimum. Sebaliknya, jika pompa dijalankan pada bukaan katup yang lebih kecil, energi yang terpakai justru lebih banyak tanpa diikuti peningkatan debit yang berarti, sehingga kurang efisien. Maka, untuk mendapatkan kinerja pompa yang optimal dan hemat energi, bukaan katup penuh sangat direkomendasikan.

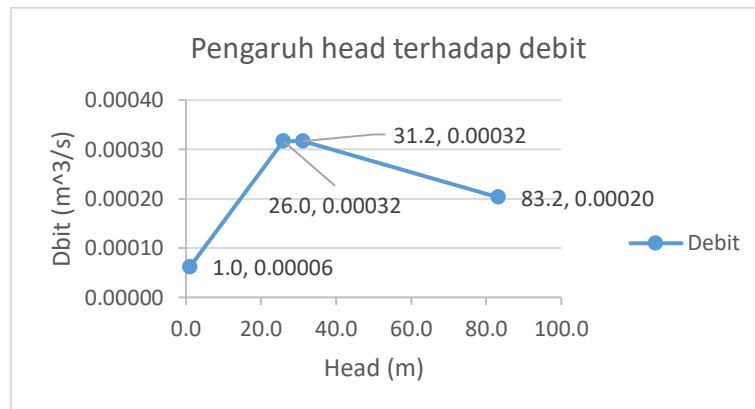
3.3.2. Konfigurasi pompa disusun secara paralel



Gambar 12. Pengaruh bukaan katup terhadap aliran air

Berdasarkan Gambar 12, terlihat bahwa peningkatan bukaan katup dari 25% hingga 75% menyebabkan lonjakan tajam pada bilangan Reynolds, yang mencerminkan peningkatan

signifikan pada laju aliran air. Bilangan Reynolds tertinggi tercapai pada bukaan katup 50% dan 75% (22.591), namun menurun pada bukaan 100% (14.446). Hal ini mengindikasikan bahwa setelah mencapai bukaan 75%, penambahan bukaan katup tidak lagi meningkatkan laju aliran secara berarti, bahkan cenderung menurun. Jika dikaitkan dengan konsumsi energi, data menunjukkan bahwa pada bukaan katup 100%, daya listrik yang digunakan justru paling rendah, yaitu 420,1 W. Sementara pada bukaan katup yang lebih kecil, konsumsi energi bertambah, yakni 425,7 W pada 75%, 447,5 W pada 50%, dan tertinggi sebesar 565,2 W pada 25%. Dengan kata lain, semakin besar bukaan katup, semakin rendah energi listrik yang dibutuhkan oleh pompa. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa pengoperasian pompa pada bukaan katup 100% lebih efisien dari sisi konsumsi energi, walaupun laju aliran air tidak setinggi pada bukaan 75%. Sebaliknya, pengoperasian pada bukaan katup yang lebih kecil justru memerlukan energi lebih besar, sehingga kurang efisien. Untuk mendapatkan efisiensi energi yang optimal, pompa sebaiknya dijalankan pada bukaan katup maksimum (100%).



Gambar 13. Pengaruh head pompa terhadap debit air

Berdasarkan Gambar 17, peningkatan head pompa dari 1,03 m hingga 31,18 m menyebabkan debit air meningkat signifikan, dengan debit maksimum sebesar 0,00031673 m³/s pada head 25,99 m dan 31,18 m. Namun, saat head dinaikkan lebih lanjut hingga 83,15 m, debit justru menurun menjadi 0,000202541 m³/s. Hal ini menunjukkan adanya titik optimum pada head sekitar 25–31 m, di mana debit air yang dihasilkan paling besar. Jika dikaitkan dengan konsumsi energi, pada head tertinggi (83,15 m), daya listrik yang digunakan adalah 420,1 W. Ketika head menurun ke 31,18 m, konsumsi energi naik menjadi 425,7 W, lalu menjadi 447,5 W pada head 25,99 m, dan tertinggi sebesar 565,2 W pada head terendah (1,03 m). Data ini menunjukkan bahwa semakin kecil head, semakin besar daya listrik yang dibutuhkan pompa. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pengoperasian pompa secara seri akan lebih optimal dan efisien jika dilakukan pada head sedang (sekitar 25–31 m), karena pada rentang ini debit air yang dihasilkan maksimal dengan konsumsi energi yang relatif lebih rendah dibandingkan head terendah. Pengoperasian pada head yang sangat rendah justru menyebabkan konsumsi energi yang tinggi tanpa peningkatan debit yang sepadan, sehingga kurang efisien.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis perhitungan tentang mengidentifikasi jenis aliran yang terbentuk akibat konfigurasi pompa seri dan paralel dapat disimpulkan bahwa pada konfigurasi pompa seri, nilai bilangan Reynolds (Re) pada bukaan katup 100%, 75%, dan 50% selalu melebihi angka 10.000, sehingga aliran yang terjadi tergolong aliran turbulen. Namun, pada bukaan katup 25%, nilai Re menurun tajam hingga di bawah 600, yang menandakan aliran yang terbentuk adalah aliran laminar atau mendekati laminar. Sementara itu, pada konfigurasi pompa paralel, nilai Re pada bukaan katup 100%, 75%, dan 50% juga menunjukkan karakteristik

aliran turbulen dengan nilai di atas 13.000, bahkan pada beberapa kondisi mencapai lebih dari 22.000. Pada bukaan katup 25%, nilai Re pada konfigurasi paralel masih berada di atas 4.000, sehingga aliran yang terbentuk masih berada pada zona turbulen atau transisi menuju turbulen. Secara keseluruhan, baik pada konfigurasi pompa seri maupun paralel, aliran yang terjadi di dalam sistem pipa bertekanan didominasi oleh aliran turbulen, terutama pada bukaan katup yang besar. Namun, pada bukaan katup terkecil (25%), terdapat kecenderungan aliran berubah menjadi laminar pada konfigurasi seri, sedangkan pada konfigurasi paralel, aliran masih berada pada zona transisi atau turbulen. Temuan ini menunjukkan bahwa konfigurasi pompa serta variasi bukaan katup sangat berpengaruh terhadap jenis aliran yang terbentuk dalam sistem pipa bertekanan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan apresiasi kepada Universitas Medan Area atas segala bentuk dukungan yang diberikan selama penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih yang tulus juga ditujukan kepada Asido Napitupulu atas kontribusi, bimbingan, dan dorongan yang sangat membantu. Tak lupa, penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman mahasiswa atas kebersamaan, pertukaran ide, serta dukungan yang diberikan sepanjang proses studi hingga artikel ini terselesaikan.

Daftar Pustaka

- Ariesandi, Fitra Bayu. 2019. "Analisis Kerugian Tekanan Terhadap Variasi Hambatan Pada Belokan Pipa Poly Vinyl Chloride." *Andrew's Disease of the Skin Clinical Dermatology*, 5–20.
- Çengel, Yunus A., and Jhon M. Cinambala. 2018. *Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications*. Fourth Edi. McGraw-Hill Education.
- Dadang Suhendra Permana. 2017. "Analisa Jenis Dan Spesifikasi Pompa Air Bersih Gedung Pabrik Perakitan PT. ADM." *Sinergi* 21 (2): 91–100.
- Harahap, S., and M. I. Fakhrudin. 2018. "Perancangan Pompa Sentrifugal Untuk Water Treatment Plant Kapasitas 0.25 M³/S Pada Kawasan Industri Karawang." *Seminar Nasional Sains dan Teknologi* 2018: 1–9.
- Helmizar, Setiawan, E., and A. Nuramal. 2019. "Karakteristik Aliran Pada Susunan Pompa yang Berbeda Head Secara Seri dan Paralel." *Teknik Mesin, Universitas Bengkulu* 3 (0736): 31–36.
- Muis, Abdul, Muchsin, and Muhammad Hasan Bachri. 2019. "Karakteristik Kavitasi Pada Pompa Sentrifugal." *Jurnal Mekanikal* 10 (2): 965–74.
- Sularso, Haruo Tahara, and Hanio Tahara. 2000. *Pompa dan Kompresor*. Edisi ketujuh. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Syahrizal, Iman, and Daud Perdana. 2020. "Kajian Eksperimen Instalasi Pompa Seri dan Paralel Terhadap Efisiensi Penggunaan Energi." *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin* 8 (2): 194–200. <https://doi.org/10.24127/trb.v8i2.1056>.
- Usman, Mukhamad Khumaidi, dan Mukhamad Khumaidi Usman. 2023. "Paralelisme Konsumsi Bahan Bakar Pertalite Dengan Bahan Bakar Gas LPG 3 Kg Pada Mesin Bensin Pompa Air Starke Gwp50". *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 2 (3):64-73. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v2i3.83>.
- Wira, Tripittra. 2020. "Studi Eksperimen Performa Pompa Sentrifugal MQC175 Pada Rangkaian Seri." 5–27.