

Pengaruh Variasi Diameter Pipa Transmisi Terhadap Performansi Sistem Pompa

Rikhi Sobari, Made Suarda dan Ainul Ghurri

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui performansi sistem pompa dari variasi diameter pipa transmisi. Performansi pompa meliputi debit pemompaan, kecepatan aliran, head pompa, daya air dan efisiensi total. Variasi diameter pipa transmisi mulai dari ½ inchi sampai dengan 2 inchi dan variasi tinggi pemompaan mulai dari 1 meter sampai dengan 5 meter. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa semakin besar diameter pipa transmisi menghasilkan debit pemompaan yang cenderung semakin besar, kecepatan aliran yang semakin kecil, head pompa yang cenderung semakin kecil, daya air yang cenderung semakin besar dan efisiensi total yang cenderung semakin besar. Kemudian semakin besar tinggi pemompaan akan menghasilkan kecepatan aliran yang semakin kecil, debit pemompaan yang semakin kecil, head pompa yang semakin besar, daya air yang cenderung semakin besar dan efisiensi total yang cenderung semakin besar

Kata kunci: Sistem pompa, sistem perpipaan, performansi pompa, diameter pipa transmisi, tinggi pemompaan

Abstract

The purpose of this study was to determine the performance of the pump system from the variation of the transmission pipe diameter. Pump performance includes pumping discharge, flow velocity, pump head, water power and total efficiency. Transmission pipe diameter variations ranging from ½ inch to 2 inches and pumping height variations ranging from 1 meter to 5 meters. The results of the study indicate that the greater the diameter of the transmission pipe produces a larger pumping discharge, smaller flow velocity, the pump head tends to be smaller, the water power tends to be larger and the total efficiency tends to be larger. Then, the greater of the pumping height produces a smaller flow velocity, smaller pumping discharge, larger pump head, water power tends to be larger and total efficiency tends to be larger

Keywords: Pump system, piping system, pump performance, transmission pipe diameter, pumping height

1. Pendahuluan

Pada perencanaan sistem pompa, sistem perpipaan menjadi salah satu hal terpenting yang perlu diperhatikan karena dapat menentukan performansi pompa. Unjuk kerja pompa adalah pertemuan antara kurva performansi dan kurva instalasi sistem perpipaannya. Namun sering kali performansi pompa tidak bekerja optimal karena sistem perpipaan tidak di desain dengan baik [1].

Perpipaan sistem pompa dibagi menjadi 3 bagian yaitu isap, tekan dan transmisi. Penelitian tentang diameter pipa hisap sistem pompa paralel untuk mendapatkan model instalasi perpipaan yang dapat menghasilkan unjuk kerja yang optimal dan menyimpulkan bahwa diameter pipa hisap dengan kecepatan aliran sekitar 0,6 sampai 1,0 meter/detik adalah yang paling baik [2]. Sedangkan penelitian tentang pengaruh diameter pipa tekan pada pompa aksial dan menyimpulkan bahwa perubahan diameter pipa tekan mempengaruhi debit air, head losses dan performansi pompa [3].

Selanjutnya pada pipa transmisi disarankan memiliki kecepatan aliran sebesar 0,6 sampai 2,5 m/dt. Bahwa perbedaan diameter pipa dapat mempengaruhi besarnya nilai kecepatan aliran air

dalam pipa. Kecepatan aliran ini juga dapat mempengaruhi besarnya head losses. Maka perlu dilakukan pengujian terkait pipa transmisi. Karena erat kaitannya antara sistem perpipaan dan performansi pompa yang terjadi. Jika sistem perpipaan tidak direncanakan sebaik-baiknya maka pompa akan bekerja tidak pada efisiensi terbaiknya.

Terdapat batasan masalah untuk membatasi penelitian kali ini yaitu.

1. Temperatur dan tekanan lingkungan dianggap konstan.
2. Air sebagai fluida yang digunakan.
3. Tegangan listrik untuk mensuplai motor pompa diasumsikan konstan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh diameter pipa transmisi terhadap performansi sistem pompa.

2. Dasar Teori

2.1 Sistem Perpipaan

Sistem perpipaan adalah sebuah sistem pemindahkan fluida dari satu tempat ke tempat lain [4]. Sistem perpipaan terdapat aksesoris-aksesoris untuk menunjang perpindahan fluida tersebut, yaitu jenis-jenis pipa, valve, fittings, dll [5].

2.2 Aliran Dalam Pipa

Aliran fluida dalam sebuah pipa dibagi menjadi dua, yaitu laminar dan turbulen. Hal tersebut ditunjukkan oleh persamaan Osborne Reynolds sebagai berikut [6].

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \tag{1}$$

Dimana Re adalah bilangan Reynolds, v adalah kecepatan fluida (m/dt), D adalah diameter dalam pipa (m), ν adalah viskositas kinematik (m²/dt).

2.3 Persamaan Kontinuitas

$$Q = A \cdot v \tag{2}$$

Dimana Q adalah kapasitas fluida (m³/dt), A adalah luas penampang (m), v adalah kecepatan fluida (m/dt) [7].

2.4 Head Pompa

$$H_p = (z_d - z_s) + \left(\frac{P_d - P_s}{\rho g} \right) + \left(\frac{v_d^2 - v_s^2}{2g} \right) + H_L \tag{3}$$

Dimana H_p adalah head pompa (m), z_d adalah tinggi discharge (m), z_s adalah tinggi suction (m), P_d adalah tekanan discharge pompa (N/m²), P_s adalah tekanan suction pompa (N/m²), v_d adalah kecepatan fluida discharge (m/dt), v_s adalah kecepatan fluida suction (m/dt), H_L adalah head losses total (m) [7].

2.5 Head Losses

Kerugian energi akibat gesekan di dalam pipa dan akibat aksesoris-aksesoris perpipaan. Ada 2 jenis head losses, yaitu major losses dan minor losses [7].

2.5.1 Major Losses

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \tag{4}$$

Dimana H_f adalah head losses major (m), f adalah koefisien gesek, L adalah panjang pipa (m), D adalah diameter pipa (m), v adalah kecepatan fluida (m/dt), g adalah percepatan gravitasi (m/dt²) [7].

2.5.2 Minor Losses

$$H_m = k \cdot \frac{v^2}{2g} \tag{5}$$

Dimana H_m adalah head losses minor (m), k adalah koefisien kerugian aksesoris pipa, v adalah kecepatan fluida (m/dt), g adalah percepatan gravitasi (m/dt²) [7].

2.6 Daya Air

$$WHP = \gamma \cdot Q \cdot H_p \tag{6}$$

Dimana WHP adalah daya air (watt), Q adalah debit fluida (m³/s), H_p adalah head pompa (m), γ adalah berat jenis air (N/m³) [7].

2.7 Daya Motor

$$W_{motor} = V \cdot I \cos \varphi \tag{7}$$

Dimana W_{motor} adalah daya motor (watt), V adalah tegangan listrik (volt), I adalah arus listrik (ampere), $\cos \varphi$ adalah faktor daya.

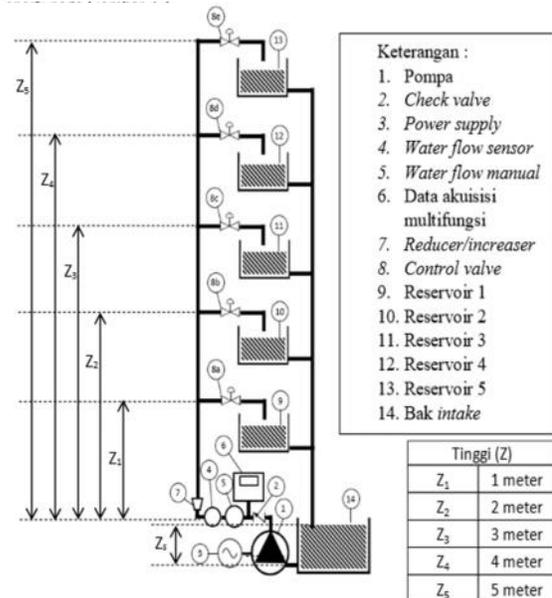
2.8 Efisiensi Total

$$\eta_{pompa} = \frac{WHP}{W_{motor}} \cdot 100\% \tag{8}$$

Dimana η_{pompa} adalah efisiensi total pompa (%), WHP adalah daya air (watt), W_{motor} adalah daya motor (watt).

3. Metode Penelitian

Percobaan sistem pompa menggunakan pipa berdiameter ½ inchi sampai dengan 2 inchi, dan menggunakan tinggi pemompaan 1 meter sampai dengan 5 meter. Skema alat uji dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian alat

3.1 Alat

1. Pompa air digunakan untuk mensirkulasikan air menuju ke reservoir.
2. Pipa PVC dengan berbagai variasi diameter.
3. Control valve digunakan untuk mengatur aliran air.
4. Check valve digunakan untuk mencegah aliran kembali ke pompa.
5. Sambungan pipa, yaitu increaser/reducer, elbow 90° dan tee.
6. Water flow sensor digunakan untuk mengukur debit.
7. Data akuisisi multifungsi digunakan untuk melihat hasil pengukuran tekanan berupa sinyal digital.
8. Kunci pompa dan kunci pas.

3.2 Bahan

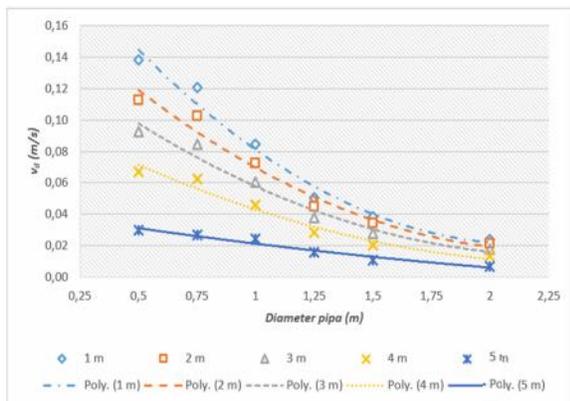
1. Fluida yang digunakan adalah air.
2. Lem pipa untuk menyambung pipa dan fittings.

3.3 Prosedur Penelitian

Memasang variasi pipa uji-1 ke sistem pompa, mengisi bak intake sampai penuh, membuka *control valve* tinggi 1 meter, menjalankan pompa, mencatat data tekanan discharge pompa, debit pemompaan, tinggi suction, tinggi discharge dan arus listrik. Selanjutnya data tersebut diolah untuk mendapatkan debit pompa (Q_d), kecepatan fluida (v_d), head pompa (H_p), daya air (WHP), daya motor (W_{motor}) dan efisiensi total pompa (η_{pompa}).

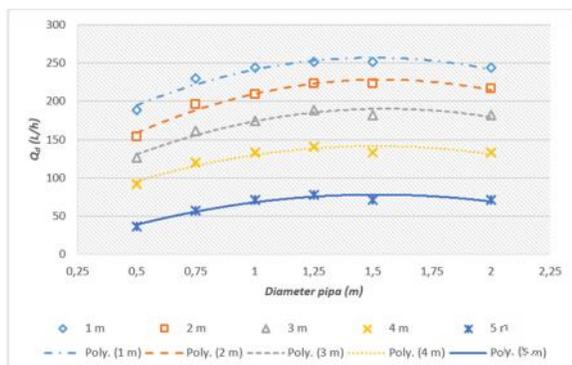
4. Hasil dan Pembahasan

Setelah mengolah data hasil penelitian maka dapat dibuat grafik seperti pada Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6.



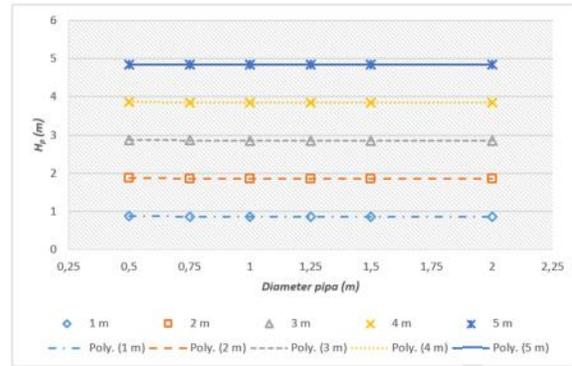
Gambar 2. Hubungan antara diameter pipa transmisi terhadap kecepatan aliran (v_d)

Pada Gambar 2, semakin besar diameter pipa transmisi maka kecepatan fluida semakin kecil. Sedangkan semakin besar tinggi pemompaan maka kecepatan aliran semakin kecil.



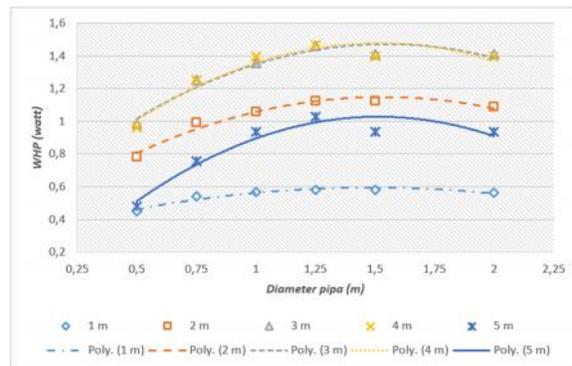
Gambar 3. Hubungan antara diameter pipa transmisi terhadap debit pemompaan (Q_d)

Pada Gambar 3, semakin besar diameter pipa transmisi maka debit pemompaan cenderung semakin besar, namun terjadi penurunan pada diameter pipa 1½ inchi dan 2 inchi. Sedangkan semakin besar tinggi pemompaan maka debit pemompaan semakin kecil.



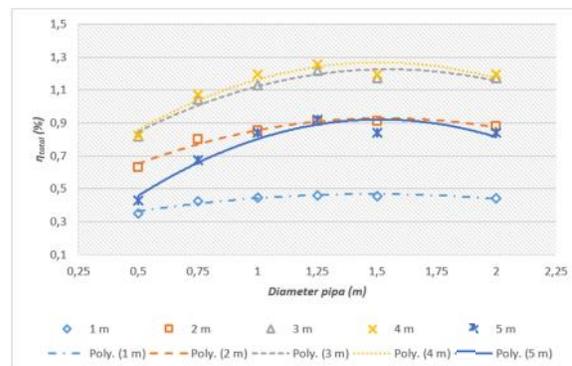
Gambar 4. Hubungan antara diameter pipa transmisi terhadap head pompa (H_p)

Pada Gambar 4, semakin besar diameter pipa transmisi maka head pompa cenderung semakin kecil. Sedangkan semakin besar tinggi pemompaan maka head pompa semakin besar.



Gambar 5. Hubungan antara diameter pipa transmisi terhadap daya air (WHP)

Pada Gambar 5, semakin besar diameter pipa transmisi maka daya air cenderung meningkat, namun terjadi penurunan pada diameter pipa transmisi 1½ inchi dan 2 inchi. Sedangkan semakin besar tinggi pemompaan maka daya air cenderung meningkat.



Gambar 6. Hubungan antara diameter pipa transmisi terhadap efisiensi total (η_{total})

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar diameter pipa transmisi menghasilkan debit pemompaan yang cenderung semakin besar, kecepatan aliran yang semakin kecil, head pompa yang cenderung semakin kecil, daya air yang cenderung semakin besar dan efisiensi total yang cenderung semakin besar. Kemudian semakin besar tinggi pemompaan akan menghasilkan kecepatan aliran yang semakin kecil, debit pemompaan yang semakin kecil, head pompa yang semakin besar, daya air yang cenderung semakin besar dan efisiensi total yang cenderung semakin besar.



Daftar Pustaka

- [1] Suarda, M., Suryawan, A.A.A., Sukadana, I.G.T., 2016, *Penentuan Dimensi Perpipaan Sistem Pompa Paralel*, Jurnal Energi dan Manufaktur. Vol. 9 No. 1, pp. 84-90.
- [2] Suarda, M., & Suryawan, A.A.A., 2014, *Kajian Diameter Pipa Hisap Sistem Pompa Paralel*. Bali (ID), Universitas Udayana.
- [3] Pradhana, R.Y., Widodo, Edi, 2017, *Analisa Pengaruh Variasi Diameter Pipa Tekan PVC Pada Pompa Aksial Untuk Kecepatan Gaya Dorong Air*, Jurnal Rekayasa Energi Manufaktur. Vol. 2 No. 1, pp.37-43.
- [4] Gagliardi, M.G., & Liberatore, L.J., *Water System Piping*, Lyndhurst: Raytheon Engineers and Constructors.
- [5] Raswari, 1986, *Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*. Jakarta, Penerbit Universitas Indonesia.
- [6] Venard, J. K., Street R. L., 1975. *Elementary Fluid Mechanics*, 5th ed, New York, Wiley.
- [7] Sularso., & Tahara, H.,1983, *Pompa dan Kompresor. Pemilihan Pemakaian dan Pemeliharaan (Terjemahan)*, Jakarta, PT. Pradnya Paramita.