

Contents list available at [Sinta](https://sinta)

ARMATUR

: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>

Efek tinggi hisap terhadap kapasistas pompa sentrifugal

Arjal Tando^{1*}, Alimuddin Linrung², Muhammad Syafrun³, Rustam Efendi⁴^{1,4}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara, Jl. Kapten Piere Tendean No. 109, Baruga, Kendari²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumoharjo Km.5, Makassar³Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Makassar

ARTICLE INFO

Keywords:

Efficiency

Centrifugal pump

Total head

Vertical

ABSTRACT

Centrifugal pumps are one type of pump commonly used in the industry, particularly in the processing and distribution of clean water. The characteristics of these pumps can be determined by varying the flow rate at a certain height. A study was conducted to investigate the effects of three different pump heights (3.5 m, 4.5 m, and 5.5 m) on the efficiency of a centrifugal pump using water at a temperature of 31°C. The results showed that the maximum overall efficiency was obtained at a height of 4.5 m with a value of 33.22% and a total head of 23.39 m. The pump height was found to have an impact on the pump capacity, with higher pump positions resulting in an increased occurrence of cavitation bubbles in the suction pipe, leading to a decrease in pump performance. Therefore, the placement of centrifugal pumps should be carefully considered, taking into account factors such as height and distance of the suction pipe, to minimize cavitation and achieve optimal pump performance.

Pendahuluan

Industri merupakan salah satu pengguna pompa dengan jenis sentrifugal yang senantiasa diharapkan mampu beroperasi secara maksimal dan tahan dioperasikan dalam waktu jangka panjang [1]. Jenis pompa, pemasangan dan pengoperasian yang tepat sangat

berkaitan erat dengan kinerja suatu pompa sesuai kebutuhan [2]. Indikator yang digunakan dalam mengukur kemampuan pompa adalah getaran dan suhu. Industri sangat banyak menggunakan pompa jenis sentrifugal, khususnya pada industri pengolahan dan pendistribusian air bersih. Keunggulan

*Corresponding author: arjaltando.cn@gmail.com

DOI: <https://10.24127/armatur.v5i1.4458>

Received 10 September 2023; Received in revised form 19 March 2024; Accepted 19 March 2024

Available online 22 March 2024

pompa sentrifugal terdiri atas : konstruksi sederhana, kapasitas dan tinggi tekan (*head*) yang tinggi, pemasangan dan perawatan yang mudah, ketahan dan kehandalan yang tinggi serta harga yang relatif lebih murah dibandingkan pompa jenis lain. Selain keunggulan dan ketahanan yang dimiliki oleh pompa sentrifugal, masih banyak dijumpai kegagalan yang terjadi pada proses pengoperasian di lapangan. Kerusakan pada *impeller* dan *casing* yang sering kali terlepas dari perhatian dalam perawatan pompa sehingga menyebabkan terjadinya kavitasi pada pompa [3]. Pompa akan mengalami kavitasi apabila terdapat gelembung-gelembung uap di dalam cairan yang dipompa akibat penurunan tekanan hingga di bawah tekanan uap jenuh cairan pada suhu operasi pompa [4, 5]. Efek kavitasi yang dialami oleh pompa sentrifugal sangatlah merugikan. Bagian pada pompa yang sering mengalami kavitasi adalah sisi hisap pompa, sudu pompa, maupun di saluran pipa. Timbulnya gelembung-gelembung uap, suara-suara bising (*noise*) dan getaran (*vibrasi*) merupakan indikasi bahwa pompa sedang mengalami kavitasi [6].

Dalam pengembangan teknologi perawatan peralatan, penting untuk memperhatikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kinerja peralatan tersebut, termasuk pompa. Salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan adalah tinggi hisap pompa, yang dapat mempengaruhi kapasitas dan efisiensi pompa. Oleh karena itu, penelitian yang dilakukan untuk mengkaji pengaruh tinggi hisap terhadap kapasitas pompa sangat relevan dan penting untuk dilakukan. Dalam penelitian tersebut, perlu dilakukan analisis terhadap karakteristik pompa, termasuk debit aliran, head total pompa, efisiensi overall, dan faktor-faktor yang mempengaruhinya seperti posisi letak

pompa dan fenomena kavitasi. Dengan memahami karakteristik pompa secara mendalam, akan memudahkan dalam menentukan parameter-parameter operasi yang optimal, sehingga pompa dapat beroperasi dengan efisien dan tahan lama. Selain itu, teknologi predictive maintenance juga dapat digunakan untuk memantau kondisi pompa secara real-time, sehingga dapat mendeteksi potensi kerusakan sebelum terjadi dan dapat melakukan tindakan perbaikan yang tepat waktu. Dengan demikian, teknologi predictive maintenance dapat meningkatkan efisiensi dan keandalan operasi pompa, serta mengurangi biaya perawatan dan penggantian suku cadang yang tidak perlu [2, 7].

Secara keseluruhan, penelitian mengenai pengaruh tinggi hisap terhadap kapasitas pompa dan penggunaan teknologi predictive maintenance merupakan hal yang penting dan relevan dalam meningkatkan kinerja dan keandalan operasi pompa, terutama dalam industri pengolahan dan pendistribusian air bersih.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan seperangkat pompa sentrifugal (Pompa Air SHIMIZU PS-128 BIT) yang terdiri atas pipa diameter $\frac{3}{4}$ inchi sebagai pipa instalasi, manometer untuk mengukur beda head, flowmeter digunakan untuk mengukur debit aliran, termometer digunakan untuk mengukur suhu air, heater digunakan untuk menaikkan suhu air. Skema instalasi pompa disajikan pada Gambar 1.

Prosedur Pengujian

1. Memposisikan pompa pada ketinggian 3,5 m
2. Memanaskan air sampai pada temperatur 31°C
3. nyalakan pompa

4. Mengatur debit aliran pada 3 LPM dengan cara membuka *valve* pada *outlet* yang melewati alat ukur *flowmeter*.
5. Mencatat beda tekanan pada manometer
8. Ulangi prosedur 1 sampai 7 pada posisi ketinggian pompa 4,5 m (debit aliran sebesar 3 LPM, 4 LPM, 5 LPM, 6 LPM, 7 LPM, 8 LPM dan 8,6 LPM) dan 5,5 m (debit aliran sebesar 3 LPM, 4 LPM, 5 LPM, 6 LPM, 7 LPM, dan 7,8 LPM).
9. Selasai dan matikan mesin

6. Amati gejala kavitasi melalui pipa transparan pada sisi isap.
7. Ulangi prosedur 4 sampai 6 untuk debit aliran 4 LPM, 5 LPM, 6 LPM, 7 LPM, 8 LPM, 9 LPM, dan 10 LPM

kemampuan laju aliran debit per ketinggian (Tabel 1).

Persamaan yang digunakan pada penelitian ini head total pompa (H_t), daya hidrolik pompa (N_h), daya pompa (N_p), dan Efisiensi overall pompa (η).

Head total pompa dapat dihitung menggunakan persamaan 1.

$$H_t = \frac{\Delta h \times 12,6}{100} \quad (1)$$

$$\eta_{ov} = \frac{N_h}{N_p} \times 100\% \quad (4)$$

Skema Pengujian

Skema pengujian pompa sentrifugal dengan 3 variasi ketinggian air dan Daya hidrolik pompa (N_h) dapat dihitung menggunakan persamaan 2.

$$N_h = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H_t \quad (2)$$

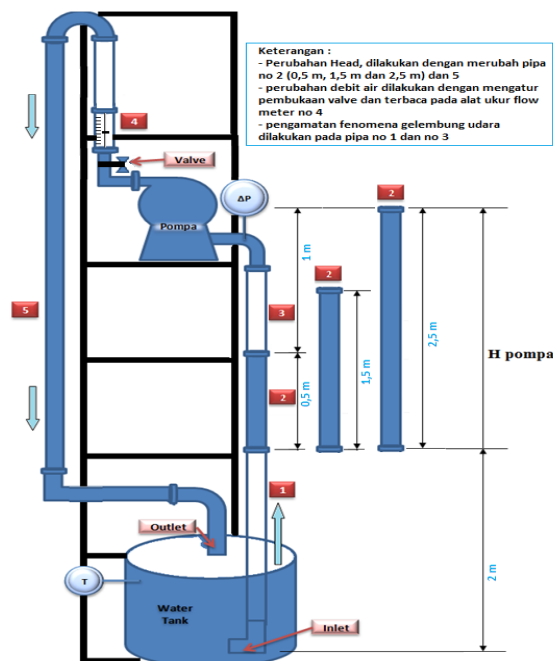
Daya pompa (N_p) dapat dihitung menggunakan persamaan 3.

$$N_p = V \cdot I \quad (3)$$

Efisiensi *overall* pompa (η) dapat dihitung menggunakan persamaan 4.

Tabel 1. Skema pengujian pompa

Pengujian	Tinggi (m)	Laju aliran debit (LPM)									
I	3,5	3	4	5	6	7	8	9	10		
II	4,5	3	4	5	6	7	8,6	-	-		
III	5,5	3	4	5	6	7	7,8	-	-		

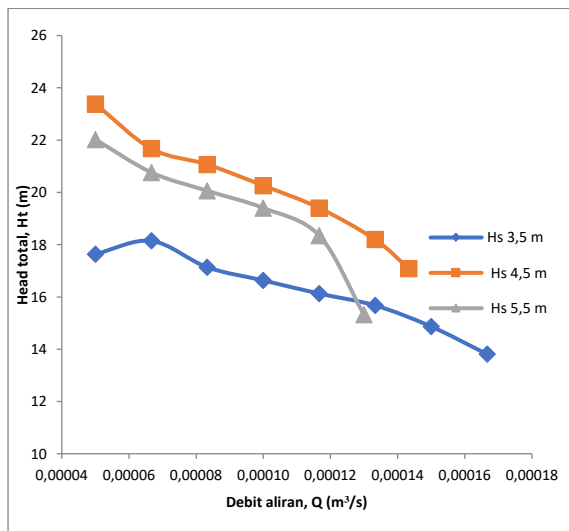


Gambar 1. Skema instalasi pompa

Hasil dan Pembahasan

Head total

Gambar 2 menunjukkan bahwa dengan peningkatan debit aliran, terjadi penurunan tekanan air dalam pipa hisap pompa yang menyebabkan penurunan head total pompa. Meskipun kerugian gesekan pada pipa hisap meningkat, energi tekanan dalam aliran air juga turun dengan meningkatnya kecepatan aliran. Pada posisi pompa 3,5 m dan 4,5 m dari dasar pipa hisap, penurunan head total masih tergolong kecil meskipun terjadi penurunan tekanan pada pipa hisap karena peningkatan debit aliran. Namun, jika pompa berada pada posisi 5,5 m dari dasar pipa hisap, penurunan p sangat signifikan karena adanya gelembung udara di dalam pipa hisap. Fenomena ini merupakan indikator terjadinya kavitasi pada pompa.



Gambar 1. Head total terhadap debit aliran pada temperatur air 31°C

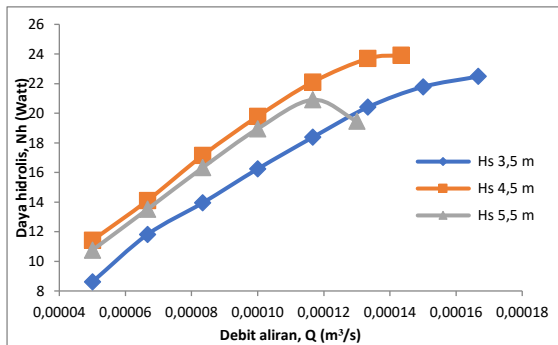
Daya hidrolis

Gambar 3 menunjukkan hubungan antara daya hidrolis dengan debit aliran. Terlihat bahwa semakin besar debit aliran yang ditambahkan, maka semakin besar pula daya hidrolis yang dihasilkan oleh pompa. Namun, pada posisi pompa 5,5 m

yang dapat dilihat dari kurva pada Gambar 2. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada posisi pompa 3,5 m dari dasar pipa hisap, head total mengalami penurunan sebesar 3,83 m (dari 17,64 m menjadi 13,81 m) dengan peningkatan debit aliran sebesar $0,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ hingga $1,667 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$. Pada posisi pompa 4,5 m dari dasar pipa hisap, terjadi penurunan head total sebesar 23,39 m (dari 28,48 m menjadi 5,09 m) dengan peningkatan debit aliran sebesar $0,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ hingga $1,433 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$. Sedangkan pada posisi pompa 5,5 m dari dasar pipa hisap, penurunan head total sangat signifikan yaitu sebesar 6,7 m (dari 22,02 m menjadi 15,32 m) dengan peningkatan debit aliran sebesar $0,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ hingga $1,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$. Hal ini disebabkan oleh adanya gelembung-gelembung udara pada pipa hisap yang merupakan indikator terjadinya kavitasi pada pompa.

dari dasar pipa hisap, terjadi penurunan daya hidrolis dengan meningkatnya debit aliran (fenomena kavitasi). Penurunan ini terjadi karena adanya fenomena kavitasi, yang ditandai dengan munculnya gelembung-gelembung kecil dalam jumlah banyak, hingga membentuk gelembung yang lebih besar dan bergerak searah aliran air. Semakin besar debit aliran yang ditambahkan, maka semakin besar pula jumlah gelembung yang terbentuk dan ukuran gelembung yang semakin besar. Posisi pompa 3,5 m menghasilkan daya hidrolis sebesar 8,61 Watt sampai 22,48 Watt dengan penambahan debit aliran sebesar $0,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ sampai $1,667 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$. Posisi pompa 4,5 m menghasilkan daya hidrolis sebesar 11,42 Watt sampai 23,92 Watt, dengan peningkatan debit aliran sebesar $0,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ sampai $1,433 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$. Sedangkan posisi pompa 5,5 m menghasilkan daya hidrolis sebesar 10,76 Watt sampai 19,45 Watt dengan

peningkatan debit aliran sebesar $0,5 \cdot 10^{-4}$ m^3/s sampai $1,3 \cdot 10^{-4}$ m^3/s .

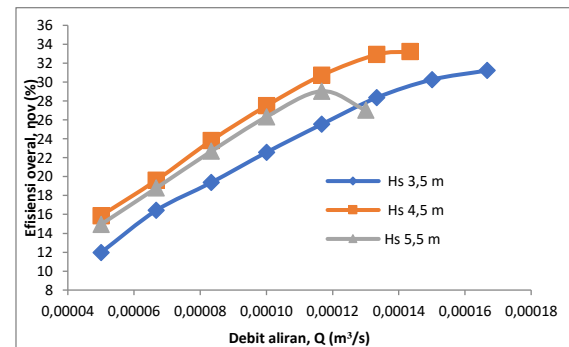


Gambar 2. Daya hidrolis terhadap debit aliran pada temperatur $31^\circ C$

Efisiensi overall

Gambar 4 memperlihatkan hubungan antara efisiensi *overall* terhadap debit aliran. Efisiensi *overall* meningkat pada peningkatan debit aliran, hal ini disebabkan oleh daya hidrolis semakin meningkat. Pada debit tertentu, efisiensi *overall* turun yang disebabkan adanya gelembung udara yang mengalir di dalam pipa hisap dan menyebabkan efisiensi *overall* mengalami penurunan secara mendadak. Fenomena tersebut terjadi apabila pompa berada pada posisi 5,5 m. Penurunan efisiensi pompa menunjukkan kemampuan daya hisap pompa untuk menekan air. Penurunan efisiensi diindikasikan terjadi tumbukan gelembung-gelembung udara pada sudu-sudu *impeller*, sehingga gaya sentrifugal yang bekerja pada sudu-sudu *impeller* tersebut akan semakin kecil [1]. Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi *overall*, untuk posisi pompa 3,5 m dengan penambahan jumlah debit aliran sebesar $0,5 \cdot 10^{-4}$ m^3/s sampai $1,667 \cdot 10^{-4}$ m^3/s menghasilkan efisiensi overall sebesar 11,96 % sampai 31,22 % (efisiensi maksimum sebesar 31,22 % pada debit aliran $1,667 \cdot 10^{-4}$ m^3/s). Pada posisi pompa 4,5 m dengan peningkatan debit aliran sebesar $0,5 \cdot 10^{-4}$ m^3/s sampai $1,433 \cdot 10^{-4}$ m^3/s , menghasilkan efisiensi

overall sebesar 15,86 % sampai 33,22 % (efisiensi maksimum sebesar 33,22 % pada debit aliran $1,433 \cdot 10^{-4}$ m^3/s). Sedangkan pada posisi pompa 5,5 m dengan peningkatan debit aliran sebesar $0,5 \cdot 10^{-4}$ m^3/s sampai $1,3 \cdot 10^{-4}$ m^3/s , menghasilkan efisiensi *overall* sebesar 14,94 % sampai 27,02 % (efisiensi maksimum sebesar 29,03 % pada debit aliran sebesar $1,167 \cdot 10^{-4}$ m^3/s).



Gambar 3. Efisiensi overall terhadap debit aliran pada temperatur $31^\circ C$.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan, terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil terkait dengan kinerja pompa dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Pertama, semakin besar debit aliran maka head total pompa akan semakin kecil, namun daya hidrolis dan efisiensi overall akan meningkat seiring dengan meningkatnya debit aliran. Kedua, posisi letak pompa sangat berpengaruh terhadap kinerja pompa dan terjadinya kavitasi. Semakin tinggi posisi peletakkan pompa maka kavitasi yang dihasilkan akan semakin besar sehingga menurunkan kinerja atau *performance* pompa. Ketiga, fenomena kavitasi dapat menurunkan kinerja pompa dengan munculnya gelembung-gelembung dalam pipa hisap. Keempat, dari hasil perhitungan diketahui bahwa untuk posisi pompa 3,5 m dari dasar pipa hisap hingga posisi 5,5 m dari dasar pipa hisap, terdapat penurunan head total pompa yang signifikan dengan peningkatan

debit aliran yang mengindikasikan terjadinya kavitasi. Efisiensi overall pompa juga mengalami penurunan pada saat terjadinya kavitasi.

Daftar Pustaka

- [1] I. J. Karassik, J. P. Messina, P. Cooper, and C. C. 2008. *Heald, Pump handbook*. McGraw-Hill Education,
- [2] A. Efendi, 2022. *Pompa & Kompresor*. Penerbit Andi,
- [3] Abbas, M. K. (2010). Cavitation in centrifugal pumps. *Diyala Journal of Engineering Sciences*, 170-180.
- [4] Delly, J. (2009). Pengaruh temperatur terhadap terjadinya kavitasi pada sudu pompa sentrifugal. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 1*, 21-27..
- [5] Kou, S., Chen, W., Wu, Y., & Zhao, G. (2023). Translation of cavitation bubble near the different walls. *Ultrasonics Sonochemistry, 94*, 106352.
- [6] Ouyang, T., Wang, J., Mo, X., & Li, Y. (2023). Vibration and cavitation in high-speed gears caused by faults. *International Journal of Mechanical Sciences, 250*, 108322.
- [7] Sularso, Tahara, H, 2000, *Pompa dan Kompresor*. PT. Pradnya Paramitha, Jakarta.