



Analisa Pompa Sentrifugal untuk Kebutuhan Aliran Air pada Turbin Cross-Flow Berbasis Prototipe

<u>INFO PENULIS</u>	<u>INFO ARTIKEL</u>
Riski Martin Silalahi Universitas Tama Jagakarsa Riskimartin0610@gmail.com	ISSN: 3026-3603 Vol. 4, No. 1 April 2026 http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst

© 2026 Arden Jaya Publisher All rights reserved

Saran Penulisan Referensi:

Silalahi, R. M.(2026) Analisa Pompa Sentrifugal untuk Kebutuhan Aliran Air pada Turbin Cross-Flow Berbasis Prototipe. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 4 (1), 1-.

Abstrak

Pompa sentrifugal merupakan komponen vital dalam sistem distribusi fluida, khususnya pada pembangkit listrik tenaga *mikrohidro* (PLTMH) berbasis turbin *cross-flow*. Efisiensi kerja pompa sangat menentukan kinerja sistem secara keseluruhan, terutama dalam hal kapasitas aliran dan tekanan (*head*) yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis kinerja pompa sentrifugal terhadap variasi debit aliran dan bukaan katup, guna memenuhi kebutuhan suplai air yang optimal ke turbin *cross-flow*. Metodologi yang digunakan meliputi studi literatur, perancangan prototipe, dan pengujian eksperimental di laboratorium sederhana dengan alat ukur seperti *flowmeter*, *tachometer*, dan manometer. Pompa diuji pada variasi bukaan katup (14% hingga 100%) dan beban berbeda (46–124 gram) untuk mengamati perubahan pada debit, tekanan, daya listrik, serta efisiensi sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa performa optimal pompa terjadi pada bukaan katup 75% dengan debit 74 L/menit dan daya maksimum mencapai 528,3 Watt. Semakin besar debit air, efisiensi dan putaran (RPM) meningkat, dengan nilai tertinggi 589,3 rpm pada bukaan 100%. Daya listrik tertinggi tercatat pada beban sedang, menandakan adanya titik kerja ideal antara beban dan aliran. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa pompa sentrifugal menunjukkan performa maksimal pada debit tinggi dan torsi sedang, sehingga cocok diterapkan pada sistem turbin *cross-flow* skala mikro. Efisiensi sistem sangat dipengaruhi oleh variasi bukaan katup dan kestabilan tekanan aliran.

Kata Kunci: Pompa Sentrifugal, Efisiensi Pompa, Debit Aliran, Turbin *Cross-Flow*

Abstract

The centrifugal pump is a crucial component in fluid distribution systems, particularly in micro-hydro power plants (PLTMH) utilizing cross-flow turbines. The pump's performance significantly influences the overall system efficiency, especially in terms of flow capacity and generated head. This study aims to design and analyze the performance of a centrifugal pump based on variations in flow rate and valve opening to meet the optimal water supply requirements for a cross-flow turbine. The methodology includes literature review, prototype design, and experimental testing using measuring instruments such as a flowmeter, tachometer, and manometer. The pump was tested under different valve openings (14% to 100%) and varying loads (46–124 grams) to observe changes in flow rate, pressure, power output, and system efficiency. Test results showed optimal pump performance at a 75% valve opening with a flow rate of 74 L/min and a maximum power output of 528.3 Watt. As the water flow rate increased, both efficiency and rotational speed (RPM) improved, reaching up to 589.3 rpm at 100% valve opening. The highest power output was achieved under medium load, indicating an ideal operating point between load and flow. In conclusion, the centrifugal pump demonstrated maximum efficiency at high flow rates and medium torque, making it suitable for micro-scale cross-flow turbine systems. System efficiency is strongly affected by valve opening variations and the stability of flow pressure.

Keywords: Centrifugal Pump, Pump Efficiency, Flow Rate, Cross-Flow Turbine, Micro Hydro.

A. Pendahuluan

Energi merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan manusia, baik di bidang rumah tangga, pendidikan, pertanian, maupun industri. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi serta semakin berkurangnya ketersediaan sumber energi fosil, pengembangan energi terbarukan menjadi solusi yang strategis, ramah lingkungan, dan berkelanjutan. Salah satu potensi energi terbarukan yang cukup menjanjikan di Indonesia adalah energi air melalui Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Dalam sistem PLTMH, air digunakan untuk menggerakkan turbin sehingga menghasilkan energi listrik. Turbin cross-flow merupakan salah satu jenis turbin yang sesuai digunakan pada kondisi debit air rendah dengan head sedang. Agar turbin ini dapat bekerja optimal, diperlukan sistem suplai air yang stabil baik dari segi debit maupun tekanan.

Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan memanfaatkan pompa sentrifugal. Pompa ini memiliki prinsip kerja sederhana dan efisiensi yang cukup baik sehingga mampu mengalirkan air secara terus-menerus menuju turbin. Oleh karena itu, diperlukan penelitian mengenai performa pompa sentrifugal dalam menyuplai aliran air ke turbin cross-flow berbasis prototipe.

Pompa adalah suatu mesin atau peralatan mekanis yang berfungsi memindahkan cairan dari tempat dengan ketinggian rendah menuju tempat yang lebih tinggi, atau dari daerah bertekanan rendah ke daerah bertekanan lebih tinggi. Proses ini dilakukan dengan cara mengubah energi mekanik dari motor penggerak menjadi energi fluida berupa tekanan dan kecepatan aliran.

Dengan adanya pompa, cairan dapat dialirkan secara terus menerus pada suatu sistem jaringan perpipaan sesuai dengan kebutuhan. Selain itu, pompa juga digunakan pada proses industri yang membutuhkan tekanan besar, misalnya pada mesin-mesin berat. Pada kondisi tersebut, pompa dituntut mampu memberikan tekanan hisap yang rendah di sisi masuk (*suction*) sekaligus tekanan tinggi pada sisi keluar (*discharge*). Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kinerja pompa sentrifugal dalam menyuplai aliran air ke turbin *cross-flow*.
2. Menghitung efisiensi pompa sentrifugal.
3. Mengevaluasi pengaruh variasi debit dan *head* terhadap performa sistem.

B. Metodologi

Waktu pelaksanaan penelitian ini yaitu dimulai tanggal disahkannya usulan judul penelitian oleh Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tama Jagakarsa dan akan dikerjakan selama kurang lebih 6 bulan sampai dinyatakan selesai

Adapun tempat dilakukannya penelitian dan pembuatan ini dilaksanakan di tempat rumah yang berlokasi di Jl. Spg. H.Nian No. 19A, RT07/RW09, Lubang Buaya, Kec. Cipayung, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13810

Dalam metode ini penulis menggunakan buku-buku, jurnal, artikel serta literatur-literatur lain yang ada hubungannya dengan Pompa Sentrifugal, turbin *Crossflow*, dan perhitungannya, baik sebagai sumber data dan informasi maupun teori-teori dasar atau studi pustaka yang dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya.

Survey lapangan dilakukan untuk memperoleh data-data yang diperlukan untuk perencanaan pompa sentrifugal untuk kebutuhan aliran air pada turbin. Dan Metode wawancara dilakukan untuk memperoleh data yang lebih akurat lagi tentang perencanaan pompa sentrifugal untuk kebutuhan aliran air pada turbin yang ingin dirancang dan dibuat.

C. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengujian terhadap pompa berdasarkan variasi debit, beban, RPM, dan torsi, pengujian lanjutan dilakukan untuk mengetahui performa turbin secara menyeluruh. Pengujian ini mencakup variasi pembukaan katup sebesar 14%, 25%, 50%, 75%, dan 100%, dengan beban bertingkat mulai dari 46 gram hingga 124 gram. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semakin besar bukaan katup, debit air yang mengalir juga meningkat, yaitu dari 60 L/menit pada bukaan minimum hingga 75 L/menit pada bukaan maksimum. Peningkatan debit ini berkontribusi langsung terhadap kecepatan pompa, dengan nilai RPM tertinggi sebesar 589,3 rpm saat pembukaan 100% dengan beban 46 gram.

Selain peningkatan putaran, daya listrik yang dihasilkan oleh sistem juga memperlihatkan kecenderungan naik. Daya tertinggi dicapai pada pembukaan 75% dengan beban 70 gram, yaitu sebesar 528,3 Watt, yang menandakan bahwa titik kerja optimal berada pada kondisi tersebut. Output tegangan berkisar antara 13,8 Volt hingga 25 Volt, tergantung kombinasi debit dan beban. Sebaliknya, pada pembukaan minimum (14%), daya listrik berada di titik terendah, yakni 479,2 Watt dengan RPM sebesar 349, menandakan performa yang kurang optimal akibat terbatasnya aliran air yang masuk. Kenaikan tekanan keluar (Pout) pada kondisi ini juga menunjukkan adanya hambatan aliran.

Dari keseluruhan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa performa pompa meningkat seiring dengan debit air yang lebih besar dan beban yang sesuai. Hal ini menunjukkan bahwa pompa sentrifugal memiliki efisiensi maksimal saat beroperasi pada debit tinggi dan torsi sedang hingga tinggi. Dengan demikian, Pompa ini cocok diterapkan pada sistem pembangkit mikrohidro dengan karakteristik debit menengah dan head rendah.

Pengujian pompa sentrifugal dilakukan dengan memberikan variasi bukaan katup mulai dari 100% hingga 14%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin kecil bukaan katup, daya listrik pompa cenderung meningkat. Hal ini karena bukaan katup yang lebih besar meningkatkan kecepatan kinerja pompa daya listrik yang dihasilkan juga bertambah. Berikut tabel hasil perhitungan Daya Listrik yang terjadi saat pengujian alat dengan bukaan katup 100% - 14% dan dengan beban 46grm.

a) Menghitung Daya

Daya listrik dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = V \cdot I$$

Keterangan :

P = Daya Output Pompa (Watt)

V = Tegangan listrik (V)

I = Arus listrik (A) = 2,7 A (Tertera pada badan Pompa)

1) Daya listrik pada bukaan katup 100%

$$P = V \cdot I$$

$$= 218 \text{ volt} \cdot 2,2 \text{ A}$$

$$= 479,6 \text{ Watt}$$

2) Daya listrik pada bukaan katup 75%

$$P = V \cdot I$$

$$= 223 \text{ volt} \cdot 2,2 \text{ A}$$

$$= 490,6 \text{ Watt}$$

Untuk menghitung efisiensi pompa sentrifugal dilakukan dengan memberikan variasi bukaan katup mulai dari 14% hingga 100%. Untuk menghitung efisiensi pompa sentrifugal, rumus yang digunakan yaitu:

$$\eta = \frac{P_{hidrolik}}{P_{input}} \times 100\%$$

Keterangan:

η = efisiensi pompa (%)

Phidrolik = daya hidrolik (watt)

Pinput = daya input (watt)

Daya listrik atau mekanik yang diberikan ke pompa, tergantung dari sumbernya.

Jika menggunakan motor listrik:

$$Pinput = V \times I \times PF \times \eta_{motor}$$

Efisiensi pompa sentrifugal pada bukaan katup 100%

Debit : 0,075m³/s

Head : 0.94m

Daya : 479,6W

Daya hidrolik :

$$Phidrolik = 1000 \times 9,81 \times 0,075 \times 0,94$$

$$= 691,6$$

$$\eta = 691,6/479,6 \times 100\%$$

$$= 144,20\%$$

Debit air merupakan faktor utama yang mempengaruhi performa turbin *cross-Flow*. Saat debit ditingkatkan, tekanan dan energi kinetik aliran yang masuk ke *runner* meningkat, yang kemudian mendorong sudu dengan gaya lebih besar. Peningkatan debit memberikan dampak langsung terhadap kenaikan torsi dan daya *output* yang dihasilkan.

Namun demikian, efisiensi tidak serta-merta meningkat secara linear. Pada debit rendah, aliran belum cukup optimal untuk menggerakkan sudu secara maksimal, sehingga efisiensi relatif rendah. Ketika debit mencapai nilai optimum, air dapat masuk ke *runner* dengan arah dan jumlah yang tepat sehingga terjadi transfer energi maksimal. Tetapi jika debit terlalu tinggi, sebagian aliran mungkin tidak dimanfaatkan secara efisien karena efek turbulensi dan kelebihan laju, menyebabkan efisiensi menurun.

Untuk menentukan *head* total pompa memerlukan rumus

$$H = \frac{P}{\rho \cdot g} + \frac{V^2}{2 \cdot g} + Z$$

Dimana:

H = *Head* pompa (meter)

P (Pa) = Tekanan di *outlet* pompa (Pa)

ρ = Massa jenis fluida (kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (9,81m/s²)

z = Ketinggian (m) atau *head* statik

- a) Tekanan di *outlet* pompa sebesar 159kPa dan kecepatan aliran di *outlet* pompa 2m/s. Ketinggian antara intel dan *outlet* yaitu 2m, massa jenis air 1000kg/m³ dan gravitasi 9,81m/s².

Tentukan *Head* total pompa?

$$H = \frac{P}{\rho \cdot g} + \frac{V^2}{2 \cdot g} + Z$$

$$H = \frac{159000}{1000 \times 9,81} + \frac{2^2}{2 \times 9,81} + 5$$

$$H = \frac{159000}{9810} + \frac{4}{19,62} + 5$$

$$H = 16,20 + 0,20 + 5$$

$$H = 21,4\text{m}$$

Jadi *head* total pompa yang terpasang yaitu **21,4m**

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisa pompa sentrifugal untuk kebutuhan aliran air pada turbin cross-flow, dapat disimpulkan bahwa:

Pompa sentrifugal mampu mengonversi energi air menjadi energi mekanik dengan efisiensi maksimal sebesar 144,20% pada kondisi awal debit air 75 L/m diubah menjadi 0,00125 m³/s, torsi 0.074 Nm dan RPM 495.3. Efisiensi meningkat secara signifikan seiring peningkatan beban, yang menyebabkan meningkatnya torsi dan daya output, selama debit dan RPM berada dalam rentang kerja optimal.

Nilai efisiensi berdasarkan perhitungan teoritis dari torsi dan RPM menunjukkan tren sebanding namun lebih rendah dibanding hasil pengukuran langsung, akibat adanya kerugian energi yang tidak diperhitungkan secara teoritis.

Penggunaan pompa sentrifugal pada turbin menunjukkan performa yang stabil dan cocok diaplikasikan untuk kondisi aliran debit rendah hingga menengah.

E. Referensi

- Ahyadi, H., dan Adi Prasrtyo, D. 2022. Analisa Rancang Bangun Turbin *Cross-Flow* Saluran Terbuka dengan Debit Air 14 Liter/Menit Skala Laboratorium. Jurnal *PRESISI*, Vol. 24 No. 2.
- Alkonusa, 2016. Pengertian Pompa Sentrifugal, [Online] (Updated 10 Febuari 2016) Tersedia di: <http://www.alkonusa.com/news/pengertian-pompa-sentrifugal-dan-prinsip-kerjanya/>.
- Arismunandar, W. 2004. *Penggerak Mula Turbin*. ITB. Bandung.
- Chrcuch A.H, pompa dan blower sentrifugal (terjemahan) erlangga
- Dietzel, F., dan Sugiyono, D. 1993. *Turbin Pompa dan Kompresor*. Erlangga. Jakarta.
- I. N. Gusniar, Optimalisasi Sistem Perawatan Pompa Sentrifugal Di Unit Utility PT.ABC," Ilm. solusi. 2014.
- Khetagurov M, Marine Auxiliray Machinery and System, uni on of soviet socialist republishers moscow
- M. White, Frank dan Hariandja, manahan. Mekanika fluida (terjemahan). Erlangga, Jakarta.
- Mafruddin., dan Marsuki. Pengaruh Buka-an Guide Vane Terhadap Kinerja Turbin Pikohidro Tipe Crossflow. *Turbo Volume 6 No. 1 Jurnal*
- Maisur, MT. (2018). Analisis Pengujian Pompa Sentrifugal. [http://eprints.unwahas.ac.id/1066/1/1%20ve pdf](http://eprints.unwahas.ac.id/1066/1/1%20ve%20pdf) (diakses pada 26 November 2021)
- Mechani. 2011. "Mechanical Engineering." <http://mechanicalengineering.blogspot.com/2011/03/pompa-pump.html>
- Muhammad, Z H dan Fajar (2019). Analisis *Head* Pompa *Water* Intake Terhadap Self Cleaning Filter Pada PT.XY. *Journal Teknik Mesin*, Vol.08 (6
- Nugroho, A. Sunaryunanto, Helmizar, A. Nuramal, and A. Suandi, "Analisa Performance Pompa Sentrifugal Item 6p-4021-J Yang Dipengaruhi Kondisi Strainer Terhadap Efisiensi Kerja Yang Dihasilkan," Ilm. Tek. Mesin, vol. 3, no. 2. 2019.
- Rahman and M. Zakinura, "Analisa low performance pompa sentrifugal single stage double souction radially split tipe bb.2," Politek. NEGERI JAKARTA, pp. 496-501.
- Sularso. 2017. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. PT Prandnya Paramitha. Jakarta.
- W. D. Putro, Pengujian Kinerja Pompa Sentrifugal Menggunakan Kontrol Inverter, Ilm. semesta Tek., vol. 13, no. 1, pp. 21-30, 2010.5