

Variasi Jumlah Sudu Impeller Terhadap Kinerja Mini Pompa Sentrifugal

Zainuri Anwar¹, Mardiana², Ahmad Imam Rifa³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jl. Srijaya Negara, Bukit Besar, Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia, 30139

Email: zainuri.anwar@polsri.ac.id

No Hp: 085274685551

ABSTRAK

Kinerja pompa sentrifugal dipengaruhi oleh desain impeller pompa salah satunya jumlah sudu impeller. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan geometri jumlah sudu impeller terbaik pompa sentrifugal. Jenis impeller yang digunakan adalah impeller radial miring dengan variasi jumlah sudu 5, 6, 7, dan 8. Impeller dan rumah pompa dicetak menggunakan mesin 3D print dengan bahan filament PLA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit keluaran pompa tertinggi terjadi pada jumlah sudu 8 dengan debit yang dihasilkan mencapai 41,34 Liter/menit pada putaran 2541 rpm dengan efisiensi pompa mencapai 33,69%. Semakin banyak jumlah sudu maka semakin tinggi efisiensi dan peningkatan kapasitas pompa. Namun, kondisi ini perlu ditinjau lebih lanjut untuk penambahan jumlah sudu untuk mendapatkan geometri terbaik desain impeller pompa sentrifugal.

Kata kunci: Pompa Sentrifugal, Impeller, Geometri

ABSTRACT

The performance of a centrifugal pump is influenced by the design of the impeller, one of which is the number of impeller blades. The objective of this study is to determine the optimal impeller blade number geometry for a centrifugal pump. The type of impeller used is a backward-curved radial impeller with variations in the number of blades: 5, 6, 7, and 8. The impeller and pump casing were fabricated using a 3D printing machine with PLA filament material. The results of the study show that the highest pump discharge occurred with 8 blades, reaching a flow rate of 41.34 liters per minute at a speed of 2541 rpm, with a pump efficiency of 33.69%. The greater the number of blades, the higher the efficiency and capacity of the pump. However, this condition needs to be further reviewed for additional blade numbers to determine the optimal impeller geometry for centrifugal pump design.

Keywords: Centrifugal Pump, Impellers, Geometry.

Pendahuluan

Fluida mampu mengalir secara alami dari tekanan yang tinggi ke tekanan yang lebih rendah. Namun, dalam situasi tertentu, diperlukan pemindahan fluida dari tempat dengan tekanan yang rendah ke tempat yang lebih tinggi. Untuk melakukan ini, diperlukan suatu pompa yang berfungsi untuk menciptakan gaya tekan. Gaya tekan yang dihasilkan oleh pompa tersebut mengatasi hambatan yang dihadapi oleh cairan selama proses pemindahan, sehingga memungkinkan cairan untuk mengalir karena perbedaan tekanan tersebut (Hasby et al., 2021).

Pompa adalah salah satu jenis alat yang berfungsi mengalirkan atau memindahkan cairan dari satu lokasi ke lokasi yang lain dengan membuat perbedaan tekanan. Fluida tersebut dapat berupa air, minyak pelumas, atau cairan lain yang tidak dapat dipadatkan. Banyak industri memanfaatkan pompa sebagai alat bantu proses produksi. Sebagai contoh, dalam sistem PLTU, pompa dimanfaatkan sebagai pemasok air ke dalam pipa *boiler* atau sistem pengairan lainnya pada pembangkit. Selain itu kebutuhan air bersih sangat penting bagi masyarakat seperti rumah tangga, industri kecil menengah dll (Candra, 2018).

Umumnya, jenis pompa yang dipakai oleh industri atau masyarakat adalah tipe pompa sentrifugal. Pompa tipe ini dipakai untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari karena efisiensinya yang tinggi. Pompa ini mengubah energi kinetik dari *impeller* yang berputar menjadi energi tekanan pada cairan. Cara kerjanya adalah dengan meningkatkan tekanan cairan melalui pengaturan putaran, gaya sentrifugal, dan pemindahan gaya ke *impeller* untuk menciptakan perbedaan tekanan hisap. Performa pompa dipengaruhi oleh, kapasitas, dan efisiensi (Mesra, 2020). *Head* merupakan kemampuan pompa untuk memindahkan cairan, volume cairan yang dipindahkan dalam satu periode waktu disebut dengan kapasitas, sementara efisiensi merupakan perbandingan antara daya pompa dan energi *input* motor penggerak untuk mengoperasikan pompa. (Musyafa & Siregar, 2015)

Meskipun telah ada banyak penelitian yang membahas pompa sentrifugal, hingga saat ini efisiensi tertinggi dari pompa tersebut hanya mencapai 54 % dengan sudut β *impeller* sekitar 36,5. Kinerja pompa dapat ditingkatkan dengan cara mengubah desain pompa. Parameter yang berperan penting dalam kinerja pompa adalah *impeller*. *Impeller* memiliki peran krusial dalam meningkatkan kemampuan angkat dan kapasitas pompa (Akbar & Martianis, 2016). Kenaikan kemampuan angkat dan kapasitas pompa berdampak positif terhadap peningkatan efisiensi dari pompa sentrifugal tersebut (Rohman & Siregar, 2015) (Kennie A. Lempoy, 2010). Beberapa penelitian yang dilakukan diantaranya memvariasikan jumlah sudu *impeller* pompa. Hasil penelitian menunjukkan semakin meningkat jumlah sudu *impeller* maka semakin meningkat nilai efisiensi pompa tersebut. Akan tetapi, bentuk sudu dalam hal ini belum diperhitungkan (Juniantoro, 2016).

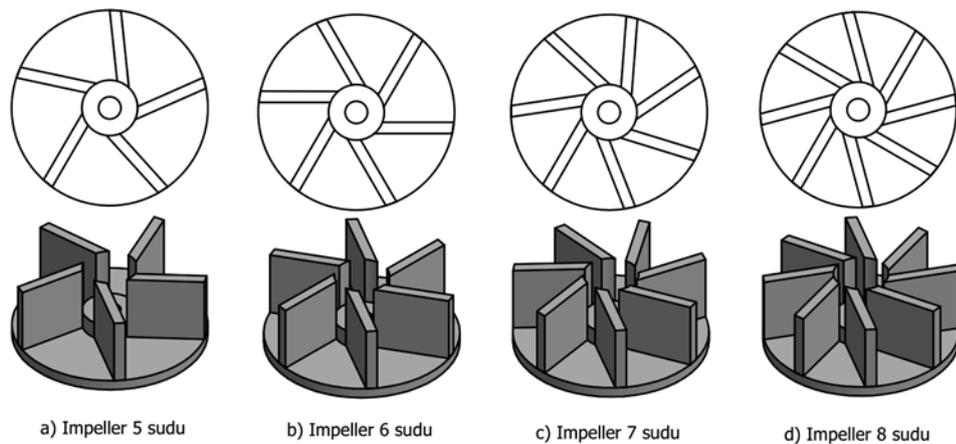
Penelitian yang dilakukan oleh (Iskandar et al., 2021) memvariasikan jumlah sudu *impeller* pompa sentrifugal 21, 26, 31, 36, dan 41. Dari pengujian yang melibatkan *impeller* tipe terbuka dan arah hisap di sebelah *impeller*, didapatkan kapasitas debit air maksimum sebesar 41,850 liter per menit pada jumlah sudu 41. Kecepatan aliran maksimum adalah 26,5 liter/menit melewati pipa berdiameter 3/4 *inchi*. Tekanan air tertinggi terjadi pada *impeller* mencapai 2,2 kg/cm². Penelitian yang

dilakukan oleh (Musyafa & Siregar, 2015), (Roza et al., 2021) melakukan penelitian pengaruh jumlah sudu *impeller* terhadap kapasitas dan efisiensi pompa sentrifugal. Hasil dari pengujian mengungkap bahwa dengan peningkatan jumlah sudu, kapasitas dan efisiensi pompa juga meningkat. Hal ini terjadi karena peningkatan jumlah sudu mengakibatkan pemindahan cairan yang lebih besar. Pada kondisi dengan lima sudu, kapasitas pompa mencapai 35,9 liter/menit dengan efisiensi sebesar 33,2%.

Dari beberapa penjelasan tersebut penulis mengambil sebuah judul penelitian “Pengaruh Variasi Jumlah Sudu *Impeller* Terhadap Kinerja Mini Pompa Sentrifugal” jumlah sudu *impeller* yang divariasikan adalah 5,6,7, dan 8 dengan jenis *impeller* yang digunakan adalah jenis *impeller* radial miring. Manufaktur *impeller* dan rumah pompa didesain dan dicetak menggunakan mesin *3D print* dengan bahan *filament* PLA. Dengan memvariasikan jumlah sudu *impeller* diharapkan mendapatkan desain *impeller* terbaik untuk peningkatan efisiensi pompa.

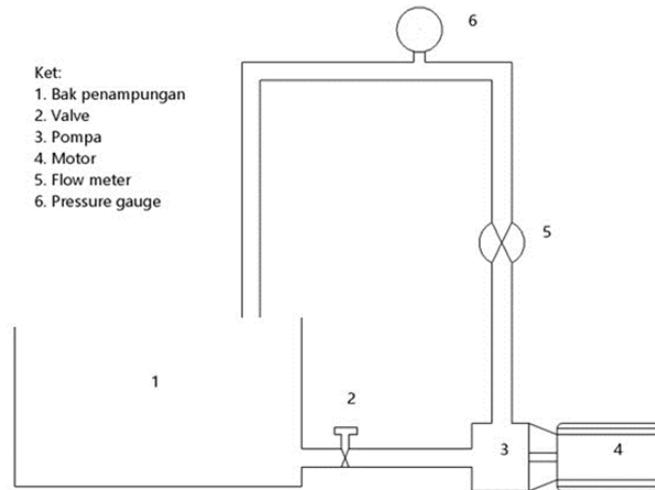
Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh parameter desain jumlah sudu *impeller* terbaik. Penelitian ini menggunakan pompa jenis mini sentrifugal dengan variasi jumlah sudu *impeller* yaitu 5, 6, 7, dan 8 sudu. *Impeller* yang digunakan adalah tipe *impeller* radial miring. Tipe ini digunakan berdasarkan nilai kecepatan spesifik pompa yang dirancang.



Gambar 1. Variasi jumlah sudu *impeller*

Impeller dan rumah pompa didesain menggunakan *software Autodesk inventor* selanjutnya dicetak menggunakan *3D print*. Material yang digunakan dalam proses cetak adalah PLA (*Polylactic acid*) dengan karakteristik kuat dan kaku serta mampu menahan tekanan hingga 7250 Psi. Berikut adalah skema pengujian mini pompa sentrifugal



Gambar 2. Skema pengujian pompa sentrifugal

Percobaan pada setiap variasi *impeller* dilakukan 3 kali pengujian untuk mendapatkan data yang valid. Motor listrik yang digunakan sebagai penggerak mini pompa sentrifugal yaitu tipe DC 775 dengan daya berkisar 60 Watt. Alat ukur yang digunakan adalah sensor *flowmeter* untuk mengetahui debit yang dihasilkan, *pressure gauge* untuk mengukur tekanan keluar pompa dan *tachometer* untuk mengukur putaran pompa. Sebelum melakukan pengambilan data terlebih dahulu memastikan aliran dalam pipa sudah berkembang penuh (*fully developed*) (Çengel & Cimbala, 2018). Selanjutnya data hasil pengujian dianalisa untuk mendapat efisiensi pompa tertinggi.

Hasil dan Pembahasan

Analisa data pengujian yang digunakan didapatkan dari rata – rata tiga kali percobaan yang akan digunakan untuk menghitung efisiensi terbaik dari variasi jumlah sudu *impeller* pompa sentrifugal. Diameter pipa yang digunakan pada saluran keluar adalah 0,5 *Inch* sehingga didapat nilai kecepatan fluida keluar.



Gambar 3. Pengujian pompa dengan variasi jumlah sudu *impeller*

Data yang diambil dari pengujian ini adalah putaran poros dengan menggunakan *tachometer*, tekanan pompa pada *pressure gauge*, dan kecepatan aliran dari pembacaan *flowmeter* dengan program *Arduino uno*. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian.

No	Tipe Impeller	Putaran poros (rpm)	Debit aliran (m ³ /s)	Tekanan (Bar)	Daya motor (Watt)
1.	Impeller 5 sudu	2564	0.000513	4	60
2.	Impeller 6 sudu	2569	0.000574	4,2	60
3.	Impeller 7 sudu	2577	0.000611	4,3	60
4.	Impeller 8 sudu	2589	0.000689	4,5	60

Dari data hasil pengujian maka dapat mencari beberapa parameter yang belum diketahui.

➤ Kecepatan aliran (Dietzel Fritz, 1990):

$$v=Q/A$$

Dimana: v = Kecepatan aliran (m/s)

$$Q = \text{Debit (m}^3/\text{s)}$$

$$A = \text{Area pipa (m}^2\text{)}$$

$$v=(0,00513 \text{ m}^3/\text{s})/(0,000127 \text{ m}^2)$$

$$v=4,051 \text{ m/s}$$

➤ Daya pompa:

$$P=Q.\rho.g.H$$

Dimana: P = Daya pompa (Watt)

$$Q = \text{Debit (m}^3/\text{s)}$$

$$\rho = \text{Massa jenis air (kg/m}^3\text{)}$$

$$H = \text{Head pompa (m)}$$

$$P=0,00513 \text{ m}^3/\text{s}.998 \text{ kg/m}^3 .9,8 \text{ m/s}^3.3 \text{ m}$$

$$P=15,052 \text{ Watt}$$

➤ Efisiensi pompa:

$$\eta_s = P_{\text{out}}/P_{\text{in}} \times 100\%$$

Dimana: η_s = Efisiensi pompa

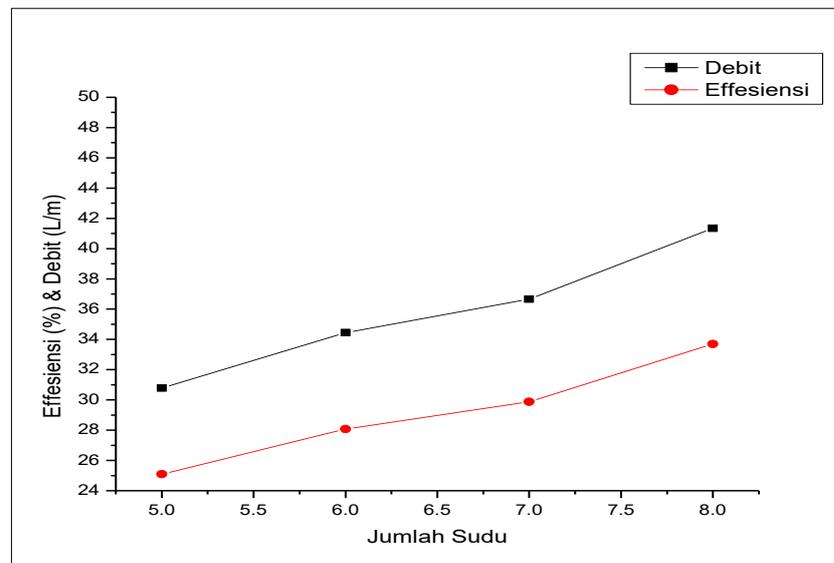
$$P_{\text{out}} = \text{Daya masuk (Watt)}$$

$$P_{\text{in}} = \text{Daya keluar (Watt)}$$

$$\eta_s = (15,052 \text{ Watt})/(60 \text{ Watt}) \times 100\%$$

$$\eta_s = 25,08 \%$$

Berdasarkan hasil perhitungan maka didapat nilai kapasitas dan efisiensi pompa yang dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik perbandingan Jumlah sudu, Efisiensi dan Debit aliran

Berdasarkan gambar 4. dapat diketahui bahwa jumlah sudu *impeller* pompa sentrifugal berpengaruh terhadap kapasitas dan efisiensi pompa. Pada pengujian dengan 5 jumlah sudu *impeller* menghasilkan putaran pompa 2564 rpm dan debit aliran 30,78 Liter/menit. Efisiensi pompa pada kondisi ini berkisar 25,08 %. Debit keluaran pompa tertinggi terjadi pada jumlah sudu 8 dengan debit yang dihasilkan mencapai 41,34 Liter/menit pada putaran 2541 rpm dengan efisiensi pompa mencapai 33,69%. Semakin banyak jumlah sudu maka semakin banyak fluida yang terangkat. Akan tetapi jumlah sudu *impeller* juga tidak boleh melebihi dari batas perancangan karena semakin banyak sudu semakin sempit ruang fluida pada sisi dalam *impeller* sehingga tekanan hisap pompa menjadi berkurang.

Simpulan

Dari hasil pengujian yang didapat dan telah dianalisa terkait dampak jumlah sudu sentrifugal *impeller* terhadap debit atau kapasitas dan efisiensi pompa sentrifugal, dapat disimpulkan bahwa jumlah sudu mengakibatkan peningkatan kapasitas dan efisiensi pompa. Kondisi ini terjadi karena semakin banyak sudu menyebabkan fluida yang terangkat semakin besar. Pada jumlah sudu 5, kapasitas pompa adalah 30.78 liter/menit dengan efisiensi 25 %. Sementara pada jumlah sudu 8, kapasitas pompa adalah 41,34 liter/menit dengan efisiensi tertinggi 33,69%. Semakin tinggi kecepatan putaran pompa, semakin besar efisiensi dan kapasitas pompa. Hal ini disebabkan oleh peningkatan kecepatan putaran yang menyebabkan percepatan aliran. Dengan meningkatnya kecepatan aliran, gesekan berkurang sehingga kerugian aliran dapat berkurang.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didukung oleh lembaga Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Negeri Sriwijaya dan didanai oleh instansi Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Kebudayaan, Riset, dan Teknologi sesuai dengan kontrak Penugasan Penelitian Kolaborasi Dosen dan Mahasiswa dengan nomor 08982/PL6.4.2/SK/2023.

Daftar Pustaka

- Akbar, I., & Martianis, E. (2016). Analisa Pengaruh Beberapa Bentuk Impeller Sudu Pompa terhadap Kecepatan Aliran dan Kinerja Pompa. *Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bengkalis*, 270–276. <http://eprosiding.snit-polbeng.org/index.php/snit/article/view/90>
- Candra, R. (2018). Perancangan Pompa Sentrifugal Dan Diameter Luar Impeller Untuk Kebutuhan Air Kapasitas 60 Lpm Di Gedung F Dan D Universitas Muhammadiyah Tangerang. *Jurnal Teknik*, 7(1), 15–25. <https://doi.org/10.31000/jt.v7i1.946>
- Çengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2018). *Fluid Mechanics Fundamentals and Applications* (4th ed.).
- Dietzel Fritz. (1990). Turbin Pompa Dan Kompresor. In *Jerman*.
- Hasby, K., Herlamba, I., & Kholis, N. (2021). Pengembangan Alat Uji Pengaruh Variasi Kelengkungan Impeller 4 Sudu Terhadap Kinerja Pompa Sentrifugal. 6(1), 8–15.
- Iskandar, Y., Nazaruddin, N., & Arif, Z. (2021). Pengaruh Jumlah Sudu Impeller Terhadap Debit Air Yang Dihasilkan Pompa Centrifugal. *Journal of Mechanical Engineering Manufactures Materials and Energy*, 5(1), 78–90. <https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i1.4472>
- Juniantoro, G. (2016). Analisis Variasi Jumlah Sudu Impeller Terhadap Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal. In *Teknik Mesin, Universitas Jember*.
- Kennie A. Lempoy. (2010). Desain Bentuk Sudut Sudut Arah Radial Pada Pompa aksial. *Tekno*, 8(53), 13–17.
- Mesra, T. (2020). Analisis Perawatan Mesin Pompa Sentrifugal dengan Metoda Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *Jurnal Unitek*, 13(2), 39–46. <https://doi.org/10.52072/unitek.v13i2.138>
- Musyafa, A. A., & Siregar, I. H. (2015). Pengaruh Jumlah Sudu Sentrifugal Impeller Terhadap Kapasitas Dan Efisiensi Pompa Sentrifugal. *Teknik Mesin, Universitas Negeri Surabaya*, 03, 136–144.
- Rohman, E. W., & Siregar, I. H. (2015). Uji Eksperimen Pengaruh Jumlah Sudu Torque Flow Impeller Terhadap Kinerja Pompa Sentrifugal. *Erik Wahkidur Rohman*, 05, 145–151.
- Roza, F., Nasution, A., & Hermawan, I. (2021). Analisis pengaruh jumlah sudu pompa sentrifugal terhadap efisiensi pompa. *Teknovasi*, 08(03), 58–64.