

Analisis Modifikasi Impeller untuk Meningkatkan Efisiensi kerja Pompa Shimizu PS 130BT dengan DoE

Ahmad Nur Hidayat¹, Lisa Puspita Ariyanto¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gresik

Email: ahmadnurhidayat.tm22@gmail.com

Abstract

This study aims to analyze the effect of impeller modification on the performance efficiency of the Shimizu PS 130BT water pump using the Design of Experiment (DoE) approach. The impeller was modified by altering the blade shape and blade count to obtain various fluid flow characteristics. The DoE method was applied to identify the optimal design combination by testing parameters such as flow rate, total head, motor power, and pump efficiency. The results indicate that impeller geometry modifications significantly enhance the pump's efficiency compared to the original manufacturer design. This research is expected to serve as a reference for developing more energy-efficient and optimal pump designs for domestic and small-scale industrial applications.

Keywords: *Impeller modification, pump efficiency, Shimizu PS 130BT, Design of Experiment (DoE).*

1. Pendahuluan

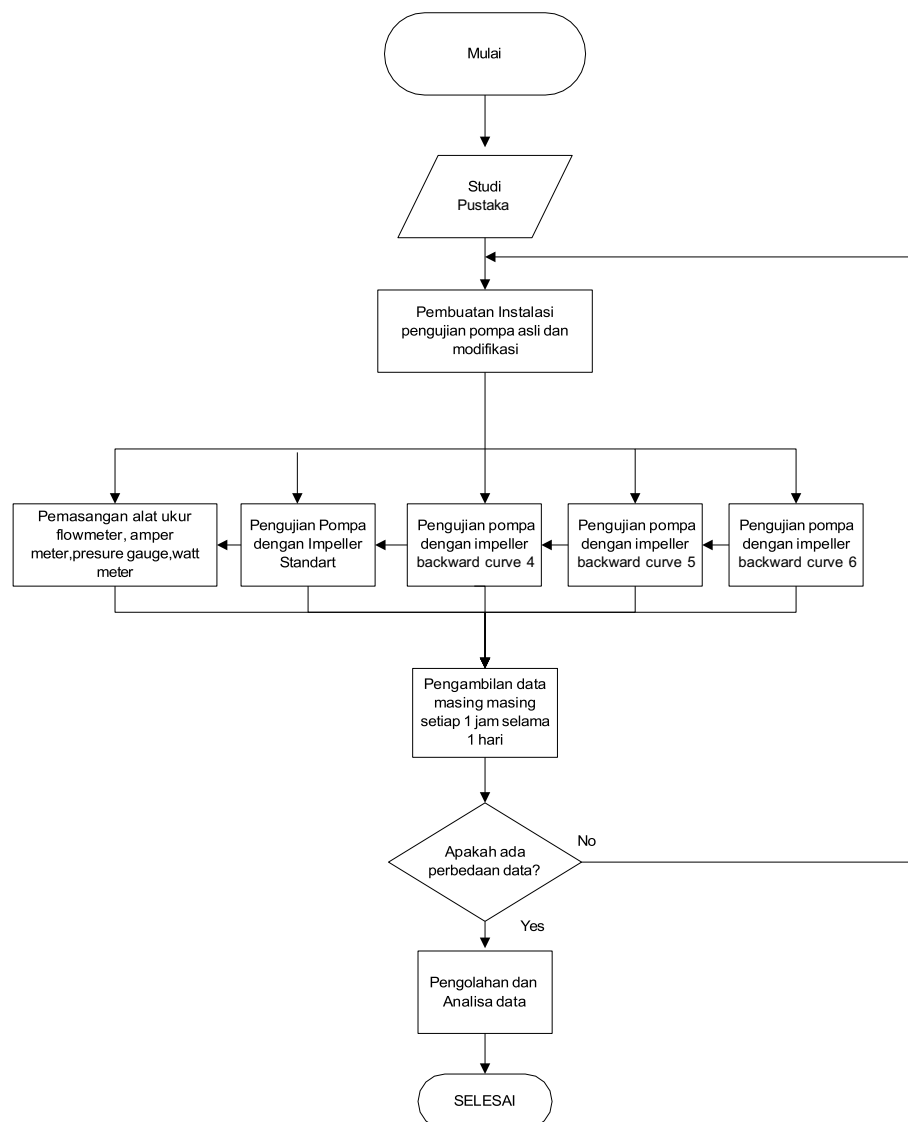
Pompa air merupakan salah satu peralatan penting yang banyak digunakan pada sektor rumah tangga, industri kecil, dan pertanian untuk mendistribusikan air dari satu tempat ke tempat lain sehingga dibutuhkan inovasi pompa air otomatis untuk menunjang keselamatan dan produktivitas kerja [1]. Salah satu jenis pompa air yang cukup populer di masyarakat adalah pompa air Shimizu PS 130BT [2] karena terkenal dengan kehandalan dan kemudahan perawatan [3]. Namun, efisiensi pompa air sering kali masih belum optimal akibat desain impeller yang kurang sesuai dengan kondisi operasi tertentu [4]. Impeller sebagai komponen utama yang berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi kinetik fluida memegang peranan penting dalam menentukan kinerja pompa air [5].

Selain itu, dalam budidaya tambak udang, penggunaan kincir dan pompa air secara terus menerus dapat menyebabkan kerusakan motor listrik akibat panas berlebih dan meningkatkan biaya produksi [6]. Oleh karena itu, berbagai upaya dilakukan untuk memodifikasi desain impeller, seperti perubahan jumlah sudu, sudut sudu, maupun diameter impeller agar dapat meningkatkan efisiensi pompa [7]. Untuk memperoleh hasil modifikasi yang optimal, diperlukan metode analisis yang sistematis. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah Design of Experiment (DoE), yaitu pendekatan perancangan percobaan yang dapat mengevaluasi pengaruh berbagai faktor terhadap variabel respon secara efisien [8]. Penerapan metode DoE dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh modifikasi impeller pada efisiensi pompa air Shimizu PS 130BT sehingga dapat memberikan rekomendasi

desain impeller yang lebih baik [9]. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan pengembangan teknologi pompa air rumah tangga yang lebih hemat energi, handal, dan sesuai dengan kebutuhan Masyarakat [10].

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental kuantitatif dengan metode *Design of Experiment* (DoE) untuk merancang variasi modifikasi impeller dan mengamati pengaruhnya terhadap efisiensi pompa air. Penelitian dilaksanakan di Lingkungan Pengolahan Air Bersih di Gresik. Objek yang diteliti adalah pompa air rumah tangga Shimizu PS 130BT dengan beberapa variasi desain impeller (sudut sudu dan jumlah sudu) sebagai variabel bebas. Dengan alat dan bahan pompa air Shimizu PS 130BT, beberapa desain impeller modifikasi, tangki penampung air, flow meter, manometer, wattmeter, multimeter, stopwatch, pipa hisap dan pipa tekan, software perhitungan DoE (bisa menggunakan Minitab atau Excel). Prosedur penelitian ini ditunjukkan oleh **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram alir penelitian DoE

Pada **Gambar 1.** menjelaskan langkah-langkah pengambilan data penelitian. sebelum penelitian dilakukan, pompa air dalam keadaan original dan impeller modifikasi juga sudah disiapkan. Pemasangan alat ukur juga menjadi catatan dalam pelaksanaan uji performa pompa/DoE. Variable penelitian yang diamati pada penelitian ini adalah sudut sudu impeller (30°, 35°, 40°, 45°) dan jumlah sudu (5 dan 6). Variabel terikat pada penelitian ini adalah efisiensi pompa (%), sedangkan variabel pada penelitian ini adalah kecepatan putaran motor, kondisi air, panjang pipa, dan tinggi hisap.

Data yang diperoleh pada penelitian ini, akan diolah dan dianalisis menggunakan rumus perhitungan efisiensi pompa menggunakan persamaan berikut:

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

Dengan $P_{hidrolik} = \rho \times g \times Q \times H$ dan $P_{input} = V \times I \times \cos \phi$

dimana :

- η = Efisiensi pompa (%)
- $P_{hidrolik}$ = Daya hidrolik (Watt)
- P_{input} = Daya input (Watt)
- ρ = Massa jenis fluida (kg/m³)
- g = Percepatan gravitasi (m/s²)
- Q = Debit aliran (m³/s)
- H = Head total (m)
- V = Tegangan listrik (Volt)
- I = Arus listrik (Ampere)
- ϕ = Sudut faktor daya

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil penelitian

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada lima variasi impeller (standar, Modifikasi A, B, C, dan D), diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Efisiensi Pompa Shimizu PS 130BT

No	Desain Impeller	Debit (L/s)	Head Total (m)	Daya Input (Watt)	Daya Hidrolik (Watt)	Efisiensi (%)
1	Standar	0.015	20	200	2.94	30
2	Modifikasi A	0.018	21	210	3.71	35
3	Modifikasi B	0.02	22	215	4.31	40
4	Modifikasi C	0.022	23	220	4.97	45
5	Modifikasi D	0.025	25	230	6.12	50

Tabel 1 menunjukkan bahwa impeller standar memiliki debit rata-rata 0,015 L/s dengan head total 20 m, daya input 200 W, daya hidrolik 2,94 W, dan efisiensi 30%. Pada Modifikasi A, debit meningkat

menjadi 0,018 L/s, head menjadi 21 m, dengan daya input 210 W, daya hidrolik 3,71 W, sehingga efisiensi meningkat menjadi 35%. Pada modifikasi B menunjukkan debit 0,020 L/s, head 22 m, daya input 215 W, daya hidrolik 4,31 W, dan efisiensi 40%. Pada modifikasi C memberikan debit 0,022 L/s, head 23 m, daya input 220 W, daya hidrolik 4,97 W, dengan efisiensi 45%. Pada modifikasi D menunjukkan kinerja terbaik dengan debit 0,025 L/s, head 25 m, daya input 230 W, daya hidrolik 6,12 W, dan efisiensi tertinggi sebesar 50%.

3.2 Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa modifikasi impeller dapat meningkatkan debit aliran dan head total pompa. Hal ini secara langsung membuat daya hidrolik pompa ikut naik. Modifikasi D memberikan peningkatan efisiensi terbesar, yaitu 50% atau naik 20% dibanding impeller standar. Ini membuktikan bahwa perubahan bentuk impeller, seperti penambahan jumlah sudu, pengaturan sudut sudu, dan diameter, sangat berpengaruh pada kinerja pompa. Secara teknis, modifikasi ini dapat mengurangi kerugian hidrolis di dalam pompa sehingga energi listrik bisa diubah menjadi energi mekanik secara lebih optimal untuk memompa fluida. Penggunaan metode Design of Experiment (DoE) juga membantu menentukan kombinasi parameter modifikasi terbaik dengan jumlah percobaan yang lebih sedikit. Dengan demikian, hasil ini membuktikan bahwa modifikasi impeller efektif untuk meningkatkan efisiensi kerja pompa air. Peningkatan efisiensi ini bisa menjadi acuan perancangan impeller pompa sejenis agar konsumsi energi lebih hemat dan performa pompa semakin baik

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa modifikasi impeller pada pompa air Shimizu PS 130BT secara nyata meningkatkan efisiensi kerja pompa dibandingkan impeller standar. Modifikasi geometri impeller, seperti penyesuaian jumlah dan sudut sudu, terbukti mampu meningkatkan debit aliran dan head total, sehingga daya hidrolik yang dihasilkan lebih optimal. Penerapan metode Design of Experiment (DoE) mempermudah identifikasi variasi desain terbaik dengan hasil efisiensi tertinggi mencapai 50% pada Modifikasi D, atau meningkat sekitar 20% dibandingkan kondisi standar. Hasil ini menunjukkan bahwa desain impeller yang tepat dapat meminimalkan kerugian energi di dalam pompa dan mendukung penghematan konsumsi daya listrik, sehingga dapat diterapkan sebagai solusi praktis untuk meningkatkan kinerja pompa air di lapangan.

Referensi

- [1] Y. Yuliadi, M. T. A. Zaen, M. Adami, dan A. Gofur, "Implementasi Arduino Atmega pada Pompa Air Otomatis Perahu Nelayan Gili Marinkik Lombok Timur," *BEES Bull. Electr. Electron. Eng.*, vol. 3, no. 1, hal. 1–7, 2023, doi: 10.47065/bees.v3i1.2443.
- [2] M. T. Hidayat, "Pengaruh Modifikasi Pompa dan Impeller Terhadap Unjuk Kerja Pompa Shimizu PS-128 BIT," *Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 13, no. 01, hal. 740–747, 2022, doi: 10.35313/irwns.v13i01.4160.
- [3] Nur Fauziah, Nuris Dwi Setiawan, Danang Danang, dan Eko Siswanto, "Perancangan Alat Pengendali Pompa Air Berbasis IOT," *Jupiter Publ. Ilmu Keteknikan Ind. Tek. Elektro dan Inform.*, vol. 1, no. 6, hal. 36–41, 2023, doi: 10.61132/jupiter.v1i6.171.
- [4] Z. D. Septiani, K. Rozi, dan B. F. TK, "Perbandingan Hasil Pengujian Performa Pompa Dan Perhitungan Teoritis Pada Karakteristik Pompa Terhadap Kecepatan Putar Impeller," *J. Tek.*

- Mesin*, vol. 11, no. 4, hal. 43–50, 2023, [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/view/41898%0Ahttps://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/download/41898/30377>
- [5] A. Ramadhan, P. Sihombing, M. Mawardi, S. Novalianda, N. Yudisha, dan D. Dwiyanto, “Prototipe Sistem Proteksi dan Peningkatan Efisiensi Penggunaan Pompa dan Kincir Air Tambak Berbasis IoT,” *Elektriase J. Sains dan Teknol. Elektro*, vol. 14, no. 01, hal. 33–42, 2024, doi: 10.47709/elektriase.v14i01.4183.
- [6] Y. Iskandar, N. Nazaruddin, dan Z. Arif, “Pengaruh Jumlah Sudu Impeller Terhadap Debit Air Yang Dihasilkan Pompa Centrifugal,” *J. Mech. Eng. Manuf. Mater. Energy*, vol. 5, no. 1, hal. 78–90, 2021, doi: 10.31289/jmemme.v5i1.4472.
- [7] M. Farel, N. Sinaga, dan B. Yuniyanto, “Kaji Numerik Pengaruh Radius Impeler Dan Panjang Sudu Terhadap Kinerja Sebuah Pompa Regeneratif,” *J. Tek. Mesin S-1*, vol. 11, no. 4, hal. 187–192, 2023.
- [8] S. ratna dewi dan Anggreni, “Jurnal Inovasi Pendidikan Kreatif,” *J. Inov. Pendidik. Kreat.*, vol. 5, hal. 74–93, 2024, [Daring]. Tersedia pada: <https://ijurnal.com/1/index.php/jipk>
- [9] A. Ndoen, M. M. Dwinanto, dan I. s Limbong, “Analisis Kinerja Pompa Regeneratif Tunggal dan Paralel,” *LONTAR J. Tek. Mesin Undana*, vol. 11, no. 02, hal. 19–26, 2024.
- [10] T. A. Prabowo *et al.*, “Analisis Reliability Komponen Kritis Hydraulic Axial Pump 2000 Lps,” vol. 10, no. 2, hal. 173–182, 2022.