

RANCANG BANGUN POMPA AIR SISTEM AKSIAL

Zelimkhan

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
Email : zelimkhan854@gmail.com

Rianto Wibowo

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
Email : rianto.wibowo@umk.ac.id

Sugeng Slamet

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
Email : sugeng.slamet@umk.ac.id

RINGKASAN

Pompa merupakan suatu alat yang sangat penting untuk berbagai kebutuhan hidup termasuk dalam kegiatan budidaya ternak ikan. Pemilihan jenis pompa yang kurang tepat dapat mengakibatkan biaya operasional yang besar, sehingga dibutuhkan pengetahuan dan ketrampilan tentang pompa dan penggunaannya. Latar belakang penelitian adalah kebutuhan akan jenis pompa yang sesuai dengan kondisi dilapangan khususnya untuk pemakaian budi daya ternak ikan. Langkah awal penelitian ini adalah perhitungan dimensi pompa, dilanjutkan dengan proses pembuatan komponen sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan. Tahap akhir penelitian yaitu proses perakitan dan pengujian. Hasil perhitungan adalah menghasilkan dimensi pompa dengan diameter *impeler* sebesar 45,9 mm dan diameter hub 21,5 mm, serta jumlah sudu 8. Pompa akan beroperasi pada putaran 1200 rpm debit sebesar 42 liter/menit dengan ketinggian *head* maksimum 1,2 meter. Hasil pengujian, adalah pompa beroperasi dengan debit sebesar 40 L/m dan head maksimal 1 meter. Debit dan head aktual pompa berbeda dengan nilai hasil rancangan disebabkan oleh dimensi *impeler* yang masih kurang sesuai sehingga menyebabkan head pompa turun

Kata kunci : pompa air aksial, *propeler*, kecepatan *spesifik*, debit

ABSTRACT

The pump is a very important tool for various necessities of life, including fish farming activities. The selection of the wrong type of pump can result in large costs, so knowledge and skills are needed about pumps and their use. The background of the research is the need for the type of pump that is in accordance with the conditions in the field, especially for the use of fish farming. The initial step of this research is the calculation of the pump dimensions, followed by the component manufacture according to the calculations that have been done. The final stage of the research is the assembly and testing process. The results of calculation was the dimensions of the pump with an impeller diameter of 45.9 mm and a hub diameter of 21.5 mm, as well as a number of 8 blades. The pump will operate at 1200 rpm with a flow rate of 42 liters/minute with a max head height of 1.2 meters. The result of testing was the pump operates with a flowrate of 40 L/m and a maximum head of 1 meter. The actual discharge and head of the pump are different from the design value caused by the impeller dimensions that are still not suitable, causing the pump head to drop

Keyword : axial water pump, *propeler*, *spesific velocity*, discharge

1. PENDAHULUAN

Pompa merupakan suatu peralatan mekanik yang digunakan untuk memindahkan atau mengalirkan suatu fluida yang digerakkan oleh mesin, dimana fluida dapat mengalir jika ada perbedaan tekanan. Sejalan dengan pentingnya air bagi kehidupan, maka pompa juga menjadi peralatan yang penting bagi kehidupan manusia. IndustriUKM maupun petani dan peternak dalam aktifitasnya banyak yang menggunakan pompa, seperti PDAM untuk mengalirkan air ke rumah-rumah dengan pompa, petani membutuhkan pompa untuk irigasi sawah, maupun pembudidaya ikan.

Peternak budidaya ikan termasuk ikan lele, umumnya menggunakan pompa jenis sentrifugal untuk sirkulasi air di area kolamnya. Jenis pompa dengan impeler sentrifugal mempunyai karakteristik debit yang besar namun konsumsi daya besar, sehingga hal ini cukup memberatkan karena akan memperbesar biaya operasional. Ada jenis pompa yang memiliki konsumsi daya yang kecil yaitu pompa dengan sistem rotari namun pompa jenis rotari hanya efektif untuk debit yang kecil.

Desain impeller pompa telah dikembangkan untuk head 3 m, kapasitas $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ dan kecepatan putaran 1.000 rpm. Desain impeller ini di gunakan pada jenis pompa aksial [1]. Untuk mengurangi *head lose* dapat dilakukan dengan pemasangan tube bundle ukuran 0,2 inci dan 0,4 inci yang dipasang sebelum belokan 90° (posisi vertikal) akan menurunkan nilai kecepatan fluida yang diikuti dengan penurunan head losses serta akan menaikkan nilai tekanan fluida. Penurunan nilai head losses tertinggi, yaitu pada pemasangan tube bundle ukuran 0,4 inci, yakni dari 0,112 m (kontrol) menjadi 0,076 m atau sebesar 32,14% [2].

Besarnya debit pompa dapat di pengaruhi oleh instalasi pemasangan pompa. Pada pompa yang di pasang secara parallel dapat menghasilkan kapasitas yang lebih besar [3]. Pompa yang di pasang secara parallel dapat di lakukan pengendalian dengan sistem kontrol untuk mengatur debit air yang dihasilkan [4]. Untuk menghasilkan head pompa yang besar dapat dilakukan dengan instalasi pompa dipasang secara seri.

Pompa jenis aksial merupakan jenis pompa submersible, cara kerja dari pompa ini yaitu mengalirkan air secara aksial dengan sudu-sudu impeler yang berputar sehingga timbul perbedaan tekanan akibat putaran impeler. Perhitungan dinamika fluida pada pompa aksial telah dilakukan secara komputasional, hasilnya menunjukkan kesamaan antara model dan prototipe [5]. Terjadinya gejala kavitasi hidrodinamik pada pompa telah di teliti dengan perhitungan numerik, dengan membandingkan simulasi numerik dan data eksperimen menunjukkan kemiripan, sehingga hasilnya *reliable* [6].

Pompa dengan impeler aksial dapat memecahkan beberapa kekurangan dari pompa yang banyak dipakai dilapangan yaitu komsumsi energi yang besar dan output debit yang kecil, untuk itulah tujuan penelitian ini yaitu merancang dan membuat pompa air sistem aksial

2. METODE PENELITIAN

Metode untuk merancang dan membuat pompa ditunjukkan pada gambar 1 diagram alir, tahapan tersebut meliputi :

2.1 kajian pustaka

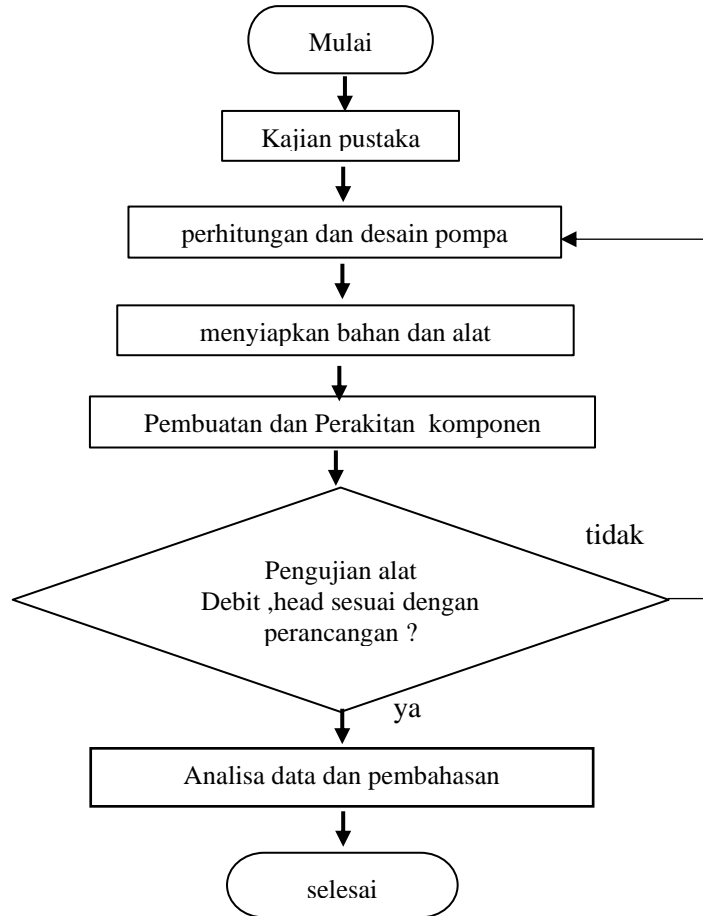
Sebelum dilakukan perancangan pompa, hal yg pertama yg dilakukan adalah kajian pustaka yaitu mereview dan membandingkan pustaka dari berbagai sumber literatur sebagai referensi

2.2 perhitungan impeler

Spesifikasi pompa yang akan dirancang yaitu sebagai berikut :

1. Debit = $0,042 \text{ m}^3/\text{min}$
2. Head discharge = 1,2 meter
3. Putaran motor listrik = 1200 rpm

- 4. Daya = 350 watt
- 5. Densitas air = 1000kg/m³



Gambar 1. Diagram alir rancang bangun pompa aksial

A. perhitungan kecepatan spesifik, menggunakan persamaan 1.

$$Ns = \frac{3,65 \times n \times \sqrt{Q}}{H^{3/4}} \quad (1)$$

B. penentuan jumlah sudu berdasarkan kecepatan spesifik, menggunakan persamaan 2.

$$Dd = 26,8 (Ns)^{-0,603} \quad (2)$$

C. penentuan input daya

Daya air yg diperlukan, menggunakan persamaan 3.

$$\text{WHP} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

(3)

Daya mesin yg dibutuhkan, menggunakan persamaan 4.

$$\text{BHP} = \frac{\text{WHP}}{\eta_o}$$

(4)

D. perhitungan tegangan poros

Tegangan pada poros bisa dihitung dengan persamaan 5 berikut :

$$\sigma_a = \tau + \sigma_y$$

(5)

Dimana τ adalah momen torsi pada poros, menggunakan persamaan 7.:

$$\tau = \frac{16 T}{\pi d s^3}$$

(7)

sedangkan σ_y adalah gaya aksial pada poros, menggunakan persamaan 8.

$$\sigma_y = \frac{4 F}{\pi d s^2}$$

(8)

E. Penentuan diameter *impeler*

Diameter *impeler* ditentukan dengan persamaan 9 berikut

$$D_i = 5,5 \times \sqrt[3]{\frac{Q}{N}}$$

(9)

Sedangkan untuk diameter hub pada *impeler*, menggunakan persamaan 10.

$$D_h = \sqrt{D_i^2 - \frac{4Q}{N v C a \pi}}$$

(10)

F. Penentuan panjang sudu

Panjang sudu *impeler* ditentukan dengan persamaan 11 berikut :

$$L_s = T_i / t$$

(11)

Untuk jarak antar sudu persamaan 12 yang digunakan

$$T_i = \frac{\pi D_i}{z}$$

(12)

G. Penentuan sudut sudu, menggunakan persamaan 13 dan 14.

Sudut sudu masuk :

$$\tan \beta_1 = \frac{c_a}{u_1}$$

(13)

Sudut sudu keluar :

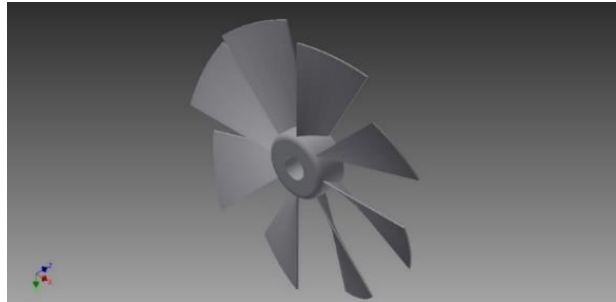
$$\tan \beta_2 = \frac{c_{a2}}{u_2 - c_{u2}}$$

(14)

2.3 Desain Pompa Aksial

A. Desain impeler

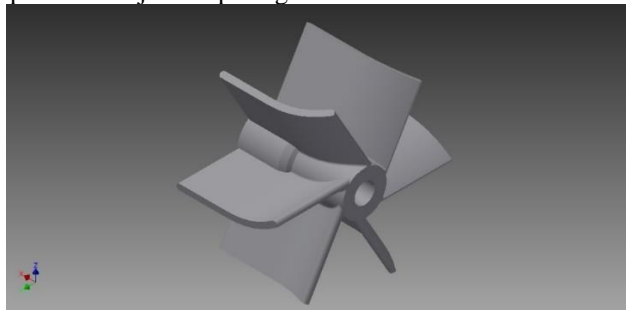
Desain impeller di tunjukkan pada gambar 2. Berikut ini



Gambar 2. desain impeller

B. Desain rumah impeler

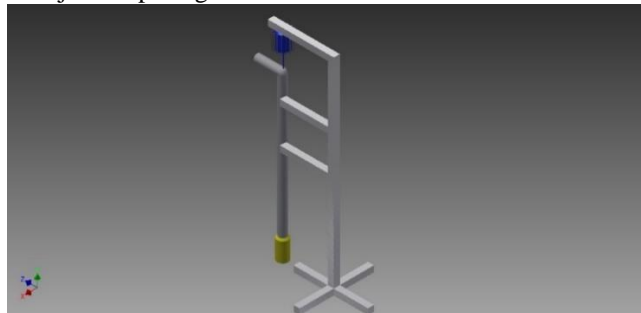
Desain rumah impeller di tunjukkan pada gambar 3 berikut ini



Gambar 3. desain rumah impler

C. Desain pompa

Desain pompa di tunjukkan pada gambar 4 berikut ini



Gambar 4. desain pompa

2.4 Persiapan alat dan bahan

Pada tahap ini yaitu mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan pompa aksial

A. Pembuatan *impeler*

Bahan dan alat yang diperlukan dalam proses pembuatan impeler adalah sebagaimana di tunjukkan pada tabel 1 dan 2:

Tabel 1. bahan pembuatan impeler

Bahan	Dimensi (px l xt) mm
Plat dural	50 x 50 x 2

Tabel 2. alat yang digunakan

Alat	Fungsi
Gunting baja	Memotong benda kerja
Bolpoin	Menggambar sketsa di benda kerja
Busur	Mengukur sudut sudu
Jangka sorong	Mengukur diameter sudu
Bor listrik	Membuat lubang untuk poros
Tang cepret	Menekuk sudu

B. Pembuatan difuser

Bahan dan alat yang diperlukan dalam proses pembuatan diffuser di tunjukkan pada tabel 3 dan 4 berikut ini :

Tabel 3. Bahan pembuatan difuser

Bahan	jumlah
Filament PLA	1 gulung
Bearing bosch	2 item

Tabel 4. Alat yang digunakan

alat	fungsi
laptop	Untuk membuat desain 3d
Mesin 3d printer	Untuk mencetak hasil desain
Jangka sorong	Mengukur dimensi <i>impeler</i>
timbangan	Melihat berat <i>impeler</i>

2.5 Langkah pembuatan dan assembly

Langkah pembuatan:

- A. Langkah pembuatan *impeler* :
 1. menggambar ukuran sudu diatas plat
 2. memotong plat sesuai gambar
 3. mengebor plat untuk poros
 4. menekuk sudu dengan tang
- B. langkah pembuatan difuser :
 1. membuat design difuser dengan komputer
 2. meng slice gambar agar berubah menjadi kode G code
 3. proses pencetakan design
 4. proses finishing benda

Langkah assembly:

1. membersihkan semua komponen dari kotoran/ debu
2. memasang bearing pada difuser
3. memasang poros pada *impeler*
4. memasang *impeler* pada difuser
5. memasang pipa pvc pada difuser
6. memasang motor listrik ke poros *impeler*

2.6 pengujian pompa

- A. Langkah pengujian pompa :
 1. menyiapkan bak penampung dan bak hisap
 2. memasang pompa pada bak hisap
 3. mengisi air pada bak hisap
 4. menghubungkan motor listrik ke sumber listrik
 5. tekan tombol on untuk menghidupkan motor listrik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil perhitungan

Perhitungan pompa aksial menghasilkan parameter seperti di tunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. hasil perhitungan

NO	PERHITUNGAN	SATUAN	POTONGAN KE				
			1	2	3	4	5
1	Di	m	0,0339	0,0369	0,0399	0,0429	0,0459
2	$C_a = kc \sqrt{2 g h}$	m/s	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
3	$U_1 = \frac{\pi D_i n}{60}$	m/s	2,12	2,31	2,50	2,69	2,88
4	$\tan \beta_1 = \frac{C_a}{U_1}$	-	0,316	0,290	0,268	0,249	0,237
5	$\tan \beta_2 = \frac{C_{a2}}{U_2 - C_{u2}}$	-	0,331	0,366	0,408	0,462	0,504
6	B1	Deg	17,5	16,1	15	13,9	13,3
7	B2	Deg	18,3	20,1	22,1	24,7	26,7

8	B average	Deg					
9	(l/t)	-	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90
10	$t_i = \frac{\pi d_i}{z}$	m	0,013	0,014	0,015	0,016	0,018
11	$l = t_i \frac{l}{t}$	m	0,009	0,010	0,012	0,014	0,016

3.2 Tabel hasil pengujian

Pengujian dilakukan pada pompa aksial untuk mengetahui karakteristik pompa meliputi debit air dan kecepatan lajunya, seperti ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. hasil pengujian

Pengujian ke :	Waktu (s)	Rpm	Debit (m ³ /min)	Kecepatan (m/s)	Head (m)
1	60	1200	0,039	0,0144	1
2	60	1200	0,040	0,0148	1
3	60	1200	0,040	0,0148	1
4	60	1200	0,041	0,0151	1
5	60	1200	0,039	0,0144	1
6	60	1200	0,040	0,0148	1

3.3 Tabel hasil perbandingan debit teoritis dan aktual

Hasil pengujian aktual di bandingkan dengan teoritisnya untuk nilai debit air dan head, ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. perbandingan teoritis dan aktual

Pengujian ke :	TEORITIS		AKTUAL	
	Debit (m ³ /min)	Head (m)	Debit (m ³ /min)	Head (m)
1	0,042	1,2	0,039	1
2	0,042	1,2	0,040	1
3	0,042	1,2	0,040	1
4	0,042	1,2	0,041	1
5	0,042	1,2	0,039	1
6	0,042	1,2	0,040	1

3.4 Pembahasan

A. Analisis penurunan debit

Pada pengujian aktual didapatkan debit sebesar 40,5 L/min yang seharusnya 42 L/min, pada praktiknya hal ini disebabkan terjadinya delay waktu 0,5 detik dari rpm 0 sampai 1200 dan diperlukannya tenggang waktu *fluida* mengisi seluruh ruang dari *head suction* sampai output sebesar 1 detik, maka perhitungan penurunan debit menjadi :

$Q \text{ L/det} \times (60 - \text{delay rps} + \text{delay fluida})$

$$Q \times (60 - (0,5 + 1)) = +- 40,35 \text{ L/m}$$

B. Analisis penurunan *headloss*

Pada tabel hasil pengujian headloss max yaitu setinggi 1 meter, dari hasil pengamatan *impeler* adanya perbedaan headloss teoritis dan pengujian disebabkan sudut tiap sudu berbeda dengan sudut sudu lainnya ditambah adanya perbedaan panjang tiap-tiap sudu, dikarenakan pembuatan *impeler* masih dengan cara manual, perbedaan sudut sudu dan panjang sudu akan menghasilkan efisiensi *impeler* yg sangat rendah sehingga mengakibatkan penurunan pada *head loss*.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini telah di rancang dan dibuat popa aksial dengan debit 42 l/m an head 1,2 m, dengan dimensi *impeler* sebagai berikut : Diameter *impeler* 45,9 mm, Diameter *hub* 21,5 mm, Jumlah sudu 8 buah, Sudut sudu masuk 13,3° deg, dan sudut sudu keluar 26,7° deg. Debit dan *head* aktual pompa berbeda dengan nilai hasil rancangan disebabkan oleh dimensi *impeler* yang masih kurang sesuai sehingga menyebabkan head pompa turun

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pauk, P., & Cho Khaing, C. (2018). Design Calculation of Impeller for Axial Flow Pump. *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 8. No. 8, pp 12-19
- [2] Priyati, A., Abdullah, S. H., & Hafiz, K. (2019). Analisis Head Losses Akibat Belokan Pipa 90° (Sambungan Vertikal) Dengan Pemasangan Tube Bundle. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 7(1), 95–104.
- [3] Ifan Febrianto, Masruki Kabib, Bachtiar Satya Nugraha, (2018), Perancangan Sistem Pompa Paralel Dengan Daya Bervariasi Untuk Meningkatkan Kapasitas Air, *Jurnal Crankshaft*, Volume Volume 1, No. 1, pp 49-54.
- [4] Edo Saputra, Masruki Kabib, Bachtiar Satya Nugraha (2019), Rancang Bangun Sistem Kontrol Debit Air Pada Pompa Paralel Berbasis Arduino, *Jurnal Crankshaft*, Volume 2, No. 1, pp. 73-80.
- [5] Xie, C., Tang, F., Zhang, R., Zhou, W., Zhang, W., & Yang, F. (2018). Numerical calculation of axial-flow pump's pressure fluctuation and model test analysis. *Advances in Mechanical Engineering*, 10(4). Pp. 1-13.
- [6] Shi, Y., Pan, G., Huang, Q., & Du, X. (2015). Numerical Simulation of Cavitation Characteristics for Pump-jet Propeller. *Journal of Physics: Conference Series*, 640(1).