

Analisa Penentuan Tipe Dan Ukuran Impeller Pompa Sentrifugal Single Stage Berdaya 15 KW 30 A

Sri Pramono[✉], Riyanto Wibowo², Danu Prayoga³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Permesinan Kapal, Universitas Ivet Semarang

DOI: <https://doi.org/10.31331/maristec.v2i1>

Info Articles

Sejarah Artikel:

Disubmit Mei 2025

Direvisi Juni 2025

Disetujui Juli 2024

Keywords:

centrifugal pump, impeller, single stage, pump efficiency, hydraulic

Abstrak

Pompa sentrifugal merupakan salah satu jenis pompa yang paling umum digunakan dalam berbagai sektor industri maupun transportasi laut untuk memindahkan fluida. Kinerja pompa sangat dipengaruhi oleh desain dan spesifikasi impeller, yang berfungsi sebagai komponen utama dalam proses perpindahan energi dari motor ke fluida. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menentukan tipe serta ukuran impeller yang optimal untuk pompa sentrifugal single stage dengan daya motor 15 kW dan arus 30 A. Metode yang digunakan meliputi perhitungan teoritis berdasarkan rumus-rumus fluida dinamis, analisis karakteristik pompa, dan pertimbangan efisiensi hidraulik. Hasil analisis menunjukkan bahwa pemilihan tipe impeller (closed, semi-open, atau open) sangat bergantung pada sifat fluida yang dipompa serta kebutuhan head dan flow rate. Ukuran impeller yang optimal ditemukan mampu memberikan efisiensi maksimum dengan mempertimbangkan batas daya input motor serta karakteristik sistem pemipaan. Dengan penentuan tipe dan ukuran impeller yang tepat, diharapkan kinerja sistem pompa menjadi lebih efisien dan andal dalam jangka panjang.

Abstract

Centrifugal pumps are one of the most common types of pumps used in various industrial sectors and marine transportation to move fluids. Pump performance is greatly influenced by the design and specifications of the impeller, which functions as the main component in the process of transferring energy from the motor to the fluid. This study aims to analyze and determine the optimal type and size of impeller for a single-stage centrifugal pump with a motor power of 15 kW and a current of 30 A. The methods used include theoretical calculations based on fluid dynamic formulas, pump characteristic analysis, and consideration of hydraulic efficiency. The results of the analysis show that the selection of the impeller type (closed, semi-open, or open) is highly dependent on the nature of the pumped fluid and the head and flow rate requirements. The optimal impeller size was found to be able to provide maximum efficiency by considering the motor input power limit and the characteristics of the piping system. By determining the right type and size of impeller, it is expected that the performance of the pump system will be more efficient and reliable in the long term.

[✉]Alamat Korespondensi:

Email: sripramono8sep@gmail.com

IPENDAHULUAN

Pompa adalah suatu peralatan mekanik yang digerakkan oleh tenaga mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan (fluida) dari suatu tempat ke tempat lain, dimana cairan tersebut hanya mengalir apabila terdapat perbedaan tekanan. Selain dapat memindahkan cairan, pompa juga berfungsi untuk meningkatkan kecepatan, tekanan dan ketinggian cairan. Salah satu jenis pompa yang paling sering digunakan saat ini adalah pompa sentrifugal. Pompa sentrifugal ini memanfaatkan kecepatan dari putaran impeler untuk memberikan tekanan atau energi pada aliran fluida. Seiring dengan perkembangan zaman dan semakin kompleksnya kebutuhan, maka pompa ikut pula berkembang, baik bentuk maupun jenisnya. (Analisis Unjuk Kerja Pompa sentrifugal Pada Booster Pump, Joko Supriantp Siagian, Bab I hal. 1)

Pompa sentrifugal adalah salah satu jenis pompa kerja dinamis yang prinsip kerjanya mengubah energi kinetik (kecepatan) cairan menjadi energi potensial melalui suatu impeler yang berputar dalam casing. Pompa digerakkan oleh motor, daya dari motor diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeler yang dipasangkan oleh poros tersebut. Zat cair yang ada dalam impeler akan ikut berputar karena dorongan sudu - sudu. Karena timbulnya gaya sentrifugal, maka zat cair mengalir dari tengah impeller keluar melalui saluran diantara sudu dan meninggalkan impeler dengan kecepatan tinggi. Gaya sentrifugal adalah gaya yang timbul akibat adanya gerakan sebuah benda atau partikel yang melalui lintasan lengkung (lingkaran), prinsip-prinsip dasar pompa sentrifugal adalah sebagai berikut

1. Gaya sentrifugal bekerja pada impeller untuk mendorong fluida ke sisi luar sehingga kecepatan fluida meningkat.
2. Kecepatan fluida yang tinggi diubah oleh casing pompa (volute atau diffuser) menjadi tekanan atau head.

Zat cair yang keluar dari impeler dengan kecepatan tinggi ini kemudian mengalir melalui saluran yang penampangnya makin membesar, sehingga terjadi perubahan dari head kecepatan menjadi head tekanan. Maka zat cair yang keluar dari flens keluar pompa head totalnya bertambah besar. Pengisapan terjadi karena setelah zat cair dilemparkan oleh impeler, ruang diantara sudu – sudu menjadi vakum sehingga zat cair akan terhisap masuk. Selisih energi per flens masuk (isap) disebut head total pompa. Pompa sentrifugal dapat mengubah energi mekanik dalam bentuk kerja poros menjadi energi fluida. Energi inilah yang mengakibatkan pertambahan head tekanan, head kecepatan dan head potensial pada zat cair yang mengalir secara kontinyu. (Analisis Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal Pada Booster Pump, Joko Suprianto Siagian, Bab II hal.12-13)

Pompa sentrifugal dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis

1. Berdasarkan jenis aliran dalam impeler:
 - a. Pompa aliran radial
Arah aliran cairan pada saat keluar dari impeler yaitu tegak lurus pada poros pompa.
 - b. Pompa aliran aksial
Arah aliran pada saat keluar dari impeller bergerak sepanjang permukaan silinder, searah dengan sumbu poros.
 - c. Pompa aliran campur
Cairan saat meninggalkan impeller bergerak sepanjang permukaan kerucut, agar komponen kecepatan berarah radial dan aksial.
2. Berdasarkan jenis impeler:
 - a. Impeler tertutup
Sudu-sudu ditutup oleh dua buah dinding yang mana satu kesatuan. Impeler ini berguna untuk memompa cairan bersih.
 - b. Impeler setengah terbuka
Impeler ini terbuka pada sisi masuk dan tertutup pada bagian belakangnya. Impeler ini digunakan untuk memompa cairan dengan sedikit zat padat.
 - c. Impeler terbuka
Tidak ada dinding pada jenis ini, baik itu pada bagian depan maupun belakang, pada bagianbelakang terdapat sedikit dinding disisakan agar memperkuat sudu. Impeler jenis ini digunakan untk memompa cairan dengan zat padat.
3. Berdasarkan sisi masuk impeler
 - a. Pompa isap tunggal
Cairan masuk melalui satu sisi impeller dan konstruksinya sederhana, sehingga banyak dipakai.

b. Pompa isap ganda

Cairan masuk dari kedua sisi impeller sehingga gaya aksial yang ditimbulkan (Analisa pompa sentrifugal di rutan kelas I Pekan Baru, G.C. Febrianto Simarmata, Bab. II Hal.14, 15, 17)

2METODE

Untuk mengumpulkan data pada penelitian ini penulis menggunakan metode menurut (Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D, Th 2005) adalah :

1. Observasi

Penulis mendapatkan data dengan melakukan pengamatan benda sesungguhnya secara langsung di Galangan kapal.

2. Study Pustaka

Dengan metode ini penulis mencari referensi – referensi yang berhubungan dengan tujuan penulisan untuk memperoleh data pendukung dengan mengambil dari

3HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Pompa

Ukuran kecepatan spesifik (Ns) ini akan menentukan type impeller yang akan mempengaruhi bagian-bagian dari pompa. Untuk perhitungan yang diinginkan diketahui data sebagai berikut:

- a. Pompa Sentrifugal dengan satu pemasukan.
- b. Single Stage yaitu satu impeller.
- c. Daya motor listrik 15 KW; 30 A
- d. Kapasitas (Q) = 100 m³/jam
- e. Tekanan Kerja = 2 bar
- f. Putaran Pompa = 1450 Rpm
- g. Suction head (tinggi tekan) = 25 m

2. Kecepatan Spesifik Pompa

Dari data tersebut dapat ditentukan kecepatan spesifik pompa (Ns) dengan rumus menurut (Pompa Dan Kompresor, Sularso, 1980, hal. 205)

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

Keterangan :

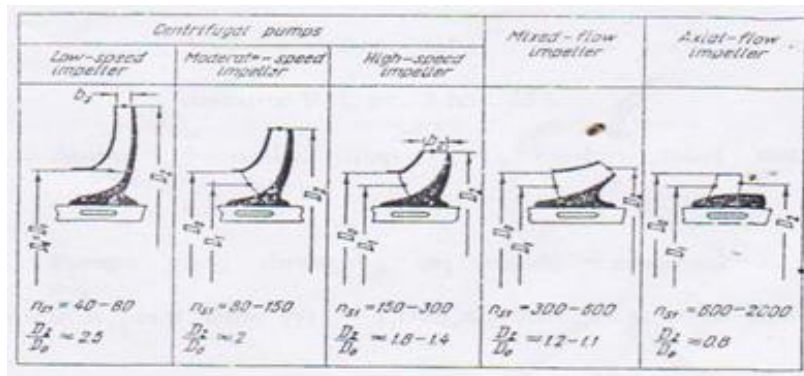
- Ns = Kecepatan Spesifik
 n = Putaran Pompa : 1450 Rpm
 Q = Kapasitas Pompa ; 100 m³/jam
 = 100 m³ / 3600 dt = 0,027 m³/dt
 H = Head : 25 m

Maka :

$$Ns = \frac{3,65 \cdot 1500 \cdot \sqrt{0,027}}{(25/1)^{3/4}} = 77,78 \text{ m/dt}$$

3. Type Impeller

Besar harga kecepatan spesifik (Ns) dari hasil perhitungan adalah 77,78 sehingga dapat diketahui type impeller yang digunakan untuk pompa seperti gambar dibawah ini, yaitu type Low Speed Impeller Dengan Kecepatan (Ns) = 40 – 80 menurut F.C. Visser, J.J.H. Brouwers & J.B. Jonker, *Jurnal Fluid Flow in a Rotating Low-Specific-Speed Centrifugal Impeller Passage*, Volume 4 (5), *University of Twente, Enschede, The Netherlands*, Th. 1999 Hal 275–292

Gambar 1. Tipe Impeler Sesuai N_s

4. Perhitungan Impeller

Berdasarkan kecepatan spesifik maka impeller pada pompa sentrifugal ini adalah jenis Low Speed Impeller. Untuk mengetahui ukuran impeller menurut (Pompa Dan Kompresor, Sularso, 2000, Bab 2 Hal 173) adalah

- a. **Ukuran Diameter Leher Poros (D_{hub} / D_h)** ditentukan dengan rumus :

$$D_h = (1,205 - 1,4) d_{sh}$$

Keterangan :

d_{sh} = diameter poros kecil ; 32 mm
= 0,032 m

Jadi :

$$\begin{aligned} D_h &= 1,375 \times d_{sh} \\ &= 1,375 \times 0,032 \\ &= 0,044 \text{ m} \\ &= 44 \text{ mm} \end{aligned}$$

- b. **Diameter bagian isap (D_o)**

Diameter bagian isap impeller (D_o) dapat ditentukan dengan rumus menurut (Pompa dan Kompresor, Sularso, Th. 2000, Bab 2 hal.50-60).

$$D_o = \sqrt{\frac{4 \times Q_{ts}}{\pi \times C_o}} + D_h^2$$

Keterangan :

Q_{ts} = kapasitas pompa teoritis
= $Q_s / (3600 \cdot \eta_v)$

Keterangan :

Q_s = Kapasitas isap; 100 m³ / jam

η_v = Efisiensi volumetrik, antara 0.8–0.98

(Pompa Kompresor, Sularso, Th. 2000 Bab 2 Hal 162 -167)

Jadi :

$$Q_{ts} = 100 / (3600 \times 0,95) = 0,029 \text{ m}^3/\text{jam}$$

C_o = faktor kecepatan fluida masuk pada impeller
= $K_{co} V^{2/3} H$

$$\begin{aligned} K_{co} &= (0,058 - 0,06) \times n_s^{2/3} \\ &= 0,06 \times (77,78)^{2/3} \\ &= 98 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_o &= 98 V^{2/3} H \\ &= 17,71 \end{aligned}$$

D_h = diameter hub ; 44 mm

Maka :

$$\begin{aligned} D_o &= \sqrt{\frac{4 \times 0,029}{3,14 \times 17,71}} + (0,044)^2 \\ &= 114,9 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Ukuran Diameter Ujung Sudu Sisi Masuk Fluida (D1)

Ukuran diameter ujung sudu sisi masuk (D1) inlet vane edge diameter biasanya dibuat sama dengan diameter mata impeller (DO), Dengan maksud agar aliran bisa berjalan mulus tanpa ada hambatan. Dengan demikian maka: $D1 = DO = 114,9 \text{ mm}$

d. Ukuran Lebar Laluan Masuk Fluida Impeller (b1)

Menurut (Sularso, Pompa Kompresor, Th. 2000 Bab 4 hal 59 – 60).

$$b1 = \frac{Q_{ts}}{\pi \cdot D1 \cdot V_{r1}}$$

Keterangan :

- $b1$ = lebar laluan masuk fluida pada impeller (m)
 Q_{ts} = kapasitas pompa teoritis ; $0,029 \text{ m}^3/\text{dt}$
 $D1$ = diameter ujung sisi masuk fluida ; $0,11 \text{ m}$
 V_{r1} = kecepatan radial sisi masuk fluida ;
 $= K_c \sqrt{gh} \text{ (m/dt)}$ (menurut Pompa Kompresor, Sularso, Th 2000, Bab IV hal 24 – 25)

Dimana :

- K_c = faktor kecepatan radial
 $= 0,125 \longrightarrow$ karena $N_s = 77,78 \text{ m/dt}$
 g = $9,81 \text{ m/dt}$
 H = Suction head = 25 m

Jadi :

$$V_{r1} = 0,125 \cdot 2 \times 9,81 \times 25 = 3,19 \text{ m/det}$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 b1 &= \frac{0,029}{3,14 \times 0,11 \times 2,76} \\
 &= 0,053 \text{ m} \\
 &= 53 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

a. Ukuran Diameter Luar Impeller (D2)

Diameter luar impeller (D2) dapat ditentukan dengan rumus menurut (Pompa Kompresor, Sularso, Th. 2000 Bab IV Hal 50 – 60) adalah

$$D2 = \frac{60 \cdot U1}{\pi \cdot n} \text{ (m)}$$

Keterangan:

- $U1$ = kecepatan masuk sudu ; $KU1 \sqrt{2gh} \text{ (m/dt)}$
 $KU1$ = Faktor kecepatan masuk sudu
 $= 0,0244 \times n_s^{2/3} = (77,78)^{2/3} = 17,69$
 $= 0,0244 \times 17,69 = 0,43$
 g = $9,81 \text{ m/dt}$
 H = 25 m
 $U1$ = $0,43 \sqrt{2 \times 9,81 \times 25}$
 $= 9,52 \text{ m/dt}$
 n = putaran pompa; 1450 Rpm
 Jadi

$$D2 = \frac{60 \times 9,52}{3,14 \times 1450}$$

$$= 0,26 \text{ m} \longrightarrow 260 \text{ mm}$$

b. Ukuran Lebar Luan Keluar Fluida Pada Impeller (b2)

Lebar luan fluida pada impeller (b2) menurut (Pompa Kompresor, Sularso Th.2000, Bab 4 Hal 65 – 66).

$$b2 = \frac{Q_{ts}}{\pi \cdot D2 \cdot V_{r2} \cdot f2}$$

Keterangan :

Q_{ts} = kapasitas pompa teoritis ; 0,029 m³/dt

$D2$ = diameter luar impeller ; 0,26 m

V_{r2} = kecepatan radial sisi keluar fluida pada sudu, menurut (pompa kompresor, sularso, Th.2000 Bab 4 Hal 64 – 66)
 $= \sin (180^\circ - \beta_2^\circ) \times w_2$

Keterangan :

$\beta_2 = 150^\circ$ dan $\omega_2 = \omega_1$ = kecepatan relatif = 9,5

$$\omega_2 = \frac{V_{r1}}{\sin 162}$$

$$V_{r2} = \sin (180^\circ - 150^\circ) \times 9,5$$

$$= 4,3 \text{ m/dt}$$

$$f2 = \text{faktor ketebalan sudu keluar pada impeller}$$

$$= 0,9 - 0,95 \text{ menurut (Sularso, Pompa Kompresor, Th. 2000 Bab 4 Hal 60 - 62)}$$

Maka :

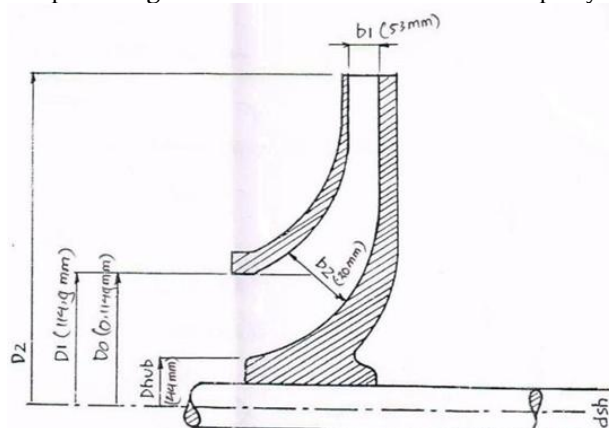
$$b2 = \frac{0,029}{3,14 \times 0,26 \times 4,3 \times 0,9}$$

$$= 0,019 \text{ m}$$

$$= 20 \text{ mm}$$

Jadi :

$b1 > b2$ dari perhitungan 53 mm > 20 mm sudah sesuai persyaratan.



Gambar 2. Impeler

5. KESIMPULAN

Dari pembahasan penulis dapat menyimpulkan hal – hal sebagai berikut :

1. Impeller yang sesuai menurut perhitungan type impeller *Low Speed Impeller*.
2. Untuk aplikasi *low-speed impeller*, paling ideal jenis impeller tertutup menurut (*The Must Have Handbook for Centrifugal Pumps, Goulds Pumps*, 2015 hal 7).
3. Penentuan ukuran Diameter Leher Poros (Dhub) 44 mm, Diameter bagian isap (Do) 114,9 mm, Lebar Laluan Masuk Fluida Impeller (b1) 53 mm, Diameter Luar Impeller (D2) 260 mm, Lebar Laluan Keluar Fluida Impeller (b2) 20 mm, Diameter Poros (dsh) 32 mm
4. Bahan Impeller menurut JIS Tahun 2016 adalah Copper Alloy Castings, dengan komposisi unsur kimia Cu (tembaga) 77 – 83 %; Al (Aluminium) 9 – 11 % Fe (besi) 3 – 5 %; Mn (Mangan) 0,5 – 1,5 %; Ni (nikel) 1 %; Zn (seng) 1 %; Sn (Timah) 0,2 %; lain-lain 0,5 %.

DAFTAR PUSTAKA

- F.C. Visser, J.J.H. Brouwers & J.B. Jonker, *Fluid Flow in a Rotating Low Specific Speed Centrifugal Impeller Passage*, Jurnal *Fluid Dynamics Research*, University of Twente, Enschede, The Netherlands, Belanda, 1999
- Gheral Cristover Febrianto Simarmata, Laporan Tugas Akhir Analisa Pompa Centrifugal di Rutan Kelas I Pekanbaru, Teknik Mesin, Universitas Islam Riau, 2021
- Japanese Standards Association, JIS H5121 Copper Alloy Castings, Tokyo: JSA, 2016
- Joko Suprianto Siagian, Skripsi Analisis Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal Pada Booster Pump, Teknik Mesin, Universitas Medan Area, 2020
- Mario Yonas Hutagalung, Tugas Akhir Analisa Impeler Pada Pompa Sentrifugal di Rumah Sakit Advend Medan, Teknik Mesin, Universitas Medan Area, 2007
- Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D, Alfabeta, Bandung 2005
- Sularso, Haruo Tahara, Pompa dan Kompresor: Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan, PT. Pradnya Paramita, Jakarta 2000
- Tim Crane Engineering, *The Must-Have Handbook for Centrifugal Pumps*, Goulds Pumps, Seneca Falls, New York, USA, 2015