

ANALISIS PENGARUH IMPELLER CLOSE SUDU 6 PADA POMPA SENTRIFUGAL MENGGUNAKAN SIMULASI CFD

Dimas Vivian Anggista^{1*}, Sujono¹

¹Teknik Mesin Kilang, PEM Akamigas, Jl. Gajah Mada No.38, Blora, Jawa Tengah, 58315

*E-mail: dimasviviananggista@gmail.com

ABSTRAK

Pompa digunakan untuk memindahkan atau meningkatkan tekanan *fluida*. Pompa sentrifugal adalah jenis pompa yang umum digunakan di industri. *Impeller* adalah komponen penting dalam pompa yang memberikan tekanan pada *fluida* untuk dipindahkan. Penelitian ini bertujuan untuk memahami aliran *fluida* pada *closed impeller* sudu 6 untuk meningkatkan kinerja *impeller*. Penggunaan *software Solidworks Simulation* untuk analisis simulasi CFD memungkinkan prediksi kinerja pompa. Pengujian pada *closed impeller* sudu 6 menunjukkan bahwa desain menghasilkan kinerja yang lebih optimal, mendekati spesifikasi dari studi literatur. Dengan hasil kapasitas teoritis sebesar 0,01115 m³/s dan *head teoritis* sebesar 148,279 m, varian dengan 6 sudu optimal untuk *closed impeller* yang untuk *fluida* dengan *viskositas* rendah.

Kata kunci: Pompa Sentrifugal, Impeller, CFD

1. PENDAHULUAN

Di dalam pengoperasian dan pemindahan proses dalam industri tidak lepas dari suatu alat untuk memindahkan *fluida* dari satu tempat ke tempat lainnya[1]. Maka dari itu di pastikan suatu peralatan beroperasi sesuai dengan kebutuhan yang di inginkan, dalam tersebut harus suatu alat di pastikan dalam keadaan yang baik dengan mengoperasikan sesuai dengan kebutuhan dan kapasitasnya, guna menjaga hasil produksi yang di dihasilkan oleh perusahaan tetap pada target yang ditetapkan.

Pompa merupakan suatu alat untuk memindahkan *fluida* atau meningkatkan tekanan *fluida*[2]. Pada pompa sentrifugal merupakan jenis pompa yang paling umum digunakan dalam berbagai aplikasi industri, dalam prinsip kerja pada pompa untuk memindahkan suatu *fluida* di bantu dengan *impeler*[3], *impeler* merupakan komponen terpenting pada pompa dalam cara kerjanya untuk memberikan tekanan *fluida* sehingga dapat mengalir.

Dalam pengoperasian dan pemindahan bahan-bahan terkait pemindahkan suatu *fluida*, tentulah terdapat banyak pompa yang bekerja pada lingkup sistem tersebut salah satunya pompa sentrifugal yang memiliki keunggulan yaitu harga yang lebih murah, prinsip kerja sederhana, memiliki kapasitas yang besar, mempunyai umur panjang, namun dalam proses pengoperasiannya dan penyalurannya tidak banyak mengetahui cara pompa tersebut dapat beroperasi ketika memindahkan *fluida*[4].

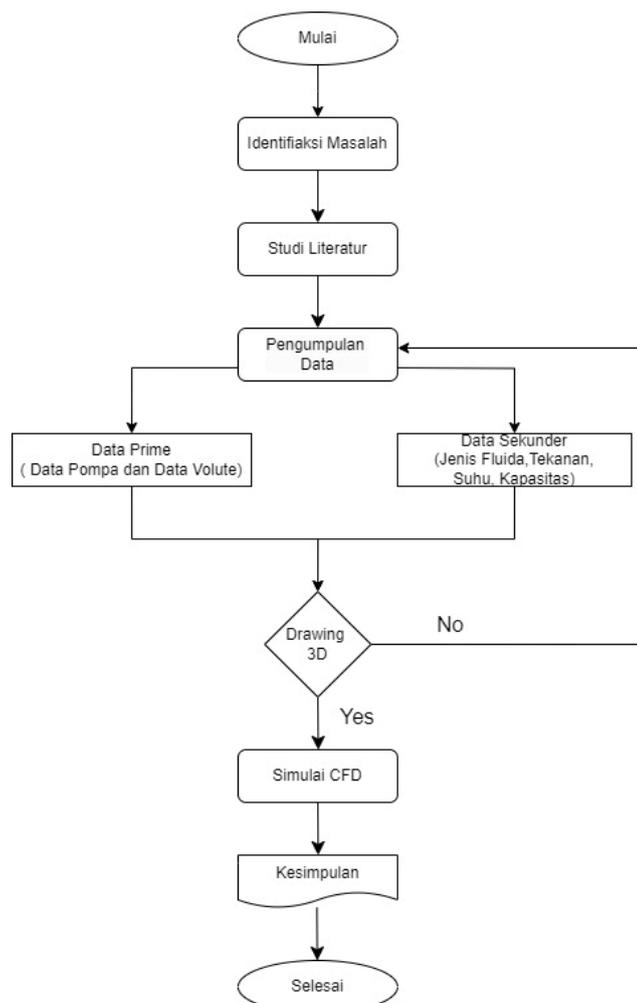
Computational Fluid Dynamics atau CFD adalah teknik yang berhubungan dengan solusi di bidang aliran *fluida* melalui analisis numerik[5]. *Solidworks Flow Simulation* adalah perangkat lunak CFD yang dirancang untuk pengguna dan analisis *Solidworks* dalam berbagai desain[7]. CFD memberikan umpan balik dinamis pada aliran *fluida* dan kinerja termal produk. Dengan kemampuan optimasi parametrik, pengguna dapat mengotomatiskan proses desain dan

analisis untuk menemukan literasi terbaik dari setiap desain dalam lingkungan Solidworks CAD[8].

Dengan cara melakukan simulasi terhadap jenis closed impeller sudu 6 yang akan disimulasikan proses kerjanya menggunakan CFD. Peran dari simulasi ini yaitu untuk mengetahui *performance impeller* pada pompa sentrifugal apakah sesuai dengan rencana desainnya atau tidak tanpa harus membuat alatnya terlebih dahulu, sehingga bila belum sesuai dapat dilakukan perbaikan sesuai dengan kebutuhan sebelum hasil rancangannya di buat secara kenyataanya.

2. METODE

Metode yang di gunakan dalam penelitian yaitu dengan cara pendekatan dengan penelitian mulai dengan menentukan waktu dalam pengerjaan penelitian dilanjutkan dengan studi litelatur dengan pengumpulan data data.Kemudian dilakukan dilakukan penggambaran *drawing 3d* dan melakukan perbandingan dengan studi litelatur dan hasil simulasi CFD untuk mengetahui kesesuaian denagn kebutuhan hasil rancangan pada studi literatur sebelumnya dengan hasil simulasi CFD dalam keadaan baik apa tidak. Gambar 1 berikut langkah langkah cara untuk melakukan analisa *closed impeller* sudu 6 dengan melalui simulasi CFD.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Untuk mengetahui hasil dari simulasi CFD untuk melakukan hasil perbandingan menggunakan persamaan sebagai berikut, dimulai dengan perhitungan *head teoritis* pada *impeller*, untuk menghitung *head teoritis* pada *impeller* menggunakan persamaan sebagai berikut [8] :

a. *Head Teoritis*

$$H_t = \frac{(c_2^2 - c_1^2)}{g} + \frac{(u_2^2 - u_1^2)}{g} + \frac{(w_1^2 - w_2^2)}{g} \quad (1)$$

Setelah mengetahui *head teoritis* pada *impeller* dapat menghitung kapasitas pada *impeller* yang sudah di mempertimbangkan kebocoran fluida pada *impeller*. Untuk menentukan kapasitas pada *impeller* menggunakan persamaan sebagai berikut [8] :

b. Kapasitas

$$Q_{ts} = b_2 \times \pi \times D_2 \times C_{2r} \quad (2)$$

Setelah mendapatkan nilai dari kapasitas dan *head teoritis* pada *impeller* maka dapat di lanjutkan dengan melakukan perhitungan daya yang di hasilkan pada cairan. Untuk mengetahui daya cairan pada *impeller* menggunakan persamaan sebagai berikut [8];

c. Daya Cairan

$$P_w = \rho \times g \times Q_{ts} \times H_t \quad (3)$$

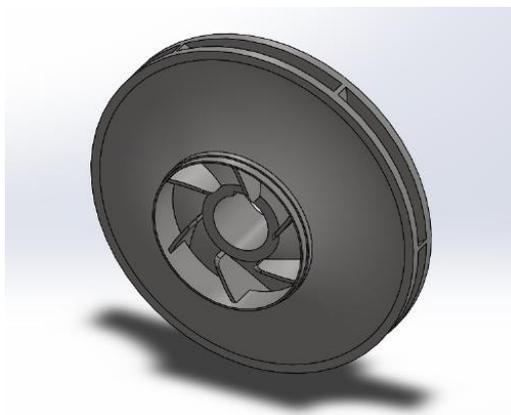
Setelah mendapatkan nilai dari *head teoritis* kapasitas pada *impeller* dan daya cairan dapat melakukan perhitungan daya poros yang untuk menggerakkan sebuah poros pada pompa dengan menambahkan beban pada poros, untuk menentukan daya poros menggunakan persamaan sebagai berikut [8];

d. Daya Poros

$$P = \frac{P_w}{\eta_p} \quad (4)$$

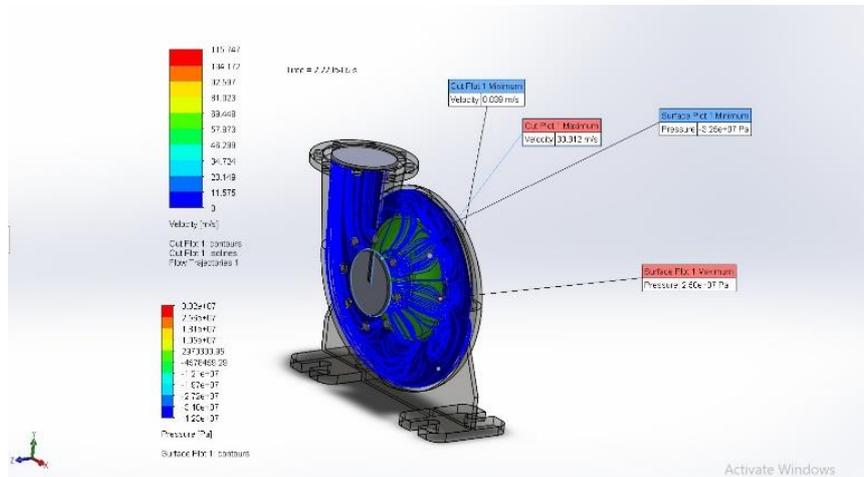
3. PEMBAHASAN

Dalam simulasi CFD pada penelitian ini dapat mengetahui hasil unjuk kerja pada closed *impeller* sudu 6. Pada gambar 2 menunjukan *closed impeller* sudu 6 yang dalam model *drawing 3d* yang selanjutnya akan dilakukan simulasi CDF.



Gambar 2. Close Impeller Sudu 6

Didapatkan hasil, bahwa terdapat perbedaan dengan hasil pada studi literatur dan hasil simulasi CFD pada kecepatan aliran maupun tekanan, dapat diketahui juga perbedaan kinerja dari sebuah jenis closed impeller pada percobaan simulasi kali ini. Dari sini $=0,01138 \text{ m}$ didapatkan hasil simulasi ini memberikan gambaran visual secara jelas bagaimana aliran fluida mengalir pada jenis closed impeller. Gambar 3 adalah hasil simulasi CFD dari hasil simulasi dapat diketahui nilai yang di dihasilkan pada *closed impeller* sudu 6.



Gambar 3. Simulasi CFD Closed Impeller dengan 6 sudu

Pada Tabel 1 merupakan data primer dalam simulasi CFD *closed impeller* sudu 6 yang digunakan untuk mendukung hasil penelitian [9]. Sedangkan Tabel 2 menjelaskan spesifikasi pada *closed impeller* sudu 6 pompa sentrifugal untuk penelitian [9].

Table 1. Data Fluida Closed Impeller Sudu 6

Unit	Nilai	Satuan
<i>Flow</i>	0,03153	m^3/s
<i>Head</i>	146,8	m
<i>Speed</i>	2980	RPM
Cairan	<i>Fresh Water</i>	
<i>Temperature</i>	30	C
<i>Density</i>	997	Kg/m^3
Daya Pompa	79750	W
Daya Motor	86310	W

Tabel 2. Data Spesifikasi Closed Impeller Sudu 6

Parameter	Nilai	Satuan
Impeller Type	<i>Closed Impeller</i>	
Diameter Depan Hub	65.800	mm
Diameter Belakang Hub	70,500	mm
Diameter Inlet Impeller	125,000	mm
Diameter Outlet Impeller	275,000	mm
Diameter Connection	133,000	mm
Lebar sisi masuk	20,000	mm
Lebar sisi keluar	13,000	mm
Jarak antar sudu sisi masuk	65,417	mm
Jarak antar sudu sisi keluar	143,917	mm
Tebal sudu sisi masuk	2,590	mm
Tebal sudu sisi keluar	2,960	mm
Jumlah sudu	6,000	Buah

Tabel 3. Hasil Simulasi CFD Closed Impeller Sudu 6

<i>Cross Section No</i>	φ°	$\frac{\varphi^\circ}{x}$ a	$\frac{2\varphi^\circ}{x}$ b	$2\frac{\varphi^\circ}{x}r_3$ c	$2\frac{\varphi^\circ}{x}r_3$ d	ρ (a+d) e	$r_3 + \rho$ f	$r_3 + 2\rho$ g
		(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(mm)	(mm)
I	40	0,001	0,002	0,000	0,017	18,574	159,574	178,147
II	80	0,002	0,004	0,001	0,025	26,902	167,902	194,805
III	120	0,003	0,007	0,001	0,030	33,546	174,546	208,091
IV	160	0,004	0,009	0,001	0,035	39,316	180,316	219,633
V	200	0,005	0,011	0,002	0,039	44,530	185,530	230,059
VI	240	0,007	0,013	0,002	0,043	49,347	190,347	239,693
VII	280	0,008	0,015	0,002	0,046	53,864	194,864	248,727
VIII	320	0,009	0,017	0,002	0,049	58,143	199,143	257,286
IX	360	0,010	0,020	0,003	0,052	52,228	203,228	265,457

Tabel 3 merupakan spesifikasi dari volute pada closed impeller sudu 6 [9]. Dari tabel 4 dapat diketahui hasil dari simulasi CDF *closed impeller* sudu 6 yang dapat dilihat bahwa, tekanan yang dihasilkan dan kecepatan yang dihasilkan pada simulasi CFD, terdapat nilai maksimal dan minimal. Hal ini dapat di ketahui untuk melakukan perhitungan unjuk kerja pada closed impeller sudu 6 apakah sudah sesuai dengan studi literatur atau tidak ketika closed impeller disimulasikan menggunakan CFD.

Tabel 4. Hasil Simulasi CFD Closed Impeller Sudu 6

Keterangan	Nilai	Nilai Rata Rata	Nilai		Satuan
			Max	Min	
Pressure Inlate	102325,6737	101325.6737	101325.6737	101325.6737	Pa
Pressure Outlate	101559,8963	101559.8963	101559.8963	101559.8963	Pa
Viscosity Inlate	0,686686032	0.686686032	0.686686032	0.686686032	m/s
Viscosity Outlate	0,686686032	0.686686032	0.686686032	0.686686032	m/s

Setelah dapat mengetahui nilai hasil simulasi CFD closed impeller sudu 6 dilakukan perhitungan unjuk kerja, namun hasil dari perhitungan simulasi terdapat perbedaan dengan studi literatur, hasil perbandingan dapat dilihat pada Tabel 5, sebagai berikut;

Tabel 5. Perbandingan Data Hasil Simulasi CFD Closed Impeller Sudu 6 dengan Data Studi Literatur

Parameter	Data Desain	Data unjuk kerja simulasi
Kapasitas	0,03143 m ³ /s	0,007708 m ³ /s
Head	157,873 m	148,62 m

4. SIMPULAN

Dari hasil yang didapatkan saat penelitana dengan menggunakan impeller tipe *closed* sudu 6 dengan simulasi CFD, maka dapat di simpulkan sebagai berikut;

1. Setelah melakukan pengujian dengan simulasi CDF menggunakan impeller *closed* sudu 6 dengan kapasitas alirannya 0,01884 m³/s maka dapat diketahui head nya 148,62 m dan kapasitas teoritis nya pada impeller 0,007708 m³/s;
2. Setelah melakukan perhitungan dan dapat diketahui pada head teoritis dan kapasitas pad closed impeller sudu 6, maka dapat diketahui daya cairan 1193,68 W dan untuk daya poros yang didapatkan 61%;
3. Selain mengetahui head, kapasitas, daya cairan dan daya pompa untuk dalam pengoperasiannya untuk jenis closed impeller sudu 6 memiliki unjuk kerja bagus ketika menggunakan fluida jenis *water* sesuai dengan tabel 1.;
4. Mengacu pada jurnal dari Prihadi Nikosai TBS, sebagai perbandingan simulasi CFD bahwa penelitian yang digunakan sudah sesuai dengan hasil pada simulasi CDF yang mempunyai *output* yang di hasilkan pada simulasi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ir. Sularso, Prof. Dr. Haruo Tahara. (1983). Pompa Dan Kompresor Pemilihan, Pemakaian Dan Pemeliharaan. Association for International Tecnical Promotion. Tokyo : Japan.
- [2] Igor J.K, Joseph P.M, Paul P.M, Charles C.Heald. (2008). PUMP HANDBOOK. Fourth Edition, Amerika Serikat.
- [3] Sofwan H. (2014). Analisa Kerusakan Pompa Sentrifugal 53-101C PT. Pertamina RU III Plaju.
- [4] K. Damanik, J.Waluyo. (2022). Simulasi Numeris Pengaruh Variasi Ketebalan Scaling Pada Sudu Terhadap Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal. Journal of Mechanical Design and Testing, 1-7.

- [5] Dr . A. Sobachkin, Dr. G. Dumnov. (2014). Numerical Basis of CAD-Embedded CFD. Russia: Solidwork.
- [6] SolidWorks. INTRODUCING SOLIDWORKS.
- [7] Suthep Kaewnai, Manuspong Chamaoot, Somchai Wongwises. (2009). Predicting performance of radial flow type impeller of centrifugal pump using CFD. Journal of Mechanical Science and Technology, 1-8.
- [8] Khetagurov, M. (2004). Marine Auxiliary Machinery and Systems. Hawaii: UNIVERSITY PRESS OF THE PASIFIC.
- [9] Hamudin Piko. (2019). Perancangan Pompa Sentrifugal Kapasitas 113,5 M3 /Jam Dan Head 155 M Dengan Fluida Air Bersih. PEM Akamigas. Cepu : Blora.
- [10] M. Asueje, F. Bakir, S. Koudri, F. Kenyery and R. Rey, Numerical Modelisation of the Flow in Centrifugal Pump: Volute Influence in Velocity and Pressure Fields, International Journal of Rotating Machinery, 3 (2005) 244-255.
- [11] Prihadi Nikosai TBS, Irfan Syarief Arief. (2015). Optimasi Desain Impeller Pompa Sentrifugal Menggunakan Pendekatan CFD. Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Surabaya : Indonesia.

Daftar Simbol

C	=	Kecepatan Absolute, m/s
U	=	Kecepatan Tangensial, m/s
W	=	Kecepatan Relatif, m/s
..1	=	Sisi Masuk
..2	=	Sisi Keluar
Q _{ts}	=	Kapasitas, m ³ /s
b ₂	=	Lebar Sisi Keluar Impeler, m
D ₂	=	Diameter Outlet Impeler
C _{2r}	=	Kecepatan Cairan Radial Sisi Keluar Impeller, m/s
P _w	=	Daya Cairan, W
ρ	=	Massa Jenis Fluida, kg/m ³
g	=	Gaya Gravitasi, (9,81 m/s ²)
H _t	=	Head Teoritis pada impeller pompa, m
P	=	Daya Poros, W
η _p	=	Efisiensi Pompa, %