

ANALISIS PENGARUH OPEN IMPELLER SUDU 8 PADA POMPA SENTRIFUGAL MENGGUNAKAN SIMULASI CFD

Mochammad Khafidz Ayatullah^{1*}, Sujono¹

¹Teknik Mesin Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jl. Gajah Mada No.38, Cepu, Blora, Jawa Tengah, 58315, Indonesia

*E-mail: khafidzayatullah@gmail.com

ABSTRAK

Pompa merupakan suatu alat untuk memindahkan fluida atau meningkatkan tekanan fluida dalam mendistribusikan suatu fluida. Pompa sentrifugal adalah pompa yang paling umum digunakan di berbagai industri. *Computational Fluid Dynamic* (CFD) adalah sebuah *software* yang paling umum digunakan untuk simulasi dan analisis yang berhubungan dengan solusi di bidang aliran fluida melalui analisis numerik. CFD dirancang dalam analisis berbagai desain untuk memprediksi bagaimana fluida akan berperilaku dalam berbagai kondisi. Untuk mengetahui unjuk kerja sebuah *impeller* pada pompa sentrifugal maka di perlukan simulasi analisi pada CFD untuk mengetahui aliran yang dihasilkan dan unjuk kerja yang dihasilkan apakah sudah efisien atau belum. Sehingga pompa siap dirancang dan dioperasikan dalam pengaplikasian secara langsung dengan sangat efisien tanpa menimbulkan banyak kekurangan. Dalam hasil simulasi *open impeller* sudu 8 didapatkan hasil aliran yang bagus dengan kecepatan fluida masuk 0,5057 m/s, kecepatan fluida keluar 1,0137 m/s, tekanan masuk 101325,135 Pa, dan tekanan keluar 101837,862 Pa. Dari data tersebut maka dapat ditemukan unjuk kerja teoritis pompa dengan *head* teoritis 148,403 m, kapasitas teoritis 0,01138 m³/s, daya cairan 16500,22 W, dan daya poros 26613,26 W. Dalam hasil perhitungan yang diperoleh dari hasil simulasi, maka *open impeller* sudu 8 sangat optimal dan efisien untuk digunakan dalam kebutuhan yang diperlukan.

Kata kunci: Pompa Sentrifugal, *Impeller*, *Computational Fluida Dynamic*, *Head*, Kapasitas

1. PENDAHULUAN

Di dalam industri Minyak dan Gas untuk menunjang kelancaran proses pengolahan minyak mentah menjadi BBM sangat bergantung pada peralatannya. Peralatan tersebut harus dipastikan dalam keadaan yang baik dengan mengoperasikan sesuai dengan kebutuhan dan kapasitasnya, guna menjaga hasil produksi yang di hasilkan oleh perusahaan tetap pada target yang di tetapkan. Sebagai industri di Indonesia pada bidang pengolahan minyak dan gas bumi tentulah mempunyai bermacam-macam peralatan mekanik baik berupa *rotary equipment* ataupun *stationary equipment* yang mendukung bidang tersebut sehingga keandalan proses pengolahan dan produksi di dalam kilang tetap aman dan stabil.

Dalam pengoperasian dan penyaluran bahan-bahan terkait pengolahan minyak dan gas bumi, 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, dan mempunyai daya tahan yang cukup panjang.

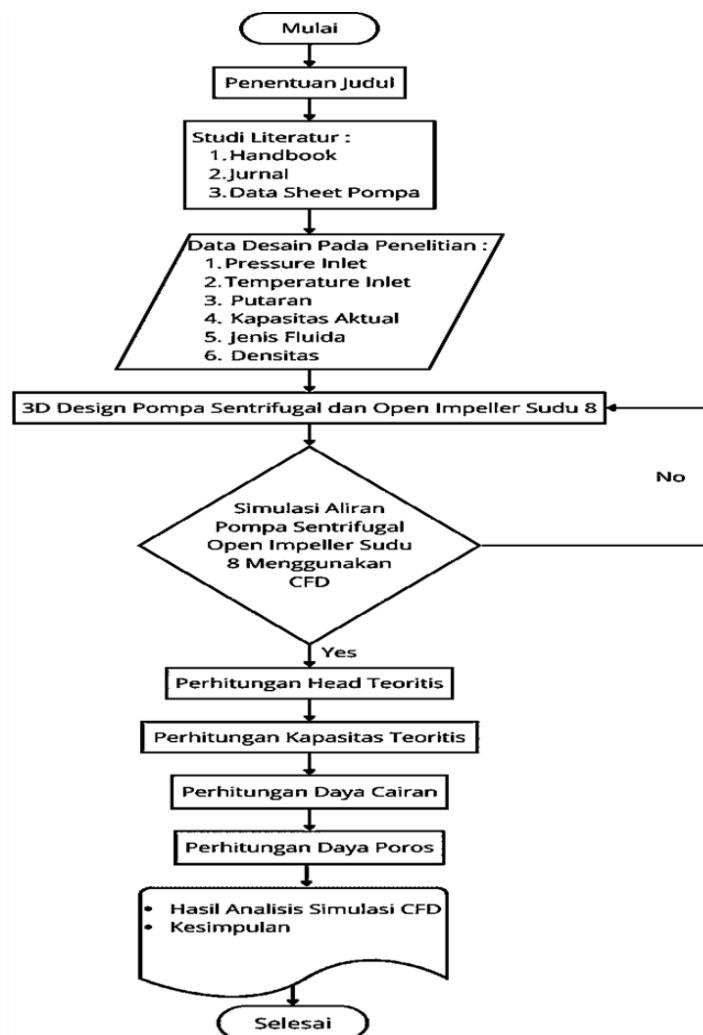
Peran pompa dalam proses pengolahan di dalam kilang sangatlah penting dan merupakan jantung didalam kilang karena fungsi utama pompa untuk mengalirkan fluida dari satu tempat ke tempat lain dengan adanya tekanan sehingga dapat mempermudah pekerjaan dan hasil yang didapat akan menjadi semakin cepat. Sehubungan dengan peran pompa yang sangat penting dalam proses pengolahan dan produksi di dalam kilang sehingga untuk perancangan struktur dan bagian-bagian pada pompa sangatlah penting juga yang berguna untuk menunjang kinerja pompa dalam bekerja. Dalam penelitian simulasi analisis pengaruh *open impeller* sudu 8 pada pompa sentrifugal menggunakan *Computational Fluid Dynamic* (CFD) pada *software*

SolidWorks dilakukan bertujuan untuk meninjau dan menganalisis keandalan *open impeller* sudu 8 bagaimana proses kerjanya apakah sudah efisien dan sesuai dengan perhitungan. Dengan cara melakukan perbandingan simulasi terhadap data *impeller* fabrikasi dengan bentuk *impeller* yang akan disimulasikan proses kerjanya menggunakan CFD. Peran dari simulasi ini yaitu untuk mengoptimalkan desain pada sebuah pompa serta untuk mengetahui *performance impeller* pada pompa sentrifugal apakah sesuai dengan rencana desainnya atau tidak tanpa harus memproduksi terlebih dahulu, sehingga bila belum sesuai dapat dilakukan perbaikan sesuai dengan kebutuhan sebelum hasil rancangannya di buat secara kenyataan [1].

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan melakukan studi literatur terlebih dahulu terhadap penelitian ini agar dapat memiliki dasar sumber yang kuat dan hasil yang maksimal. Langkah berikutnya meliputi pembuatan 3D *drawing* pompa sentrifugal dengan *open impeller* sudu 8 yang kemudian disimulasikan menggunakan *Computational Fluid Dynamic* (CFD) pada aplikasi solidworks untuk megevaluasi kondisi dan hasil aliran yang dihasilkan oleh *open impeller* sudu 8 apakah sudah memenuhi kriteria desain atau tidak.

Penelitian ini dilakukan dengan taratur dan terukur untuk mendapatkan hasil yang maksimal, berikut alur dalam penelitian ini :



Gambar 1 Flowchart Penelitian

Dalam menentukan hasil yang maksimal dalam penelitian ini maka dilakukan perhitungan unjuk kerja *impeller* dari data hasil simulasi *Computational Fluid Dynamic* (CFD) untuk mengetahui apakah pompa dengan sudu berikut mempunyai kondisi yang efisien dan sesuai dengan kebutuhan yang ada. Perhitungan yang dilakukan yaitu akan menentukan [2-5] :

A. Head teoritis

$$H_t = \frac{C_2^2 - C_1^2}{g} + \frac{U_2^2 - U_1^2}{g} + \frac{W_1^2 - W_2^2}{g}, \text{ m} \quad (1)$$

B. Kapasitas Teoritis

$$Q_{ts} = b_2 \times \pi \times D_2 \times C_{2r}, \text{ m}^3/\text{s} \quad (2)$$

C. Daya Cairan

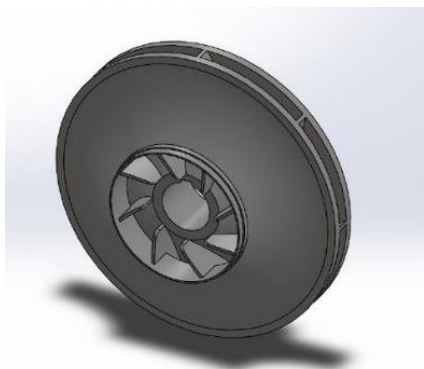
$$P_w = \rho g Q H_t, \text{ W} \quad (3)$$

D. Daya Poros

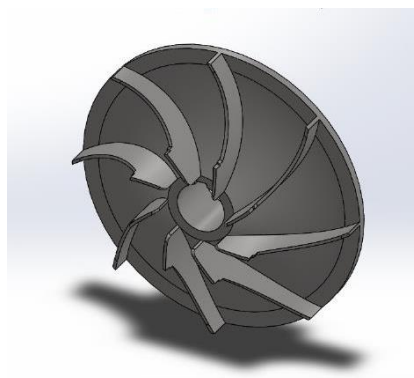
$$P = \frac{P_w}{\eta_p}, \text{ W} \quad (4)$$

3. PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini akan membandingkan data desain fabrikasi *Closed Impeller* Sudu 8 dengan data hasil uji simulasi *Open Impeller* Sudu 8 untuk mengetahui hasil yang lebih spesifik pada perbandingan unjuk kerja pompa melalui *Impeller* berupa *Head* Teoritis, Kapasitas Teoritis, Daya Cairan, dan Daya Poros. Hal ini dilakukan agar dapat mengetahui unjuk kerja yang dihasilkan oleh *Open Impeller* Sudu 8 tersebut apakah dapat memenuhi kriteria dan lebih efisien atau tidak.



Gambar 2 *Closed Impeller*



Gambar 3 *Open Impeller*

Perbedaan *closed impeller* dengan *open impeller* terletak pada bentuk luarnya seperti yang terlihat pada gambar (2) dan (3) yang dimana *closed impeller* memiliki bentuk sudu yang lebih tertutup dari depan maupun belakang, sehingga sudu lebih aman dan terjaga dari benda asing secara menyeluruh. Sedangkan *open impeller* memiliki sudu lebih terbuka, sehingga sudu kurang aman dan terjaga dari benda asing secara menyeluruh [6].

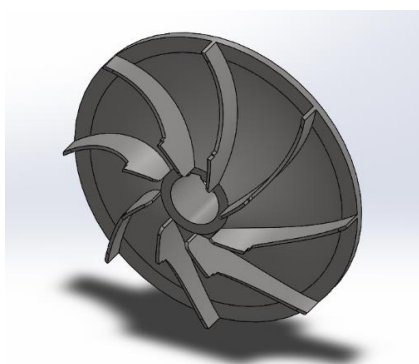
A. Data Desain Fabrikasi

Dalam perbandingan simulasi ini maka diperlukan data desain fabrikasi dari *Closed Impeller* Sudu 8 sebagai acuan parameter yang dibutuhkan untuk menyesuaikan kondisi yang sama dengan yang dibandingkan, yaitu sebagai berikut [7] :

Tabel 1 Spesifikasi *Closed Impeller* Sudu 8 Fabrikasi

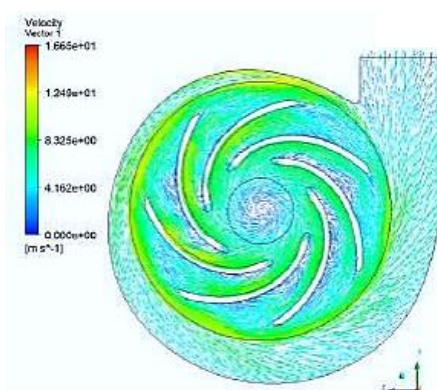
Unit	Nilai	Satuan
Capacity	0,03153	m ³ /s
Head	157,873	m
Speed	2980	RPM
Cairan	Fresh Water	
Temperature	30	C
Density	997	Kg/m ³
Daya Pompa	79750	W
Daya Motor	86310	W

B. Hasil Simulasi Computational Fluid Dynamic (CFD)



Gambar 4 *Open Impeller* Sudu 8

Untuk mengetahui hasil unjuk kerja dari sebuah *impeller* maka perlu di simulasikan menggunakan *Computational Fluid Dynamic* (CFD) pada *software* SolidWorks agar dapat mendeteksi dan memberikan gambaran visual secara jelas bagaimana aliran, fluida, tekanan, dan kecepatan yang dihasilkan oleh *impeller* tersebut pada saat masuk sampai keluar pompa apakah sudah sesuai atau tidak, serta jika adanya kejanggalan akan segera di perbaiki sehingga hasil kinerja dari pompa tersebut akan lebih optimal dan efisien [8].



Gambar 5 Simulasi CFD pada *impeller* Pompa Sentrifugal

Dalam penggunaan simulasi CFD pada *software* SolidWorks seperti gambar (5) [9] diatas juga dapat mengetahui *pressure inlet* dan *outlet* serta kecepatan *inlet* dan *outlet* yang dimana hasil ini akan digunakan dalam menghitung unjuk kerja teoritis dari pompa sentrifugal. Berikut data yang dihasilkan dari simulasi tersebut :

Tabel 2 Hasil Simulasi CFD *Open Impeller* Sudu 8

Goal Name	Unit	Value	Average Value	Value	
				Max	Min
P Inlet	Pa	101325.135	101325.135	101325.135	101325.135
P Outlet	Pa	101837.8616	101837.8616	101837.8616	101837.8616
V. Inlet	m/s	0.505715256	0.505715256	0.505715256	0.505715256
V. Outlet	m/s	1.013720563	1.013720563	1.013720563	1.013720563

Dari data hasil simulasi CFD pada tabel 2 diatas maka diperoleh hasil unjuk kerja Head Teoritis, Kapasitas Teoritis, Daya Cairan, dan Daya Poros sebagai berikut :

a. Head Teoritis

$$H_t = \frac{(1,022^2 - 1,013^2)}{9,8 \text{ m/s}^2} + \frac{(42,887^2 \text{ m/s} - 19,494^2 \text{ m/s})}{9,8 \text{ m/s}^2} + \frac{(3,916^2 - 4,504^2)}{9,8 \text{ m/s}^2} = 148,403 \text{ m}$$

Keterangan :

$$C_1 = 1,013 \text{ m/s}$$

$$C_2 = 1,022 \text{ m/s}$$

$$U_1 = 19,494 \text{ m/s}$$

$$U_2 = 42,887 \text{ m/s}$$

$$W_1 = 3,916 \text{ m/s}$$

$$W_2 = 4,504 \text{ m/s}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

b. Kapasitas Teoritis

$$Q_{ts} = 0,013 \times 3,14 \times 0,275 \times 1,013 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,01138 \text{ m}^3/\text{s}$$

Keterangan :

$$b_2 = 0,013 \text{ m}$$

$$\pi = 3,14$$

$$D_2 = 275 \text{ mm} = 0,275 \text{ m}$$

$$C_{2r} = 1,01372 \text{ m/s}$$

c. Daya Cairan

$$P_w = 997 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,01138 \text{ m}^3/\text{s} \times 148,40 \text{ m} = 16500,22 \text{ W}$$

Keterangan :

$$\rho = 997 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$Q = 0,01138 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_t = 148,40 \text{ m}$$

d. Daya Poros

$$P = \frac{P_w}{\eta_p} = \frac{16500,22 \text{ W}}{0,62} = 26613,26 \text{ W}$$

Keterangan :

$$\eta_p = 62 \% = 0,62$$

$$P_w = 16500,22 \text{ W}$$

C. Perbandingan Unjuk Kerja

Setelah unjuk kerja dari *Open Impeller* Sudu 8 telah diketahui dari perhitungan diatas dapat ditemukan adanya perbedaan dari data desain fabrikasi dengan data unjuk kerja simulasi sebagai berikut :

Tabel 3. Perbandingan Data Desain Fabrikasi dengan Data Unjuk Kerja Simulasi

Parameter	Fabrikasi <i>Closed Impeller</i> Sudu 8	Simulasi <i>Open Impeller</i> Sudu 8
Kapasitas	0,03143 m ³ /s	0,01138 m ³ /s
Head	157,873 m	148,403 m

4. SIMPULAN

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian simulasi ini, yaitu sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian *open impeller* Sudu 8 memiliki Head Teoritis 148,403 m, Kapasitas Teoritis 0,01138 m³/s, Daya Cairan 16500,2 W, dan Daya Poros 26613,257 W.
2. Hasil perhitungan unjuk kerja *open impeller* sudu 8 yang didapat dari hasil simulasi diatas menunjukkan bahwa keandalan *open impeller* dalam mengalirkan fluida *fresh water* sudah efisien dan optimal, serta visual aliran yang dihasilkan sudah bagus sesuai dengan perhitungan.
3. Dari hasil perbandingan data fabrikasi *closed impeller* sudu 8 dengan hasil simulasi *open impeller* sudu 8 maka dapat disimpulkan bahwa untuk *closed impeller* lebih efisien dalam mengalirkan jenis *fluida fresh water*, karena memiliki kapasitas dan tekanan aliran lebih besar daripada *open impeller*.
4. Dari jurnal Prihadi Nikosai TBS [10], sebagai pembanding bahwasannya hasil dari simulasi CFD yang digunakan sudah sesuai, sehingga simulasi ini terbukti sangat membantu dalam perancangan sebuah *equipment* dengan di tinjau dari hasil simulasi yang sudah berjalan dan *output* yang dikeluarkan oleh simulasi CFD membantu *equipment* menjadi lebih optimal dan efisien.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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.
- [2] Igor J.K, Joseph P.M, Paul P.M, Charles C.Heald. (2008). *PUMP HANDBOOK*. Fourth Edition, Amerika Serikat.
- [3] Khetagurov, M. (2004). *Marine Auxiliary Machinery and Systems*. Hawaii: UNIVERSITY PRESS OF THE PASIFIC.
- [4] TORISHIMA PUMP HAND BOOK. (2011). TORISHIMA PUMP MFG. CO. LTD. Osaka : Japan.
- [5] Ir. Sularso, Prof. Dr. Haruo Tahara. (1983). *Pompa Dan Kompresor Pemilihan, Pemakaian Dan Pemeliharaan*. Association for International Tecnical Promotion. Tokyo : Japan.
- [6] Friz Dietzel. (1990). *Turbin, Pompa, Dan Kompresor*. Jakarta: Erlangga.
- [7] Hamudin Piko. (2019). *Perancangan Pompa Sentrifugal Kapasitas 113,5 M³/Jam Dan Head 155 M Dengan Fluida Air Bersih*. PEM Akamigas. Cepu : Blora.
- [8] Dr. A. Sobachkin, Dr. G. Dumnov. (2014). *Numerical Basis of CAS-Embedded CFD*. Russia: Solidwork.
- [9] 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.
- [10] 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

H_t	=	Head Teoritis pada impeller pompa, m
C	=	Kecepatan Absolute, m/s
U	=	Kecepatan Tangensial, m/s
W	=	Kecepatan Relatif, m/s
g	=	Gaya Gravitasi, (9,81 m/s ²)
..1	=	Sisi Masuk
..2	=	Sisi Keluar
Q_{ts}	=	Kapasitas, m ³ /s
b_2	=	Lebar Sisi Keluar Impeler, m
π	=	Konstanta (3,14)
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
P	=	Daya Poros, W
η_p	=	Efisiensi Pompa, %