

SKRIPSI

**PERANCANGAN IMPELLER POMPA SENTRIFUGAL PADA
KAPAL *CUTTER SUCTION DREDGER (CSD)* BERBASIS
*COMPUTATION FLUID DYNAMIC (CFD)***

Disusun dan diajukan oleh:

**RIZKY KHATAMI RUSTAM
D091191074**



**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PERANCANGAN IMPELLER POMPA SENTRIFUGAL PADA KAPAL CUTTER SUCTION DREDGER (CSD) BERBASIS COMPUTATION FLUID DYNAMIC (CFD)

Disusun dan diajukan oleh


RIZKY KHATAMI RUSTAM
D091191074


Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 23 Juli 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,


Pembimbing Pendamping,


Ir. Sverly Khira, M.T.
NIP.19640501 199002 2 001


M. Iqbal Nikmatullah, S.T., M.T.
NIP.19870131 201903 1 007



Ketua Program Studi,


M. Mahomudin, S.T., M.Inf.Tech., M.Eng., IPM
NIP.19810211 200501 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : RIZKY KHATAMI RUSTAM
NIM : D091191074
Program Studi : TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

PERANCANGAN IMPELLER POMPA SENTRIFUGAL PADA KAPAL CUTTER SUCTION DREDGER (CSD) BERBASIS COMPUTATION FLUID DYNAMIC (CFD)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 1 Agustus 2024

Yang Menyatakan



RIZKY KHATAMI RUSTAM

ABSTRAK

RIZKY KHATAMI RUSTAM PERANCANGAN IMPELLER POMPA SENTRIFUGAL PADA KAPAL CUTTER SUCTION DREDGER (CSD) BERBASIS COMPUTATION FLUID DYNAMIC (CFD). (Dibimbing oleh Ir Syerly Klara, M.T. dan Muhammad Iqbal Nikmatullah, S.T., M.T.)

Kapal keruk adalah kapal yang berfungsi untuk mengambil atau memindahkan material dari dasar perairan, seperti lumpur, pasir, hasil tambang, dan material lainnya. Pada kapal keruk *cutter suction dredger* melibatkan penghisapan material dari dasar perairan melalui pompa isap. Pompa hisap yang digunakan biasanya adalah pompa sentrifugal, yang memiliki kapasitas hisap besar untuk menghisap material dari dasar perairan, kinerja pompa menjadi faktor yang paling krusial. Untuk menjaga kinerja dan efisiensi operasional, dilakukan analisis pompa sentrifugal terhadap putaran dan diameter impeller. Putaran impeller yang lebih tinggi dapat meningkatkan kecepatan dan efisiensi pengerukan, namun dapat menyebabkan peningkatan keausan pada komponen dan konsumsi energi yang lebih tinggi. Sementara itu, diameter impeller yang lebih besar dapat meningkatkan kapasitas hisap dan efisiensi pengerukan, namun juga dapat menyebabkan konsumsi energi yang lebih tinggi dan keausan yang lebih cepat pada komponen. Maka penelitian ini dilakukan untuk mencari diameter dan putaran yang optimal untuk pompa kapal keruk dengan menguji performa diameter dan putaran impeller yang telah divariasikan pada pompa kapal CSD berbasis simulasi *Computation Fluid Dynamics* (CFD). Hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu debit aliran tertinggi pada impeller dengan diameter 0,5 m yaitu 0,775 m³/s dengan putaran impeller 1480 rpm, nilai *Head* tertinggi pada impeller dengan diameter 0,5 m yaitu 240,163 m dengan putaran impeller 1480 rpm. Dan nilai efisiensi tertinggi yaitu 91% pada diameter impeller 0,4 m dengan putaran impeller 1350 rpm. Dari hasil yang didapat maka dapat diasumsikan bahwa impeller dengan diameter yang terlalu kecil atau terlalu besar tidak dapat mengoptimalkan proses, karena tidak cocok dengan karakteristik aliran fluida yang diinginkan atau memunculkan efek turbulensi yang dapat mengurangi efisiensi pada pompa.

Kata kunci: kapal CSD, Pompa, *computational fluids dynamic* (CFD), impeller

ABSTRACT

RIZKY KHATAMIRUSTAM. *Design Of Centrifugal Pump Impeller On Cutter Suction Dredger (Csd) Based On Computational Fluid Dynamics (CFD).* (Supervised by Ir Syerly Klara, M.T. and Muhammad Iqbal Nikmatullah, S.T., M.T.)

A dredger is a vessel that functions to take or move material from the bottom of the water, such as mud, sand, mining products, and other materials. The cutter suction dredger involves suctioning material from the bottom of the water through a suction pump. The suction pump used is usually a centrifugal pump, which has a large suction capacity to suck material from the bottom of the water, pump performance is the most crucial factor. To maintain operational performance and efficiency, a centrifugal pump analysis of impeller rotation and diameter was conducted. Higher impeller rotation can increase dredging speed and efficiency, but can lead to increased wear on components and higher energy consumption. Meanwhile, larger impeller diameters can increase suction capacity and dredging efficiency, but can also lead to higher energy consumption and faster wear on components. Therefore, this research was conducted to find the optimal diameter and rotation for dredger pumps by testing the performance of varied impeller diameters and rotations on CSD ship pumps based on Computation Fluid Dynamics (CFD) simulations. The results obtained from this research are the highest flow discharge on the impeller with a diameter of 0.5 m which is 0.775 m³ / s with an impeller rotation of 1480 rpm, the highest Head value on the impeller with a diameter of 0.5 m which is 244.279 m with an impeller rotation of 1480 rpm. And the highest efficiency value is 91% at 0.4 m impeller diameter with 1350 rpm impeller rotation. From the results obtained, it can be assumed that an impeller with a diameter that is too small or too large cannot optimize the process, because it does not match the desired fluid flow characteristics or create a turbulence effect that can reduce the efficiency of the pump..

Keywords: CSD vessels, pumps, computational fluid dynamics (CFD), impeller

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Cutter Suction Dredger (CSD).....	4
2.2 Pompa Sentrifugal.....	8
2.3 Impeller Pompa.....	10
2.4 Simulasi Computation Fluida Dynamic (CFD).....	15
BAB III METODE PENELITIAN/PERANCANGAN.....	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	17
3.2 Studi Literatur.....	17
3.3 Pengumpulan Data.....	17
3.4 Pembuatan Model.....	18
3.5 Tahapan Simulasi.....	21
3.6 Analisa dan Pembahasan.....	21
3.7 Validasi.....	22
3.8 Kesimpulan.....	22
3.9 Kerangka Alur Penelitian.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Gambaran Umum.....	24
4.2 Simulasi Menggunakan CFD (<i>Computation Fluid Dynamic</i>).....	24
4.3 Pengaruh Variasi Diameter Impeller Terhadap Debit Aliran.....	28
4.4 Pengaruh Variasi Diameter Impeller Terhadap <i>Head</i> Pompa.....	41
4.5 Pengaruh Variasi Diameter Impeller Terhadap Efisiensi Impeller.....	43
4.6 Validasi / Verifikasi Hasil Simulasi.....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
Lampiran.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Sketsa Kapal Cutter Suction Dredger (CSD)	4
Gambar 2 Jenis- Jenis Impeller Berdasarkan Konstruksi.....	12
Gambar 3 Impeller Tertutup.....	12
Gambar 4 Impeller Terbuka	13
Gambar 5 Impeller Semi Terbuka	14
Gambar 6 Impeller Berdasarkan Isapan	14
Gambar 7 Peta Lokasi Penelitian	17
Gambar 8 Diagram Alur Penelitian	23
Gambar 9 Tahapan Simulasi <i>Ansys CFX R2 2020</i>	24
Gambar 10 Hasil <i>Import Geometry</i> Model Pompa	25
Gambar 11 Hasil <i>Meshing</i> Model Pompa tampak samping	26
Gambar 12 Grafik konvergensi pada model standar.....	27
Gambar 13 Grafik Hubungan Antara Variasi Diameter Impeller Dan Putaran Terhadap Debit	40
Gambar 14 Grafik Hubungan Antara Variasi Diameter Impeller Dan Putaran Terhadap <i>Head</i>	42
Gambar 15 Grafik Hubungan Antara Variasi Diameter Impeller Dan Putaran Terhadap Efisiensi Gambar 14 Grafik Hubungan Antara Variasi Diameter Impeller Dan Putaran Terhadap <i>Head</i>	42
Gambar 16 Grafik Hubungan Antara Variasi Diameter Impeller Dan Putaran Terhadap Efisiensi Impeller	45

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Spesifikasi Pompa Slurry Sentrifugal	18
Tabel 2 Dimensi Model Impeller 0,3 m	18
Tabel 3 Dimensi Model Impeller 0,35 m	19
Tabel 4 Dimensi Model Impeller 0,4 m	19
Tabel 5 Dimensi Model Impeller 0,45 m	19
Tabel 6 Dimensi Model Impeller 0,5 m	20
Tabel 7 Variasi Dimensi Model Impeller	20
Tabel 8 Informasi Mesh	26
Tabel 9 Karakter Kondisi Model	27
Tabel 10 Hasil Simulasi Kecepatan Aliran Diameter 0,3 m Tiap Putaran pada <i>Discharge</i>	28
Tabel 11 Hasil Simulasi Kecepatan Aliran Diameter 0,35 m Tiap Putaran pada <i>Discharge</i>	30
Tabel 12 Hasil Simulasi Kecepatan Aliran Diameter 0,4 m Tiap Putaran Pada <i>Discharge</i>	32
Tabel 13 Hasil Simulasi Kecepatan Aliran Diameter 0,45 m Tiap Putaran Pada <i>Discharge</i>	33
Tabel 14 Hasil Simulasi Kecepatan Aliran Diameter 0,5 m Tiap Putaran Pada <i>Discharge</i>	35
Tabel 15 Hasil Simulasi Kecepatan Aliran Fluida pada <i>Discharge</i> Pompa	37
Tabel 16 Hasil Debit Aliran <i>Suction</i> dan <i>Discharge</i> Pompa	39
Tabel 17 Hasil <i>Head</i> Pompa	41
Tabel 18 Efisiensi Impeller	44
Tabel 19 Volume Total Impeller	46
Tabel 20 Volume Daun Impeller	47
Tabel 21 Konversi rpm Ke rps	47
Tabel 22 Debit Impeller Teoritis	48
Tabel 23 Hasil Validasi Debit Aliran	49

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
D_h	Diameter Leher Impeller (mm)
D_0	Diameter Mata Impeller (mm)
D_1	Diameter Sisi Masuk Impeller (mm)
D_2	Diameter Sisi Keluar Impeller (mm)
β_1	Sudu Masuk Impeller ($^\circ$)
β_2	Sudu Kelur Impeller ($^\circ$)
V	Kecepatan Aliran (m/s)
A	Luasan (m ²)
Q	Kapasitas Aliran (m ³ /s)
H	Tinggi Kepala (m)
η	Efisiensi (%)
V_{total}	Volume total (m ³)
rpm	Radian per menit
rps	Radian per detik

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Brosur Pompa	54
Lampiran 2 Dimensi Utama Pompa	55
Lampiran 3 Data Kapal CSD	56
Lampiran 4 Geometry Mode Impeller Diameter 0,3 m Putaran 1100 rpm, 1300 rpm, 1350 rpm, 1400 rpm dan 1480 rpm	57
Lampiran 5 Geometry Model Impeller Diameter 0,35 m Putaran 1100 rpm, 1300 rpm, 1350 rpm, 1400 rpm dan 1480 rpm	57
Lampiran 6 Geometry Model Impeller Diameter 0,4 m Putaran 1100 rpm, 1300 rpm, 1350 rpm, 1400 rpm dan 1480 rpm	58
Lampiran 7 Geometry Model Impeller Diameter 0,45 m Putaran 1100 rpm, 1300 rpm, 1350 rpm, 1400 rpm dan 1480 rpm	58
Lampiran 8 Geometry Model Impeller Diameter 0,5 m Putaran 1100 rpm, 1300 rpm, 1350 rpm, 1400 rpm dan 1480 rpm	59
Lampiran 9 Hasil Meshing Model Impeller Diameter 0,3 m Putaran 1100 rpm, 1300 rpm, 1350 rpm, 1400 rpm dan 1480 rpm	59
Lampiran 10 Hasil Meshing Model Impeller Diameter 0,35 m Putaran 1100 rpm, 1300 rpm, 1350 rpm, 1400 rpm dan 1480 rpm	60
Lampiran 11 Hasil Meshing Model Impeller Diameter 0,4 m Putaran 1100 rpm, 1300 rpm, 1350 rpm, 1400 rpm dan 1480 rpm	60
Lampiran 12 Hasil Meshing Model Impeller Diameter 0,45 m Putaran 1100 rpm, 1300 rpm, 1350 rpm, 1400 rpm dan 1480 rpm	61
Lampiran 13 Hasil Meshing Model Impeller Diameter 0,5 m Putaran 1100 rpm, 1300 rpm, 1350 rpm, 1400 rpm dan 1480 rpm	61
Lampiran 14 Grafik Konvergensi Model Impeller Diameter 0,3 m Putaran 1100 rpm	62
Lampiran 15 Grafik Konvergensi Model Impeller Diameter 0,3 m Putaran 1300 rpm	62
Lampiran 16 Grafik Konvergensi Model Impeller Diameter 0,3 m Putaran 1350 rpm	62
Lampiran 17 Grafik Konvergensi Model Impeller Diameter 0,3 m Putaran 1400 rpm	63
Lampiran 18 Grafik Konvergensi Model Impeller Diameter 0,3 m Putaran 1480 rpm	63
Lampiran 19 Grafik Konvergensi Model Impeller Diameter 0,35 m Putaran 1100 rpm	63
Lampiran 20 Grafik Konvergensi Model Impeller Diameter 0,35 m Putaran 1300 rpm	64
Lampiran 21 Grafik Konvergensi Model Impeller Diameter 0,35 m Putaran 1350 rpm	64
Lampiran 22 Grafik Konvergensi Model Impeller Diameter 0,35 m Putaran 1400 rpm	64
Lampiran 23 Grafik Konvergensi Model Impeller Diameter 0,35 m Putaran 1480 rpm	65

Lampiran	24 Grafik Konvergensi Model Impeller Diameter 0,4 m Putaran 1100 rpm	65
Lampiran	25 Grafik Konvergensi Model Impeller Diameter 0,4 m Putaran 1300 rpm	65
Lampiran	26 Grafik Konvergensi Model Impeller Diameter 0,4 m Putaran 1350 rpm	66
Lampiran	27 Grafik Konvergensi Model Impeller Diameter 0,4 m Putaran 1400 rpm	66
Lampiran	28 Grafik Konvergensi Model Impeller Diameter 0,4 m Putaran 1480 rpm	66
Lampiran	29 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,3 m Kecepatan 1100 rpm.....	67
Lampiran	30 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,3 m Kecepatan 1300 rpm.....	67
Lampiran	31 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,3 m Kecepatan 1350 rpm.....	68
Lampiran	32 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,3 m Kecepatan 1400 rpm.....	68
Lampiran	33 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,3 m Kecepatan 1480 rpm.....	69
Lampiran	34 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,35 m Kecepatan 1100 rpm.....	69
Lampiran	35 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,35 m Kecepatan 1300 rpm.....	70
Lampiran	36 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,35 m Kecepatan 1350 rpm.....	70
Lampiran	37 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,35 m Kecepatan 1400 rpm.....	71
Lampiran	38 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,35 m Kecepatan 1480 rpm.....	71
Lampiran	39 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,4 m Kecepatan 1100 rpm.....	72
Lampiran	40 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,4 m Kecepatan 1300 rpm.....	72
Lampiran	41 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,4 m Kecepatan 1350 rpm.....	73
Lampiran	42 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,4 m Kecepatan 1400 rpm.....	73
Lampiran	43 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,4 m Kecepatan 1480 rpm.....	74
Lampiran	44 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,45 m Kecepatan 1100 rpm.....	74
Lampiran	45 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,45 m Kecepatan 1300 rpm.....	75
Lampiran	46 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,45 m Kecepatan 1350 rpm.....	75
Lampiran	47 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,45 m Kecepatan 1400 rpm.....	76

Lampiran 48	Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,45 m Kecepatan 1480 rpm.....	76
Lampiran 49	Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,5 m Kecepatan 1100 rpm.....	77
Lampiran 50	Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,5 m Kecepatan 1300 rpm.....	77
Lampiran 51	Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,5 m Kecepatan 1350 rpm.....	78
Lampiran 52	Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,5 m Kecepatan 1400 rpm.....	78
Lampiran 53	Kontur Kecepatan Aliran Pada Pompa Impeller Diameter 0,5 m Kecepatan 1480 rpm.....	79

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidaya-Nya serta sholawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “*PERANCANGAN IMPELLER POMPA SENTRIFUGAL PADA KAPAL CUTTER SUCTION DREDGER (CSD) BERBASIS COMPUTATION FLUID DYNAMIC (CFD)*”. Tujuan penulisan ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam jenjang perkuliahan Strata I di Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hassanuddin. Tak lupa sholawat serta salam juga penulis harutkan kepada Rasulullah Muhammad SAW beserta para sahabat.

Selesainya Skripsi/Tugas Akhir (TA) ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui ini penulis memberikan ucapan terima kasih sebanyak – banyaknya kepada beberapa pihak yang berjasa selama saya kuliah :

1. Allah Subhanawata’alah yang telah memberikan kesehatan, kesabaran, dan kelancaran dalam proses perkuliahan dan penulisan skripsi ini.
2. Kedua orang tua saya Rustam Rajak S.P dan Sitty Nursila Djafar SPd serta saudara saya yang paling saya cintai Maulidiawaty Rustam S.TP, Kovifa Rustam, dan Chairunnisa Putri Rustam yang selalu medoakan serta membrikan dukungan secara moral dan material.
3. Ibu Ir. Hj. Syerly Klara, M.T. dan Bapak Muhammad Iqbal Nikmatullah, S.T., M.T selaku pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan arahan, bimbingan dan motivasi mulai dari awal penelitian hingga terselesaiakannya skripsi ini.
4. Bapak Baharuddin, S.T., M.T dan ibu Haryanti Rivai, S.T., M.T., Ph.D. selaku penguji yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan arahan, masukan serta motovasi mulai dari awal penelitian hingga terselesaikan skripsi ini.
5. Terimakasih kepada bapak Ir.Zulkifli M.T. yang telah memberikan motivasi, arahan serta pembelajaran selama masa perkuliahan dan menjadi teman cerita untuk saya dan teman-teman angkatan 2019.

6. Dr. Eng. Faisal Mahmudin, S.T., M. Tech, M. Eng. Selaku ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Dosen – dosen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu, motivasi serta bimbingannya selama proses perkuliahan
8. Staf Tata Usaha Departement Teknik Sistem Perkapalan terutama Pak Enal yang telah membantu mempersiapkan segala urusan seminar dan menjadi teman cerita serta seluru staf Departement Teknik Sistem Perkapalan yang telah membantu segala aktivitas administrasi baik selama perkuliahan dan juga dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Teman – teman KORTNOZZLE19 yang telah memberikan banyak pengalaman baru yang tidak mungkin bisa penulis lupakan termasuk berbagai rasa dan canda tawa.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis berharap adanya kritik dan saran sebagai bahan untuk memenuhi kekurangan dari penulis skripsi ini.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Gowa, Juli 2024

PENULIS

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim dengan posisi geografis yang sangat strategis, berperan penting dalam semua aspek kemaritiman di dunia. Sejak dahulu, perjalanan dan perdagangan antar pulau berkembang dengan memanfaatkan berbagai jenis kapal. Seiring berjalannya waktu, teknologi maritim Indonesia juga ikut berkembang, salah satunya melalui produk kapal keruk. Kapal keruk adalah kapal yang berfungsi untuk mengambil atau memindahkan material dari dasar perairan, seperti lumpur, pasir, hasil tambang, dan material lainnya. Oleh karena itu, kapal keruk sering digunakan untuk berbagai keperluan, seperti pengerukan sungai, memperdalam jalur pelabuhan, pertambangan, reklamasi, kabelisasi, dan pekerjaan dasar laut lainnya.

Kapal Keruk Cutter Suction Dredger atau disebut (CSD) adalah salah satu jenis kapal keruk yang dikenal juga sebagai kapal hisap keruk. Sistem kerja kapal keruk cutter suction dredger melibatkan penghisapan material dari dasar perairan melalui pipa hisap yang dilengkapi dengan alat pemotong (cutter) di ujungnya. Alat pemotong ini berfungsi untuk memperkecil ukuran material yang masuk ke pipa hisap, sehingga mempercepat proses pengerukan. Pompa hisap yang digunakan biasanya adalah pompa sentrifugal, yang memiliki kapasitas hisap besar untuk menghisap material dari dasar perairan. Di perairan sungai, umumnya digunakan kapal keruk tipe hisap kecil tanpa peralatan penggerak, sehingga membutuhkan bantuan kapal pendukung lainnya untuk beroperasi seperti tongkang ataupun kapal tunda. Tongkang digunakan untuk penampungan hasil pengerukan dan sedangkan kapal tunda digunakan untuk membantu kapal menuju lokasi pengerukan.

Saat kapal keruk beroperasi, kinerja pompa menjadi faktor yang paling krusial. Untuk menjaga kinerja dan efisiensi operasional, dilakukan analisis pompa sentrifugal terhadap rotasi dan diameter impeller. Rotasi impeller yang lebih tinggi dapat meningkatkan kecepatan dan efisiensi pengerukan, namun dapat menyebabkan peningkatan keausan pada komponen dan konsumsi energi yang lebih tinggi. Sementara itu, diameter impeller yang lebih besar dapat meningkatkan

kapasitas hisap dan efisiensi pengerukan, namun juga dapat menyebabkan konsumsi energi yang lebih tinggi dan keausan yang lebih cepat pada komponen. Hal ini penting karena kapal keruk sering berpindah tempat operasi, dan dengan perbedaan topografi, material yang akan dikeruk juga bervariasi. Material ini bisa berkisar dari pasir dan batu dengan kandungan minimum hingga dasar air yang berbatu dan berlumpur keras. (Musriyadi et al., 2017)

Pada penelitian sebelumnya, sudah dilakukan penelitian mengenai perencanaan impeller pompa sentrifugal berdiameter 0,4 m pada kapal *Cutter Suction Dredger* (CSD) menggunakan *solidwork* (Adisasmita & P, 2018). Hasil penelitian tersebut ialah mendapatkan ukuran dimensi utama dari impeller melalui perhitungan, ukuran utama yang didapatkan antara lain; diameter poros impeller sebesar 57,8 mm diameter leher impeller sebesar 80,92 mm diameter mata impeller sebesar 203,58 mm diameter sisi masuk impeller sebesar 230,05 mm sudut masuk impeller $10,48^\circ$ diameter sisi keluar impeller sebesar 400 mm dan memiliki 5 sudu. Pada penelitian tersebut juga mendapatkan hasil penggambaran model impeller yang sesuai dengan dimensi ukuran utama. Dalam penelitian ini menyarankan untuk uji performa dari desain impeller yang direncanakan.

Maka dari itu, studi ini melanjutkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Imam Purwa Adisasmita pada tahun 2018 untuk menguji performa impeller pompa yang telah direncanakan. Namun pada penelitian ini variasi putaran dan diameter impeller ditambahkan untuk mencapai hasil performa yang optimal pada kinerja impeller pompa pada kapal CSD berbasis simulasi *Computation Fluid Dynamics* (CFD), sehingga ini menjadi perbedaan utama antara penelitian ini dan penelitian sebelumnya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapakah diameter dan putaran optimal dari impeller pompa sentrifugal pada kapal *Cutter Suction Dredger* (CSD)?
2. Berapa besar efisiensi dari impeller pompa sentrifugal pada kapal *Cutter Suction Dredger* (CSD)?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mendapatkan diameter dan putaran yang optimal dari impeller pompa sentrifugal kapal *Cutter Suction Dredger*.
2. Untuk mendapatkan besar efisiensi pompa sentrifugal pada kapal CSD yang telah direncanakan.

1.4 Manfaat Penelitian

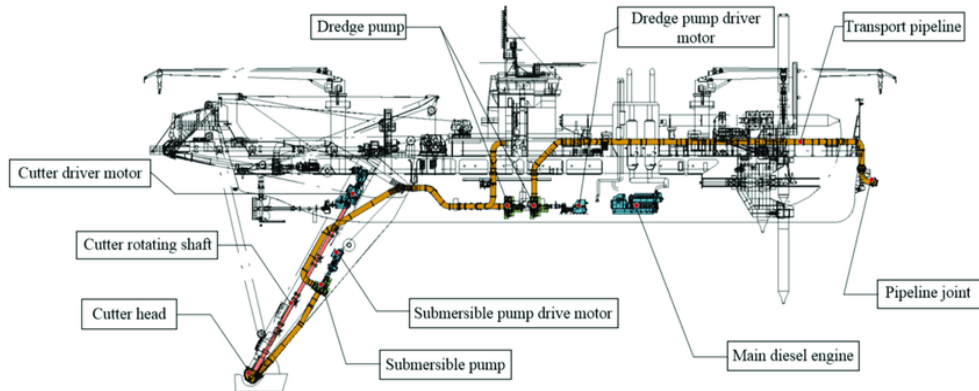
1. Meningkatkan kemampuan desainer pompa sentrifugal untuk memilih pompa yang pas pada kapal *Cutter Suction Dredger*.
2. Dapat berfungsi sebagai referensi untuk kemajuan teknologi pompa sentrifugal kontemporer yang lebih efektif dan efisien.

1.5 Ruang Lingkup

1. Diameter impeller pompa divariasikan menjadi 0,3 m, 0,35 m, 0,4 m, 0,45 m, dan 0,5 m dengan jumlah 5 sudu. Putaran pada impeller juga divariasikan sebanyak 5 variasi, yaitu 1100 rpm, 1300 rpm, 1350 rpm, 1400 rpm, dan 1480 rpm.
2. Parameter pada dimensi impeller disamakan, dan hanya terdapat perbedaan pada sudut keluar impeller.
3. Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja pompa diabaikan (misalnya: kavitasi, perubahan temperatur, fatigue impeller).

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cutter Suction Dredger (CSD)



Gambar 1 Sketsa Kapal Cutter Suction Dredger (CSD)

Cutter Suction Dredger (CSD) atau kapal keruk hisap adalah kapal yang dirancang khusus untuk melakukan pengerukan material di dasar air, seperti pada laut dangkal, sungai, danau, dan lain sebagainya. Kapal ini juga dirancang untuk kebutuhan pelabuhan, *offshore*, dan sebagainya

CSD yang beroperasi dilaut memiliki lambung yang sama seperti kapal yang digunakan untuk pelayaran. Kapal keruk dilengkapi perlengkapan pengerukan secara hidraulis, pembongkarang material yang hasil keruknya kemudian ditampung, dan dikirim ke tempat pembuangan, material yang diangkat kedarat berhasil dinaikkan dengan menggunakan pompa hisap/keruk melalui pipa penghisap.

Kapal keruk *Cutter Suction Dredger*, cara kerjanya secara hidrolis, yang artinya mencakup semua peralatan keruk yang menggunakan pompa sentrifugal dalam sistem transportasinya dalam memindahkan material pengerukan ke tempat penampungan. Kapal ini memiliki kemampuan untuk mengeruk hampir semua jenis material tanah (pasir, tanah liat, dan batu kerikil).

Kapal keruk ini berupa tabung untuk menghisap dengan dilengkapi kepala pemotong yang berada di pintu penghisap untuk mengeruk material keras seperti batu. Setelah kapal ini menghisap material, maka akan dikeluarkan melalui pipa ke tempat penampung. Alat pemotong dirancang sangat kuat dengan 2 buah spud can

di bagian belakang dan 2 jangkar di bagian depan kiri dan kanan. Prosedur dari pengerjaan pengerukan dengan CSD, mulanya pergerakan CSD dalam mengeruk yaitu menggunakan jangkar yang disambung dengan sling yang diikatkan pada *cutterhead*, lalu *wmm draghead* ditarik kekiri-kekanan untuk memotong material didalam air. Sedangkat satu spud bekerja agar kapal tetap pada posisinya. Untuk menggerakkan CSD ke lokasi lain dengan menggunakan spud lainnya untuk bergerak maju. Untuk pergerakan vertikal *drarhead*, dengan menggunakan *wmm* yang disambungkan dengan saling kemudian diikatkan pada ponton/*barge*. Segala kegiatan yang dilakukan didalam air dimonitor langsung melalui komputer (Naifah, 2017).

Adapun yang dapat mempengaruhi dari kerja CSD, yaitu :

- Kedalaman keruk
- Karakteristik tanah
- Lalu lintas perairan
- Kondisi cuaca, ombak, dan arus
- Pasang-surut
- Daya pompa
- Jenis Cutterhead
- Panjang pipa
- Daya wmm
- Dan ketebalan material yang dikeruk

2.1.1 Pompa

Pompa merupakan peralatan utama maupun sebagai pendukung utama yang sangat penting dalam dunia industri. Pemakaian pompa yang pada awalnya hanya terbatas pada penyediaan air untuk keperluan sehari-hari, tetapi seiring dengan berkembangnya teknologi di industri saat ini, pompa banyak digunakan untuk kebutuhan di berbagai sektor industri terutama di industri proses, industri kimia, industri tekstil, industri minyak, industri pembangkitan tenaga listrik, irigasi, perusahaan air bersih, untuk pelayanan gedung dan lain-lain.

Pompa berfungsi mengkonversikan energi mekanis poros dari penggerak mula menjadi energi potensial atau tekanan fluida (zat) cair. Pompa digunakan untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih

tinggi atau mengalirkan cairan ke tempat yang menghasilkan tekanan atau ketinggian tertentu, dimana tidak dimungkinkannya cairan tersebut mengalir secara alami. Pompa juga dapat digunakan untuk mensirkulasikan cairan, misalnya air pendingin atau pelumas yang melewati mesin-mesin dan peralatan.

Penggunaan pompa yang demikian luas dengan berbagai macam jenis dan bentuknya, memerlukan pengetahuan yang cukup tentang berbagai penerapan dan pemilihan jenis atau tipe pompa yang tepat sesuai dengan kebutuhan, kondisi dan lingkungan operasi yang dilayaninya. Pengetahuan yang diperlukan tersebut mulai dari tujuan penggunaannya, jenis dan sifat zat cair yang dipompakan, keadaan lingkungan, karakteristik head dan kapasitasnya, pemilihan penggeraknya, bahkan sampai pada konstruksi, pemasangan/instalasi dan perawatannya. (Mahmudi, 2012)

Secara garis besar pompa digunakan untuk :

1. Memindahkan cairan dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi.
2. Menaikkan tekanan yang dimiliki cairan.
3. Menaikkan kecepatan aliran dari cairan.
4. Memindahkan cairan lebih banyak dalam jangka waktu tertentu.

2.1.2 Klasifikasi Pompa

Berdasarkan prinsip kerjanya pompa diklasifikasikan menjadi:

1. Pompa Perpindahan Positif

Pompa perpindahan positif (positive displacement pump) sering disebut juga dengan pompa tekanan statik adalah pompa yang mengalirkan zat cair dengan kapasitas atau debit tetap terhadap perubahan/variasi tekanan atau head, dan fluida berpindah karena menerima dorongan/desakan. Yang dimaksud pompa perpindahan positif sebagai berikut:

a. Pompa Bolak – Balik atau Resiprok

Pompa bolak-balik atau resiprok adalah pompa yang mengubah energi mekanis poros dari penggerak pompa menjadi energi aliran dari zat cair yang dipindahkan dengan menggunakan elemen yang bergerak bolak-balik dalam silinder. Pompa bolak-balik umumnya digunakan untuk pemompaan cairan kental dan sumur minyak.

b. Pompa Rotari

Pompa rotari merupakan pompa dimana energi dari mesin penggerak ditransmisikan dengan menggunakan elemen yang berputar di dalam rumah pompa (casing). Pompa-pompa tersebut digunakan untuk layanan khusus dengan kondisi khusus yang ada di lokasi industri. Pada seluruh pompa jenis perpindahan positif termasuk pompa rotari, jika pipa pengantarnya tersumbat, tekanan akan naik ke nilai yang sangat tinggi dimana hal ini dapat merusak pompa.

2. Pompa Dinamik

Pompa tekanan dinamik adalah pompa yang mengalirkan zat cair dengan kapasitas atau debit bervariasi bergantung pada tekanan atau head, dan fluida berpindah karena kecepatan/perubahan aliran. Pompa jenis ini menambahkan energi fluida dengan menaikkan kecepatannya, yang selanjutnya mengubahnya menjadi energi tekan dengan melewatkannya pada sebuah saluran yang meluas.

a. Pompa Aksial

Impeller yang berputar memiliki fungsi mengisap cairan yang akan dipompa dan mengarahkannya ke sisi tekan dalam suatu arah aksial tertentu. Pompa jenis aksial, seperti yang diilustrasikan oleh impeller ini, biasanya didesain khusus untuk memenuhi kebutuhan head yang relatif rendah namun dengan kapasitas aliran yang besar. Pada penerapannya, pompa ini sering digunakan secara luas dalam konteks irigasi, di mana kemampuannya menangani aliran air besar dengan tingkat head yang tidak terlalu tinggi untuk memenuhi kebutuhan irigasi.

b. Pompa Sentrifugal

Pompa ini terdiri dari satu atau lebih impeller yang dipasang dengan sudu-sudu pada poros yang berputar, dan keseluruhan perangkat tersebut dilapisi oleh casing. Selama proses pengisapan cairan oleh pompa, langkah awalnya terjadi melalui sisi hisap, di mana gerakan rotasi impeller menciptakan tekanan. Setelah itu,

pada sisi hisap, cairan tersebut secara efektif dipaksa untuk keluar dari impeller sebagai hasil dari gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh perputaran fluida.

2.2 Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal ialah suatu mesin kinetis yang mengubah energi mekanik menjadi energi fluida dengan menggunakan gaya sentrifugal, pompa sentrifugal terdiri dari cakram dan terdapat sudu-sudu pada impellernya. Arah putaran sudu-sudu biasanya dibelokkan ke belakang terhadap arah putaran. Pompa digerakkan oleh motor, daya dari motor diberikan pada poros pompa untuk memutar impeller. Akibat dari putaran impeller yang menimbulkan gaya sentrifugal, maka zat cair akan mengalir dari tengah impeller keluar lewat saluran yang berada diantara sudu-sudu dan meninggalkan impeller dengan kecepatan tinggi (Ir.Sularso dan Haruo Tahara, 2000).

Fluida yang keluar dari impeller dengan kecepatan tinggi kemudian melalui saluran yang penampangnya semakin membesar atau biasa disebut volute, sehingga pada saat ini akan terjadi penurunan dari head kecepatan menjadi head tekanan. Jadi, fluida yang keluar dari *flens head* totalnya bertambah besar. Sedangkan proses pompa *head* totalnya bertambah besar. Sedangkan proses pengisapan terjadi karena setelah zat cair pengisapan terjadi karena zat cair dilemparkan oleh ruang diantara sudu-sudu menjadi vakum, sehingga zat cair akan terisap masuk. Selisih energi persatuan berat atau head total dari zat cair pada *flens* keluar dan *flens* masuk disebut *head* pompa.

Pompa sentrifugal banyak digunakan di berbagai industri karena efisiensinya yang tinggi dan konstruksinya yang sederhana. Untuk mencapai kinerja yang optimal, penting untuk mempertimbangkan karakteristik pompa dan sistem, serta kondisi kerja. Pemilihan dan pengoperasian pompa untuk aplikasi tertentu didasarkan pada kurva karakteristik pompa, yang menunjukkan hubungan antara laju aliran (Q), head (H), dan efisiensi (η). (Kim et al., 2022).

2.2.1 Persamaan – Persamaan Pompa Sentrifugal

Terdapat beberapa rumusan yang digunakan untuk menghitung nilai kinerja pompa secara simulai. Kinerja pompa ditentukan berdasarkan nilai kapasitas pompa, tekahan, laju aliran dan efesiensi.

1. Debit Pompa Simulasi

Debit pompa mengacu pada kemampuan pompa dalam mengalirkan sejumlah volume fluida dalam periode waktu tertentu. Kapasitas ini sering digunakan sebagai parameter untuk menentukan pemilihan pompa yang cocok untuk aplikasi tertentu. (Isnaeni, 2021). Adapun persamaan yang digunakan menurut (Ir.Sularso dan Haruo Tahara, 2000) adalah ;

$$Q = V \cdot A \quad (1)$$

Dimana :

V = kecepatan aliran (m/s)

A = luas penampang (m²)

2. Head Pompa

Head adalah energi persatuan berat yang dikandung oleh zat cair yang mengalir. Energi ini berupa enegi tekanan (pressure head). Satuan energi persatuan berat adalah ekuivalen dengan satuan panjang (tinggi). Beberapa rumusan digunakan untuk menentukan nilai kinerja pompa secara kuantitatif dihitung menggunakan persamaan;

$$H = \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (3)$$

Dimana :

V = kecepatan alira (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

3. Efisiensi Impeller

Definisi efisiensi adalah perbandingan antara *discharge* dan *suction* atau perbandingan antara debit *suction* pompa dengan debit yang keluar dari pompa. Efisiensi menggambarkan seberapa efektif suatu sistem dalam mengubah *suction* menjadi *discharge* yang diinginkan, dengan memperhitungkan seberapa banyak energi atau sumber daya yang digunakan dibandingkan dengan hasil yang diperoleh. Dalam konteks pompa, efisiensi mencerminkan rasio antara jumlah fluida yang masuk ke

pompa (debit *suction*) dan jumlah fluida yang dikeluarkan oleh pompa (debit *discharge*), sehingga menunjukkan seberapa baik pompa tersebut bekerja dalam mengalirkan fluida dari satu titik ke titik lain tanpa kehilangan energi atau kapasitas yang signifikan. Efisiensi yang tinggi pada pompa menunjukkan bahwa pompa tersebut bekerja dengan optimal, memaksimalkan aliran fluida dengan penggunaan energi yang minimal (Ranggatama & Pranoto, 2020) Efisiensi pompa dapat dihitung berdasarkan persamaan :

$$\eta_V = \frac{Q_{disch}}{Q_{suc}} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana :

Q_{suc} = debit aliran pada *suction* pompa (m^3/s)

Q_{disch} = debit aliran pada *discharge* pompa (m^3/s)

4. Debit impeller Aktual

Volume impeller merujuk pada ruang atau kapasitas yang mampu ditempati oleh fluida saat dipindahkan oleh impeller dalam pompa. Pemahaman tentang volume impeller penting dalam menentukan seberapa banyak fluida yang dapat dipindahkan dalam satu putaran (siklus) impeller. (KARASSIK et al., 1976). Adapun debit impeller actual dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$Q = V \times rps \quad (4)$$

Dimana :

$V = Volume_{total\ impeller} - Volume_{total\ daun}$

$rps = konversi\ rpm\ dari\ tiap\ variasi\ putaran$

2.3 Impeller Pompa

Impeller adalah bagian dari komponen pompa yang berputar, biasanya terbuat dari bahan besi, baja, perunggu, kuningan, dan aluminium atau plastik. Impeller memindahkan energi dari motor yang menggerakkan pompa yang dipompa dengan mempercepat cairan keluar dari pusat rotasi. Kecepatan yang telah dicapai oleh transfer impeller ke tekanan saat gerakan luar cairan yang dibatasi oleh *casing* pompa. Impeller biasanya memiliki silinder pendek dengan inlet terbuka untuk

menerima cairan yang masuk, baling-baling untuk mendorong cairan radial, dan *splined*.

2.3.1 Jenis – Jenis Impeller

1. Impeller Berdasarkan Arah Aliran:

a. Impeller Aliran Radial

Impeller aliran radial merupakan impeller yang fluidanya mengalir melalui sudu impeller akan dipindahkan secara radial. Untuk membantu bentuk sudu-sudu tersebut maka pada setiap radial impeller dilengkapi dengan *cover plate* pada bagian belakang dan juga kadang-kadang pada bagian depannya. *Cover plate* ini juga secara otomatis menimbulkan kerugian akibat gesekan dengan cairan. Untuk memperbaiki dalam hal ini meningkatkan efisiensi atau menurunkan nilai NSPH, impeller harus dibuat beberapa sudu. Untuk membantu bentuk sudu-sudu tersebut maka pada setiap radial impeller dilengkapi dengan *cover plate* pada bagian belakang dan juga kadang-kadang pada bagian depannya. *Cover plate* ini juga secara otomatis menimbulkan kerugian akibat gesekan dengan cairan. Untuk memperbaiki dalam hal ini meningkatkan efisiensi atau menurunkan nilai NSPH, impeller harus dibuat beberapa sudu.

b. Impeller Aliran Axial

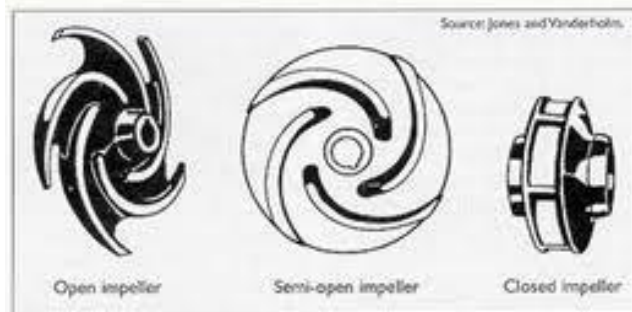
Axial flow impeller disebut juga propeller dimana dapat dipasang secara tetap atau dapat diubah-ubah ketika pompa dibuka maupun diubah-ubah pada saat pompa tersebut dioperasikan. Pompa dengan impeller ini digunakan untuk memompa cairan dengan kapasitas yang besar tetapi total head yang dicapai relatif rendah. Contoh penggunaan pompa axial impeller ini adalah untuk pompa penanggulangan banjir, pompa irigasi, pompa air pendingin pembangkit tenaga listrik dan lain-lain.

c. Impeller Kombinasi

Merupakan kombinasi antara impeller radial dan aksial, memiliki konstruksi terbuka dan tertutup. Impeller ini digunakan untuk

memompakan fluida dengan kapasitas besar dengan total head yang relatif rendah (Made Sunada, 2017).

2. Impeller Berdasarkan Konstruksinya



Gambar 2 Jenis- Jenis Impeller Berdasarkan Konstruksi

a. Impeller Tertutup (*Close Impeller*)

Merupakan impeller yang memiliki baling-baling yang ditutupi oleh cover plate pada kedua sisinya. Impeller tertutup memiliki selubung dan hub permukaan yang terpasang. Permukaan tersebut memiliki beberapa keuntungan. Mereka menghilangkan kerugian kebocoran di seluruh baling-baling. Mereka memberikan kekuatan dan stabilitas yang memungkinkan ketebalan baling-baling dikurangi, yang meningkatkan area aliran melalui impeller. Kedua selubung juga menyediakan permukaan dorong aksial dari mana perbedaan tekanan dapat diseimbangkan. Kerugian yang jelas dari tertutup impeller adalah bahwa setiap puing-puing yang memasuki baling-baling yang terlalu besar untuk dilewati melalui impeller menjadi macet dan harus dikeluarkan dengan tangan. Ini proses pembersihan, sering disebut sebagai *de-ragging* dalam industri air limbah, membutuhkan pembongkaran pompa yang memakan waktu dan mahal.



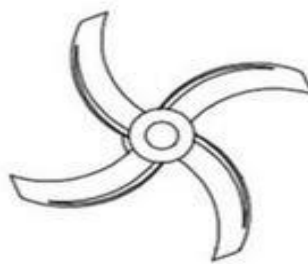
Gambar 3 Impeller Tertutup

b. Impeller Terbuka (*Open Impeller*)

Merupakan impeller yang memiliki baling-baling yang tidak ditutupi oleh mantel (*cover plate*) pada kedua sisinya. Kebanyakan impeller

terbuka penuh terdapat pada pompa aliran aksial. Impeller terbuka tidak memiliki selubung depan atau belakang, sehingga memungkinkan puing-puing yang mungkin mengotori impeller terseret dan bergesekan terhadap pelat aus stasioner depan dan belakang, sehingga menggiling partikulat ke ukuran yang cukup kecil untuk melewati impeller. Ini bekerja dengan baik dengan partikulat lunak, tetapi umumnya menyebabkan terlalu banyak abrasi pada impeller dan pelat aus jika senyawa partikulat lebih keras dari pada impeller.

Kerugian lain dari gaya terbuka ini adalah kebutuhan impeller baling-baling harus cukup tebal. Mereka harus memiliki kekuatan mekanis untuk menopang diri mereka sendiri di bawah tekanan pemompaan cairan. Ini ketebalan tambahan menghasilkan penurunan area aliran. Selain itu kebocoran pada impeller disebabkan oleh jarak bebas di bagian depan dan belakang dari blade (di mana hub dan selubung akan berada pada impeller tertutup). Kebocoran ini sangat tergantung pada jarak bebas antara impeller dan pelat aus. Seiring pemakaian pompa dari waktu ke waktu, jarak bebas ini menjadi lebih besar, semakin meningkatkan kerugian kebocoran, menurunkan efisiensi pompa dan, dalam banyak kasus, aliran dan head tingkat. Keuntungan dari impeller terbuka adalah bahwa mereka hampir tidak mengembangkan beban dorong hidraulik aksial karena kurangnya selubung. Tanpa inti, impeller ini juga mudah dibuat - sehingga lebih murah.

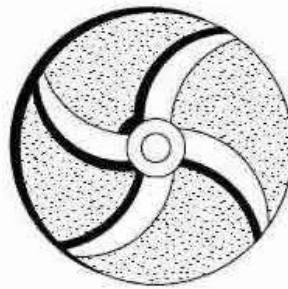


Gambar 4 Impeller Terbuka

c. Impeller Semi Terbuka (*Semi Open Impeller*)

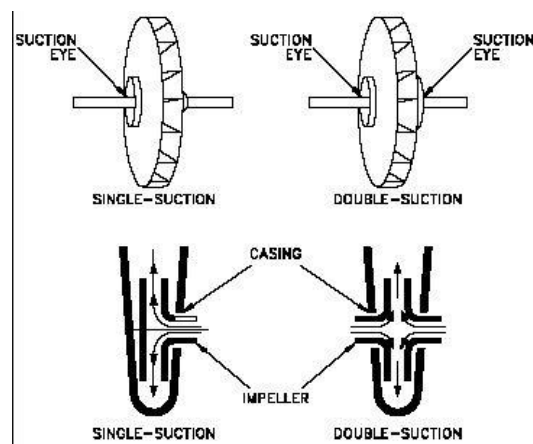
Merupakan impeller yang dibangun dengan plat bundar (*web*) yang melekat pada satu sisi dari pisau (*blade*). Impeller semi-terbuka hanya memiliki satu selubung di bagian depan atau kembali. Mereka memiliki

beberapa keunggulan dari masing-masing gaya lainnya, dan kekurangan mereka sendiri. Karena fluida hanya memiliki satu jalur kebocoran pisau, kerugian kebocoran berkurang sehingga lebih efisien daripada desain impeler yang sepenuhnya terbuka. Memiliki satu sisi impeller yang terbuka memungkinkan partikulat untuk dilewati yang akan menyumbat banyak impeler tertutup. Utama mereka kerugiannya adalah kenyataan bahwa mereka hanya memiliki satu selubung cairan itu tekanan yang terbentuk. Tekanan diferensial di seluruh impeller dapat menyebabkan beban dorong aksial yang ekstrem sehingga memberikan tekanan berlebihan pada bantalan, atau membutuhkan teknik penyeimbangan dorong yang meningkatkan kerugian kebocoran, atau konsumsi daya yang menurunkan efisiensi pompa secara keseluruhan.



Gambar 5 Impeller Semi Terbuka

3. Impeller Berdasarkan Isapannya



Gambar 6 Impeller Berdasarkan Isapan

a. Impeller Isapan Tunggal (*Single Suction Impeller*)

Impeller isapan tunggal merupakan impeller fluida cairnya memasuki pusat baling-baling hanya dari satu arah. Impeller ini digunakan untuk pompa dengan konstruksi yang sederhana.

b. Impeller Isapan Ganda (*Double Suction Impeller*)

Impeller isapan ganda merupakan impeller yang fluida cairnya masuk ke tengah impeller blades dari kedua belah pihak secara bersamaan. Memiliki 2 buah impeller yang dipasang secara sejajar.

2.4 Simulasi Computation Fluida Dynamic (CFD)

.*Computation Fluida Dynamic* (CFD) adalah pemanfaatan computer untuk menghasilkan informasi tentang bagaimana fluida mengalir pada kondisi tertentu. CFD digugakan untuk membuat prediksi aliran fluida didalam suatu sistem tertentu pada suatu kondisi yang ditentukan. CFD mencakup berbagai disiplin ilmu termasuk matetatika, ilmu komputer, fisika, dan teknik. Pemanfaatan *software* CFD untuk membantu proses perancangan dengan melakukan simulasi sederhana yang dapat dibandingkan dengan konsep teori saat ini semakin meningkat dikalangan praktisi dan akademisi (Widiawaty et al., 2016)

CFD banyak digunakan untuk menyelidiki pola aliran, penerunan tekanan melintasi saluran dan lintasan partikel dalam berbagai peralatan. CFD dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan geometri atau yang ada kesalahan kinerja seperti erosi material *ducting* karena partikel abu, ketidakseragaman aliran pada masukan bundel tabung. Seperti masalah dapat menyebabkan efisiensi peralatan yang lebih rendah. Analisisnya dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ANSYS.(Naveen J & Krishna, 2017)

CFD merupakan penghitung yang mengkususkan pada fluida. Mulai dari aliran fluida, *heat transfer*, dan reaksi kimia yang terjadi pada fluida. Atas prinsip-prinsip dsar mekanika fluida. Perhitungan dengan CFD dapat dilakukan secara sederhana proses penghitungan yang dilakukan oleh aplikasi CFD adalah dengan kontrol-kontrol penghitungan yang telah dilakukan maka kontrol penghitungan tersebut akan memanfaatkan persamaan-persamaan yang terlibat. Persamaan-persamaan ini adalah persamaan yang dibangkitkan dengan memasukan parameter apa saja yang

terlibat dalam domain. Misalnya Ketika suatu model yang akan dianalisa melibatkan putaran suatu benda berarti model tersebut melibatkan persamaan mekanis. Inisialisasi awal dari persamaan adalah *boundery condition*. *Boundery condition* atau kondisi batas adalah kondisi Dimana kontrol-kontrol penghitungan didefinisikan sebagai definisi awal yang akan dilibatkan ke kontrol-kontrol penghitungan yang berdekatan dan terlibat.

Dalam tugas akhir ini akan digunakan software Ansys CFX versi 15.0 dengan kemampuan untuk menyajikan beberapa besaran dalam Analisa fluida seperti luasan area, kecepatan aliran fluida. Secara umum proses penghitungan CFD terdiri atas 3 bagian utama yaitu :

1. Pre – processor

Pre-processor adalah langkah awal dalam melakukan simulasi. Pada tahap ini, mencakup proses pemodelan dan pembuatan *mesh* yang sesuai. Pemodelan bisa dilakukan di luar *software* simulasi atau langsung pada *software* tersebut. Dalam tugas akhir ini, pemodelan impeller pompa akan dilakukan menggunakan *software solidwoks*. Setelah dilakukan pemodelan selesai, langkah berikutnya adalah melakukan proses *meshing* menggunakan *software ANSYS CFX*. Tujuan dari proses *meshing* adalah untuk menghasilkan model yang terdiri dari serangkaian elemen, yang biasa disebut sebagai sel, sehingga model dapat dijalankan dan dianalisis menggunakan solver *ANSYS*. Pada tahapan *meshing*, juga akan ditetapkan kondisi batas pada model yang akan digunakan dalam pengujian.

2. Solver

Ini adalah tahapan inti dari simulasi menggunakan CFD, di mana iterasi atau perhitungan dilakukan berdasarkan kondisi batas yang telah ditetapkan pada tahapan *preprocessing*. Dalam proses ini data-data mengenai karakteristik kondisi batas dan jenis fluida yang digunakan dimasukkan ke dalam program.

3. Post – processor

Postprocessing merupakan tahapan akhir dalam analisis CFD. Pada tahapan ini, data hasil dari simulasi CFD diolah dan diinterpretasikan, termasuk dalam bentuk data, gambar, grafik, ataupun animasi.