

SKRIPSI

**STUDI MODEL SIMULASI BERBASIS REYNOLDS
AVERAGED NAVIER STOKES (RANS) UNTUK
KARAKTERISTIK POMPA SENTRIFUGAL FM 50**

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk Menempuhkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*



OLEH

JOSI FAJAR MAHENDRA

03051281823025

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**STUDI SIMULASI BERBASIS *REYNOLDS NAVIER
AVERAGED STOKES (RANS)* UNTUK PREDIKSI
KARAKTERISTIK POMPA SENTRIFUGAL FM 50**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

**OLEH:
JOSI FAJAR MAHENDRA
03051281823025**


Indralaya, Juli 2023

Diperiksa dan Disetujui Oleh

Pembimbing Skripsi I

Pembimbing Skripsi II


Prof. Ir. H. Hasan Basri, Ph.D.
NIP. 195802011984031002


Dr. Dendv Adanta S.Pd..M.T..IPP.
NIP. 199306052019031016

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Jrsyad Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. : 047/111/111/2023
Diterima Tanggal : 19-09-2023
Paraf : 2

SKRIPSI


NAMA : JOSI FAJAR MAHENDRA
NIM : 03051281823025
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : STUDI SIMULASI BERBASIS *REYNOLDS AVERAGED NAVIER STOKES* UNTUK PREDIKSI KARAKTERISTIK POMPA SENTRIFUGAL FM 50
DIBUAT TANGGAL : 23 FEBRUARI 2022
SELESAI TANGGAL : 22 JULI 2023


Indralaya, Juli 2023

Diperiksa dan Disetujui Oleh

Pembimbing Skripsi I

Pembimbing Skripsi II


Prof. Ir. H. Hasan Basri, Ph.D.
NIP. 195802011984031002


Dr. Dendy Adanta S.Pd., M.T., IPP.
NIP. 199306052019031016

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Irsyudi Yani, S.T., M.Eng, Ph.D.
NIP. 197112251997021001



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Studi Model Simulasi Berbasis *Reynolds averaged Navier Stokes* (RANS) Untuk Prediksi Karakteristik Pompa Sentrifugal FM 50” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 27 Juli 2023

Indralaya, 27 Juli 2023

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Dr. Ismail Thamrin, S.T.,M.T
NIP. 197209021997021001

Sekretaris :

2. Dr. Dendy Adanta S.Pd.,M.T.,IPP
NIP. 195802011984031002

Anggota :

3. Dr. Dewi Puspitasari, S.T.,M.T
NIP. 197001151994122001



(.....)
(.....)
(.....)

Pembimbing Skripsi I



Prof. Ir. H. Hisan Basri, Ph.D.
NIP. 195802011984031002

Pembimbing Skripsi II



Dr. Dendy Adanta, S.Pd., M.T
NIP. 199306052019031016

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yuni, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,
Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Studi Model Simulasi Berbasis Reynolds Averaged Navier Stokes (RANS) Untuk Prediksi Karakteristik Pompa Sentrifugal FM 50". Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan S1 dan memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Shalawat serta salam tak lupa kami haturkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, para sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Dalam penyusunan skripsi ini telah mendapat banyak bantuan, kritik dan saran yang membangun, oleh karena itu penulis sampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada beberapa pihak terkait, antara lain:

1. Kepada Allah Subhanahuwata'ala sudah melimpahkan kepada penulis atas kesehatan jasmani dan rohani sebagai bentuk kenikmatan yang sudah di berikan.
2. Kepada orang tua dan saudara penulis yang selalu memberi dukungan, do'a serta motivasi kepada penulis.
3. Prof. Ir. H. Hasan Basri, Ph.D dan Dendy Adanta, S.Pd., M.T selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu, ilmu yang bermanfaat dan motivasi dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
4. Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T selaku Pembimbing Akademik penulis
5. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
7. Gunawan S.T., M.T., Ph.D selaku Pembina Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin

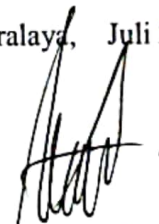
Universitas Sriwijaya

8. Akbar Teguh Prakoso, S.T., M.T, Dicky Pratama Putra, S.Tr.T., M.T, dan Nanda Yusril Mahendra, S.Tr.T., M.T yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Seluruh Dosen di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya atas ilmu, nasihat dan bimbingan selama perkuliahan.
10. Ajin Aryanto dan Agung Kaspari selaku teman satu tim dalam penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam Penulisan Tugas Akhir ini, Penulis menerima kritik dan saran dari pembaca agar penulis dapat membuat tulisan yang lebih baik.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan yang telah diberikan oleh semua pihak, penulis berharap dengan adanya tugas akhir ini semoga memberikan manfaat untuk kemajuan jurusan teknik mesin Universitas Sriwijaya. Semoga laporan tugas sarjana ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca. semoga kebaikan menjadi amal ibadah yang mendapatkan ridho dari Allah SWT., Aamiin.

Indralaya, Juli 2023



Josi Fajar Mahendra

NIM. 03051281823025

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Josi Fajar Mahendra

NIM : 03051281823025

Judul : Studi Model Simulasi Berbasis *Reynolds Averaged Navier Stokes* (RANS) untuk Karakteristik Pompa Sentrifugal FM 50

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Indralaya, Juli 2023



Josi Fajar Mahendra

NIM. 03051281823025

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Josi Fajar Mahendra

NIM : 03051281823025

Judul : Studi Model Simulasi Berbasis *Reynolds Averaged Navier Stokes* (RANS) untuk Karakteristik Pompa Sentrifugal FM 50

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Juli 2023



Josi Fajar Mahendra
NIM. 03051281823025

RINGKASAN

STUDI MODEL SIMULASI BERBASIS *REYNOLDS AVERAGED NAVIER STOKES* (RANS) UNTUK KARAKTERISTIK POMPA SENTRIFUGAL FM 50
Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Juli 2023

Josi Fajar Mahendra, di bimbing oleh Prof. Ir. H. Hasan Basri, Ph.D., Dr. Dendy Adanta S.Pd., M.T., IPP.

xxix + 85 Halaman, 28 Tabel, 45 Gambar, 2 Lampiran

Pompa sentrifugal merupakan salah satu jenis pompa yang sering digunakan pada bidang seperti pembangkit listrik, pengairan, dan kesehatan. Pompa sentrifugal merupakan mesin yang berfungsi sebagai alat transportasi fluida dengan mekanisme mengubah energi input yang menjadi energi mekanik. Energi input akan diubah dalam driver menjadi energi mekanik dan transformasi energi terakhir terjadi dalam proses difusi yaitu perluasan area aliran pada *volute* dimana proses difusi ini mengubah sebagian energi kecepatan menjadi energi tekanan. Pompa sentrifugal digunakan sekitar 70-85 % dari semua jenis pompa yang ada, yang membuat komponen pompa sentrifugal mudah untuk didapatkan. Penentuan desain dari sebuah pompa sentrifugal yang akan digunakan akan melewati *trial and error* dalam sejumlah perhitungan terlebih dahulu. Biaya dalam metode eksperimental yang mahal ini membuat *Computational Fluid Dynamic* (CFD) menjadi pilihan alternatif dalam menjalankan perhitungan pada pompa sentrifugal. CFD merupakan metode perhitungan beberapa elemen - elemen menggunakan perhitungan komputer yang telah sering digunakan pada pompa sentrifugal. Perhitungan komputer yang dijalankan merupakan penurunan rumus Reynolds dengan beberapa persamaan, seperti pada model *k - epsilon* STD, *k - epsilon* RNG serta *k - omega* STD sebagai salah satu *boundary condition* yang digunakan. Setiap model memiliki kelebihan masing - masing, *k - epsilon* merupakan penurunan rumus Reynold pertama yang memiliki kelebihan pada pengukuran yang stabil, *k - epsilon* RNG lebih akurat pada perhitungan variabel bebas yang lebih kecil, dan *k - omega* model

merupakan model dengan 4 persamaan yang lebih stabil dibanding dengan model sebelumnya serta memiliki performa yang baik pada aliran translasional. Setiap kasus simulasi memerlukan *boundary condition* yang berbeda – beda, dan dengan meningkatnya akurasi dalam *boundary condition* akan memakan waktu simulasi yang semakin lama. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat apakah model *turbulence Reynolds Averaged Navier Stockes* (RANS) mampu memprediksi medan aliran secara presisi dan merekomendasikan model *turbulence* untuk simulasi CFD pompa sentrifugal FM 50. Penelitian ini menggunakan pompa sentrifugal FM 50 ArmField dengan impeler enam sudu *backward* dengan $\beta_2 10^\circ$, perangkat lunak *Ansys 2022 R2*, dan *Autodesk Inventor 2022* sebagai aplikasi CFD dan CAD. Simulasi yang dilakukan adalah simulasi 2D dengan ukuran elemen 3,3 mm, fluida kerja $H_2O_{(l)}$, tekana outlet statis di bagian outlet, tekanan inlet statis pada bagian inlet, metode SIMPLEC dan *second order implisit*. Simulasi akan dijalankan dengan 3 variasi putaran, 4 variasi debit dan 3 variasi model simulasi. Setelah simulasi dijalankan didapat bahwa dapat dilihat bahwa pada bagian *discharge volute chamber* terdapat aliran balik yang dapat menyebabkan *shock loss*, yang disebabkan oleh adanya *clearance* antara bagian discharge impeler dengan *volute chamber*. Di lain sisi dapat dilihat terjadi fenomena aliran spiral diantara sudu - sudu impeler, hal ini terjadi karena daerah fluida bertekanan tinggi berdekatan dengan daerah fluida bertekanan rendah. Setiap model simulasi memiliki *trendline* yang sama dengan metode eksperimental dimana model k-epsilon RNG adalah model dengan nilai deviasi yang terendah yang membuat model k-epsilon RNG menjadi model paling akurat pada kasus pompa sentrifugal FM 50.

Kata kunci : Studi numerik, Karakteristik pompa sentrifugal, variasi putaran dan debit pompa, Simulasi dan eksperimental

Kepustakaan : 20

SUMMARY

NUMERICAL STUDY PERFORMANCE OF CENTRIFUGAL PUMP FM 50 BASED ON REYNOLDS AVERAGED NAVIER STOKES (RANS) MODELS

Scientific paper in the form of a thesis, July 2023

Josi Fajar Mahendra, Supervised by Prof. Ir. H. Hasan Basri, Ph.D., Dr. Dendy Adanta S.Pd., M.T., IPP.

xxix + 85 Pages, 28 Tables, 45 Figures, 2 Appendix

Centrifugal pump is one type of pump that is often used in fields such as power plant, irrigation, and health. A centrifugal pump is a machine that functions as a means of fluid transportation with a mechanism that converts input energy into mechanical energy. The input energy will be converted in the driver into mechanical energy and the last energy transformation occurs in the diffusion process, the expansion of the flow area in the volute where this diffusion process converts some of the velocity energy into pressure energy. Centrifugal pumps are used about 70-85% of all existing types of pumps, which makes centrifugal pump components easy to obtain. Determining the design of a centrifugal pump to be used will go through trial and error in a number of calculations beforehand. The cost of this expensive experimental method makes Computational Fluid Dynamics (CFD) an alternative choice for running calculations on centrifugal pumps. CFD is a method of calculating several elements using computer calculations that are often used in centrifugal pumps. The computer calculations carried out are a reduction of the Reynolds formula with several equations, such as the k - epsilon STD, k - epsilon RNG and k - omega STD models as one of the boundary conditions used. Each model has its own advantages, k-epsilon is a derivative of the first Reynolds formula which has the advantage of stable measurements, k-epsilon RNG is more accurate in calculating smaller independent variables, and the k-omega model is a model with 4 more equations. stable compared to the previous model and has good performance in translational flow. Each simulation case requires different boundary

conditions, and with increasing accuracy in the boundary conditions, the simulation time will be longer. The purpose of this study was to see whether the Reynolds Averaged Navier Stokes (RANS) turbulence model was able to predict the flow field with precision and recommend the turbulence model for CFD simulation of FM 50 centrifugal pumps. This research used ArmField FM 50 centrifugal pumps with backward six-blade impellers with $\beta_2 10^\circ$, Ansys 2022 R2 software, and Autodesk Inventor 2022 as CFD and CAD applications. The simulations carried out are 2D simulations with an element size of 3.3 mm, fluid used was $H_2O_{(l)}$, static outlet pressure at the outlet, static inlet pressure at the inlet, SIMPLEC method and implicit second order. The simulation will be carried out with 3 variations of rotation, 4 variations of discharge and 3 variations of the simulation model. After the simulation is run, it can be seen that in the volute chamber discharge section there is backflow which can cause shock loss, which is caused by the clearance between the impeller discharge section and the volute chamber. On the other hand, it can be seen that there is a spiral flow phenomenon between the impeller blades, this occurs because the high pressure fluid area is adjacent to the low pressure fluid area. Each simulation model has the same trendline as the experimental method where the k-epsilon RNG model is the model with the lowest deviation value which makes the k-epsilon RNG model the most accurate model in the case of the FM 50 centrifugal pump.

Keywords : numerical studi, pump performance, centrifugal pump, simulation and experimental.

Literatures : 20

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
SKRIPSI.....	vii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ix
KATA PENGANTAR	x
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xv
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxv
DAFTAR TABEL.....	xxvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Studi Literatur	5
2.2 Klasifikasi Pompa	9
2.3 Pompa Sentrifugal.....	10
2.3.1 Head Zat Cair	11
2.3.2 Hukum Kesebangunan	12
2.4 Pompa Sentrifugal FM 50.....	12
2.5 Pompa Sentrifugal FM 50.....	13
2.6 Persamaan Umum Pompa Sentrifugal	15
2.6.1 Segitiga Kecepatan.....	15
2.6.2 Debit.....	16

2.6.3	Head Total Pompa	16
2.6.4	Daya Hidrolisis	16
2.6.5	Daya Poros.....	17
2.6.6	Efisiensi	17
2.6.7	Persamaan Konservasi Massa.....	18
2.6.8	Persamaan Momentum Air	19
2.7	Kerugian – Kerugian pada Pompa Sentrifugal	19
2.7.1	Kerugian Hidraulik	19
2.7.2	Kerugian Volumetrik.....	20
2.7.3	Kerugian Mekanis	20
2.8	Kerugian – Kerugian pada Pompa Sentrifugal	21
2.8.1	Model k – epsilon STD.....	21
2.8.2	Model k – epsilon RNG.....	22
2.8.3	Model k – omega STD	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		25
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	25
3.2	Pengkajian literatur.....	26
3.3	Pengukuran Dimensi Impeler dan Volute	27
3.4	Desain Impeler dan Volute 2D	28
3.5	Proses Simulasi.....	28
3.5.1	<i>Geometry</i>	29
3.5.2	<i>Meshing</i>	30
3.5.3	<i>Set Up Simulasi</i>	31
3.5.4	<i>Solution</i>	34
3.5.5	<i>Result</i>	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		37
4.1	Input Data Simulasi	37
4.2	Uji Konvergensi.....	40
4.3	Courant Number <i>dan Jumlah Step</i>	42
4.4	Validasi Program Simulasi	43
4.5	Analisa Simulasi Model k-epsilon STD	44
4.5.1	Analisis Kecepatan Absolut Model k-epsilon STD.....	44
4.5.2	Analisis Kecepatan Relatif Model k-epsilon STD	48
4.5.3	Analisis Tekanan Statis Model k-epsilon STD.....	51

4.6	Analisa Simulasi Model k-epsilon RNG.....	53
4.6.1	Analisis Kecepatan Absolut Model k-epsilon RNG	53
4.6.2	Analisis Kecepatan Relatif Model k-epsilon RNG	57
4.6.3	Analisis Tekanan Statis Model k-epsilon RNG	60
4.7	Analisa Simulasi Model k-Omega STD.....	62
4.7.1	Analisis Kecepatan Absolut Model k-omega STD	62
4.7.2	Analisis Kecepatan Relatif Model k-omega STD.....	66
4.7.3	Analisis Tekanan Statis Model k-epsilon STD	69
4.8	Analisa Simulasi Model k-Omega STD.....	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		77
5.1	Kesimpulan	77
5.2	Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA		79
LAMPIRAN.....		81
Lampiran 1. Hasil Perhitungan.....		81
Lampiran 2. Tabel Data Hasil Simulasi		90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bagian Aliran Zat Cair	11
Gambar 2.2	Pompa Volute	12
Gambar 2.3	Aliran Melalui Pipa	13
Gambar 2.4	Tampak Depan dan Tampak Atas FM 50	15
Gambar 2.5	Jenis – Jenis Impeler	16
Gambar 2.6	Sketsa Segitiga Kecepatan Impeler	16
Gambar 2.7	Segitiga Kecepatan Pompa Sentrifugal	17
Gambar 2.8	Persamaan Konservasi Massa	20
Gambar 2.9	Tahapan Simulasi CFD menggunakan ANSYS Fluent	26
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 3.2	Proses Pengambilan Data Simulasi	28
Gambar 3.3	Scanning Sense	29
Gambar 3.4	Gambar 2D Impeler dan Volute	30
Gambar 3.5	Workbench ANSYS 22 R1	31
Gambar 3.6	Proses Input Nama	31
Gambar 3.7	Interface Geometri	32
Gambar 3.8	Interface Meshing	33
Gambar 3.9	Proses Input Mesh	33
Gambar 3.10	Interface Models	34
Gambar 3.11	Interface Material	34
Gambar 3.12	Interface Cell Zone	35
Gambar 3.13	Interface Boundary Condition	35
Gambar 3.14	Interface Mesh Interface	36
Gambar 3.15	Interface Method	36
Gambar 3.16	Interface Calculation Activities	37
Gambar 3.17	Interface Run Calculation	37
Gambar 3.18	Interface Contour	38
Gambar 3.19	Interface Vector	38
Gambar 3.20	Interface Report	39

Gambar 4.1	a. Posisi Pressure Inlet pada Pompa Sentrifugal FM 50 b. posisi Inlet pada simulasi ANSYS.....	41
Gambar 4.2	Grafik Data Tekanan Metode Eksperimental	44
Gambar 4.3	Grafik Uji konvergensi	45
Gambar 4.4	Grafik Uji Jumlah Step	47
Gambar 4.5	Grafik Validasi Simulasi dan Eksperimen.....	48
Gambar 4.6	Vektor Kecepatan Absolute Putaran 1200 debit $0.00059066 \text{ m}^3/\text{s}$.50	
Gambar 4.7	Vektor Kcepatan Relatif Putaran 1050 Debit $0.00007704 \text{ m}^3/\text{s}$	52
Gambar 4.8	Kontur Tekanan Statis Putaran 1200 debit $0.00059066 \text{ m}^3/\text{s}$	55
Gambar 4.9	Vektor Kecepatan Absolute Putaran 1350 debit $0.00010857 \text{ m}^3/\text{s}$.59	
Gambar 4.10	Vektor Kcepatan Relatif Putaran 1350 Debit $0.00049726 \text{ m}^3/\text{s}$	61
Gambar 4.11	Kontur Tekanan Statis Putaran 1350 debit $0.00010857 \text{ m}^3/\text{s}$	64
Gambar 4.12	Vektor Kecepatan Absolute Putaran 1050 debit $0.00030677 \text{ m}^3/\text{s}$.68	
Gambar 4.13	Vektor Kcepatan Relatif Putaran 1200 Debit $0.00040176 \text{ m}^3/\text{s}$	70
Gambar 4.14	Kontur Tekanan Statis Putaran 1050 debit $0.0003644 \text{ m}^3/\text{s}$	73
Gambar 4.15	Grafik Karakteristik Simulasi 3 model simulasi	76
Gambar 4.16	Grafik Error Debitlllll 3 Model setiap putaran pompa.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Data yang Dihasilkan dari Simulasi 2D.....	7
Tabel 2.2	Data yang Dihasilkan dari Simulasi 3D.....	8
Tabel 2.3	Desain Pompa	8
Tabel 2.4	Performa dengan Variasi Diameter Inlet	9
Tabel 2.5	Geometri pompa.....	9
Tabel 2.6	Prediksi Harga Head dan Efisiensi.....	10
Tabel 3.1	Jadwal Kegiatan Penelitian	39
Tabel 4.1	Data Eksperimen Wicaksono.....	41
Tabel 4.2	Data Hasil Eksperimen yang Disimulasikan.....	43
Tabel 4.3	Uji Konvergensi	45
Tabel 4.4	Uji coba Time Step	46
Tabel 4.5	Validasi Eksperimen dan Simulasi	47
Tabel 4.6	Kontur Kecepatan Absolute Model Keps - STD	49
Tabel 4.7	Vektor Kecepatan Absolut Model Keps - STD	51
Tabel 4.8.	Kontour Kecepata Relatif Model Keps - STD.....	53
Tabel 4.9	Vektor Kecepatan Relatif Model Keps - STD	54
Tabel 4.10	Kontur Tekanan Statis Model Keps - STD	56
Tabel 4.11	Kontur Kecepatan Absolute Model Keps - RNG.....	58
Tabel 4.12	Vektor Kecepatan Absolut Model Keps - RNG.....	60
Tabel 4.13	Kontour Kecepata Relatif Model Keps - RNG	62
Tabel 4.14	Vektor Kecepatan Relatif Model Keps - RNG	63
Tabel 4.15	Kontur Tekanan Statis Model Keps - RNG	65
Tabel 4.16	Kontur Kecepatan Absolute Model Komega.....	66
Tabel 4.17	Vektor Kecepatan Absolut Model Komega.....	68
Tabel 4.18.	Kontour Kecepata Relatif Model Komega.....	70
Tabel 4.19	Vektor Kecepatan Relatif Model Komega.....	71
Tabel 4.20	Kontur Tekanan Statis Model Komega.....	73
Tabel 4.21	Data eror karakteristik pada setiap variasi	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Simulasi	81
Lampiran 2. Tabel Hasil Simulasi	78

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pompa merupakan salah satu alat yang sangat mudah dijumpai pada berbagai bidang seperti pompa irigasi perairan sawah, pompa industri, dan pompa sendiri dapat dijadikan sebagai pengganti sementara jantung manusia pada bidang medis (Elvyhajah, 2010). Jenis pompa yang digunakan pada bidang – bidang tersebut adalah pompa sentrifugal yaitu sekitar 70 – 85 % dari seluruh jenis pompa yang ada, hal ini disebabkan karena komponen pompa sentrifugal yang mudah untuk didapatkan (V. Kalaiselvan, dkk. 2016).

Pompa sentrifugal merupakan mesin yang berfungsi sebagai alat transportasi fluida dengan mekanisme mengubah energi input yang biasanya berupa energi listrik menjadi energi mekanik menggunakan motor listrik. Bentuk energi alternatif yang digunakan untuk menggerakkan poros ada beberapa hal termasuk uap bertekanan tinggi untuk menggerakkan turbin uap, bahan bakar minyak untuk menggerakkan mesin diesel, cairan hidrolis bertekanan tinggi untuk menggerakkan motor hidrolis, dan udara terkompresi untuk menggerakkan motor udara. Terlepas dari jenis drivernya, energi input akan diubah dalam driver menjadi energi mekanik dan terhubung pada poros output driver dengan mentransmisikan torsi tertentu (Asuaje, dkk. 2005).

Daya yang ditransmisikan dari penggerak ke pompa merupakan fungsi dari kecepatan poros dikali torsi dan impeler dipasang pada poros. Impeler akan berputar dan menyebabkan cairan yang masuk akan memiliki energi kinetik. Transformasi energi terakhir terjadi dalam proses difusi yaitu perluasan area aliran pada volute, yang menyebabkan kecepatan cairan berkurang dibanding dengan kecepatan aliran saat memasuki pompa, namun proses difusi ini mengubah sebagian energi kecepatan menjadi energi tekanan (Volk M., 2013).

Menurut (Capurso T, dkk. 2022) dan (Luckman, dkk. 2018) penentuan desain dari sebuah pompa sentrifugal yang akan digunakan akan melewati trial dan eror demi mendapatkan desain yang efisien. Sebagai contoh pada bidang industri, faktor-faktor yang menyebabkan kesulitan dalam industri perminyakan adalah pemasangan, keadaan dan perawatan pompa. Faktor – faktor tersebut terbilang penyebab kesulitan karena dalam menghasilkan minyak bumi diperlukan peralatan yang memadai serta berfungsi dengan semaksimal mungkin. Faktor ini bergantung pada beberapa parameter seperti geometri dari reservoir, sifat cairan, dan jenis peralatan dan pembangkitan energi. Pada proses ini tentu akan memakan biaya dan waktu yang besar, dan perhitungan numerik dapat menjadi alternatif solusi.

CFD (Computational Fluid Dynamics) adalah himpunan metode numerikal yang dapat mengontrol ukuran, luas dan volume setiap elemen pembagi dengan menggunakan perhitungan komputer diterapkan untuk mendapatkan perkiraan solusi masalah dinamika fluida dan perpindahan panas, menurut definisi ini Computational Fluid Dynamics bukanlah ilmu itu sendiri melainkan cara untuk menerapkan analisis numerik (Velagapudi, 2015). Perhitungan komputer yang dijalankan merupakan penurunan rumus reynolds dengan beberapa persamaan, seperti pada model k – epsilon STD, k – epsilon RNG serta k - omega STD sebagai salah satu boundary condition yang digunakan. Penggunaan metode perhitungan numerik memiliki kelebihan dapat melihat keseluruhan perubahan yang terjadi pada fluida pada pompa sentrifugal dan dapat menekan cost dalam metode ekperimental (Capurso T, dkk. 2022).

Setiap model memiliki kekurangan dan kelebihannya masing – masing, seperti k – epsilon merupakan penurunan rumus reynold pertama yang memiliki kelebihan pada pengukuran yang stabil, k- epsilon RNG lebih akurat pada perhitungan variabel bebas yang lebih kecil, dan k- omega model merupakan model dengan 4 persamaan yang lebih stabil dibanding dengan model sebelumnya serta memiliki performa yang baik pada aliran translasional (ANSYS Fluent. 2013). Setiap kasus simulasi memerlukan boundary condition yang berbeda – beda, dengan meningkatnya akurasi dalam boundary condition akan memakan waktu simulasi yang semakin lama. Beberapa penelitian

sebelumnya menggunakan model dengan 2 persamaan, seperti (Carakborty, dkk. 2013) dan (Wahono D. S., 2016) menggunakan model k-epsilon STD sebagai metode yang mereka pilih dinilai cukup dalam menghitung karakteristik pompa sentrifugal dan dapat mengurangi waktu simulasi CFD yang dibutuhkan.

Metode CFD yang mampu merekam karakteristik di seluruh bagian aliran fluida dalam satu waktu yang sama dapat menjadi tolak ukur dalam melakukan analisa data dari karakteristik pompa sentrifugal, serta keberagaman model sebagai boundary condition simulasi dengan kelebihan dan kekurangan ini yang membuat penulis penelitian yang berjudul “Studi Model Simulasi Berbasis Reynolds Averaged Navier Stokes (RANS) untuk Prediksi Karakteristik Pompa Sentrifugal FM 50”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diangkat adalah apakah model turbulence Reynolds Averaged Navier Stockes (RANS) mampu memprediksi medan aliran secara presisi dan merekomendasikan model turbulence untuk simulasi CFD pompa sentrifugal FM 50.

1.3 Batasan Masalah

Untuk mempermudah penelitian mengenai “Studi Model Simulasi Berbasis Reynolds Averaged Navier Stokes (RANS) untuk Karakteristik Pompa Sentrifugal FM 50”, memiliki batasan masalah yang lebih terperinci diantaranya:

1. Desain untuk kebutuhan simulasi diambil dengan alat 3D *Scanner*, desain yang didapat dari 3D *Scanner* akan di desain menjadi bentuk 2D menggunakan Inventor Profesional 2022
2. Desain impeler yang digunakan merupakan impeler default pompa

sentrifugal FM 50 yaitu impeler backward 6 sudu dengan sudut keluar 10° dan diameter 120 mm.

3. Data eksperimental pembandingan adalah data penelitian lain dengan pompa yang sama yaitu pompa sentrifugal FM 50.
4. Simulasi akan dilakukan menggunakan software ANSYS 22 R2 dengan 3 variasi rpm, 3 variasi model, dan 4 variasi debit.
5. Pembahasan penulis fokus pada data karakteristik berupa Head total, Daya hidrolisis dan Efisiensi.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat merekomendasikan model simulasi untuk kasus pompa sentrifugal FM 50.
2. Analisa keakuratan 3 model simulasi terhadap hasil eksperimental.
3. Mengetahui pergerakan aliran fluida pada impeler dan volute.

1.5 Manfaat Penelitian

Terdapat beberapa manfaat yang dihasilkan dalam penelitian berikut, antara lain:

1. Mengetahui cara penggunaan 3D Scanner.
2. Mengetahui perbandingan nilai simulasi CFD dan eksperimental pompa sentrifugal.
3. Mendalami ilmu tentang simulasi pada pompa sentrifugal menggunakan software ANSYS FLUENT 2022.
4. Salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan S1.
5. Sebagai salah satu referensi untuk menekuni bidang ini lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- ANSYS, "ANSYS ® CFX-Solver Theory Guide," 2012.
- Asuaje, Miguel Bakir, Farid Koudri, Smaine Kenyeri (2005). "Numerical Modelization of the Flow in Centrifugal Pump: Volute Influence in Velocity and Pressure Field". *International Journal of Rotating Machinery*, 3, 244-255. doi: 10.1155/ijrm.2005.244.
- Bachche, P. (2013) 'Finite Element Analysis of Shaft of Centrifugal Pump', *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 7(3), pp. 37–42. doi: 10.9790/1684-0733742.
- Capurso T, Bergamini L, Torresi M. Performance analysis of double suction centrifugal pumps with a novel impeller configuration. *Energy Convers Manag X* 2022;14:100227.
- Cengel, yunus A. and Cimbala, J. M. (2013) *Fluid Mechanics Fundamentals and Applications*. 3rd edn. Edited by B. Stenquist and L. Buczek. New York: McGraw-Hill.
- Chakraborty, Sujoy Choudhuri, Khishan Dutta. (2013). Performance Prediction of Centrifugal Pumps with of blade number. *Journal of Scientific and Industrial Research*. 6- 373-378. ISSN:00224456.
- Evhyajah (2010) *Mesin Pompa Jantung (Heart Pump)*, SCRIBD. Available at: <https://www.scribd.com/doc/31755816/Mesin-Pompa-Jantung-paper-Perbaikan> (Accessed: 26 November 2021).
- Habhab, M. B., Ismail, T. and Lo, J. F. (2016) 'A laminar flow-based microfluidic tesla pump via lithography enabled 3D printing', *Sensors (Switzerland)*, 16(11), pp. 1–10. doi: 10.3390/s16111970.
- Johann Friedrich Gülich, 2020. *Centrifugal pumps.*, 4th ed. Springer Cham.
- Lomax, H., Pulliam, T. H. and Zingg, D. W. (1999) 'Fundamentals of Computational Fluid'.

- Luckman, Antonio J. Alves, Marcus Vinicius C, Barbosa. (2009). Analisis of oil Pumping in a Reciprocating Compressor. *Applied Thermal Engineering*. 14-15,3118-3123. 10.1016/j.applthermaleng.2009.04.009.
- Prithvi Raj, P. et al. (2020) 'Model and analysis of rotor and impeller of eight stage centrifugal pump', *Materials Today: Proceedings*, 21(xxxx), pp. 175–183. doi: 10.1016/j.matpr.2019.04.215.
- R. C. Adhikari, et al. (2016) Cavitation Inception In Crossflow Hydro Turbines. *Energies*, hal 237:24 march 2016.
- Syofii, I., Sari, D. P., Adanta, D., Saputra, M. A. A., & Wadirin, W. (2022). Moving Mesh as Transient Approach for Pico Scale Undershot Waterwheel. *CFD Letters*, 14(8), 33-42. <https://doi.org/10.37934/cfdl.14.8.3342>.
- Sularso Haruo, Tahara, "Pompa & Kompresor," 2000.
- V. Kalaiselvan, et al, A comprehensive review on energy efficiency enhancement initiatives in centrifugal pumping system, *Appl. Energy* 181 (2016) 495–513, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.08.070>.
- Velagapudi, N. K. et al. (2015) 'Investigation of Drag and Lift Forces over the Profile of Car with Rearspoiler using CFD', *International Journal of Advances in Scientific Research*, 4(9), pp. 1298–1305. doi: 10.7439/ijasr.v1i8.2510.
- Volk, M. (2013) *Pump Characteristics and Applications*, *Pump Characteristics and Applications*. doi: 10.1201/b15559.
- Wahono, D. S. (2016) 'The Numerical Study Of Impeller Backward Single Type Centrifugal Pump With Rotation and Discharge Pump Variation'.
- Wicaksono, Alir Arif, (2015), *Studi Pengaruh Trimming Impeller Backward Single Curveture 6 Sudu Terhadap Karakteristik Kerja Pompa Sentrifugal FM 50*. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Zhang, Qing Zhou, Gao Qingpeng Cui Barbosa. (2014). Analysis of effect of impeller inler widht on the performance of centrifugal Pump. 6,5,2078-2081.ISSN:09757384.