



**UNIVERSITAS NEGERI  
PADANG**

*"Alam Takambang Jadi Guru"*

---

**TUGAS AKHIR-MSN1.62.8004**

**INVESTIGASI PENGARUH VARIASI PENINGKATAN *SUDUT*  
*IMPELLER* TERHADAP KINERJA *CENTRIFUGAL FAN*  
MENGUNAKAN SIMULASI CFD**

**SALMAT  
NIM 18338015**

**Dosen Pembimbing  
Delima Yanti Sari, S.T, M.T, Ph.D.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
Departemen Teknik Mesin  
Fakultas Teknik  
Padang  
2023**

## HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul : Investigasi Pengaruh Variasi Peningkatan *Sudut Impeller* terhadap  
Kinerja *Centrifugal Fan* Menggunakan Simulasi CFD

Nama : Salmat

NIM : 18338015

Tahun Masuk : 2018

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Departemen : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Padang, 3 November 2023

Disetujui Oleh,

Koordinator Program Studi

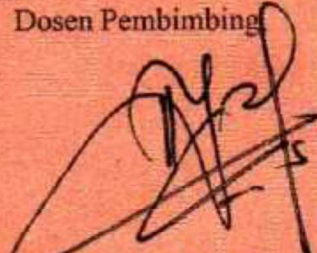
S1 Teknik Mesin



Yolli Fernanda, S.T., M.T., Ph.D.

NIP 19760706 200312 1 001

Dosen Pembimbing



Delima Yanti Sari, ST, MT, Ph.D

NIP 19780114 200312 2 003

## HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan tugas akhir di depan tim penguji  
Program Studi S1 Teknik Mesin, Departemen Teknik Mesin, Fakultas  
Teknik, Universitas Negeri Padang

Judul : Investigasi Pengaruh Variasi Peningkatan *Sudut Impeller* terhadap  
Kinerja *Centrifugal Fan* Menggunakan Simulasi CFD  
Nama : Salmat  
NIM : 18338015  
Tahun Masuk : 2018  
Program Studi : S1 Teknik Mesin  
Departemen : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik

Padang, 3 November 2023

Tim Penguji

Nama

1. Ketua : Delima Yanti Sari, S.T., M.T., Ph.D.
2. Anggota : Yolli Fernanda, S.T., M.T., Ph.D.
3. Anggota : Febri Prasetya, S.Pd., M.Pd.T.



## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulisan saya, tugas akhir dengan judul "Investigasi Pengaruh Variasi Peningkatan *Sudut Impeller* Terhadap Kinerja Centrifugal *fan* Menggunakan Simulasi CFD" adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas Negeri Padang, maupun di Perguruan Tinggi Lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, penilaian, dan rumusan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, kecuali arahan dari tim pembimbing dan penguji.
3. Di dalam karya tulis ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila ada di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik, berupa pencabutan gelar yang telah saya peroleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 3 November 2023

Saya yang menyatakan,



Salamat

NIM 18338015

## ABSTRAK

**Salamat, 2023. Investigasi Pengaruh Variasi Peningkatan Sudut Impeller Terhadap Kinerja Centrifugal Fan Menggunakan Simulasi CFD. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.**

Pada tugas akhir ini dilakukan investigasi pada salah satu parameter dari *impeller centrifugal fan* yaitu sudut inlet *blade*. Banyaknya akademisi yang melakukan penelitian pada sudut *inlet blade*, dimana sudut *blade* dibawah  $35,26^\circ$  merupakan sudut *blade* optimal yang dikemukakan Eck yang populer diterapkan. Namun beberapa akademisi juga mulai menerapkan peningkatan sudut *blade* melebihi  $35,26^\circ$  yaitu pada rentang  $35,26^\circ$ - $60^\circ$  untuk menemukan peluang adanya peningkatan kinerja *centrifugal fan*. Metode *Computational fluid dynamic* (CFD) diterapkan untuk menggantikan metode konvensional untuk mempercepat dan mempermudah pengumpulan data. Validasi permodelan pada metode CFD dilakukan berdasarkan literature review yang hasil perbedaan data yaitu  $\pm 3,31\%$ . Model *centrifugal fan backward-curved* tipe CAM-540-2T diterapkan sebagai acuan dalam permodelan. Berdasarkan hasil eksperimen menunjukkan grafik kinerja mendekati karakteristik mekanik *centrifugal fan*. Secara rata-rata menghasilkan sudut  $30^\circ$  sebagai sudut dengan performa terbaik dengan tekanan total dan efisiensi sebesar 854,27 Pa dan 48,44%. Sudut yang melebihi sudut optimal yaitu dibawah sudut  $35,26^\circ$  dapat menghasilkan kinerja yang mampu mendekati nilai optimal, seperti pada sudut *blade*  $50^\circ$  yang memberikan tekanan total dan efisiensi sebesar 795,64 Pa dan 46,90%. Dibandingkan dengan sudut *blade* dengan kinerja tertinggi, kinerja sudut  $50^\circ$  mendekati nilai sebesar 7,3% pada tekanan total dan 3,28% pada efisiensi.

**Kata Kunci:** *Inlet Blade Angle, Impeller, Centrifugal Fan, CFD*

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta ‘ala yang telah menlimpahkan karunia-Nya kepada kita semua. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah limpahkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga, para sahabatnya sampai pada kita selaku umatnya yang senantiasa istiqomah sampai akhir zaman, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini yang berjudul **“Investigasi Pengaruh Peningkatan Variasi *Sudut Impeller Terhadap Kinerja Centrifugal Fan Menggunakan Simulasi CFD*”**. Dengan terselesaikannya tugas akhir ini tidak lupa pula penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang mendukung terselesaikannya skripsi ini. Adapun berbagai pihak yang bersangkutan adalah :

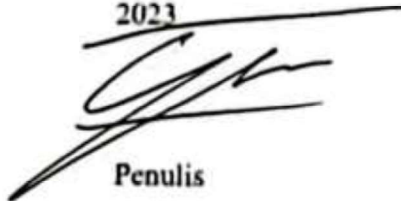
1. Bapak Dr. Eko Indrawan, S.T., M.Pd selaku ketua departemen teknik mesin, FT-UNP
2. Yolli Fernanda, S.T., M.T., Ph.D.Eng Selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Mesin, departemen teknik mesin, FT-UNP
3. Prof. Dr. Ir. Remon Lapisa, S.T., M.T., M.Sc. Dosen Pembimbing akademik yang telah memberikan nasehat dan bimbingan selama berkuliah hingga selesai
4. Ibuk Delima Yanti Sari, ST, M.T, Ph.D Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan dalam tugas akhir ini
5. Semua Bapak dan Ibu Dosen serta staf dan karyawan di departemen teknik mesin, FT-UNP yang telah memberikan ilmu dan bantuan kepada penulis selama ini.
6. Ayahanda Zainal Arifin dan Ibunda Burliati yang selalu berdoa dengan tiada henti-hentinya, memberikan kasih sayang, serta nasihat- nasihat yang selalu menjadi panutan hidupku.
7. Aprizal Saputra, Arya Zulhendrik, Arifin Januar, Adam Mandras Suwandi., Joko Suprianto, Muhammad Akbar dan Mohammad Haikal menjadi teman “Overtime” yang selalu memberikan bantuan ilmu dan materi, serta semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini

"Overtime" yang selalu memberikan bantuan ilmu dan materi, serta semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini

8. Teman-teman seperjuangan yang sama dosen pembimbing yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini
9. Teman-teman Lintas Angkatan 2018 yang selalu memberikan semangat serta doa dan dukungan.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sebuah kesempurnaan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik dari pembaca untuk kesempurnaan pada riset yang akan datang. Akhir kata, penulis mohon maaf apabila terselip penulisan kata yang salah dan kurang berkenan dihati para pembaca Terima kasih.

Padang, 3 November  
2023



Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	5
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah .....	7
E. Tujuan Penelitian .....	7
F. Manfaat Penelitian .....	8
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	<b>10</b>
A. Kajian Teori .....	10
1. <i>Centrifugal fan</i> .....	10
2. <i>Backward-curved Blades</i> .....	12
3. Teori Perancangan <i>Impeller</i> .....	13
4. Tekanan Teoritis pada <i>Impeller Centrifugal fan</i> .....	17
5. Efisiensi <i>Centrifugal Fan</i> .....	19
6. <i>Losses Centrifugal fan</i> .....	22
7. <i>Centrifugal fan</i> tipe CAM-540-2T .....	26
8. Validasi Permodelan Simulasi CFD.....	27
9. Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation .....	29
B. Penelitian Relevan.....	31
C. Kerangka Konseptual .....	34



D. Hipotesis.....	35
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>36</b>
A. Jenis Penelitian.....	36
B. Tempat dan Waktu Penelitian .....	36
C. Variabel Penelitian.....	37
D. Teknik Pengumpulan Data.....	41
E. Alat dan Bahan Penelitian.....	44
F. Diagram Alir Penelitian .....	46
G. Prosedur Penelitian .....	48
H. Teknik Analisis Data.....	57
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>58</b>
A. Hasil Penelitian .....	58
1. Data Hasil Validasi simulasi CFD .....	58
2. Hasil Simulasi CFD Variasi <i>Sudut Blade Centrifugal Fan</i> ...	62
B. Pembahasan.....	85
1. Analisis hasil validasi simulasi CFD.....	85
2. Analisis Pengaruh variasi sudut blade centrifugal fan tipe CAM-20T terhadap tekanan total .....	87
3. Analisis Pengaruh variasi sudut blade centrifugal fan tipe CAM-20T terhadap efisiensi .....	92
4. Analisis visualisasi aliran pada variasi sudut blade centrifugal fan tipe CAM-20T .....	97
<b>BAB IV KESIMPULAN.....</b>	<b>107</b>
A. Kesimpulan .....	107
B. Saran.....	107
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>109</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>112</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1 Komponen <i>Centrifugal fan</i> .....	2
2 Aliran udara pada <i>centrifugal fan</i> . .....	10
3 Jenis-jenis <i>Centrifugal fan</i> : a) Forward Curved, b) Radial, c) Backward-Inclined atau Backward-curved dan d) Axial.....	11
4 <i>Backward-curved blade Impeller</i> .....	12
5 Aliran ideal yang melalui <i>impeller centrifugal backward-curved</i> .....	13
6 Diagram kecepatan dan gaya pada <i>impeller centrifugal backward-curved</i> . .....	14
7 Grafik karakteristik performa <i>centrifugal fan backward-curved</i> .....	19
8 Tekanan Statis <i>Fan</i> dan Kebutuhan Daya untuk <i>Fan</i> yang Berbeda .....	20
9 Arah fluida yang masuk ke <i>impeller</i> .....	21
10 Entry triangle velocity .....	24
11 <i>Technical Characteristic Centrifugal fan CAM-540-2T</i> .....	25
12 Kerangka Konseptual .....	33
13 Model Variasi <i>Sudut impeller</i> .....	38
14 <i>Dimensi Centrifugal fan tipe CAM-540-2T</i> .....	42
15 Diagram Alir Penelitian .....	43
16 Diagram Simulasi CFD .....	44
17 Model 3D Spesimen .....	46
18 Tampilan <i>Wizard</i> dan <i>Project name</i> .....	47
19 Unit System .....	48
20 <i>Analysis Type</i> .....	49
21 <i>Default Fluid</i> .....	49
22 <i>Initial and Ambient Conditions</i> .....	50
23 <i>Computation Domain</i> .....	51
24 <i>Rotation Region</i> .....	51
25 <i>Boundary Condition</i> .....	52
26 <i>Goals</i> .....	53
27 Convergence pada setiap level mesh .....	62
28 Grafik pengaruh variasi sudut <i>blade</i> 15° terhadap tekanan total dan	

efisiensi pada rentang laju aliran 200 m <sup>3</sup> /h – 1600 m <sup>3</sup> /h.....	65
29 Hasil Simulasi CFD pada sudut 15°.....	66
30 Grafik pengaruh variasi sudut blade 20° terhadap tekanan total dan efisiensi pada rentang laju aliran 200 m <sup>3</sup> /h – 1600 m <sup>3</sup> /h .....	67
31 Hasil Simulasi CFD pada sudut 20°.....	68
32 Grafik pengaruh variasi sudut blade 25° terhadap tekanan total dan efisiensi pada rentang laju aliran 200 m <sup>3</sup> /h – 1600 m <sup>3</sup> /h .....	69
33 Hasil Simulasi CFD pada sudut 25°.....	70
34 Grafik pengaruh variasi sudut <i>blade</i> 35° terhadap tekanan total dan efisiensi pada rentang laju aliran 200 m <sup>3</sup> /h – 1600 m <sup>3</sup> /h.....	71
35 Hasil Simulasi CFD pada sudut 35,26°.....	72
36 Grafik pengaruh variasi sudut <i>blade</i> 35.26° terhadap tekanan total dan efisiensi pada rentang laju aliran 200 m <sup>3</sup> /h – 1600 m <sup>3</sup> /h.....	73
37 Hasil Simulasi CFD pada sudut 35,26°.....	74
38 Grafik pengaruh variasi sudut <i>blade</i> 40° terhadap tekanan total dan efisiensi pada rentang laju aliran 200 m <sup>3</sup> /h – 1600 m <sup>3</sup> /h.....	75
39 Hasil Simulasi CFD pada sudut 40°.....	76
40 Grafik pengaruh variasi sudut blade 45° terhadap tekanan total dan efisiensi pada rentang laju aliran 200 m <sup>3</sup> /h – 1600 m <sup>3</sup> /h .....	77
41 Hasil Simulasi CFD pada sudut 45°.....	78
42 Grafik pengaruh variasi sudut <i>blade</i> 50° terhadap tekanan total dan efisiensi pada rentang laju aliran 200 m <sup>3</sup> /h – 1600 m <sup>3</sup> /h.....	79
43 Hasil Simulasi CFD pada sudut 50°.....	80
44 Grafik pengaruh variasi sudut <i>blade</i> 55° terhadap tekanan total dan efisiensi pada rentang laju aliran 200 m <sup>3</sup> /h – 1600 m <sup>3</sup> /h.....	81
45 Hasil Simulasi CFD pada sudut 55°.....	82
46 Grafik pengaruh variasi sudut <i>blade</i> 60° terhadap tekanan total dan efisiensi pada rentang laju aliran 200 m <sup>3</sup> /h – 1600 m <sup>3</sup> /h.....	83
47 Hasil Simulasi CFD pada sudut 60°.....	84
48 Perbandingan tekanan total Simulasi CFD dengan referensi.....	85
49 Perbandingan tekanan total Simulasi CFD dengan referensi.....	87

50	Grafik pengaruh peningkatan variasi sudut <i>blade impeller</i> terhadap peningkatan tekanan total pada laju aliran 200 m <sup>3</sup> /h sampai 1600 m <sup>3</sup> /h .....	90
51	Pengaruh variasi sudut blade pada tekanan total.....	90
52	Grafik pengaruh peningkatan variasi sudut blade impeller terhadap efisiensi pada laju aliran 200 m <sup>3</sup> /h sampai 1600 m <sup>3</sup> /h.....	95
53	Pengaruh variasi sudut blade pada Efisiensi .....	95
54	Visualisasi contour velocity pada variasi sudut blade.....	100
55	Urutan contour velocity passage pada variasi sudut 15° dan 60° .....	101
56	Visualisasi contour velocity pada variasi sudut blade.....	105
57	Urutan contour tekanan passage pada variasi sudut 15° dan 60 .....	105

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1 Level variabel bebas.....	37
2 Variabel Kontrol.....	41
3 Instrumen pengumpulan data .....	42
4 karakteristik teknis <i>Centrifugal fan</i> tipe CAM-540-2T .....	45
5 Hasil Pengujian permodelan ulang dengan simulasi CFD .....	59
6 Hasil Simulasi CFD variasi sudut <i>blade</i> pada model <i>Centrifugal fan</i> tipe CAM-540-2T .....	63
7 Pengaruh variasi sudut <i>blade impeller</i> centrifugal fan tipe CAM-20T terhadap peningkatan tekanan total.....	87
8 Pengaruh variasi sudut <i>blade impeller</i> centrifugal fan tipe CAM-20T terhadap efisiensi.....	92
9 Distribusi kecepatan udara yang terjadi pada setiap passage variasi sudut <i>blade</i> .....	101
10 Distribusi tekanan yang terjadi pada setiap passage variasi sudut <i>blade</i> .....	106

## DAFTAR LAMPIRAN

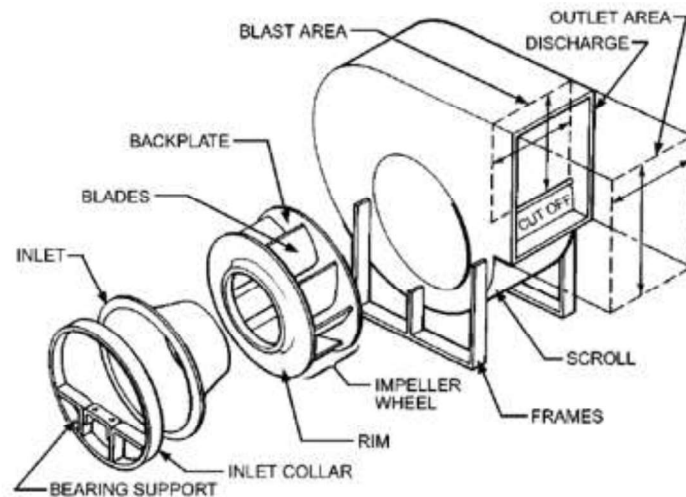
<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1 Gambar kerja centrifugal fan tipe CAM-540-2t impeller tipe backward curved .....	112
2 Gambar kerja variasi sudut blade impeller.....	113
3 Data hasil eksperimen variasi peningkatan sudut blade impeller menggunakan software SOLIDWORKS .....	114
4 Data Sheet Centrifugal fan tipe CAM-540-2T .....	118
5 Hasil Simulasi CFD Variasi Sudut Blade .....	119
6 Lembaran Konsultasi .....	129

# BAB I PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang Masalah

*Centrifugal fan* pada umumnya banyak digunakan pada bidang industri teknik, sebagai salah satu komponen dalam sistem *Heating Ventilation and Air-Conditioning* (HVAC) yang memompa udara ke dalam sistem saluran udara (Patel dan Makadika, 2014; Carrier Corporation, 2013). *Centrifugal fan* memiliki komponen utama yaitu *Fan Housing, Impeller, Inlet* dan *Outlet Duct*, Poros, dan Mekanisme Penggerak (Patel dan Makadika, 2014; Eck, 1973), dimana komponen utama *Centrifugal fan* ditampilkan pada gambar 1. Setiap komponen *Centrifugal fan* dapat mempengaruhi kinerja keseluruhan, jika salah satu komponen dirancang dengan tidak optimal maka akan mempengaruhi kinerja keseluruhan (Brelah, 2012). *Impeller* menjadi satu komponen yang dapat mempengaruhi efisiensi total *Centrifugal fan*, dimana telah banyak riset membahas mengenai rancangan *impeller* untuk menemukan efisiensi yang optimal (Chunxi, DKK, 2011; Lee, DKK, 2011). Menurut Eck (1973) parameter dalam menentukan desain *impeller* yang optimal yaitu dengan mempertimbangkan kombinasi dari faktor rasio diameter masuk dan keluar, kecepatan putaran, Jumlah *blade*, profil *blade*, desain *diffuser*, dan sudut *blade*. Ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi kinerja *Centrifugal fan*, sudut *blade* menjadi salah satu faktor yang menentukan kinerja *impeller* optimal, dimana nilai dari sudut *blade* yang digunakan dapat menghasilkan peningkatan atau penurunan laju aliran. Pengaruh sudut *blade* ini yang

menjadi ketertarikan khusus penulis untuk membuktikan nilai sudut *blade* dapat mempengaruhi kinerja *centrifugal fan*.



Gambar 1. Komponen *Centrifugal fan* (Handbook, A. S. H. R. A. E. ; 2008).

Telah banyak akademisi yang berkontribusi dalam meneliti profil *impeller Centrifugal fan*, termasuk dalam penentuan sudut *blade* pada *impeller*. Besaran nilai sudut *blade* yang tidak tepat akan menyebabkan peningkatan *impeller entrance losses* pada saluran *fan*, dan sudut *blade* yang kecil meningkatnya pemisahan aliran dan terjadinya ketidakseragaman pada saluran *blade* (Yu, DKK, 2005). Menurut Eck (1973) sudut *blade* optimal yaitu dibawah  $35,26^\circ$  dengan kondisi volume aliran saat memasuki *impeller* sama pada *inlet blade*. Yu, DKK (2005) meneliti terkait sudut *blade impeller backward-curved* untuk *Centrifugal fan* dengan efisiensi tinggi, dengan kisaran besar sudut  $27^\circ$ - $32^\circ$  dan sudut  $27^\circ$  memiliki efisiensi yang optimal. Singh, DKK (2011) menginvestigasi kinerja sudut *blade backward-curved* pada sudut  $68^\circ$ , dan  $52^\circ$ , dan didapatkan



peningkatan efisiensi sebesar 6.25%. Pada penelitian Meng, DKK (2013) pada optimasi *impeller Centrifugal fan backward-curved* dengan metode *Response Surface Methodology* (RSM) dilakukan pengujian pada rentang *sudut blade*  $37^{\circ}$ - $41^{\circ}$ , didapatkan sudut optimal yaitu  $37^{\circ}$ . Piotr dan Przemyslaw (2022) dalam penelitiannya menggunakan sudut *blade* yaitu  $23^{\circ}$  pada *impeller backward-curved*. Shah, DKK (2003) menggunakan sudut *inlet blade*  $42.27^{\circ}$  dengan nilai total efisiensi sebesar 70.03%. Huang dan Hsieh (2009) menerapkan sudut *blade*  $46.39^{\circ}$  pada *impeller backward-curved* pada penelitiannya. Tantakitti (2018) dalam penelitiannya melihat pengaruh kinerja *centrifugal fan* jika memvariasikan sudut inlet dan outlet, dimana sudut inlet yang digunakan yaitu  $15^{\circ}$  dan  $21^{\circ}$  dan menyebabkan perubahan kekuatan udara kurang dari 0,4%. Fan-nian, DKK (2017) pada penelitian investigasi efek dari sudut *blade backward-curved*  $30^{\circ}$ - $40^{\circ}$ , didapatkan bahwa peningkatan sudut *blade* akan mengakibatkan penurunan efisiensi dan *output power* pada laju aliran rendah, dan meningkat pada laju aliran tinggi. Meskipun telah banyak akademis yang telah mempelajari sudut dibawah sudut  $35.26^{\circ}$  yang sesuai dengan pendapat Eck (1973) mengenai sudut *blade* optimal dibawah sudut  $35.26^{\circ}$ , namun tidak menutup kemungkinan peluang bahwa sudut di atas sudut optimal dapat menghasilkan peningkatan kinerja pada *centrifugal fan* sesuai dengan pendapat Wu, DKK (2016), Fan-nian, DKK (2017) dan Tantakitti, DKK (2018) peningkatan sudut *blade* akan meningkatkan kinerja pada laju aliran rendah, dan menurun pada laju aliran tinggi. Berdasarkan kemungkinan tersebut penulis tertarik dalam menginvestigasi pengaruh peningkatan sudut *blade* pada

rentang sudut  $35.26^{\circ}$ - $60^{\circ}$  pada laju aliran rendah sampai tinggi terhadap kinerja centrifugal fan meliputi efisiensi, tekanan total, dan volume laju aliran.

Saat ini sebagian besar pekerjaan eksperimental dapat digantikan oleh simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) karena kemajuan teknologi komputasi yang signifikan. Penerapan CFD telah banyak digunakan dalam menghitung aliran tiga dimensi pada pompa dan *fan* centrifugal. Simulasi numerical aliran internal pada *Centrifugal fan forward-curved* pada *fan* pendingin, dimana CFD dan validasi eksperimen digunakan untuk mempelajari aliran secara optimal pada perkiraan sudut *blade* (Lin, DKK, 2002). Visser, DKK (2000) menggunakan pendekatan CFD untuk memperkirakan aliran potensial untuk mengoptimalkan desain ulang sudut *impeller* untuk menghasilkan kinerja yang lebih baik. Tantanakitti, DKK (2018) menggunakan simulasi CFD dengan software *Solidworks Flow Simulation* dalam studi pengaruh sudut *impeller backward-curved* terhadap kinerja *centrifugal fan*. Pada investigasi pengaruh peningkatan sudut *blade* menggunakan simulasi CFD dengan *Solidworks Flow Simulation* untuk mengetahui visualisasi aliran dan kinerja *Centrifugal fan*.

Berdasarkan penelitian Wu, DKK (2016), Fan-nian, DKK (2017) dan Tantanakitti, DKK (2018) diketahui bahwa penerapan sudut *blade* yang bervariasi pada *impeller* menghasilkan kinerja yang berbeda sesuai dengan variasi *sudut inlet blade* yang digunakan, dimana peningkatan sudut *inlet blade* akan mengakibatkan penurunan efisiensi dan *output power* pada laju aliran rendah, dan meningkat pada laju aliran tinggi. Pada era saat ini sudah mulai diterapkan

nilai sudut *inlet blade* di atas nilai optimal yang dikemukakan Eck (1973) yaitu  $35.26^\circ$ . Maka, penelitian akan dilakukan pada *model Centrifugal fan* tipe CAM-540-2T *Impeller* tipe *backward-curved* dengan sudut *inlet blade*  $14^\circ$ , yang produksi oleh perusahaan SODECA yang telah mengacu pada standar ISO 5801. Pada investigasi pengaruh sudut *inlet blade* menggunakan variasi *blade* yaitu dengan acuan awal sudut optimal dan peningkatan sebesar  $15^\circ$  hingga sudut mendekati tegak lurus yaitu sudut  $60^\circ$  untuk mengetahui pengaruh sudut *blade* melebihi sudut optimal. Berdasarkan penjabaran penggunaan sudut *blade*, maka digunakan sudut *blade* sebagai berikut,  $15^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $25^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $35.26^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $55^\circ$  dan  $60^\circ$ . Parameter kondisi yang digunakan yaitu, kecepatan putaran 2875 RPM pada volume laju aliran yang digunakan pada setiap peningkatan sudut *blade* yaitu 200 m<sup>3</sup>/h, 400 m<sup>3</sup>/h, 600 m<sup>3</sup>/h, 800 m<sup>3</sup>/h, 1000 m<sup>3</sup>/h, 1200 m<sup>3</sup>/h, 1400 m<sup>3</sup>/h, 1600 m<sup>3</sup>/h dan perangkat CFD *Solidworks Fluid Simulation* untuk mengungkap visualisasi aliran dan kinerja centrifugal fan meliputi, nilai tekanan total, efisiensi fan, volume laju aliran. Hasil penelitian ini nantinya dapat digunakan menjadi acuan dalam pemilihan sudut *impeller centrifugal fan backward-curved*.

## B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Dari banyak faktor yang dapat mempengaruhi kinerja *Centrifugal fan*, sudut *blade* menjadi salah satu faktor yang menentukan sebuah *impeller* optimal, dimana nilai dari sudut *blade* yang digunakan dapat

menghasilkan peningkatan atau penurunan kinerja yang meliputi volume laju aliran, tekanan, dan efisiensi *Centrifugal fan*

2. Di era sekarang sudah diterapkan sudut *blade* di atas nilai optimal yang dikemukakan oleh Eck yaitu  $35.26^\circ$ , oleh karena itu perlu dilakukan investigasi pengaruh peningkatan sudut *blade* melampaui sudut optimal hingga sudutnya mendekati tegak lurus untuk mengetahui batasan sudut *blade* yang dapat digunakan dan mengungkap pengaruhnya terhadap kinerja *centrifugal fan* meliputi efisiensi, tekanan total, volume laju aliran.
3. Masih terbatasnya penelitian terkait pengaruh dan batasan dari peningkatan *sudut blade impeller* melampaui nilai optimal yang dikemukakan Eck (1973) yaitu  $35.26^\circ$  terhadap kinerja *Centrifugal fan*, dimana sudah mulai diterapkan nilai sudut melampaui sudut optimal dalam penelitian akademisi dan industri di era sekarang.

### C. Batasan Masalah

Berdasarkan masalah yang diidentifikasi diatas, maka peneliti membatasi masalah agar penelitian lebih terfokus, yaitu:

1. Variasi sudut *blade* yang digunakan yaitu  $15^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $25^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $35.26^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $55^\circ$  dan  $60^\circ$  pada kecepatan putaran 2875 RPM.
2. Model *Centrifugal fan* tipe CAM-540-2T *Impeller* tipe *backward-curved* yang produksi oleh perusahaan SODECA.
3. Volume laju aliran yang digunakan pada setiap peningkatan sudut *blade* yaitu  $200 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $400 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $600 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $800 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $1200$

m<sup>3</sup>/h, 1400 m<sup>3</sup>/h, 1600 m<sup>3</sup>/h berdasarkan pada grafik kinerja *Centrifugal fan* tipe CAM-540-2T

4. Penelitian terfokus pada pengungkapan pengaruh kinerja *centrifugal fan* meliputi volume laju aliran, tekanan total dan efisiensi.
5. Simulasi menggunakan pendekatan simulasi *computational Fluid Dynamics* (CFD) menggunakan *software Solidworks Flow Simulation*.

#### D. Rumusan Masalah

Mencermati masalah yang diuraikan pada identifikasi masalah, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh peningkatan sudut *blade* melebihi nilai optimal yaitu 35.26° terhadap kinerja meliputi volume laju aliran, tekanan total dan efisiensi dari *Centrifugal fan*?
2. Bagaimana visualisasi aliran yang terjadi pada setiap peningkatan sudut *blade*?

#### E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh peningkatan *sudut blade impeller* melebihi nilai *sudut blade* optimal yang dikemukakan yaitu dibawah 35.26° Eck dimana sudah mulai diterapkan nilai sudut *blade* melebihi nilai optimal pada desain *impeller*, maka variasi peningkatan sudut *blade* yang digunakan yaitu 15°, 20°, 25°, 30°, 35.26°, 40°, 45°, 50°, 55° dan 60 dengan kecepatan putaran 2875 RPM pada volume laju aliran yang digunakan pada setiap peningkatan sudut *blade* yaitu

200 m<sup>3</sup>/h, 400 m<sup>3</sup>/h, 600 m<sup>3</sup>/h, 800 m<sup>3</sup>/h, 1000 m<sup>3</sup>/h, 1200 m<sup>3</sup>/h, 1400 m<sup>3</sup>/h, 1600 m<sup>3</sup>/h untuk mengungkap pengaruh terhadap kinerja meliputi volume laju aliran, tekanan total dan efisiensi *Centrifugal fan* dengan model yang digunakan yaitu tipe CAM-540-2T *Impeller* tipe *backward-curved* yang produksi oleh perusahaan SODECA yang telah mengacu pada standar ISO 5801 menggunakan pendekatan simulasi *computational Fluid Dynamics* (CFD) menggunakan software Solidworks Flow Simulation.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Dari penulisan skripsi ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu:

##### **1. Bagi Penulis**

Untuk mengaplikasikan pemahaman tentang pengaruh variasi sudut *blade impeller* yaitu 15°, 20°, 25°, 30°, 35.26°, 40°, 45°, 50°, 55° dan 60 dengan kecepatan putaran 2875 RPM pada volume laju aliran yang digunakan pada setiap peningkatan sudut *blade* yaitu 200 m<sup>3</sup>/h, 400 m<sup>3</sup>/h, 600 m<sup>3</sup>/h, 800 m<sup>3</sup>/h, 1000 m<sup>3</sup>/h, 1200 m<sup>3</sup>/h, 1400 m<sup>3</sup>/h, 1600 m<sup>3</sup>/h terhadap kinerja dan efisiensi *Centrifugal fan* tipe CAM-540-2T *Impeller* tipe *backwar-curved* yang produksi oleh perusahaan SODECA yang telah mengacu pada standar ISO 5801 menggunakan pendekatan simulasi *computational Fluid Dynamics* (CFD) menggunakan software Solidworks Flow Simulation.

##### **2. Bagi Pembaca**

Memberikan informasi dan masukan pengetahuan dalam bidang teknologi aerodinamis khususnya Analisa menggunakan metode

computational Fluid Dynamics (CFD) dan penerapan pengaruh variasi sudut *blade impeller* pada *Centrifugal fan* terhadap kinerja dan efisiensinya, sehingga variasi sudut *blade* yang telah diteliti dapat diimplementasikan pada bidang industry.