

# Analisa Pengaruh Sudut Serang dan Airfoil NACA 4 Digit pada Blade Axial Fan

Mohammad Faishal Hanif<sup>1\*</sup>, Muh Anis Mustaghfirin<sup>2</sup>, Emie Santoso<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111  
Jurusan Teknik Permesinan Kapal

\*E-mail: mohammadfaishal@student.ppns.ac.id

## Abstrak

Banyak pengaplikasian *Axial Fan* di bidang industri. Terutama untuk sistem ventilasi dan *cooler* suatu sistem yang lainnya. Untuk mendesain sebuah *blade axial fan* perlu *designer* untuk memperhatikan studi airfoil. Namun, tidak banyak tulisan yang membahas dalam tentang airfoil terutama pada kebisingan dan getaran yang dapat berdampak terhadap performa axial fan menggunakan metode komputasi atau dengan bantuan software. Penelitian ini melakukan analisa axial fan menggunakan metode komputasi atau dengan bantuan software ANSYS CFX untuk mendapatkan nilai efisiensi, volume flowrate, rpm, dan tekanan. Dengan mendapatkan nilai efisiensi, volume flowrate, rpm, dan tekanan dari *setting angle* dan airfoil yang tepat maka dapat dipilih dan dilakukan untuk fabrikasi. Desain airfoil dipilih menggunakan bantuan software *Designfoil R6.46* dan situs resmi dari NACA (*National Advisory Comitee for aeronautics*). Desain axial fan di bentuk menggunakan software ANSYS Geometry. Setelah mendapatkan semua desain 3D axial fan, desain tersebut di import ke dalam software ANSYS CFX untuk mendapatkan data efisiensi, *air flow rate*, kebisingan, dan getaran

**Keywords:** *airfoil, axialfan, blower, airvent, anglestrike, NACA.*

## 1. PENDAHULUAN

Axial fan adalah alat yang digunakan untuk menurunkan tekanan dan meningkatkan volume laju aliran udara. Axial fan banyak diaplikasikan di bidang industri, contohnya adalah HVAC, komputer, *automobile*, permesinan, dan aplikasi elektronika. Jenis- jenis *axial fan* yang digunakan disesuaikan dengan tujuan penggunaan dan *space* yang disediakan untuk instalasi. Karena berbagai macam kebutuhan yang berbeda, desain dari axial fan menjadi sangat penting untuk memenuhi tujuan penggunaan. Terdapat beberapa metode untuk menentukan desain awal atau *preliminary design* dari axial fan, mulai dari *hub* dan *blade* yang digunakan untuk axial fan. *Preliminary design* tersebut ditujukan untuk mendapatkan nilai efisiensi, rpm, *volume flow rate* yang tinggi, dan tekanan rendah. Fokus dari penelitian ini untuk mendapatkan desain *axial fan* dengan dan getaran yang rendah sebelum fabrikasi, karena kebisingan dan getaran tersebut dapat mempengaruhi kenyamanan, keselamatan, dan kesehatan pekerja.

Dari penelitian sebelumnya analisa dari axial fan hanya memperhatikan hasil tekanan dan volume flow rate, kebisingan dan getaran yang dihasilkan oleh blade tidak diperhatikan karena adanya laju aliran turbulen yang terjadi.

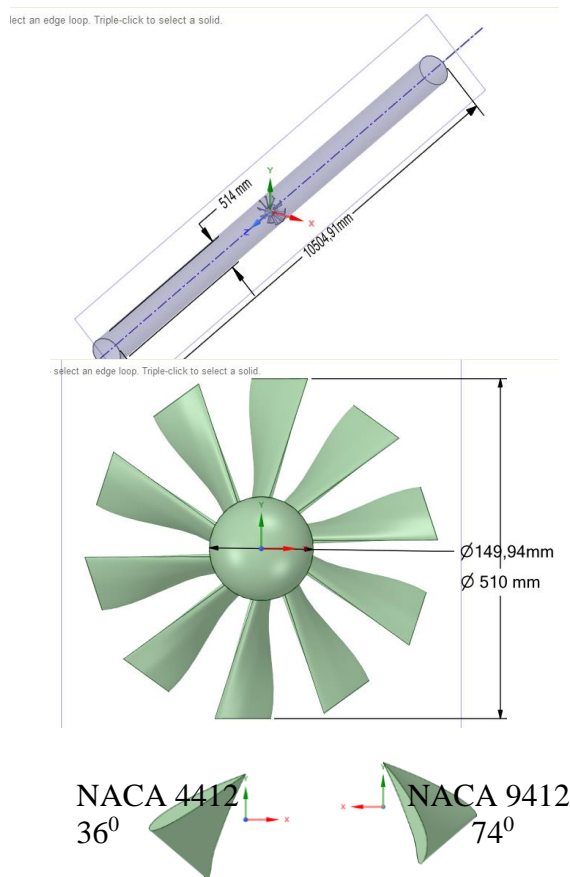
Laju aliran laminar sering kali terbentuk karena desain airfoil dan setting sudut serang yang kurang tepat. Jumlah blade yang lebih sedikit dan luasan blade yang lebih lebar merupakan hasil blade dengan efisiensi yang lebih baik dan memiliki nilai kebisingan yang lebih rendah. Namun, jika desain blade yang memiliki permukaan terlalu lebar akan membuat rotasi fan menjadi kecil karena beban yang diterima poros lebih besar. Metode metode yang dapat digunakan untuk *preliminary design* dibagi menjadi dua, yaitu metode tradisional dan metode modern. Metode tradisional yang digunakan untuk *preliminary design* sudah tidak digunakan lagi, karena *designer* harus mencoba satu-persatu desain dan ukuran. Metode tersebut sangat berpengaruh terhadap efektifitas waktu dan biaya dibandingkan dengan menggunakan metode modern. Metode modern yang digunakan untuk *preliminary design* dibagi lagi menjadi metode lain. Beberapa metode modern yang digunakan adalah, Multi-Objective Optimization, 3D Inverse Design Method, dan pemilihan desain dari software Designfoil R6.46 Airfoil NACA. Didalam penelitian ini, pemilihan desain airfoil menggunakan software *designfoil R6.46 Airfoil NACA*.

## 2. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan untuk penelitian ini yaitu identifikasi masalah, validasi data, desain geometri ulang, dan analisa performa menggunakan software ANSYS CFX. Tahap yang digunakan untuk Analisa performa axial fan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 2.1 Pemodelan Desain dari Jurnal Terdahulu

Desain axial fan yang sudah didesain pada penelitian yang pernah dilakukan terdahulu dimodelkan ke dalam bentuk autocad. Pemodelan tersebut bertujuan untuk validasi data dan melihat apakah langkah dalam pemodelan pernah dilakukan dan menghasilkan data yang benar dan sesuai. Hal yang sangat diperhatikan dalam pemodelan ini adalah dimensi axial fan yang digunakan



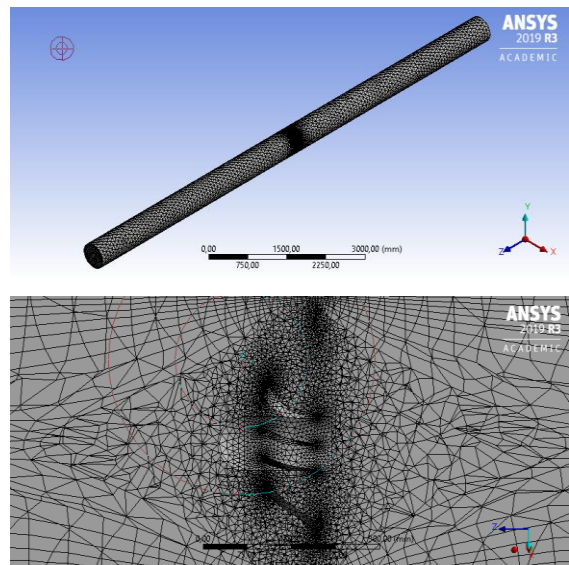
**Gambar 2.1** Dimensi axial fan, shroud, sudut serang, dan airfoil yang digunakan

### 2.2 Meshing

Meshing yang digunakan menggunakan tahap yang sederhana dan dibatasi sebanyak 512.000 Nodes. Meshing diperlukan untuk membantu tahap hasil analisa dalam menggambarkan kontur velocity. Tahapan meshing memerlukan perubahan jumlah element size dari 70,673 mm menjadi 30,673 mm yang otomatis dapat merubah max size

sizing menjadi 61,346. Perubahan element size diperlukan untuk detail kerapatan meshing dan detail kontur velocity nantinya.

Pada tahap mesh selanjutnya menggunakan inflation mesh. Inflation mesh digunakan pada boundary inlet dan outlet. Inflation mesh digunakan untuk lebih merapatkan mesh dan kondisi aliran udara yang masuk menjadi teratur. Perubahan maximum layer diperlukan untuk detail mesh yang digunakan. Perubahan maximum layer yaitu dari 5 layer menjadi 15 layer. Berikut detail pengaturan sizing dan inflation mesh pada mesh:



**Gambar 2.2** Detail Meshing axial fan

### 2.3 Setup Boundary Condition

Setup Boundary yang digunakan adalah dengan menggunakan satu domain dan 3 boundary. Detail setup yang digunakan adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.1** Setup Domain dan Boundary

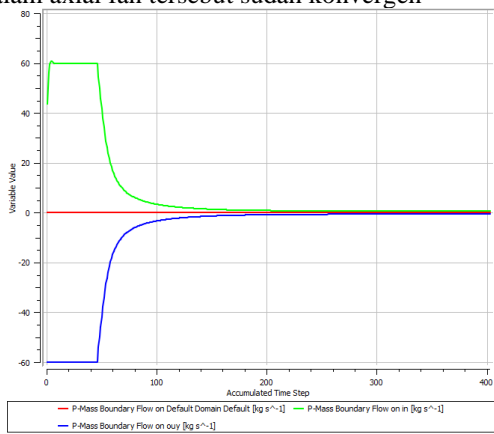
Boundary (Fan+Shroud)	
Boundary type	Wall
Frame type	Rotating
Mass and momentum	No slip wall
Wall roughness	Smooth wall
Domain	
Domain type	Fluid domain
Material library	Air at 25 C
Bouyancy model	Non buoyant
Domain motion	Rotating
Angular velocity	1170 rev/min

Boundary Inlet	RUN 1
Boundary type	Inlet
Frame type	Rotating
Mass and momentum	Stat frame Tot. Press
Relative pressure	0 Pa

Turbulence	Medium 5% Intensity
<b>Boundary Inlet</b>	<b>RUN 2</b>
Boundary type	Inlet
Frame type	Rotating
Mass and momentum	Stat frame Tot. Press
Speed	4.067 m/s
Turbulence	Medium 5% Intensity
<b>Boundary Outlet</b>	<b>RUN 2</b>
Boundary type	Outlet
Frame type	Rotating
Mass and momentum	Static pressure
Relative pressure	100 Pa
<b>Boundary Outlet</b>	<b>RUN 2</b>
Boundary type	Outlet
Frame type	Rotating
Mass and momentum	Static pressure
Relative pressure	113 Pa

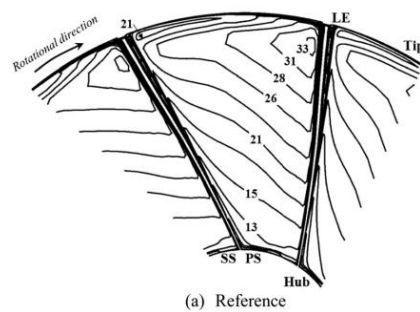
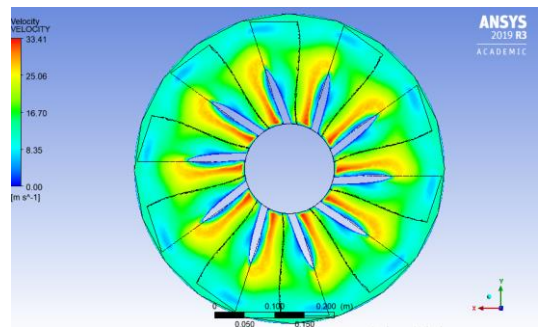
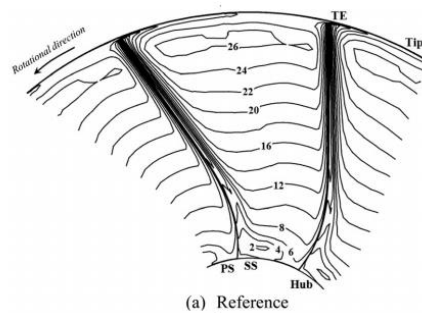
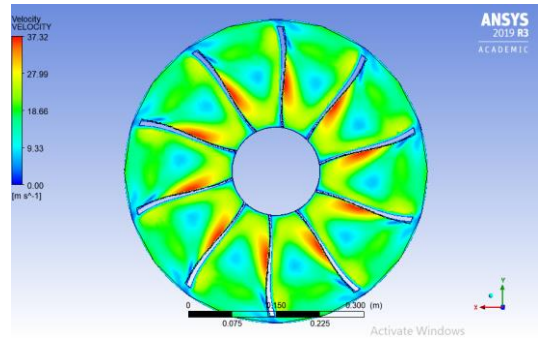
### 2.4 Validasi Tekanan dan Debit

Hasil dari desain axial fan dengan refrensi jurnal terdahulu ditampilkan dalam bentuk grafik. Solution dari analisa dalam bentuk grafik tersebut digunakan sebagai acuan bahwa aliran udara didalam axial fan tersebut sudah konvergen



**Gambar 2.3** Konvergensi Debit

Solution yang sudah dipastikan konvergen dapat dibandingkan kontur velocity nya dengan jurnal refrensi. Result dari analisa desain awal dengan desain dari jurnal refrensi memiliki perbedaan kontur namun memiliki persamaan laju aliran. Perbedaan kontur tersebut dapat disebabkan karena perbedaan airfoil yang digunakan. Airfoil yang digunakan pada jurnal terdahulu menggunakan airfoil yang tidak dapat diidentifikasi dengan software NACA namun memiliki kemiripan dengan airfoil dari NACA.



Desain yang digunakan sebagai validasi data menampilkan hasil analisa debit dan tekanan yang akan digunakan untuk validasi desain dengan desain yang ada pada jurnal. Berikut selisih debit dan tekanan desain yang dianalisa dan desain pada jurnal:

$$Q=0,9905 \text{ kg/s}=59,94 \text{ kg/min}$$

$$P_{in}=\text{Tekanan masuk blade}=-116,42 \text{ Pa}$$

$$P_{out}=\text{Tekanan keluar blade}=-16,745 \text{ Pa}$$

$$Prise=\text{Kenaikan tekanan}=99,675 \text{ Pa}$$

**Tabel 2.2** Selisih hasil sebagai validasi data

Hasil	Analisa	Jurnal	Selisih
Debit	59,94 kg/min	60 kg/min	0,06 kg/min
Kenaikan Tekanan	99,675 Pa	100 Pa	0,325 Pa

### 3. HASIL ADAN PEMBAHASAN

Geometri desain variasi menggunakan variasi airfoil dan sudut serang pada airfoil hub dan airfoil tip. Langkah-langkah yang digunakan untuk membuat desain axial fan memiliki terapan yang sama dari desain awal. Desain awal adalah desain yang digunakan untuk validasi langkah langkah sebelumnya yang mengacu pada jurnal referensi. Pada geometri desain variasi memiliki beberapa persamaan dimensi dengan desain awal. Persamaan dimensi yang dimiliki desain variasi dengan desain awal adalah *hub cap ratio*, *diameter hub*, *tip to tip distance*, *tip clearance*, dan *shroud length*.

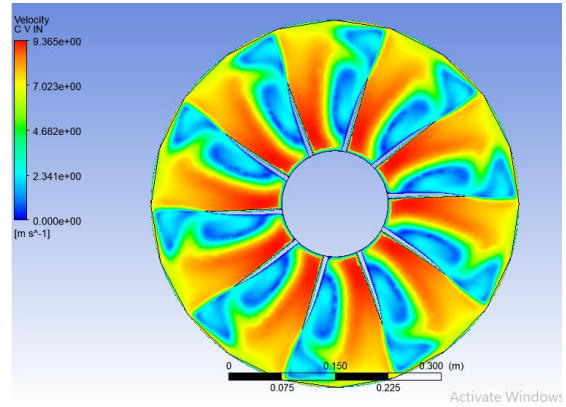
**Tabel 3.1** Jumlah Iterasi dan Pengaturan Sudut Serang pada Blade dengan Airfoil 1412 dan 9312

Desain variasi	Sudut serang		Convergence control max iteration
	Hub	Tip	
a	20°	60°	500
b	20°	80°	35
c	30°	60°	50
d	30°	80°	40

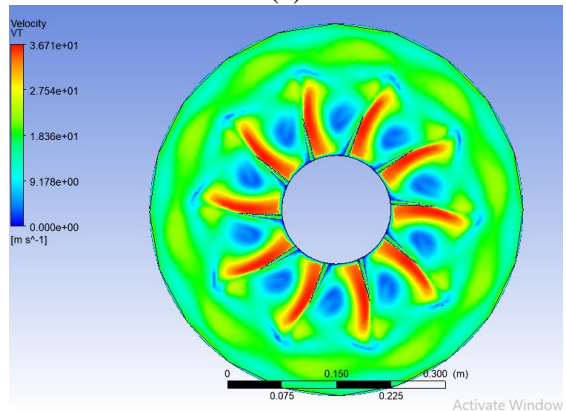
**Tabel 3. 2** Jumlah Iterasi dan Pengaturan Sudut Serang pada Blade dengan Airfoil 6412 dan 9512

Desain variasi	Sudut serang		Convergence control max iteration
	Hub	Tip	
e	20°	60°	35
f	20°	80°	50
g	30°	60°	40
h	30°	80°	50

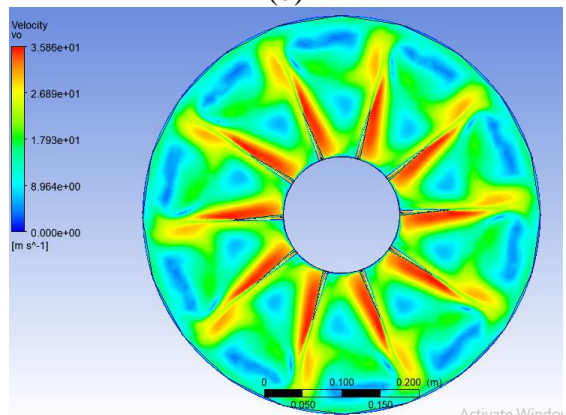
Solution pada simulasi CFD axial fan desain variasi ditampilkan pada grafik. Pada solution ini yang pertama dicari adalah hasil dari konvergensi mass flow atau debit aliran. Solution pada setiap simulasi mendapatkan hasil konvergen apabila grafik mass flow menunjukkan garis aliran masuk dan keluar mengarah pada angka nol. Namun, pada setiap desain tidak selalu menunjukkan konvergensi yang mendapatkan garis 0,0001, karena kemampuan konvergensi axial fan yang berbeda beda pada setting aifoil dan sudut serang yang berbeda. Running simulasi CFD akan dihentikan apabila garis konvergensi mass flow sudah menunjukkan garis yang sejajar atau hamper sejajar..



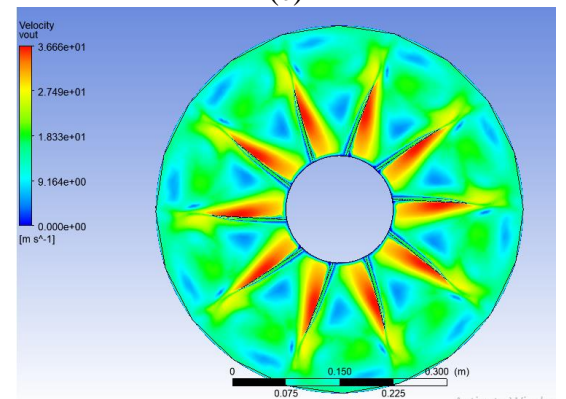
(a)



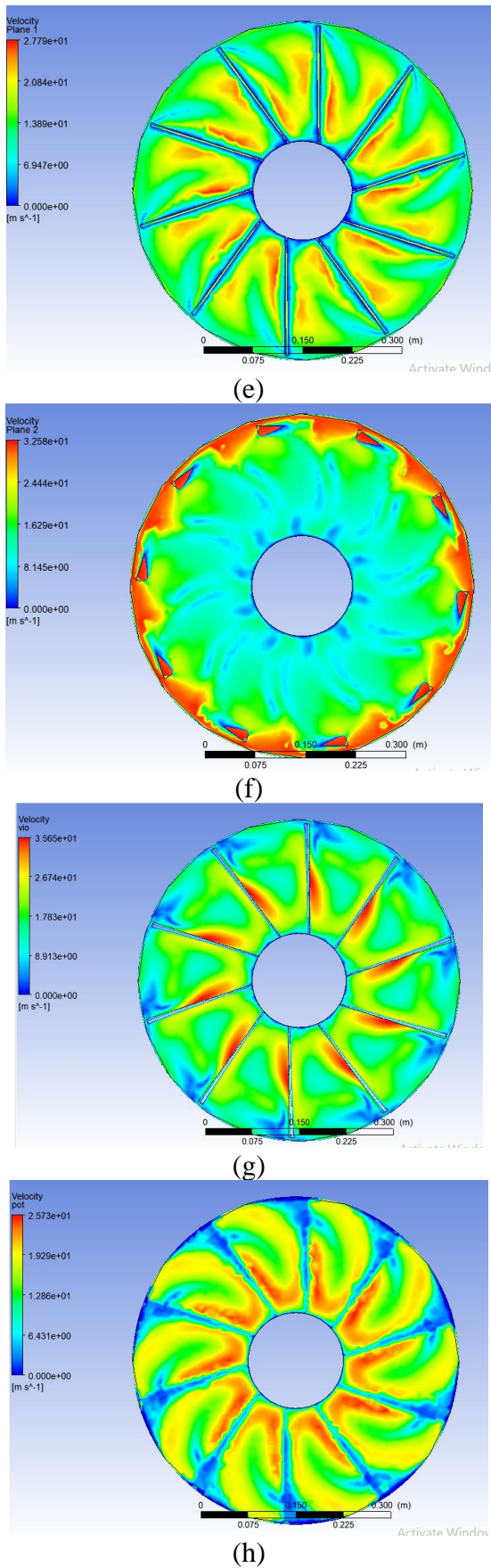
(b)



(c)



(d)



**Gambar 3.1** Hasil Kontur Kecepatan Keluar dari Blade

Pressure rise dan massflow yang dihasilkan pada analisa axial fan dengan desain variasi sebagai berikut:

**Tabel 4. 1** Pressure rise dan massflow pada desain variasi

Desain Variasi	Pressure rise	Massflow
a	4,466 Pa	1,0067 kg/s
b	68,262 Pa	0,9836 kg/s
c	54,454 Pa	0,9836 kg/s
d	71,132 Pa	0,9836 kg/s
e	66,829 Pa	0,9836 kg/s
f	53,466 Pa	0,9803 kg/s
g	99,451 Pa	0,9788 kg/s
h	38,903 Pa	0,9799 kg/s

Efisiensi fan:

$$[\eta = (Q \times \Delta P \times W_{motor}) / (W_{motor}) \times 100\%]$$

Karena daya motor yang digunakan adalah sama dianggap 1, maka:

**Tabel 4. 2** Efisiensi desain variasi

Desain variasi	Efisiensi (%)
a	4,495922
b	67,1425
c	53,56095
d	69,96544
e	65,733
f	52,41272
g	97,34264
h	38,12105

#### 4. KESIMPULAN

Pada bab sebelumnya telah di berikan gambar kontur kecepatan, tekanan, dan velocity streamline aliran udara disekitar blade axial fan. Jenis airfoil untuk pemodelan menggunakan airfoil NACA 1412,4142, dan 6412 untuk bagian tip dengan variasi sudut 60, 74, dan 80. Sedangkan pada bagian hub menggunakan jenis airfoil NACA 9312, 9412, dan 9512 dengan variasi sudut 20, 30, dan 36. Pemilihan aifoil tersebut berdasarkan penambahan dan pengurangan 10 persen pada max. location chamber airfoil. Pemiilihan airfoil pada bagian tip berdasarkan pada kemiripan bentuk airfoil disesuaikan dengan jurnal referensi yang digunakan sebagai validasi desain. Dari hasil simulasi variasi bentuk blade dari axial fan, maka diperoleh kesimpulan:

1. Axial fan pada desain b dan f memiliki kontur kecepatan dengan tingkat turbulensi yang rendah karena kontur kecepatan terlihat bersambung atau tidak terputus putus pada setiap blade nya.
2. Axial fan pada desain g memiliki kontur kecepatan yang dapat meimbulkan turbulensi. Karena kontur kecepatan terlihat berbeda dan terpisah pada setiap blade. Namun, desain g memiliki performa aerodinamik yang baik karena nilai efisiensinya 97,34%

3. Dari data yang diperoleh, axial fan yang dengan turbulensi yang rendah terdapat pada desain b dan f, namun desain tersebut memiliki nilai efisiensi 67,14% dan 54,21% lebih rendah dari desain g.

Jadi desain axial fan yang dipilih adalah desain b dengan nilai efisiensi 67,14% karena memiliki tingkat turbulensi rendah dari desain g dan efisiensi yang lebih tinggi dari desain f.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Tuhan Yang Maha Esa, terimakasih kepada Orang tua saya, terimakasih kepada kedua Bapak Ibu Dosen pembimbing saya, dan terimakasih kepada kakak tingkat Marine Engineering, dan terimakasih kepada para Peneliti terdahulu yang membantu melancarkan pembuatan Jurnal atau makalah ini.

## 6. DAFTAR NOTASI

$P_{in}$  = Tekanan masuk blade

$P_{out}$  = Tekanan keluar blade

$P_{rise}$  = Kenaikan tekanan

$Q$  = Debit

## 7. DAFTAR PUSTAKA

1. Courty-Audren, S. K., Ortolan, A., Carbonneau, X., Binder, N., & Challas, F. (2017). Numerical analysis of secondary flow topologies of low-speed axial fans from compressor to load-controlled windmill. *12th European Conference on Turbomachinery Fluid Dynamics and Thermodynamics, ETC 2017*, 2017(April).  
<https://doi.org/10.29008/etc2017-323>
2. Izadi, M. J., & Falahat, A. (2009). Effect of blade angle of attack and hub to tip ratio on mass flow rate in an axial fan at a fixed rotational speed. *2008 Proceedings of the ASME Fluids Engineering Division Summer Conference, FEDSM 2008*, 1(PART B), 903–913.  
<https://doi.org/10.1115/FEDSM2008-55179>
3. Jatiningrum, T. A. (2010). Penilaian Risiko Kebisingan Berdasarkan Analisa Noise Mapping Dan Noise Dose Di Unit Produksi Hot Strip Mill. *Tesis*, 86.
4. Jin Hyuk, K., Jae Woo, K., & Kwang Yong, K. (2011). Axial-flow ventilation fan design through multi-objective optimization to enhance aerodynamic performance. *Journal of Fluids Engineering, Transactions of the ASME*, 133(10).  
<https://doi.org/10.1115/1.4004906>
5. Munson, B. (2002). *Mekanika Fluida*. Erlangga.
6. Syamutra Tanjung, A., & Nur, I. (2015). *Studi Eksperimen Pengaruh Blade Setting Experimental Study the Effects of Blade Setting Angle 30 ° and 60 ° With Flat Plate Profile in Working Characteristic Curve of Axial Fan 120Mm*.