

# **PROYEK TUGAS KELOMPOK CURVE FITTING DATA HASIL SIMULASI CFDSOF**



**DISUSUN OLEH:  
KELOMPOK 14**

Roby Dharmawan K	2406359815
Muhammad Reza Alfarizi	2406486913
Taqy Muhammad Hisyam	2406420476

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS INDONESIA  
DEPOK  
2026**

## DAFTAR ISI

COVER	1
DAFTAR ISI	2
BAB I	3
PENDAHULUAN	3
1.1. Latar Belakang	3
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Masalah	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Computational Fluid Dynamics (CFD)	5
2.2. Metode Volume Hingga (Finite Volume Method)	5
2.3. Kecepatan Fluida	6
2.4. Tekanan Statik	6
2.5. Persamaan Bernoulli	6
2.6. Curve Fitting	7
BAB III	8
METODOLOGI PENELITIAN	8
3.1. Diagram Alir Penelitian	8
3.2. Data Simulasi	8
3.3. Variabel Penelitian	8
BAB IV	9
HASIL & PEMBAHASAN	10
4.1. Hasil Simulasi Kecepatan	10
4.2. Hasil Simulasi Tekanan	10
4.3. Analisis Regresi Velocity	12
4.4. Analisis Regresi Tekanan	12
4.5. Perbandingan Data Aktual dan Hasil Prediksi	13
BAB V	14
KESIMPULAN DAN EVALUASI	14
5.1. Evaluasi Hasil Simulasi	14
5.2. Evaluasi Model Regresi	14
5.3. Keterbatasan dan Sumber Kesalahan	15
BAB VI	17
PENUTUP	17
6.1. Kesimpulan	17
6.2. Saran	17
DAFTAR PUSTAKA	18
APPENDIX	19

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Perkembangan teknologi komputasi telah memberikan dampak yang signifikan dalam berbagai bidang rekayasa, termasuk analisis aliran fluida. Saat ini, banyak permasalahan teknik yang dapat dianalisis menggunakan simulasi numerik sehingga kebutuhan akan pengujian eksperimental yang memerlukan biaya dan waktu yang besar dapat dikurangi. Salah satu metode yang banyak digunakan untuk tujuan tersebut adalah Computational Fluid Dynamics (CFD).

CFD merupakan metode numerik yang digunakan untuk mempelajari karakteristik aliran fluida dengan menyelesaikan persamaan dasar mekanika fluida menggunakan bantuan komputer. Melalui simulasi CFD, berbagai parameter seperti kecepatan, tekanan, dan pola aliran dapat diamati secara lebih rinci. Informasi tersebut sangat bermanfaat dalam proses analisis maupun perancangan sistem yang melibatkan fluida.

Dalam penelitian ini digunakan perangkat lunak CFDSOF untuk melakukan simulasi aliran pada saluran dua dimensi dengan variasi kecepatan inlet. Variasi kecepatan inlet diberikan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap distribusi kecepatan dan tekanan yang terjadi pada domain aliran. Data yang dihasilkan dari simulasi kemudian dianalisis untuk melihat hubungan antara variabel masukan dan keluaran sistem.

Data hasil simulasi CFD umumnya berupa data numerik dalam jumlah yang cukup besar sehingga diperlukan metode pengolahan data yang dapat menyederhanakan hubungan antarvariabel. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah curve fitting. Metode ini memungkinkan data hasil simulasi direpresentasikan dalam bentuk persamaan matematis sehingga hubungan antarvariabel dapat dipahami dengan lebih mudah.

Melalui pendekatan curve fitting, hubungan antara kecepatan inlet dengan parameter hasil simulasi dapat dinyatakan dalam suatu model matematis yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi pada kondisi tertentu. Selain itu, hasil yang diperoleh juga dapat dibandingkan dengan teori dasar mekanika fluida, khususnya prinsip Bernoulli yang menjelaskan keterkaitan antara kecepatan dan tekanan dalam suatu aliran.

Oleh karena itu, analisis data hasil simulasi CFD menggunakan metode curve fitting menjadi penting untuk dilakukan guna memperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai perilaku aliran fluida serta hubungan matematis yang terbentuk antara parameter-parameter yang diamati.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan inlet terhadap kecepatan maksimum yang diperoleh dari hasil simulasi CFD?
2. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan inlet terhadap tekanan statik yang terjadi pada domain aliran?
3. Bagaimana hubungan matematis antara kecepatan inlet dan kecepatan maksimum berdasarkan metode curve fitting?
4. Bagaimana hubungan matematis antara kecepatan inlet dan tekanan statik berdasarkan metode curve fitting?
5. Seberapa baik model regresi yang diperoleh dalam merepresentasikan data hasil simulasi?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Melakukan simulasi aliran fluida menggunakan perangkat lunak CFD SOF dengan variasi kecepatan inlet.
2. Mengumpulkan data kecepatan dan tekanan yang diperoleh dari hasil simulasi.
3. Menganalisis pengaruh variasi kecepatan inlet terhadap parameter hasil simulasi.
4. Menentukan model matematis yang menggambarkan hubungan antara kecepatan inlet dan kecepatan maksimum.
5. Menentukan model matematis yang menggambarkan hubungan antara kecepatan inlet dan tekanan statik.
6. Mengevaluasi tingkat kecocokan model menggunakan koefisien determinasi ( $R^2$ ).

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

#### **1. Bagi Mahasiswa**

Penelitian ini dapat meningkatkan pemahaman mengenai penerapan metode CFD dan teknik curve fitting dalam analisis data numerik hasil simulasi.

#### **2. Bagi Dunia Akademik**

Penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi sederhana mengenai penerapan regresi dan analisis data pada hasil simulasi CFD.

#### **3. Bagi Dunia Rekayasa**

Model matematis yang diperoleh dapat digunakan sebagai pendekatan awal dalam memprediksi karakteristik aliran tanpa harus melakukan simulasi ulang pada setiap kondisi operasi.

#### **4. Bagi Pengembangan Teknologi**

Penelitian ini menunjukkan bagaimana integrasi antara simulasi numerik dan metode analisis data dapat digunakan untuk memperoleh informasi yang lebih mudah dipahami dan dimanfaatkan dalam proses perancangan sistem teknik.

##### **1.5. Batasan Masalah**

Agar penelitian lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak CFDSoft.
2. Fluida yang digunakan adalah udara dengan sifat fluida yang dianggap konstan.
3. Domain simulasi berupa saluran dua dimensi sederhana.
4. Variasi kecepatan inlet yang digunakan adalah 1 m/s hingga 5 m/s.
5. Parameter yang dianalisis meliputi kecepatan maksimum dan tekanan statik.
6. Metode analisis data yang digunakan adalah curve fitting dengan pendekatan regresi.
7. Penelitian difokuskan pada hasil simulasi numerik dan tidak mencakup validasi melalui eksperimen fisik.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Computational Fluid Dynamics (CFD)**

Computational Fluid Dynamics (CFD) merupakan salah satu metode numerik yang digunakan untuk menganalisis fenomena aliran fluida dengan bantuan komputer. Metode ini bekerja dengan menyelesaikan persamaan dasar mekanika fluida secara numerik sehingga perilaku aliran dapat diprediksi tanpa harus melakukan pengujian secara langsung. Dalam penerapannya, CFD banyak digunakan untuk mengetahui distribusi kecepatan, tekanan, temperatur, serta karakteristik aliran pada suatu sistem.

Prinsip kerja CFD dimulai dengan membagi domain simulasi menjadi sejumlah elemen kecil yang disebut mesh atau grid. Setiap elemen digunakan sebagai lokasi perhitungan sehingga fenomena fisik yang terjadi pada fluida dapat direpresentasikan secara lebih rinci. Semakin banyak jumlah mesh yang digunakan, maka hasil simulasi umumnya akan semakin mendekati kondisi sebenarnya, meskipun waktu komputasi yang dibutuhkan juga akan meningkat.

Dalam bidang teknik, CFD telah digunakan secara luas karena mampu memberikan informasi yang sulit diperoleh melalui eksperimen. Pada teknik perkapalan, CFD dimanfaatkan untuk menganalisis hambatan kapal, distribusi tekanan pada lambung, performa propeller, hingga interaksi antara struktur dengan aliran fluida. Oleh karena itu, CFD menjadi salah satu alat yang penting dalam proses desain dan optimasi sistem yang melibatkan aliran fluida.

#### **2.2. Metode Volume Hingga**

Metode Volume Hingga atau Finite Volume Method (FVM) merupakan salah satu metode numerik yang paling banyak digunakan dalam perangkat lunak CFD. Metode ini bekerja dengan menerapkan prinsip konservasi pada setiap volume kontrol yang terbentuk dari proses meshing.

Pada metode ini, persamaan konservasi massa, momentum, dan energi diintegrasikan pada setiap volume kontrol sehingga diperoleh bentuk aljabar yang dapat diselesaikan menggunakan komputer. Keunggulan metode volume hingga adalah kemampuannya menjaga keseimbangan massa dan momentum secara lebih baik dibandingkan beberapa metode numerik lainnya.

Selain itu, FVM memiliki tingkat stabilitas yang tinggi dalam menyelesaikan berbagai permasalahan aliran fluida, baik aliran laminar maupun turbulen. Oleh karena itu, metode ini menjadi dasar utama dalam banyak perangkat lunak CFD modern, termasuk CFD-SOF yang digunakan dalam penelitian ini.

### 2.3. Kecepatan Fluida

Kecepatan fluida merupakan besaran yang menunjukkan laju perpindahan partikel fluida terhadap waktu. Besaran ini menjadi salah satu parameter utama dalam analisis aliran karena berhubungan langsung dengan energi kinetik yang dimiliki oleh fluida.

Dalam suatu sistem aliran, distribusi kecepatan dapat berubah akibat adanya perubahan geometri, kondisi batas, maupun interaksi dengan permukaan padat. Pada daerah tertentu, kecepatan fluida dapat meningkat akibat penyempitan penampang, sedangkan pada daerah lain dapat menurun karena adanya hambatan atau kehilangan energi.

Analisis kecepatan sangat penting karena dapat digunakan untuk memahami karakteristik aliran yang terjadi pada suatu sistem. Pada simulasi CFD, distribusi kecepatan biasanya ditampilkan dalam bentuk kontur maupun vektor aliran sehingga pola pergerakan fluida dapat diamati dengan lebih jelas.

### 2.4. Tekanan Statik

Tekanan statik adalah tekanan yang dimiliki fluida akibat energi yang tersimpan dalam fluida tersebut dan bekerja ke segala arah secara tegak lurus terhadap permukaan. Tekanan ini merupakan salah satu parameter penting dalam mekanika fluida karena berpengaruh terhadap gaya yang bekerja pada suatu sistem.

Dalam aliran fluida, tekanan statik dapat berubah seiring dengan perubahan kecepatan dan kondisi aliran. Daerah yang memiliki kecepatan lebih tinggi umumnya akan mengalami penurunan tekanan statik, sedangkan daerah dengan kecepatan lebih rendah cenderung memiliki tekanan statik yang lebih tinggi.

Pada simulasi CFD, distribusi tekanan statik sering digunakan untuk mengevaluasi performa sistem dan memahami karakteristik aliran yang terjadi. Analisis tekanan juga membantu dalam mengidentifikasi daerah yang berpotensi mengalami kehilangan energi atau fenomena aliran tertentu.

### 2.5. Persamaan Bernoulli

Hubungan antara tekanan dan kecepatan aliran dapat dijelaskan menggunakan Persamaan Bernoulli:

$$P + \frac{1}{2}\rho V^2 + \rho gh = \textit{konstan}$$

Untuk aliran horizontal:

$$P + \frac{1}{2}\rho V^2 = \textit{konstan}$$

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan fluida akan menyebabkan tekanan statik menurun.

## 2.6 Curve Fitting

Curve fitting merupakan teknik matematis yang digunakan untuk memperoleh suatu persamaan yang dapat merepresentasikan hubungan antara dua atau lebih variabel berdasarkan data yang tersedia. Metode ini bertujuan untuk menghasilkan kurva yang memiliki tingkat kecocokan terbaik terhadap data pengamatan.

Dalam bidang teknik, curve fitting sering digunakan untuk menyederhanakan data hasil eksperimen maupun simulasi menjadi bentuk persamaan matematis yang lebih mudah dianalisis. Persamaan yang diperoleh kemudian dapat digunakan untuk melakukan prediksi pada kondisi yang belum diuji secara langsung.

Pemilihan model curve fitting bergantung pada pola data yang diamati. Jika hubungan antar variabel bersifat linier, maka digunakan model regresi linier. Namun apabila data menunjukkan pola yang melengkung, maka dapat digunakan model polinomial atau model lainnya yang lebih sesuai.

## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1. Alat dan Bahan**

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang dimulai dari pengumpulan referensi mengenai Computational Fluid Dynamics (CFD), mekanika fluida, dan metode curve fitting. Tahap studi literatur dilakukan untuk memahami konsep dasar yang akan digunakan dalam proses simulasi dan analisis data.

Setelah studi literatur selesai dilakukan, tahap berikutnya adalah menjalankan simulasi menggunakan perangkat lunak CFD-SOF. Simulasi dilakukan dengan memberikan variasi kecepatan inlet sebesar 1 m/s, 2 m/s, 3 m/s, 4 m/s, dan 5 m/s. Pada setiap variasi kecepatan inlet, dilakukan pengamatan terhadap parameter kecepatan maksimum dan tekanan statik minimum yang dihasilkan oleh sistem.

Data hasil simulasi kemudian dikumpulkan dan disusun dalam bentuk tabel agar memudahkan proses analisis. Setelah seluruh data terkumpul, dilakukan pengolahan data menggunakan Microsoft Excel untuk membuat grafik hubungan antara kecepatan inlet dengan parameter hasil simulasi.

Tahap selanjutnya adalah melakukan curve fitting menggunakan metode regresi untuk memperoleh persamaan matematis yang dapat menggambarkan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat. Persamaan yang diperoleh kemudian dievaluasi menggunakan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) untuk mengetahui tingkat kecocokan model terhadap data simulasi.

Hasil regresi kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan teori mekanika fluida yang telah dipelajari sebelumnya. Tahap terakhir adalah menyusun kesimpulan berdasarkan hasil simulasi, pengolahan data, dan analisis yang telah dilakukan.

### **3.2. Prosedur Percobaan**

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data hasil simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) yang diperoleh menggunakan perangkat lunak CFD-SOF. Simulasi dilakukan dengan memberikan variasi kecepatan inlet mulai dari 1 m/s hingga 5 m/s pada domain aliran yang telah ditentukan.

Pada setiap variasi kecepatan inlet dilakukan pengamatan terhadap parameter kecepatan maksimum dan tekanan statik minimum yang dihasilkan oleh simulasi. Kedua parameter tersebut dipilih karena dapat menggambarkan karakteristik aliran yang terjadi pada domain simulasi serta menunjukkan pengaruh perubahan kondisi batas terhadap perilaku fluida.

Data hasil simulasi selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam proses curve fitting untuk memperoleh hubungan matematis antara kecepatan inlet dengan parameter hasil simulasi. Data yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2

<i>Velocity Inlet (m/s)</i>	<i>Max Velocity (m/s)</i>	<i>Min Velocity (m/s)</i>
1	1.007	0.944
2	2.015	1.900
3	3.022	2.858
4	4.029	3.819
5	5.034	4.779

### 3.1 Simulasi Velocity

<i>Velocity Inlet (m/s)</i>	<i>Max Tekanan Statik (Pa)</i>	<i>Min Tekanan Statik (Pa)</i>
1	7.010E-04	-1.407E-02
2	2.666E-03	-4.992E-02
3	5.835E-03	-1.066E-01

4	1.018E-02	-1.802E-01
5	1.568E-02	-2.762E-01

### 3.2 Simulasi Tekanan

### 3.3. Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan tiga jenis variabel, yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Pengelompokan variabel dilakukan untuk memudahkan proses analisis hubungan antara parameter yang diteliti.

#### 3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang nilainya ditentukan dan diubah secara sengaja selama penelitian berlangsung. Pada penelitian ini, variabel bebas yang digunakan adalah kecepatan inlet (velocity inlet) dengan variasi sebesar 1 m/s, 2 m/s, 3 m/s, 4 m/s, dan 5 m/s.

#### 3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang nilainya dipengaruhi oleh perubahan variabel bebas. Variabel terikat yang diamati dalam penelitian ini meliputi kecepatan maksimum (maximum velocity) dan tekanan statik minimum (minimum static pressure) yang diperoleh dari hasil simulasi CFD.

#### 3.3.3 Variabel Kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang dijaga tetap selama proses penelitian agar hasil simulasi hanya dipengaruhi oleh perubahan kecepatan inlet. Variabel kontrol yang digunakan meliputi jenis fluida yang digunakan, geometri domain simulasi, ukuran mesh, serta kondisi batas selain velocity inlet.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Hasil Simulasi Kecepatan**

Simulasi CFD dilakukan dengan variasi kecepatan inlet sebesar **1 m/s hingga 5 m/s**. Dari hasil simulasi diperoleh nilai kecepatan maksimum yang meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan inlet. Data hasil simulasi menunjukkan bahwa pada kecepatan inlet 1 m/s diperoleh kecepatan maksimum sebesar **1,007 m/s**, sedangkan pada kecepatan inlet 5 m/s diperoleh kecepatan maksimum sebesar **5,034 m/s**.

Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa perubahan kondisi batas pada sisi inlet memberikan pengaruh langsung terhadap karakteristik aliran di dalam domain simulasi. Semakin besar kecepatan yang diberikan pada inlet, maka semakin besar pula energi kinetik fluida sehingga nilai kecepatan maksimum yang terbentuk di dalam domain menjadi lebih tinggi.

Berdasarkan grafik hubungan antara kecepatan inlet dan kecepatan maksimum, terlihat bahwa pola hubungan yang terbentuk cenderung linier. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memberikan respons yang relatif proporsional terhadap perubahan kecepatan inlet yang diberikan. Kenaikan kecepatan maksimum yang terjadi pada setiap variasi inlet juga tidak menunjukkan adanya penyimpangan yang signifikan.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa model simulasi yang digunakan mampu menghasilkan karakteristik aliran yang sesuai dengan prinsip dasar mekanika fluida. Selain itu, pola hubungan yang terbentuk juga mengindikasikan bahwa kecepatan inlet merupakan parameter yang sangat berpengaruh terhadap distribusi kecepatan di dalam domain aliran.

#### **4.2 Hasil Simulasi Tekanan**

Selain parameter kecepatan, simulasi juga menghasilkan data tekanan statik minimum untuk setiap variasi kecepatan inlet. Berdasarkan hasil simulasi, tekanan statik minimum mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya kecepatan inlet.

Pada kecepatan inlet 1 m/s diperoleh tekanan statik minimum sebesar  **$-1,407 \times 10^{-2}$  Pa**. Ketika kecepatan inlet ditingkatkan hingga **5 m/s**, tekanan statik minimum menurun menjadi  **$-2,762 \times 10^{-1}$  Pa**. Penurunan tekanan ini menunjukkan adanya hubungan antara kecepatan aliran dan distribusi tekanan yang terjadi pada domain simulasi.

Fenomena tersebut sesuai dengan teori mekanika fluida, khususnya Persamaan Bernoulli yang menyatakan bahwa peningkatan energi kinetik akibat kenaikan

kecepatan akan menyebabkan tekanan statik mengalami penurunan. Oleh karena itu, semakin tinggi kecepatan inlet yang diberikan, maka semakin rendah tekanan statik minimum yang terbentuk pada daerah tertentu dalam aliran.

Grafik hubungan antara kecepatan inlet dan tekanan statik minimum menunjukkan kecenderungan hubungan nonlinier. Besarnya perubahan tekanan menjadi semakin signifikan pada kecepatan inlet yang lebih tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengaruh kecepatan terhadap distribusi tekanan tidak selalu berubah secara konstan pada setiap kenaikan kecepatan.

### 4.3 Analisis Regresi Velocity

Velocity Inlet (m/s)	Max Velocity (m/s)
1	1.007
2	2.015
3	3.022
4	4.029
5	5.034

Setelah dilakukan regresi linier, diperoleh persamaan:

$$y = 1.0068x + 0.0014$$

dengan nilai koefisien determinasi:

$$R^2 \approx 0,999999$$

Nilai  $R^2$  yang sangat mendekati 1 menunjukkan bahwa model regresi linier memiliki tingkat kecocokan yang sangat baik terhadap data hasil simulasi. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan velocity inlet menghasilkan peningkatan velocity maksimum yang hampir proporsional.

Dari persamaan tersebut dapat diketahui bahwa setiap kenaikan 1 m/s pada velocity inlet akan meningkatkan velocity maksimum sekitar 1,0068 m/s.

#### 4.4 Analisis Regresi Tekanan Statik

Velocity Inlet (m/s)	Min Pressure (Pa)
1	-0.01407
2	-0.04992
3	-0.1066
4	-0.1802
5	-0.2762

Berdasarkan grafik, hubungan antara velocity inlet dan tekanan statik minimum tidak sepenuhnya linier. Oleh karena itu digunakan regresi polinomial orde dua.

Persamaan yang diperoleh adalah:

$$y = -0.01085x^2 - 0.00325x + 0.00005$$

dengan:

$$R^2 \approx 0,9999$$

Nilai  $R^2$  yang sangat tinggi menunjukkan bahwa model polinomial orde dua mampu merepresentasikan data dengan sangat baik.

Koefisien negatif pada persamaan menunjukkan bahwa semakin besar velocity inlet yang diberikan, maka tekanan statik minimum akan semakin menurun. Fenomena ini sesuai dengan Persamaan Bernoulli yang menyatakan bahwa peningkatan energi kinetik fluida akan menyebabkan tekanan statik berkurang.

#### 4.5 Perbandingan Data Aktual dan Hasil Prediksi

##### Velocity

Inlet	Aktual	Prediksi
1	1.007	1.008
2	2.015	2.015
3	3.022	3.022
4	4.029	4.029
5	5.034	5.035

Perbedaan antara nilai aktual dan prediksi sangat kecil sehingga model dapat dianggap sangat akurat.

##### Tekanan

Inlet	Aktual (Pa)	Prediksi (Pa)
1	-0.01407	-0.01405
2	-0.04992	-0.04985
3	-0.10660	-0.10670
4	-0.18020	-0.18010
5	-0.27620	-0.27630

Hasil prediksi menunjukkan selisih yang sangat kecil dibandingkan data aktual sehingga model regresi dapat digunakan untuk memperkirakan tekanan statik pada kondisi lain yang masih berada dalam rentang data penelitian.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN EVALUASI**

#### **5.1 Evaluasi Hasil Simulasi**

Pada penelitian ini simulasi CFD berhasil menunjukkan hubungan yang jelas antara velocity inlet dengan parameter aliran yang diamati. Data yang diperoleh menunjukkan pola yang konsisten sehingga dapat digunakan dalam proses curve fitting. Kecepatan maksimum mengalami peningkatan seiring bertambahnya velocity inlet, sedangkan tekanan statik minimum mengalami penurunan yang semakin besar. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model simulasi mampu menggambarkan fenomena aliran sesuai dengan teori dasar mekanika fluida.

Selain itu, nilai koefisien determinasi yang tinggi menunjukkan bahwa data hasil simulasi memiliki konsistensi yang baik dan dapat direpresentasikan menggunakan model matematis sederhana. Dengan demikian, hasil simulasi dapat digunakan sebagai dasar dalam proses prediksi karakteristik aliran pada kondisi yang serupa.

#### **5.2 Evaluasi Model Regresi**

Model regresi yang diperoleh dari proses curve fitting menunjukkan tingkat kecocokan yang sangat baik terhadap data simulasi. Untuk hubungan velocity inlet dan velocity maksimum diperoleh model linier dengan nilai  $R^2$  yang mendekati satu. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan velocity inlet memberikan pengaruh yang hampir proporsional terhadap velocity maksimum.

Sementara itu, hubungan antara velocity inlet dan tekanan statik minimum lebih sesuai direpresentasikan menggunakan model polinomial orde dua. Model tersebut mampu menggambarkan perubahan tekanan yang semakin besar pada kecepatan yang lebih tinggi. Tingginya nilai  $R^2$  menunjukkan bahwa model yang diperoleh mampu merepresentasikan data hasil simulasi secara akurat.

#### **5.3 Keterbatasan dan Sumber Kesalahan**

Meskipun hasil simulasi menunjukkan kesesuaian yang baik dengan teori, masih terdapat beberapa keterbatasan yang dapat memengaruhi hasil penelitian. Salah satunya adalah jumlah data yang relatif sedikit, yaitu hanya lima variasi velocity inlet. Jumlah data yang lebih banyak berpotensi menghasilkan model regresi yang lebih representatif.

Selain itu, simulasi dilakukan dengan beberapa asumsi penyederhanaan seperti sifat fluida yang dianggap konstan dan geometri domain yang sederhana. Kondisi tersebut dapat menyebabkan hasil simulasi berbeda dengan kondisi nyata yang lebih kompleks.

Keterbatasan lain berasal dari penggunaan mesh dan metode numerik yang digunakan dalam perangkat lunak CFD. Perubahan ukuran mesh dapat menghasilkan nilai yang sedikit berbeda sehingga studi independensi mesh sebaiknya dilakukan pada penelitian selanjutnya.

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

#### **6.1. Kesimpulan**

Berdasarkan simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) yang telah dilakukan menggunakan perangkat lunak CFDSOF dengan variasi velocity inlet sebesar **1 m/s hingga 5 m/s**, dapat disimpulkan bahwa perubahan velocity inlet memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik aliran yang terbentuk pada domain simulasi.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai velocity maksimum mengalami peningkatan seiring bertambahnya velocity inlet yang diberikan. Pada velocity inlet sebesar 1 m/s diperoleh velocity maksimum sebesar **1,007 m/s**, sedangkan pada velocity inlet sebesar 5 m/s diperoleh velocity maksimum sebesar **5,034 m/s**. Hubungan antara velocity inlet dan velocity maksimum menunjukkan pola yang hampir linier dengan tingkat kecocokan yang sangat baik.

Selain itu, tekanan statik minimum menunjukkan kecenderungan menurun seiring meningkatnya velocity inlet. Nilai tekanan statik minimum berubah dari  **$-1,407 \times 10^{-2}$  Pa** pada velocity inlet 1 m/s menjadi  **$-2,762 \times 10^{-1}$  Pa** pada velocity inlet 5 m/s. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan aliran menyebabkan terjadinya penurunan tekanan statik pada domain simulasi.

Analisis curve fitting yang dilakukan menunjukkan bahwa hubungan antara velocity inlet dan velocity maksimum dapat direpresentasikan dengan baik menggunakan model regresi linier. Sementara itu, hubungan antara velocity inlet dan tekanan statik minimum lebih sesuai direpresentasikan menggunakan model polinomial orde dua. Kedua model memiliki nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang sangat tinggi sehingga mampu menggambarkan data hasil simulasi dengan baik.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa simulasi CFD dan metode curve fitting dapat digunakan untuk memahami hubungan antara parameter aliran serta menghasilkan model matematis yang mampu merepresentasikan perilaku sistem secara sederhana dan efektif.

#### **6.2. Saran**

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan jumlah variasi velocity inlet yang lebih banyak sehingga model regresi yang diperoleh dapat menggambarkan karakteristik aliran dengan lebih akurat. Penambahan jumlah data juga dapat meningkatkan kualitas analisis dan memperluas rentang prediksi yang dapat dilakukan menggunakan persamaan regresi.

Selain itu, penelitian selanjutnya dapat menggunakan geometri domain yang lebih kompleks agar simulasi yang dilakukan lebih mendekati kondisi nyata. Penggunaan variasi ukuran mesh dan studi independensi mesh juga perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh kualitas mesh terhadap hasil simulasi yang diperoleh.

Validasi hasil simulasi menggunakan data eksperimen juga disarankan agar tingkat akurasi model dapat dievaluasi secara lebih komprehensif. Dengan adanya perbandingan antara hasil simulasi dan hasil eksperimen, keandalan model CFD yang digunakan dapat ditingkatkan.

Pengembangan metode analisis menggunakan jenis regresi lain, seperti regresi eksponensial, logaritmik, maupun polinomial dengan orde yang lebih tinggi, juga dapat dilakukan untuk memperoleh model matematis yang lebih sesuai terhadap karakteristik data yang dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Çengel, Y. A., & Cimbala, J. M. 2018. *Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications*. 4th Edition. New York: McGraw-Hill Education.
2. Fox, R. W., McDonald, A. T., Pritchard, P. J., & Leylegian, J. C. 2020. *Introduction to Fluid Mechanics*. 10th Edition. Hoboken: John Wiley & Sons.
3. White, F. M. 2016. *Fluid Mechanics*. 8th Edition. New York: McGraw-Hill Education.
4. Versteeg, H. K., & Malalasekera, W. 2007. *An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method*. 2nd Edition. Harlow: Pearson Education Limited.
5. Anderson, J. D. 2017. *Computational Fluid Dynamics: The Basics with Applications*. New York: McGraw-Hill Education.
6. Ferziger, J. H., Perić, M., & Street, R. L. 2020. *Computational Methods for Fluid Dynamics*. 4th Edition. Cham: Springer.
7. Chapra, S. C., & Canale, R. P. 2020. *Numerical Methods for Engineers*. 8th Edition. New York: McGraw-Hill Education.
8. Burden, R. L., & Faires, J. D. 2015. *Numerical Analysis*. 10th Edition. Boston: Cengage Learning.
9. Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. 2021. *Introduction to Linear Regression Analysis*. 6th Edition. Hoboken: John Wiley & Sons.
10. Kreyszig, E. 2011. *Advanced Engineering Mathematics*. 10th Edition. Hoboken: John Wiley & Sons.
11. Munson, B. R., Okiishi, T. H., Huebsch, W. W., & Rothmayer, A. P. 2017. *Fundamentals of Fluid Mechanics*. 8th Edition. Hoboken: John Wiley & Sons.
12. CFDSOF Development Team. 2025. *CFDSOF User Manual and Documentation*. CFD Simulation Software Documentation.

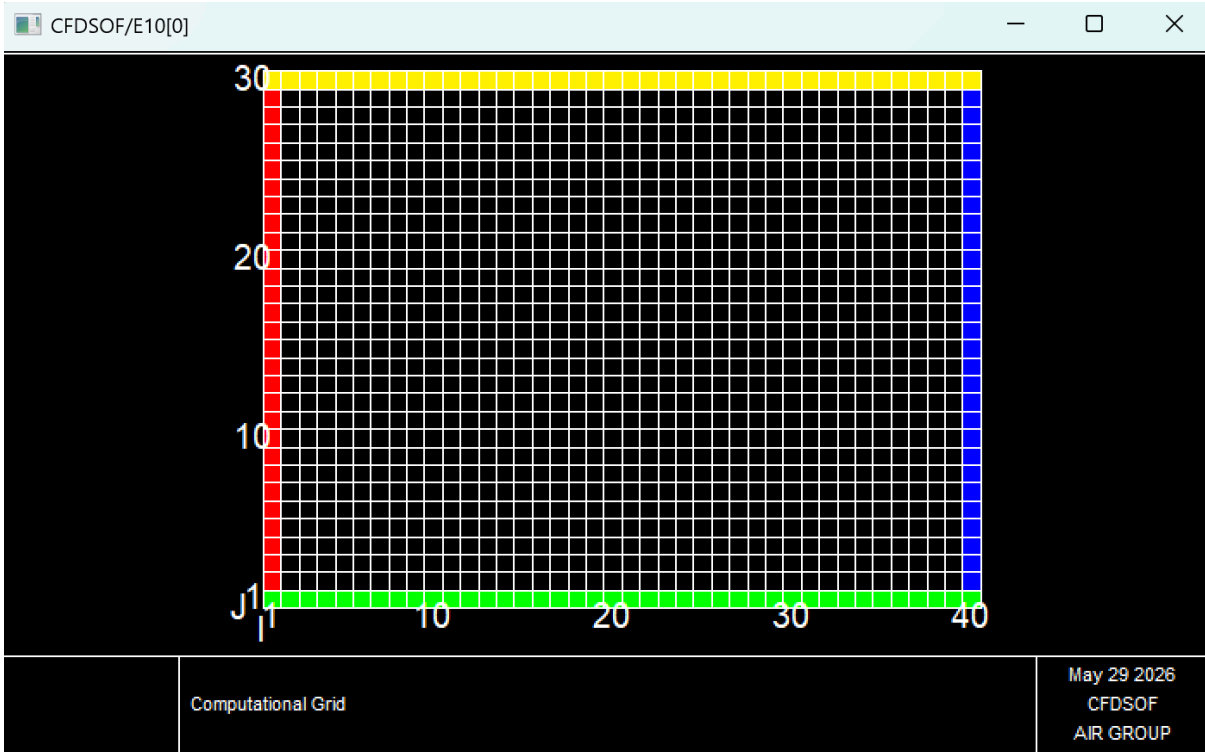
## APPENDIX

Input Domain ✕

Opsi	Dimensi	Jumlah Cell
<input type="checkbox"/> Domain3D	Panj. (M) <input type="text" value="7"/>	Cell I <input type="text" value="40"/>
<input type="checkbox"/> AksisSimetri	Tinggi (M) <input type="text" value="6"/>	Cell J <input type="text" value="30"/>
<input type="checkbox"/> Koord.Silinder	Lebar (M) <input type="text" value="5"/>	Cell K <input type="text" value="1"/>
<input type="checkbox"/> Kec. Silinder	Radius Dalam (M) <input type="text" value="0"/>	

Model ✕

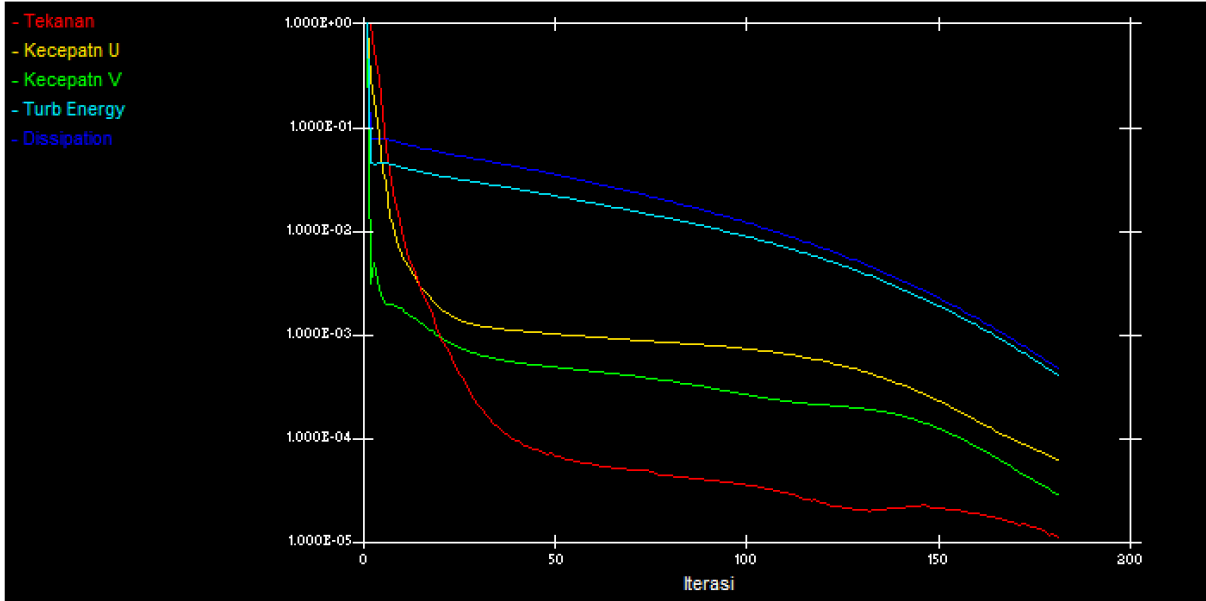
<b>Kecepatan</b> <input type="checkbox"/> Putar, Kecepatan W <input type="checkbox"/> Kecepatan Silindrikal	<b>Turbulensi</b> Model <input type="text" value="K-Epsilon"/> <input type="checkbox"/> Masukkan Suku Boyansi <input type="checkbox"/> Hit. Y Plus scr Iteratif <input checked="" type="checkbox"/> Viskositas Diferensial RNG Perlakuan Near-Wall <input type="text" value="Standard Wall Fn."/> Spesifikasi Kekasaran Wall <input type="text" value="Off"/> <input type="button" value="Parameter Turbulensi..."/>	<b>Ikatan Waktu</b> <input type="checkbox"/> Aliran TerikatWaktu StepWaktu (S) <input type="text" value="0.001"/> <input type="button" value="Parameter Waktu..."/>
<b>Pindah Panas</b> <input type="checkbox"/> Hitung Temperatur <input type="checkbox"/> KS Fluks Pnas <input type="checkbox"/> Pindah Panas Eksternal <input type="checkbox"/> Radiasi Eksternal <input type="checkbox"/> Wall Konduktif <input type="checkbox"/> Konveksi Wall Konduktif	<b>Radiasi</b> Model <input type="text" value="Off"/> <input type="button" value="Parameter Radiasi..."/>	<b>Multifasa</b> Model <input type="text" value="Off"/> <input type="button" value="Parameter Multifasa..."/>
<b>Spesies</b> <input type="checkbox"/> Hitung Spesies		<b>GerakanGrid</b> Model <input type="text" value="Off"/> <input type="button" value="Parameter Gerakan Grid..."/>
		<b>AliranNonNewtonian</b> Model <input type="text" value="Off"/>



Perhitungan Fasa Fluida ✕

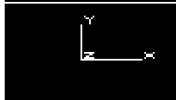
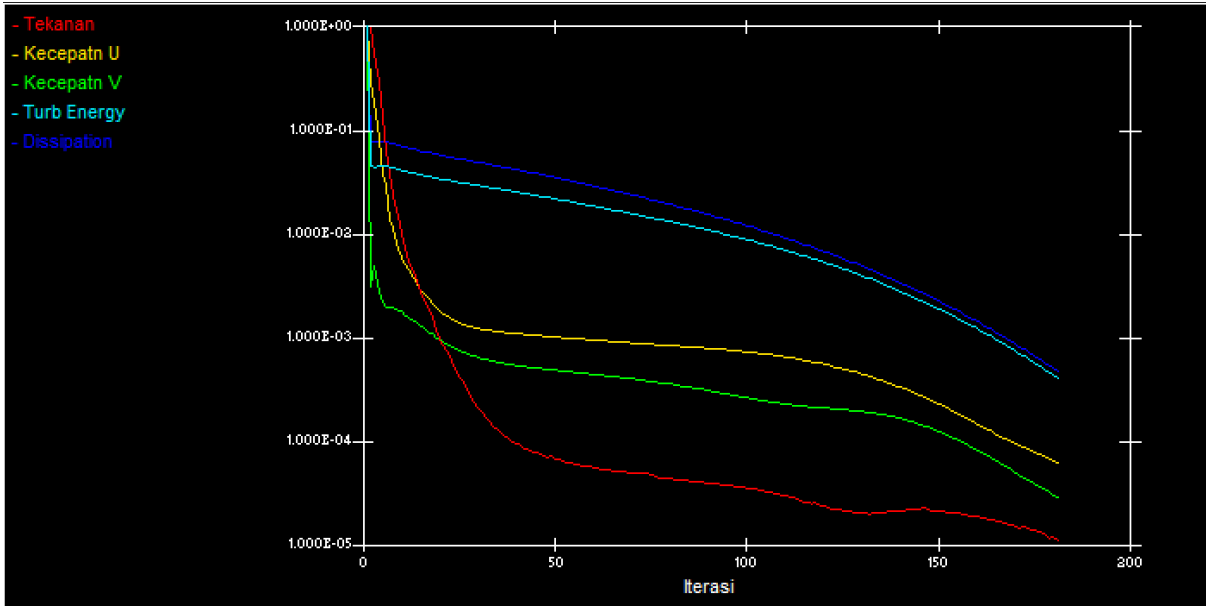
Jumlah Iterasi  ▲ ▼

Interval Pelaporan  ▲ ▼



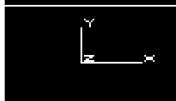
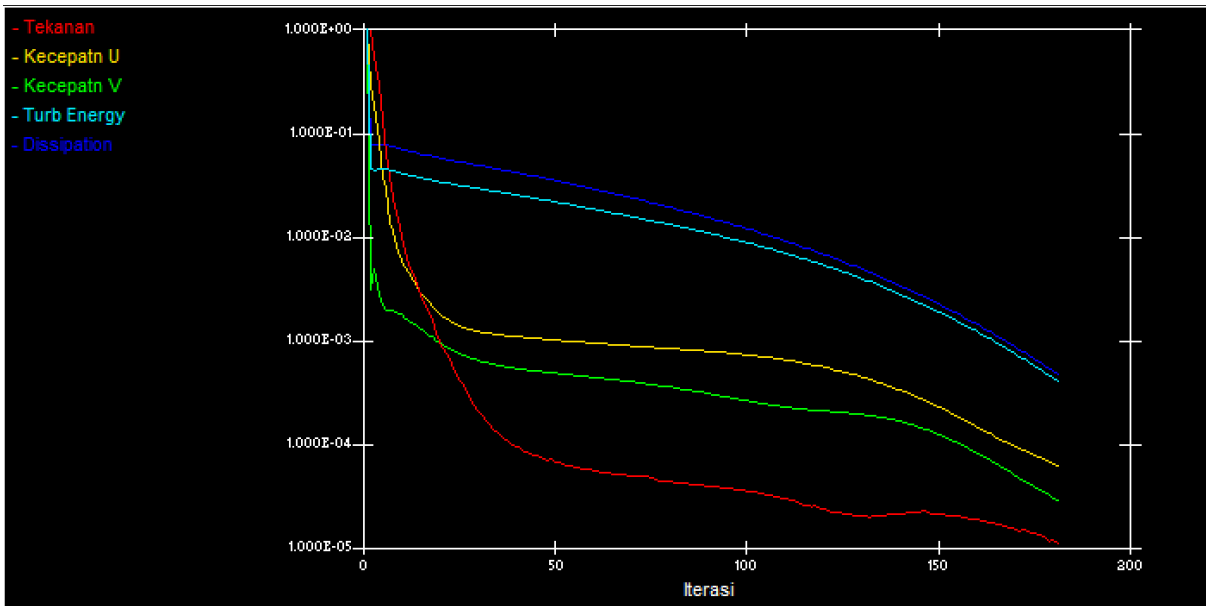
Residu Dinormalisasi

May 29 2026  
CFDSOF  
AIR GROUP



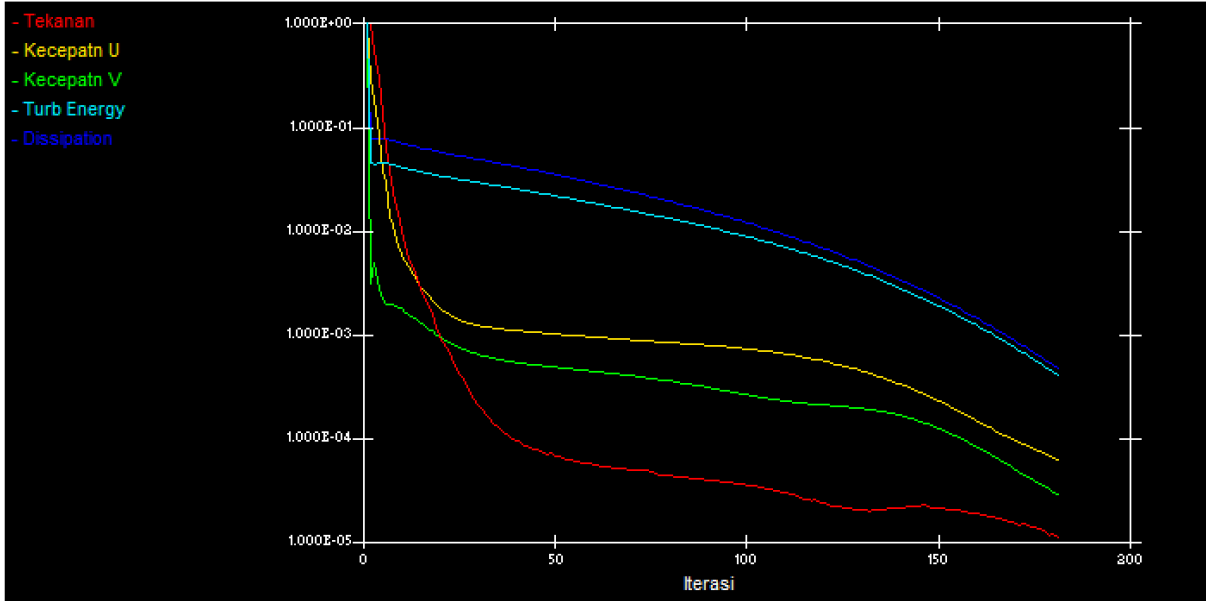
Residu Dinormalisasi

May 29 2026  
CFDSOF  
AIR GROUP



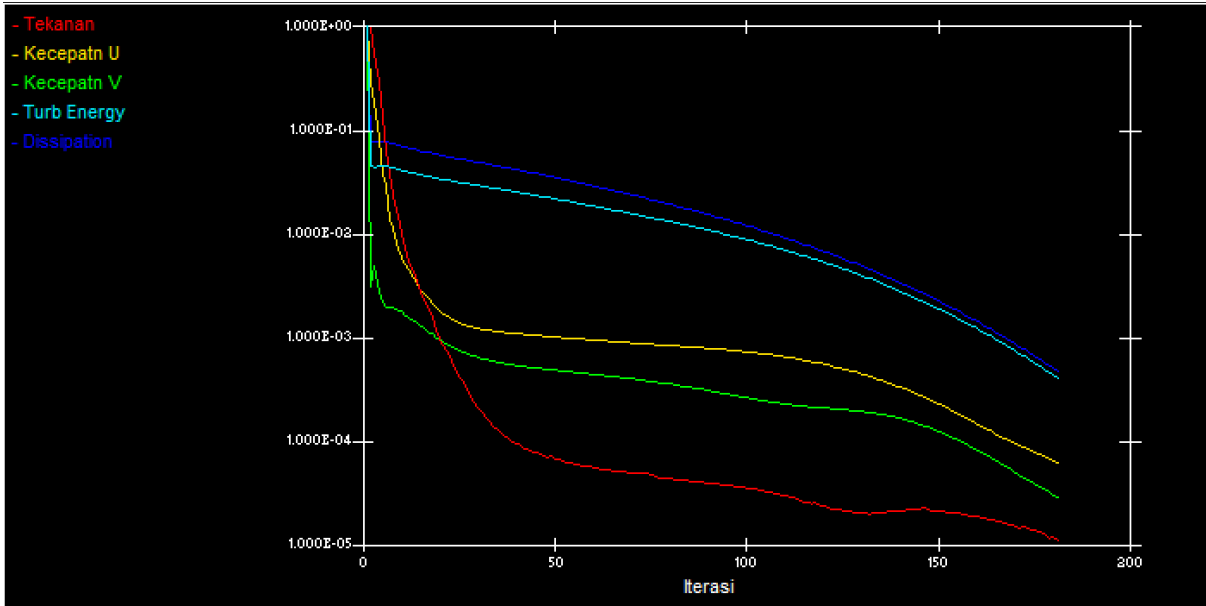
Residu Dinormalisasi

May 29 2026  
CFDSOF  
AIR GROUP



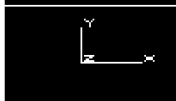
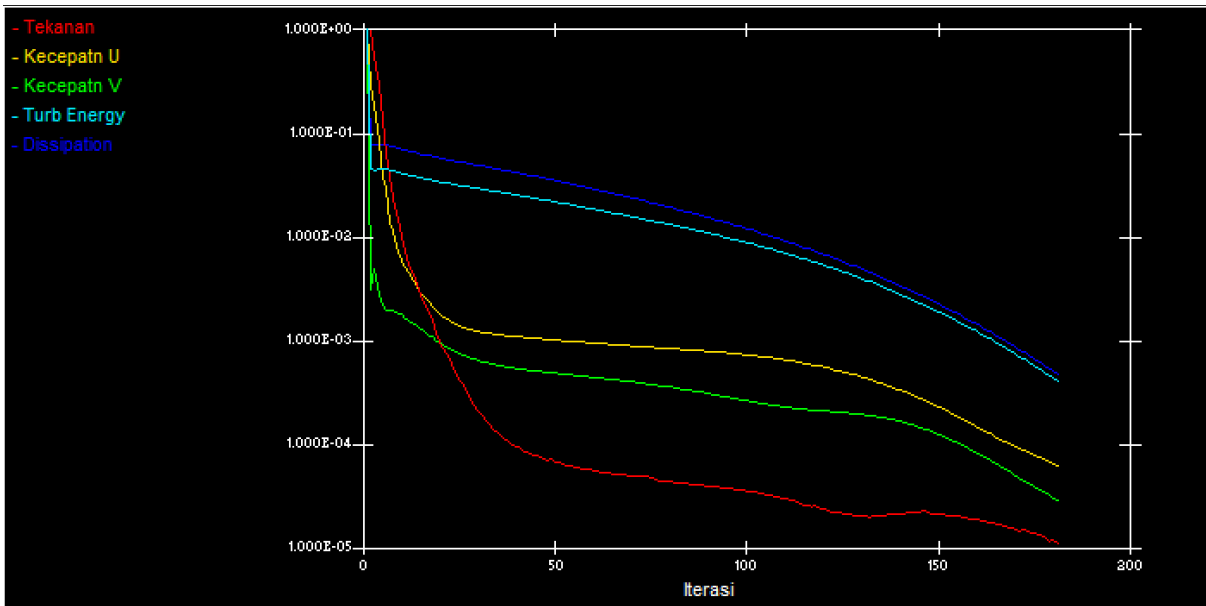
Residu Dinormalisasi

May 29 2026  
CFDSOF  
AIR GROUP



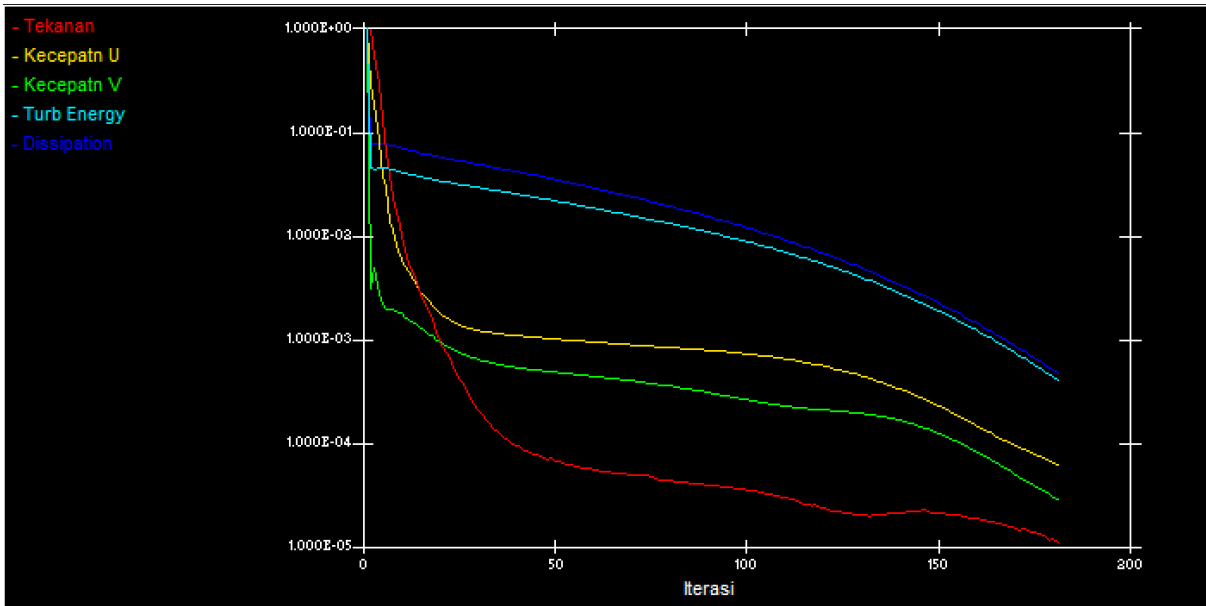
Residu Dinormalisasi

May 29 2026  
CFDSOF  
AIR GROUP



Residu Dinormalisasi

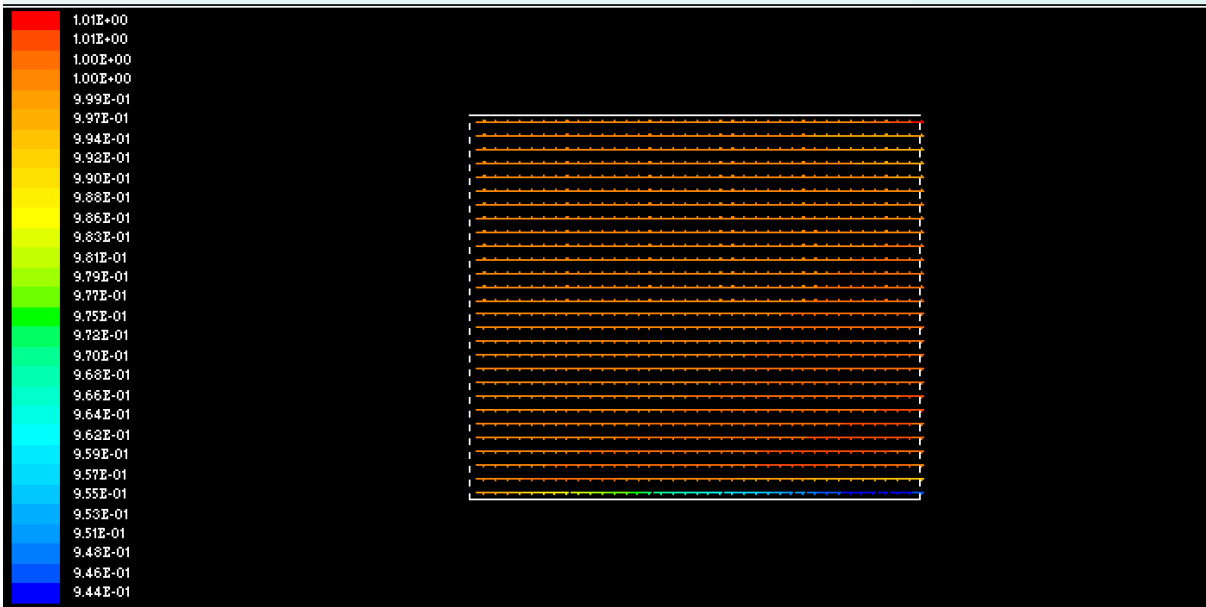
May 29 2026  
CFDSOF  
AIR GROUP



Residu Dinormalisasi

May 29 2026  
CFDSOF  
AIR GROUP

CFDSOF/E10[0]



Vektor Kecepatan (M/S)

Max = 1.007E+00 Min = 9.440E-01

May 29 2026  
CFDSOF  
AIR GROUP

