

## Memanfaatkan Simulasi CFD untuk Menganalisa Distribusi Temperatur dan Kecepatan Udara pada Ruang Kelas Kampus Teknik Refrigerasi dan Tata Udara POLBAN

Muhammad Shiddiq Maulana<sup>1</sup>, Bowo Yuli Prasetyo<sup>2</sup>, Luga Martin Simbolon<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

<sup>1</sup>E-mail : muhammad.shiddiq.tptu420@polban.ac.id

<sup>2</sup>E-mail : bowo\_yuli@polban.ac.id

<sup>3</sup>E-mail : lugamartin@polban.ac.id

### ABSTRAK

Penelitian berupa simulasi CFD yang dilakukan di “LG VRF System Training Center Classroom 2” pada jurusan teknik refrigerasi dan tata udara Politeknik Negeri Bandung. Simulasi CFD dilakukan dengan menggunakan *software* bernama Ansys Fluent. Proses simulasi CFD dibagi menjadi tiga bagian besar yaitu *pre-processing*, *solver*, dan *post processing*. Proses validasi merupakan proses memastikan keakuratan hasil simulasi dengan cara membandingkan data pengukuran dengan hasil simulasi. Nilai *error* validasi temperatur memiliki nilai terkecil sebesar 1,128% dan *error* terbesar sebesar 2,710%. Hasil simulasi vektor pada ruang kelas, nilai udara yang keluar dari *diffuser* menghasilkan udara berkecepatan 2 m/s lalu menurun hingga 0 m/s. pada *supply* dan *return* FCU dengan menggunakan menghasilkan udara berkecepatan 1,95 m/s. Hasil simulasi *contour* berupa visualisasi distribusi temperatur udara pada *diffuser* mengeluarkan udara bertemperatur 24,7 °C. FCU mengeluarkan udara bertemperatur sebesar 24,7°C yang ditahan oleh tembok bagian timur yang bersuhu sekitar 26,5°C.

### Kata Kunci

Computational Fluid Dynamics (CFD), distribusi temperatur, kecepatan udara, ruang kelas

### ABSTRACT

*The research took the form of a CFD simulation carried out at the "LG VRF System Training Center Classroom 2" in the department of refrigeration and air conditioning engineering at the Bandung State Polytechnic. CFD simulations are carried out using software called Ansys Fluent. The CFD simulation process is divided into three major parts, namely pre-processing, solver, and post processing. The validation process is the process of ensuring the accuracy of simulation results by comparing measurement data with simulation results. The temperature validation error value has the smallest value of 1.128% and the largest error of 2.710%. The results of the vector simulation in the classroom show that the value of the air coming out of the diffuser produces an air speed of 2 m/s and then decreases to 0 m/s. The supply and return FCU uses air speed of 1.95 m/s. The results of the contour simulation are visualization of the air temperature distribution in the diffuser emitting air with a temperature of 24.7 °C. The FCU emits air with a temperature of 24.7°C which is blocked by the eastern wall which has a temperature of around 26.5°C.*

### Keywords

Computational Fluid Dynamics (CFD), temperature, air velocity, classroom

### 1. PENDAHULUAN

Setiap ruangan pasti memiliki distribusi temperatur dan kecepatan udara baik pada ruangan yang dikondisikan maupun ruangan yang tidak dikondisikan (1). Memahami pola aliran udara dan

distribusi temperatur dalam suatu ruang merupakan aspek penting dalam berbagai bidang, termasuk arsitektur, teknik sipil, dan kesehatan (2). Hal ini dikarenakan pola aliran dan distribusi temperatur yang optimal dapat memengaruhi kualitas udara, dan tingkat produktivitas di dalam

ruangan (3). Bila sebuah ruangan memiliki aliran udara yang tidak merata, di mana beberapa area terasa panas dan pengap, sementara area lain terasa dingin dan berangin (4). Hal ini akan mengganggu kenyamanan dan fokus baik saat bekerja, belajar, maupun beristirahat (5).

Ruang kelas harus memiliki distribusi temperatur dan kecepatan udara yang baik (6). Udara yang terdistribusi dengan baik dapat membantu menghilangkan polutan seperti debu, jamur dan bakteri (7). Hal ini penting terutama bagi mereka yang memiliki alergi atau memiliki masalah pernapasan (8). Bila ruang kelas memiliki distribusi temperatur dan kecepatan udara yang baik, maka mahasiswa maupun dosen dapat menjalani kegiatan perkuliahan secara lancar (9).

*Computational Fluid Dynamics* (CFD) telah menjadi alat yang ampuh untuk memodelkan dan menganalisis aliran fluida, termasuk udara, dalam berbagai geometri dan kondisi (10). Simulasi CFD memungkinkan para peneliti dan praktisi untuk memprediksi dan memvisualisasikan pola aliran udara, distribusi temperatur, dan parameter fluida lainnya dengan tingkat detail yang tinggi (11).

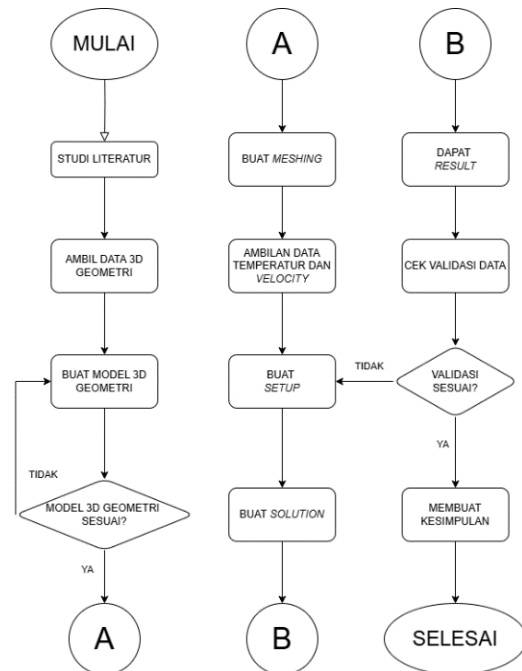
Simulasi CFD dilakukan dengan mengamati pengkondisi udara dalam kelas yang sudah terpasang yaitu satu buah unit FCU dan dua buah *diffuser*. Hasil simulasi digunakan untuk memvisualisasikan distribusi temperatur dan kecepatan udara dalam ruang kelas. Penelitian ini membahas mengenai distribusi temperatur dan kecepatan udara dalam salah satu ruang kelas pada kampus teknik refrigerasi dan tata udara Politeknik Negeri Bandung.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Deskripsi Penelitian

Penelitian berupa simulasi CFD yang dilakukan di “LG VRF System Training Center Classroom 2” pada jurusan teknik refrigerasi dan tata udara Politeknik Negeri Bandung. Dalam ruang kelas LG terpasang tiga buah alat pengkondisi udara yaitu satu buah Fan Coil Unit (FCU) dan dua buah *diffuser*. Simulasi CFD dilakukan dengan menggunakan *software* bernama Ansys Fluent. Simulasi CFD membutuhkan data temperatur dan kecepatan udara dari setiap alat pengkondisi udara

dalam ruang kelas. Sumber panas seperti manusia dan alat elektronik tidak disimulasikan. Dibutuhkan tiga alat untuk melakukan pengambilan data yaitu roll meter, thermogun dan anemometer. Pada gambar 1 merupakan diagram alur pekerjaan yang harus dijalani untuk melakukan simulasi CFD.



Gambar 1. Flowchart simulasi CFD

### 2.2 Simulasi CFD

Simulasi CFD dilakukan menggunakan *software* Ansys Fluent. Proses simulasi CFD dibagi menjadi tiga bagian besar yaitu *pre-processing*, *solver*, dan *post processing*. *Pre-processing* merupakan proses mempersiapkan dan mendefinisikan model simulasi dengan membuat model 3D yang disebut proses geometri, lalu model 3D disimulasikan dengan dibagi menjadi bagian kecil yang disebut proses *meshing*. Tahap *solver* terdiri dari *setup* dan *solution*. Tahap *setup* terdiri dari penentuan fluida yang diinginkan dan penentuan batas-batas simulasi dengan mendefinikan tembok, *supply*, *return*, dan outlet pada ruangan. Tahap *post processing* adalah proses membuat hasil visual simulasi CFD sehingga aliran temperatur dan kecepatan udara dalam ruang kelas dapat terlihat. Fungsi yang digunakan dalam proses *post-processing* yaitu *contour* (temperatur), *vector* (kecepatan udara) dan *streamline* (kecepatan udara)

### 2.3 Validasi

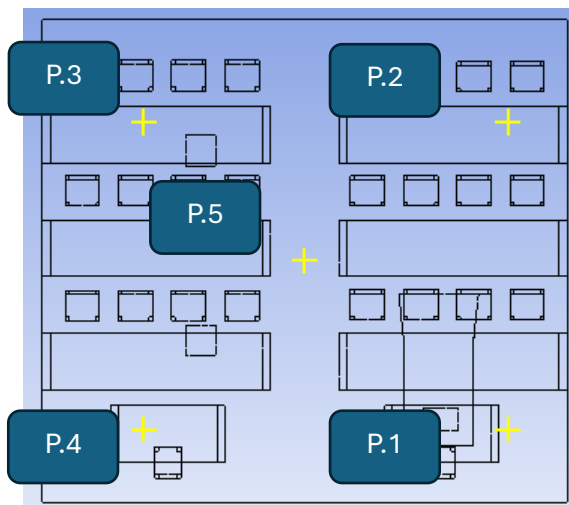
Proses validasi merupakan proses memastikan keakuratan hasil simulasi dengan cara membandingkan data pengukuran dengan hasil simulasi. Besar *error* dalam validasi dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Error (\%) = \frac{x-y}{x} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan: x = data pengukuran

y = data simulasi

pada proses validasi diperlukan titik pengukuran dalam simulasi CFD. Pada gambar 2 merupakan titik validasi simulasi CFD.



Gambar 2. Titik Validasi

Pada gambar 2 merupakan lima titik validasi yang telah ditentukan. Terdapat empat titik di setiap sudut dan satu titik di tengah ruang kelas. P merupakan singkatan dari *point*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Validasi

Validasi dibagi menjadi dua bagian yaitu validasi temperatur dan kecepatan udara.

#### 3.1.1 Validasi Temperatur

Pada tabel 1 merupakan hasil validasi temperatur ruangan.

Tabel 1. Hasil Validasi Temperatur

No	Lokasi	Temperatur (°C)		Validasi
		Aktual	Simulasi	
1	Point 1	26,1	25,45	2,490%

No	Lokasi	Temperatur (°C)		Validasi
		Aktual	Simulasi	
2	Point 2	25,7	25,41	1,128%
3	Point 3	26,2	25,49	2,710%
4	Point 4	26,2	25,82	1,450%
5	Point 5	26,1	25,52	2,222%

Pada tabel 1 merupakan data validasi temperatur. Nilai *error* terbesar berada pada point 3 yaitu sebesar 2,710% sedangkan nilai *error* terkecil berada pada point 2 dengan nilai *error* sebesar 1,128%. Nilai *error* tersebut terbilang kecil sehingga bisa dikatakan bahwa simulasi CFD dalam mengukur temperatur adalah mendekati aktual.

#### 3.1.2 Validasi Kecepatan Udara

Pada tabel 2 merupakan hasil validasi kecepatan udara dalam ruangan.

Tabel 2. Hasil Validasi Kecepatan Udara

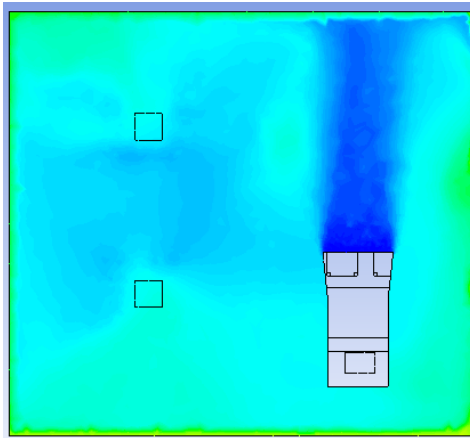
No	Lokasi	Kecepatan Udara (m/s)		Validasi
		Aktual	Simulasi	
1	Point 1	0	0,05	-
2	Point 2	0,4	0,03	93%
3	Point 3	0	0,31	-
4	Point 4	0	0,11	-
5	Point 5	0	0,11	-

Pada tabel 2 terlihat kecepatan udara yang diukur pada lima titik dalam ruang kelas. Kebanyakan data aktual yang didapat memiliki nilai 0 m/s sehingga nilai *error* tidak bisa didefinisikan. Namun pada point 2 yang bernilai 0,4 m/s bila dibandingkan dengan data simulasi didapat nilai *error* validasi bernilai 93%. Nilai *error* validasi kecepatan udara yang besar dikarenakan angka minimal yang dapat terukur pada anemometer yaitu sebesar 0,4 m/s. hal ini bisa ditangani dengan menggunakan alat yang lebih sensitif seperti hotwire anemometer.

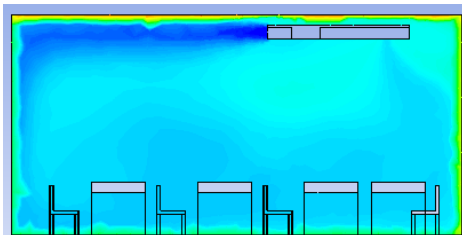
### 3.2 Hasil Simulasi CFD

#### 3.2.1 Contour (Temperatur)

Pada gambar 3 merupakan hasil simulasi CFD *contour* yang merupakan visualisasi distribusi temperatur dalam ruang kelas.



(a)



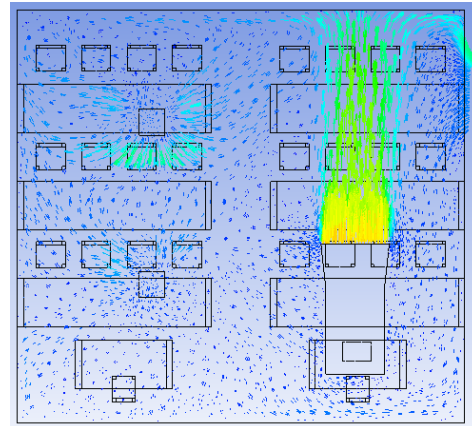
(b)

Gambar 3. Hasil simulasi CFD (*contour*); (a) tampak atas), (b) tampak samping

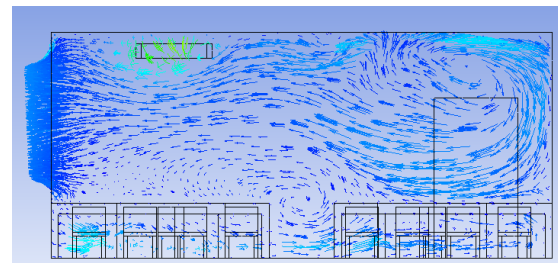
terlihat pada gambar 3 bagian (a) merupakan tampak atas dari simulasi CFD *contour*. terlihat *supply* udara terdingin yang dikeluarkan oleh FCU yaitu sebesar  $24,7^{\circ}\text{C}$ . pada titik *diffuser* terlihat sedikit udara terdingin yang dikeluarkan bila dibandingkan dengan *supply* FCU, lalu ada beberapa udara dingin yang tertarik keluar menuju *window*. pada gambar 3 bagian (b) terlihat temperatur *supply* dengan nilai temperatur sekitar  $24,7^{\circ}\text{C}$  yang ditahan oleh tembok bagian timur yang bersuhu sekitar  $26,5^{\circ}\text{C}$ . udara berputar dalam ruang kelas hingga ada beberapa udara yang tertarik kembali menuju *return* FCU.

### 3.2.2 Vector (Kecepatan Udara)

Pada gambar 5 Merupakan hasil simulasi vector kecepatan udara dalam ruang kelas.



(a)



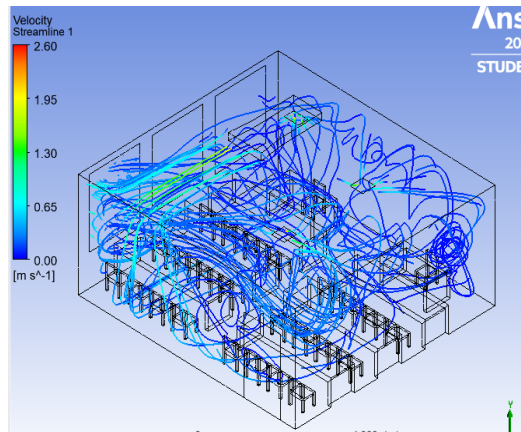
(b)

Gambar 4. Hasil simulasi CFD (*vector*); (a) tampak atas), (b) tampak samping

Pada gambar 4 bagian (a) terlihat banyak panah yang tebal dan berwarna kuning tepat pada keluaran FCU. Warna kuning bernilai  $1,95\text{ m/s}$ . Kecepatan udara yang dikeluarkan FCU bertahan hingga angin tertahan oleh tembok sebelah timur. Udara lalu bersirkulasi dalam ruangan dan beberapa keluar melalui *outlet window*. pada gambar 4 bagian. (b) terlihat udara yang keluar dari FCU dan *diffuser* berputar di udara yang terhalang oleh peralatan dan tembok, namun udara akhirnya akan keluar melalui *window* dengan kecepatan hampir mendekati  $0\text{ m/s}$ .

### 3.2.3 Streamline (Kecepatan Udara)

Pada gambar 5 merupakan hasil simulasi CFD berupa *streamline*.



Gambar 5. Hasil simulasi CFD *streamline*

Pada gambar 5, terlihat kecepatan udara yang keluar dari *supply* FCU hingga mencapai 2 m/s. kecepatan udara tersebut bertahan hingga mencapai 0,65 m/s dan terhalang oleh tembok bagian timur. Udara lalu berputar dalam ruang kelas dan beberapa udara kembali ke FCU dan beberapa udara yang lain keluar melalui *outlet window*. Terlihat dua titik keluaran *diffuser* yang bernilai 0,65 m/s. udara lalu berputar dalam ruang kelas dengan kecepatan udara mendekati 0 m/s.

#### 4. KESIMPULAN

Simulasi CFD dilakukan di ruang kelas LG yang berada di kampus teknik refrigerasi dan udara. Simulasi CFD bertujuan untuk mengetahui distribusi temperatur dan kecepatan udara dalam ruangan tersebut. Diperlukan tiga alat ukur untuk menjalankan simulasi ini yaitu roll meter yang berfungsi untuk mengukur dimensi, anemometer yang berfungsi untuk mengukur temperatur dan kecepatan udara, dan thermogun yang berfungsi untuk mengukur temperatur permukaan tembok. *Software* ANSYS fluent digunakan untuk melakukan simulasi CFD ini. Ada lima tahap dalam melakukan CFD yaitu *geometry*, *mesh*, *setup*, *solution*, dan *result*.

Data hasil simulasi selanjutnya divalidasi dengan nilai pengukuran sehingga mengetahui tingkat keakuratan simulasi ini. Nilai *error* validasi temperatur memiliki nilai terkecil sebesar 1,128% dan *error* terbesar sebesar 2,710%. Nilai validasi temperatur tidak sampai melebihi 3% sehingga bisa dikatakan bahwa nilai temperatur yang didapatkan dari simulasi cukup akurat. Nilai *error* validasi kecepatan udara sulit dihitung karena kebanyakan data pengukuran aktual

bernilai 0 m/s. Hal ini membuat nilai *error* validasi tidak dapat didefinisikan. Hanya ada satu *point* yang memiliki nilai yaitu sebesar 0,4 m/s. bila dihitung nilai *error* validasinya yaitu sebesar 93%. Dari semua data kecepatan udara yang secara aktual, membuat proses validasi tidak maksimal.

Hasil simulasi CFD yang dilakukan berupa visualisasi perputaran temperatur dan kecepatan udara berupa *contour*, *vector* dan *streamline*. Hasil simulasi *vector* pada ruang kelas, nilai udara yang keluar dari *diffuser* menghasilkan udara berkecepatan 2 m/s lalu menurun hingga 0 m/s. pada *supply* dan *return* FCU dengan menggunakan menghasilkan udara berkecepatan 1,95 m/s. Hasil simulasi *contour* berupa visualisasi distribusi temperatur udara pada *diffuser* mengeluarkan udara bertemperatur 24,7 °C. FCU mengeluarkan udara bertemperatur sebesar 24,7°C yang ditahan oleh tembok bagian timur yang bersuhu sekitar 26,5°C.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yuliasari H, Syska K. Disain dan Uji Kinerja Pendingin Evaporatif Tipe Aliran Searah Menggunakan CFD (Computational Fluid Dynamics) Design and Performance of Direct Flow Type Evaporative Cooler Using CFD (Computational Fluid Dynamics). 2021; Available from: <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-1.v10.i3.338-350>
- [2] Bambang Iskandriawan, Paulus Indiyono, Herman Sasongko, Prabowo. Performance Analyse of Air Mixed and Displacement Ventilation System in Office Room Based on Computational Fluid Dynamics. IPTEK, The Journal for Technology and Science. 2009;20(2).
- [3] Febri Juita Angraini, Annisa Shalsabila, Zuli Rodhiyah. Sebaran Particulate Matter (PM10, PM2,5, PM1, PM0,1) di SMP Negeri 1 Kota Jambi Menggunakan Model CFD (Computational Fluid Dynamics). INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi. 2023 Aug 28;2(4):690–702.
- [4] Yamin OM. Simulasi Laju Aliran Pengecoran Dalam Proses Pembuatan Blok Silinder Motor Bakar. 2020.
- [5] Latif S. Sistem Ventilasi Alami Satu Sisi Pada Kamar Kos Dengan Metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) Single-sided Natural Ventilation Systems on Boarding Room with Computational Fluid [Internet]. 2020. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/349642392>

- [6] Suhendri, Koerniawan MD. Investigasi Ventilasi Gaya-Angin Rumah Tradisional Indonesia dengan Simulasi CFD. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*. 2016 Dec 5;5(4):215–20.
- [7] Ido Widya Yudhatama, Mas Irfan P, Hidayat, Wikan Jatimurti. Simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) Erosi Partikel Pasir dalam Aliran Fluida Gas Turbulen pada Elbow Pipa Vertikal – Horizontal. *JURNAL TEKNIK ITS*. 2018;7(2).
- [8] Hamzah B, Rahim MR, Ishak M taufik, Sahabuddin. Kinerja Sistem Ventilasi Alami Ruang Kuliah. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*. 2023 May 7;6(1):24–31.
- 9. Hartono F, Analisis Computational Fluid Dynamics (CFD) Ruang Bakar Mesin Turbojet TJE500FH V.1 (Computational Fluid Dynamic Analysis of Turbojet TJE500FH V.1'S Combustion Chamber). 2017.
- 10. Yonanda A, Amrizal DA. Karakteristik Kolektor Surya Pelat Datar Aliran Spiral Menggunakan Metode Simulasi CFD Characteristics a Spiral Flat Plate Solar Collectors Using CFD Simulation Method. *Open Science and Technology [Internet]*. 2021;01(01):2776–169. Available from: <https://opscitech.com/journal>
- 11. Gusti Muttaqin I, Sucipta M, Suarda M. Simulasi Computational Fluid Dynamic pada Model Turbin Vortex Variasi Kecepatan Rotasi Runner. *Sibatik Journal: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, dan Pendidikan*. 2022 Jul 14;1(8):1445–54.