

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan pendingin udara (AC) saat ini menjadi kebutuhan utama di sektor perumahan dan komersial untuk menciptakan kenyamanan termal di dalam ruangan. AC dirancang untuk menjaga suhu, kelembapan, dan sirkulasi udara pada kondisi optimal, yang secara langsung mempengaruhi kenyamanan dan produktivitas penghuni ruangan (Putra et al., 2020). Kenyamanan termal tercapai ketika suhu berada pada rentang ideal, yaitu 22°C hingga 25°C, di mana distribusi aliran udara yang merata menjadi salah satu faktor penting dalam mencapai kondisi tersebut. Pada rentang ini, penghuni ruangan cenderung merasa nyaman dan tidak terganggu oleh kondisi lingkungan yang terlalu panas maupun terlalu dingin (Juarmito et al., 2023).

Distribusi aliran udara yang tidak merata dapat menyebabkan berbagai permasalahan yang merugikan. Beberapa di antaranya termasuk kondisi *overcooling*, di mana sebagian area dalam ruangan menjadi terlalu dingin, atau *undercooling*, di mana area lainnya tidak cukup dingin. Masalah stratifikasi suhu, yaitu perbedaan suhu yang signifikan antara bagian atas dan bawah ruangan juga dapat terjadi. Sehingga berpotensi menimbulkan ketidaknyamanan bagi penghuni yang berada di area tertentu (Ratnasari & Asharhani, 2021). Selain itu, ketidakmerataan distribusi udara dapat mengakibatkan kualitas udara buruk, yang berdampak negatif pada kesehatan. Peningkatan kadar CO² akibat sirkulasi udara yang tidak optimal dapat mengganggu konsentrasi dan produktivitas. Penelitian oleh Sahri dan Hutapea (2019) menunjukkan bahwa kualitas udara yang buruk di ruangan dapat menurunkan produktivitas hingga 10%. Temuan ini menekankan pentingnya analisis distribusi aliran udara dalam menciptakan lingkungan yang sehat dan produktif.

Analisis distribusi aliran udara dalam ruangan dapat dilakukan dengan metode eksperimental, yaitu menggunakan alat pengukur untuk memperoleh data nyata mengenai kondisi udara di berbagai titik. Metode ini memanfaatkan grafik dan tabel untuk memvisualisasikan pola distribusi, sehingga dapat membantu dalam melakukan analisis distribusi udara pada ruangan tersebut (Seputra, 2018). Meskipun metode eksperimental memberikan data yang akurat, penggunaannya dalam analisis aliran udara terbatas oleh biaya dan waktu. Hal ini menjadi alasan mengapa banyak penelitian beralih ke metode CFD, yang dapat melakukan simulasi cepat pada berbagai kondisi ruangan tanpa memerlukan pengujian fisik. Seperti yang dibahas oleh Fermi (2022), metode CFD memberikan efisiensi hasil yang tidak dapat dicapai oleh metode eksperimental dalam menganalisis berbagai konfigurasi aliran udara.

Metode *Computational Fluid Dynamic* (CFD) telah menjadi alat yang handal dalam menganalisis distribusi aliran udara secara detail. Metode ini melakukan simulasi dengan memodelkan fenomena aliran udara dan pergerakan panas berdasarkan persamaan fisika yang kompleks (Liawan et al., 2023). Analisis pada metode CFD dilakukan secara virtual dengan bantuan perangkat lunak untuk menghasilkan model numerik akurat, yang dapat digunakan untuk menguji kinerja sistem. Simulasi dapat dilakukan kapan saja sesuai dengan *boundary conditions* atau kondisi batas yang diterapkan (Mishbahuddin et al., 2024).

Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa metode *Computational Fluid Dynamic* (CFD) sangat efektif dalam menganalisis distribusi aliran udara dalam ruangan. Seputra (2018) membandingkan tiga pola distribusi udara untuk menilai pengaruhnya terhadap konsumsi energi dan kenyamanan termal. Hasil simulasi menunjukkan bahwa *Radiant Cooling* memberikan efisiensi energi tertinggi dan kenyamanan termal yang optimal, meskipun distribusi alirannya tidak sepenuhnya merata. Penelitian lain oleh Putra et al., (2020) menggunakan metode CFD untuk mengevaluasi pola distribusi udara berdasarkan variasi posisi *outlet* dan kecepatan udara. Menemukan bahwa penempatan *outlet* yang lebih tinggi dan pengaturan kecepatan udara yang optimal menghasilkan distribusi udara yang merata tanpa menyebabkan *overcooling*.

Yao et al., (2022) menggunakan metode CFD untuk menganalisis kualitas udara di ruang konsultasi rumah sakit dengan berbagai skema distribusi udara. Hasilnya menunjukkan bahwa kombinasi *up-supply* dan *side-return* paling efektif dalam meningkatkan kualitas udara dengan meminimalkan konsentrasi polutan di sekitar pasien. Liawan et al., (2023) juga menerapkan metode CFD untuk mengevaluasi distribusi aliran udara dan kenyamanan termal di laboratorium. Penelitian ini menunjukkan bahwa kecepatan udara yang lebih tinggi dapat meningkatkan distribusi tetapi berpotensi menyebabkan ketidaknyamanan, sementara variasi suhu dan penempatan AC di posisi strategis memainkan peran penting dalam menciptakan distribusi udara yang optimal.

Penemuan ini secara keseluruhan menekankan keunggulan metode CFD dalam memodelkan aliran udara pada berbagai kondisi, sehingga menjadi dasar yang kuat untuk penelitian lebih lanjut. Mengacu pada hal tersebut, penulis memutuskan menerapkan metode *Computational Fluid Dynamic* (CFD) untuk analisis distribusi aliran udara dalam ruangan ber-AC. Dengan menggunakan CFD, penulis dapat memperoleh gambaran mendalam mengenai bagaimana udara bergerak dan berinteraksi di dalam ruangan. Berbeda dengan studi sebelumnya yang umumnya berfokus pada satu atau dua variabel, penelitian ini

mengeksplorasi pola distribusi aliran udara secara lebih komprehensif. Fokus utama penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi bagaimana pola distribusi aliran udara dapat dianalisis menggunakan metode CFD, serta bagaimana variasi temperatur dan kecepatan udara mempengaruhi karakteristik dan distribusi aliran udara.

1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi Masalah

Untuk mengoptimalkan hasil pendinginan, penerapan teknologi canggih menjadi sangat diperlukan, terutama dalam memahami dan mengendalikan aliran udara di dalam ruangan dengan lebih akurat. Salah satu pendekatan teknologi yang sangat bermanfaat dalam hal ini adalah metode *Computational Fluid Dynamic* (CFD). Metode CFD digunakan untuk melakukan simulasi yang rinci mengenai aliran udara yang bergerak dan berinteraksi di dalam ruangan ber-AC. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai distribusi aliran udara dalam ruangan ber-AC, sehingga dapat membantu dalam meningkatkan kenyamanan bagi penghuni ruangan.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan penjelasan yang telah diuraikan di atas, permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pola distribusi aliran udara dalam ruangan ber-AC berdasarkan analisis menggunakan metode *Computational Fluid Dynamic* (CFD)?
2. Bagaimana pengaruh variasi temperatur dan kecepatan udara *inlet* terhadap pola distribusi aliran udara dalam ruangan ber-AC?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Menganalisis distribusi aliran udara dalam ruangan ber-AC menggunakan metode *Computational Fluid Dynamic* (CFD).
2. Mengidentifikasi pengaruh variasi temperatur dan kecepatan udara *inlet* terhadap distribusi aliran udara dalam ruangan ber-AC berdasarkan simulasi *Computational Fluid Dynamic* (CFD).

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan akan memberikan manfaat antara lain:

Manfaat Teoritis

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang pola distribusi aliran udara dalam ruangan ber-AC berdasarkan variasi temperatur dan kecepatan udara melalui pendekatan simulasi CFD.

2. Penelitian ini diharapkan dapat menambah kontribusi ilmiah dan memperkaya literatur dalam pengembangan metode simulasi CFD untuk aliran fluida, khususnya aliran udara dalam ruangan ber-AC.

Manfaat Praktis

1. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan masukan terhadap individu dalam merancang geometri ruangan dan sistem pendingin udara yang efektif untuk meningkatkan kenyamanan penghuni.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan optimasi desain ventilasi dan distribusi udara di ruang tertutup untuk mengefisienkan energi sistem pendingin.