

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kereta api merupakan salah satu moda transportasi massal yang efisien, aman, dan ramah lingkungan. Keberadaan kereta api di berbagai negara dimanfaatkan sebagai sarana angkutan utama yang mampu mengangkut penumpang maupun barang dalam jumlah besar secara cepat dan terjangkau (Prasetyawan *et al.*, 2018). Di Indonesia, penggunaan kereta api juga terus meningkat seiring dengan pembangunan infrastruktur, termasuk peluncuran Kereta Cepat Indonesia–China (KCIC) “Whoosh”, yang menjadi simbol modernisasi transportasi berbasis rel di Tanah Air. Perkembangan ini menunjukkan bahwa kereta api memiliki peran strategis dalam mengurangi kepadatan lalu lintas jalan raya dan mempercepat konektivitas antarwilayah (Sunarti *et al.*, 2024).

Kecepatan tinggi pada kereta api modern berdampak pada aspek aerodinamika dan kenyamanan di sekitarnya. Tekanan dan gaya *drag* akibat aliran angin dapat menyebabkan getaran dan tekanan tambahan yang memengaruhi struktur bangunan serta kenyamanan warga di sekitar jalur kereta. Studi eksperimental dan numerik menunjukkan bahwa getaran yang ditransmisikan dari lantai kereta ke penumpang, serta intensitas kebisingan, meningkat secara signifikan seiring bertambahnya kecepatan kereta, meskipun sebagian efeknya dapat diredam oleh desain struktur kursi atau bodi kereta (Li *et al.*, 2022). Selain itu, aspek kenyamanan penumpang dan lingkungan luar seperti tekanan udara, kebisingan, dan vibrasi telah menjadi indikator penting dalam perancangan sistem kereta cepat (Peng *et al.*, 2022).

Penelitian terdahulu oleh Amri (2020) menunjukkan bahwa jarak antara dinding bangunan dan rel kereta memiliki pengaruh signifikan terhadap performa aerodinamika kereta. Melalui studi numerik tiga dimensi menggunakan ANSYS FLUENT, ditemukan bahwa pada kecepatan 33,33 m/s dan 44,44 m/s, jarak 2,35 m antara rel dan dinding menghasilkan koefisien *drag* yang lebih tinggi dibandingkan dengan jarak 6 m, yang mengindikasikan bahwa semakin sempit jarak antara kereta dan dinding, semakin besar hambatan udara yang timbul. Temuan ini sejalan

dengan penelitian (Hu *et al.*, 2018) yang menganalisis performa aerodinamika kereta cepat akibat keberadaan *wind barrier* pada jalur *embankment*, di mana peningkatan kecepatan kereta terbukti memperbesar gaya aerodinamis, momen, serta fluktuasi tekanan, terutama pada area yang berdekatan dengan struktur vertikal di sekitar rel. Selain itu, (Vittozzi *et al.*, 2017) juga melaporkan bahwa medan tekanan aerodinamis akibat lintasan kereta cepat dengan kecepatan hingga 300 km/jam mampu menimbulkan respons signifikan pada struktur *noise barrier* di sisi rel, yang menunjukkan kuatnya interaksi aliran udara berkecepatan tinggi dengan struktur pasif di lingkungan jalur kereta. Secara keseluruhan, hasil-hasil penelitian tersebut menegaskan bahwa keberadaan struktur di dekat rel serta peningkatan kecepatan operasional kereta berperan penting dalam memperbesar efek tekanan dan gaya aerodinamis, sehingga menjadi landasan bagi penelitian ini untuk menganalisis pengaruh kecepatan tinggi kereta cepat KCIC “Whoosh” terhadap distribusi tekanan dan gaya *drag* pada dinding bangunan yang berjarak dekat dari rel.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis secara numerik pengaruh kecepatan aliran angin yang setara dengan kecepatan KCIC “Whoosh” terhadap dinding bangunan di salah satu sisi rel. Penelitian ini menggunakan pendekatan simulasi numerik dua dimensi (2D) dalam kondisi aliran tunak dan inkompresibel, dengan variasi kecepatan aliran angin sebesar 70 m/s, 83 m/s, dan 97 m/s, yang merepresentasikan rentang kecepatan kereta cepat. Analisis dilakukan pada konfigurasi geometris tertentu, yaitu rasio jarak antara pusat kereta (S) dan dinding bangunan terhadap lebar kereta (H), sehingga diperoleh jarak antara kereta (S) 235 mm, dan lebar kereta (H) 336 mm ($S/H = 0,7$). Melalui konfigurasi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik distribusi koefisien tekanan dan gaya *drag* yang timbul akibat interaksi aliran udara di antara kereta dan dinding bangunan. Hasil dari studi ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi teknis dalam pengelolaan kecepatan operasional kereta cepat di area permukiman serta memberikan masukan terhadap desain lingkungan sekitar jalur kereta demi meningkatkan keselamatan dan kenyamanan bersama.

1.2 Rumusan Masalah

Kereta Cepat Indonesia – China (KCIC) “Whoosh” merupakan moda transportasi modern pertama di Indonesia yang menghubungkan Jakarta dan Bandung dengan waktu tempuh yang singkat, serta mengusung kecepatan operasional tinggi hingga mendekati 350 km/jam. Kecepatan tersebut membawa dampak aerodinamika yang signifikan terhadap lingkungan sekitar rel, khususnya bangunan yang berada dalam jarak dekat. Aliran udara yang terbentuk akibat pergerakan kereta dapat menimbulkan tekanan dan gaya *drag* yang memengaruhi struktur eksternal, serta berpotensi meningkatkan konsumsi energi kereta. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai efek tersebut melalui pendekatan numerik. Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh kecepatan aliran angin terhadap koefisien tekanan dan gaya *drag* antara pusat rel kereta terhadap dinding bangunan pada jarak (S/H) sebesar 235/336 mm?
2. Bagaimana karakteristik aliran angin yang terbentuk di antara kereta cepat dan dinding bangunan seiring variasi kecepatan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, maka tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Menganalisis pengaruh variasi kecepatan aliran angin terhadap distribusi koefisien tekanan dan gaya *drag* yang terjadi antara pusat rel kereta terhadap dinding bangunan pada jarak (S/H) sebesar 235/336 mm.
2. Mengidentifikasi karakteristik pola aliran angin yang terbentuk di celah antara rangkaian kereta cepat dan dinding bangunan sebagai akibat dari perbedaan kecepatan aliran.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi numerik dilakukan secara dua dimensi (2D), *steady flow*, dan *incompressible flow*.

2. Model kereta api dibuat lebih sederhana untuk mempermudah proses simulasi dan menghemat waktu komputasi.
3. Pengkajian difokuskan pada aliran searah dengan kecepatan angin yang dijaga tetap.
4. Variasi kecepatan angin yang diterapkan adalah 70 m/s, 83 m/s, dan 97 m/s, disesuaikan dengan kecepatan kereta cepat Indonesia–Cina.
5. Kereta diasumsikan tidak bergerak agar kecepatan relatif udara terhadap kereta setara dengan kecepatan kereta itu sendiri.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian, maka didapatkan manfaat penelitian. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan saran mengenai kecepatan operasional kereta api saat melintasi area permukiman penduduk sekitar rel kereta api.
2. Dapat menguraikan dampak kecepatan angin terhadap jarak antara pusat rel kereta dengan bangunan yang berada di sekitarnya.