

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kereta api merupakan sebuah jenis transportasi yang banyak diminati oleh masyarakat di seluruh dunia, terutama di Indonesia. Moda transportasi kereta api banyak diminati karena ketepatan waktu, kenyamanan dan keamanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan moda transportasi umum lainnya. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan penggunaan kereta api oleh masyarakat dari tahun ke tahunnya (Apriyani et al., 2024). Pada tahun 2022 penumpang kereta api mencapai 277.115 juta penumpang. Kemudian, penumpang kereta api mengalami peningkatan secara signifikan yaitu sebesar 371.538 juta atau meningkat sebanyak 24,5% di tahun 2023. Hal tersebut menunjukkan bahwa moda transportasi kereta masih sangat banyak diminati. Hal ini juga semakin diperkuat dengan data Badan Pusat Statistik yang menyatakan bahwa pada tahun 2024 pengguna transportasi kereta mengalami kenaikan hingga 26,4% jika dibandingkan dengan tahun 2023 (Badan Pusat Statistik., 2024).

Kereta Cepat adalah tipe kereta yang beroperasi secara signifikan lebih cepat daripada kereta tradisional yang dilengkapi dengan sistem terintegrasi dan menggunakan jalur khusus. Meskipun tidak ada standar baku yang berlaku secara global, kereta dengan kecepatan diatas 250 kilometer per jam (160 mph), secara luas dianggap sebagai kategori *high speed train*. Beberapa negara telah mengembangkan kereta cepat untuk menghubungkan kota-kota besar, seperti Belgia, China, Denmark, Prancis, Jerman, Italia, Jepang, Maroko, Belanda, Rusia, Korea Selatan, Spanyol, dan Taiwan. Bahkan sekarang di Indonesia pun sudah ada dan dikenal dengan nama *whoosh* atau Kereta Cepat Indonesia-China (KCIC) (Bekti, 2020).

Laju kereta api merupakan salah satu aspek yang sangat berpengaruh terhadap kepuasan pelanggan atau pengguna moda transportasi kereta api. Apabila laju kereta berjalan secara tidak stabil maka akan menyebabkan beberapa permasalahan. Oleh karena, itu para insinyur di era modern ini semakin meningkatkan inovasinya

dengan menciptakan kereta api cepat. Hal ini dilakukan guna untuk mengefisiensi waktu perjalanan yang ditempuh, sehingga hal tersebut dapat mengait minat warga khususnya pengguna moda transportasi ini agar semakin meningkat. Tingkat kecepatan kereta selain dari daya yang dihasilkan oleh mesin juga sangat dipengaruhi oleh bentuk atau model desain dari kereta itu sendiri. Kecepatan kereta yang mengalami peningkatan dari waktu ke waktu juga akan meningkatkan pengaruh terhadap objek bangunan atau struktur bangunan yang ada di sekitarnya serta meningkatkan terjadinya kecelakaan (Bekti, 2020).

Peningkatan kecepatan kereta cepat tidak hanya membawa keuntungan dari sisi efisiensi waktu dan daya angkut, tetapi juga menimbulkan tantangan baru terhadap lingkungan sekitar lintasan, termasuk pada struktur bangunan seperti dinding di sekitar rel. Salah satu dampak utama dari laju kecepatan tinggi adalah munculnya gaya aerodinamika yang signifikan, berupa tekanan dinamis dan gaya seret (*drag*) akibat aliran udara yang terkompresi di antara kereta dan dinding. Saat kereta cepat seperti KCIC "Whoosh" melintas dengan kecepatan di atas 250 km/jam, udara di sekitarnya terdorong dan membentuk gelombang tekanan maju-mundur yang kuat. Dinding atau bangunan yang berada dalam jarak dekat dengan rel kereta akan mengalami perubahan tekanan secara tiba-tiba—tekanan tinggi saat kereta mendekat dan tekanan rendah (*hisapan*) sesaat setelah kereta lewat. Fluktuasi tekanan ini dapat menyebabkan tegangan siklik pada struktur bangunan, yang dalam jangka panjang bisa menurunkan integritas strukturalnya, terutama pada dinding yang tidak dirancang untuk menerima beban dinamis.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Quraissy Amri, 2020), pada kecepatan 33.33 m/s dengan jarak 2.35 m dinding bangunan ke pusat rel dibandingkan dengan jarak 6 m memberikan pengaruh peningkatan nilai koefisien *drag* yang signifikan sebesar 7.71% dan untuk kecepatan 44.44 m/s juga mengalami peningkatan nilai koefisien *drag* sebesar 7.38%. Sedangkan nilai koefisien *drag* pada jarak 2.35 m dinding bangunan ke pusat rel dengan kecepatan 33.33 m/s dibandingkan dengan kecepatan 44.44 m/s mengalami penurunan nilai koefisien *drag* yang tidak signifikan sebesar 0.64% dan juga pada jarak 6 m nilai koefisien *drag*nya mengalami penurunan sebesar 0.33%. Hal ini dapat dikatakan bahwa

perbedaan pada kecepatan tidak terlalu mempengaruhi besar dari koefisien *drag* (hambatan) yang dialami oleh permukaan kereta dan juga dapat dikatakan bahwa semakin besar kecepatan dari kereta akan memperbesar nilai koefisien *drag* (hambatan).

Berdasarkan uraian di atas, maka akan dilakukan pengujian terhadap pengaruh kecepatan kereta cepat Indonesia–China (KCIC) “*WHOOSH*” terhadap dinding bangunan di salah satu sisi rel kereta. Oleh karena itu, topik penelitian yang ingin diangkat berjudul “Studi Numerik Pengaruh Kecepatan Kereta Cepat Indonesia–China (Kcic) Terhadap Dinding Di Satu Sisi Rel Kereta Pada Jarak S/H 1,0417. Diharapkan dari hasil pengujian ini dapat mengetahui kecepatan aman kereta cepat (KCIC) terhadap bangunan di sisi rel kereta api.

1.2 Rumusan Masalah

Kereta saat ini hadir dengan berbagai desain, terutama kereta cepat yang memiliki bentuk mirip peluru. Perubahan desain ini bertujuan untuk mengurangi hambatan aerodinamis yang diakibatkan oleh aliran udara yang mengenai bodi kereta cepat. Besarnya hambatan aerodinamis yang dialami oleh kereta cepat sangat berpengaruh terhadap konsumsi energi yang diperlukan untuk menggerakkannya. Oleh karena itu, aspek aerodinamis menjadi fokus utama dalam perancangan kereta cepat. Ketika kereta cepat bergerak, ia akan memengaruhi aliran udara di sekitarnya, terutama saat melewati objek seperti dinding, di mana dampaknya akan semakin signifikan. Aliran udara akan mengalami peningkatan kecepatan akibat terkompresinya aliran udara dan interaksinya dengan objek di sekitarnya yang menyebabkan tekanan aliran udara meningkat. Oleh karena itu, akan dilakukan analisis untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan oleh kereta cepat saat melewati objek (dinding) yang mencakup:

1. Semakin meningkatnya kecepatan menyebabkan gaya *drag* dan tekanan yang timbul di antara kereta dan dinding semakin meningkat. Hal tersebut memengaruhi kekuatan dinding bangunan di sekitar rel kereta api dan meningkatkan konsumsi energi pada kereta api.

2. Semakin jauh jarak antara pusat rel kereta api dengan dinding bangunan menyebabkan kedua objek tersebut seperti dua benda yang saling tidak memengaruhi satu sama lain.

Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian ini untuk mengetahui kecepatan dan jarak optimum agar tidak merusak bangunan di sekitar rel kereta api dan mengoptimalkan konsumsi bahan bakar kereta api.

1.3 Tujuan Penelitian

Menganalisis pengaruh kecepatan aliran angin terhadap *pressure coefficient* dan *drag*. Penelitian yang dilakukan memiliki beberapa tujuan untuk dicapai sebagai pencapaian akhir sebagai berikut :

1. Menganalisis pengaruh kecepatan aliran angin terhadap *pressure coefficient* dan *drag coefficient* yang dihasilkan di antara pusat rel dengan dinding bangunan.
2. Menganalisis fenomena aliran angin yang berada di antara kereta api dan dinding bangunan.

1.4 Batasan Penelitian

Adapun yang menjadi batasan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi numerik ini dilakukan secara 2D dan *steady flow*.
2. Desain kereta api disederhanakan untuk memudahkan dan mempersingkat waktu simulasi.
3. Analisis ini akan dilakukan pada aliran satu arah dan dengan kecepatan aliran angin yang konstan.
4. Variasi yang akan diterapkan mencakup kecepatan aliran angin sebesar 70 m/s (250 km/jam), 83 m/s (300 km/jam), dan 97 m/s (350 km/jam), yang disesuaikan dengan kecepatan kereta cepat Indonesia-China.
5. Kereta api akan disimulasikan dalam keadaan diam sehingga kecepatan relatif udara terhadap kereta sama dengan kecepatan kereta.
6. Desain geometri kereta KCIC hanya menampilkan bagian tampak atas kereta
7. Laju aliran angin di asumsikan bergerak dari arah depan melalui inlet dan mengalir ke arah outlet.

1.5 Manfaat Penelitian

Sehubungan dengan permasalahan yang ada maka dalam penelitian ini diharapkan dapat :

1. Memberikan inovasi dalam desain, yang dapat menjadi bahan ajar bagi mahasiswa dan dosen untuk mengembangkan solusi baru dalam menghadapi tantangan di bidang industri.
2. Merekomendasikan kecepatan kereta api saat melaju di sekitar pemukiman warga.
3. Mampu menjelaskan pengaruh kecepatan aliran angin terhadap jarak antara pusat rel kereta api terhadap bangunan di sekitar rel kereta api.