

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya zaman, teknologi otomotif menjadi salah satu produk andalan didunia pada saat ini, terutama pada sektor kendaraan roda 4 salah satunya kendaraan mobil listrik sebagai tenaga penggerak utama. (Kahfi and Mufarida 2023) Sangat penting bagi umat manusia untuk mempertahankan pendekatan yang dinamis, dengan tujuan konservasi energi mengurangi konsumsi bahan bakar serta optimasi kinerja mesin yang memandu lintasan beragam inovasi teknologi. Patut dicatat bahwa pemanfaatan modalitas transportasi darat mengalami peningkatan bersamaan dengan pertumbuhan mobilitas penduduk. (Saputro et al. 2020) Sesuai data yang diberikan oleh Kementerian Perindustrian Statistik, proliferasi kendaraan terus meningkat, menunjukkan tingkat pertumbuhan tahunan rata-rata mulai dari 8% hingga 15%. Permintaan transportasi siap untuk terus meningkat, akibatnya mengarah pada eskalasi volume pemakaian energi bahan bakar di Indonesia. Di negara ini, sektor transportasi menempati posisi sebagai konsumen utama bahan bakar minyak dengan presentase 40.1% dari total. (Thalib et al. 2024) Industri otomotif kini menghadapi tuntutan untuk mengembangkan kendaraan dengan efisiensi bahan bakar optimal. (Firmansyah, Mufarida, and Nusantara 2017) Banyak cara yang bisa di tempuh untuk dapat mewujudkan hal tersebut seperti menurunkan beban kendaraan, mengoptimalkan efisiensi dari mesin kendaraan, cara mengemudi yang baik dan mengurangi gaya hambat (*drag*), gaya angkat (*lift*), dan (*pressure*) melalui desain bodi kendaraan yang aerodinamis. (Hasugian 2018)

Mobil listrik pertama kali di perkenalkan pada tahun 1832 – 1839 oleh Robert Anderson di Skotlandia, namun pada saat itu harga bahan bakar minyak (BBM) relatif murah sehingga masyarakat cenderung mengembangkan motor bakar yang menggunakan BBM. (Maharajati et al. 2024) Namun saat ini harga BBM semakin mahal dan cadangannya persediaan minyak bumi semakin menipis serta sulit dikeandalikan untuk masa yang akan datang. (Kristanto, Mufarida, and Shofiyah 2024) Selain itu, terdapat isu lingkungan yang menjadi perhatian dunia yang

tertuang dalam (*Education For Sustainable Development (EFSD)*). Energi baru terbarukan merupakan alternatif terbaik, penggunaan energi baru terbarukan harus menjadi perhatian utama pemerintah Indonesia tidak hanya sebagai upaya untuk mengurangi pemakaian energi fosil, untuk mewujudkan energi ramah lingkungan. (Priyanto et al. 2024) Kondisi ini mendorong adopsi energi listrik dalam sistem transportasi sebagai alternatif bahan bakar fosil. Energi listrik memiliki keunggulan dalam hal kemudahan produksi dari berbagai sumber, termasuk energi terbarukan. Sesuai dengan cetak biru Pengembangan Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi, ketahanan energi nasional perlu ditingkatkan melalui reduksi emisi Gas Rumah Kaca (GRK/ $CO_2$ ) dan peningkatan pemanfaatan EBT. Presiden RI dalam forum G-20 di Pittsburgh, Amerika Serikat tahun 2009 dan COP 15 di Kopenhagen menegaskan komitmen Indonesia untuk mengurangi emisi GRK sebesar 26%, bahkan hingga 41% dengan dukungan negara maju pada tahun 2020. Salah satu strategi pencapaiannya yakni substitusi BBM transportasi dengan energi listrik. konteks ini, Kompetisi Mobil Listrik Indonesia (KMLI) diharapkan dapat berperan dalam mempromosikan penggunaan kendaraan listrik guna menekan emisi GRK sekaligus meningkatkan kesadaran akan lingkungan.

Pengembangan kendaraan untuk efisiensi baterai dan desain bodi, parameter aerodinamika yang krusial meliputi koefisien hambatan (*drag*) yang mempengaruhi kecepatan dan stabilitas kendaraan. Koefisien angkat (*lift*) merepresentasikan perbedaan tekanan antara permukaan atas dan bawah bodi kendaraan - ketika tekanan permukaan atas lebih rendah daripada bawah, gaya angkat yang dihasilkan berinteraksi dengan gaya hambat untuk meningkatkan stabilitas. Energi kinetik turbulen juga berperan penting dalam menganalisis pola aliran udara pasca melewati bodi kendaraan, dimana turbulensi yang terjadi dapat memengaruhi keseimbangan kendaraan. (Marcelino et al. 2021)

Industri otomotif elektrik, terdapat beberapa strategi untuk mengoptimalkan efisiensi baterai kendaraan listrik. Parameter desain dan operasional kendaraan modern mencakup bobot kendaraan, teknik pengemudian, tingkat kenyamanan, standar keselamatan, serta aspek aerodinamis bodi kendaraan. (Pradana et al. 2024) Berdasarkan temuan penelitian, para ahli telah mengkonfirmasi hubungan antara

pertimbangan gaya hambat (*drag*) aerodinamis dengan konservasi energi. Untuk mengatasi resistansi aerodinamis, sebagian besar energi mesin dikonsumsi melalui konversi energi listrik dari baterai. Faktor aerodinamis utama dalam pengembangan efisiensi baterai dan desain bodi adalah koefisien hambatan (*drag coefficient*), yang memengaruhi kecepatan dan stabilitas kendaraan. (*Coefficient lift*) merepresentasikan perbedaan tekanan antara permukaan atas dan bawah bodi ketika tekanan permukaan atas lebih rendah dari pada bawah, interaksi antara gaya angkat dan hambatan akan meningkatkan stabilitas. *Turbulent Kinematic Energy* juga berperan dalam menganalisis pola aliran udara pasca melewati bodi kendaraan, di mana turbulensi yang terjadi dapat mempengaruhi performa keseimbangan. (Marcelino et al. 2021)

Bentuk bodi kendaraan yang aerodinamik dapat berpengaruh pada berkurangnya pemakaian bahan bakar dan bisa meminimalkan gaya-gaya yang menghambat laju kendaraan. Untuk mendapatkan bodi kendaraan yang aerodinamik bisa dilakukan dengan beberapa cara salah satunya dengan menggunakan program yang berbasis Computational Fluid Dynamics (CFD). Seperti yang diketahui, pengujian koefisien hambatan suatu kendaraan dapat dilakukan dengan melakukan eksperimen maupun menggunakan model simulasi numerik dengan menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Pengujian koefisien hambatan dengan eksperimen dilakukan di dalam terowongan angin (*wind tunnel*) baik dalam ukuran sebenarnya maupun dalam ukuran skala. Akan tetapi pengujian koefisien hambatan dengan menggunakan cara ini membutuhkan waktu dan biaya yang tidak sedikit. Hal inilah yang menjadikan alasan para desainer maupun industri untuk memanfaatkan komputasi dan simulasi numerik sebagai solusi terhadap permasalahan tersebut dengan pertimbangan kecepatan dalam memperoleh data yang koefisien hambatan dan rendahnya biaya yang harus dikeluarkan di bandingkan dengan melakukan eksperimen (Wibowo, Harefa, and Abdi 2022).

Perkembangan pesat dalam bidang aerodinamika dan mekanika fluida memungkinkan terciptanya desain bodi kendaraan, khususnya mobil, dengan koefisien drag yang minimalis. Guna mencapai rancangan bentuk kendaraan yang optimal, peneliti dapat memanfaatkan analisis aliran fluida yang melewati bodi

kendaraan baik dalam model dua dimensi atau tiga dimensi (Ananda, Pramesti, and Akbar 2021).

Beragam analisis *Computational Fluid Dynamics* (CFD) sudah banyak dilaksanakan dan mampu menjadi metode alternatif dalam pemecahan masalah. Menurut penelitian Krajinovic dan Davision (2004), simulasi numerik telah dilakukan dan menunjukkan bahwa nilai Reynolds tinggi memberikan efek minimal terhadap pola aliran udara di permukaan bodi kendaraan. Menurut (Bagaspati et al., n.d. 2019) pemanfaatan komputasi dan simulasi numerik *Computational Fluid Dynamics* (CFD) sebagai solusi terhadap permasalahan tersebut dengan pertimbangan kecepatan dalam memperoleh data yang koefisien dan rendahnya biaya yang harus dikeluarkan dan dengan teknologi CFD ini bisa menjadi bahan acuan dalam pengembangan dalam menganalisis aerodinamik. Dengan adanya teknologi komputasi yang sudah canggih saat ini diharapkan hasil analisa CFD ini bisa dijadikan bahan acuan dalam pengembangan teknologi aerodinamik. (Dharmawan, Nusantara, and Mufarida 2024) (Dharmawan et al. 2024) (Gunpinar, dkk., 2019) melakukan penelitian desain mobil sedan untuk memperkirakan *Coefficient drag* dari siluet tertentu. (John dan Utomo, 2017) melakukan penelitian analisis aerodinamika bodi dengan mencari nilai koefisien drag dengan variasi kecepatan udara. (Badrawada, dkk., 2019) melaksanakan studi mengenai desain bodi kendaraan dengan melakukan perubahan pada bentuk bodi, memperoleh hasil bahwa modifikasi tersebut menghasilkan karakteristik aerodinamika yang lebih baik dibandingkan desain awal. (Ekopriyanto, 2016) melakukan riset tentang analisis aerodinamis dengan mempertimbangkan sudut kemiringan pada bagian depan, *windshield*, atap, dan belakang kendaraan melalui simulasi terhadap variasi kecepatan aliran udara.

Pada penelitian ini dilakukan analisis aerodinamik pada kendaraan mobil Listrik 2KW Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember khususnya pada bodi kendaraan. Analisis ini menerapkan sejumlah variabel dalam merancang bodi kendaraan yang aerodinamis dan optimal, meliputi sudut kemiringan bagian depan, desain bodi utama, serta bentuk bagian belakang. Variabel ini diharapkan mampu menghasilkan gabungan optimal untuk

memperoleh *coefficient drag*. *Coefficient list* dan *turbulent kinetic energy* yang ideal.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas rumusan masalah yang didapat sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan desain bodi kendaraan mobil listrik 2KW agar mendapatkan nilai tekanan ( $C_p$ ) yang optimal?
2. Bagaimana perancangan desain bodi kendaraan mobil Listrik 2KW agar mendapatkan nilai *Coefisien Drag* ( $C_d$ ) yang optimal?
3. Bagaimana perancangan desain bodi kendaraan mobil Listrik 2KW agar mendapatkan nilai *Coefisien Lift* ( $C_l$ ) yang optimal?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik aliran fluida yang melintasi bodi mobil. Karakteristik aliran yang di maksud adalah:

1. Analisa koefisien *drag* ( $C_D$ ) pada kontur bodi kendaraan mobil listrik 2KW
2. Analisa koefisien *lift* ( $C_L$ ) pada kontur bodi kendaraan mobil listrik 2KW
3. Tampilan *conture*, *velocity vector* dan *pathlines* yang melintasi bodi kendaraan mobil listrik 2KW

## 1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah diperlukan untuk menyempitkan cakupan penelitian dan mempermudah proses analisis. Batasan yang diterapkan pada riset ini meliputi:

1. Simulasi aerodinamik ini mangaju pada permodelan matematis yang telah dilakukan. Permodelan dilakukan tanpa melibatkan proses ekperimen
2. Aliran fluida diasumsikan dalam kondisi tunak (*steady state*) dan tak-termampatkan (*incompressible*)
3. Pengujian pada kondisi udara standart dengan  $Re_L = 1.816502 \times 10^6$
4. Analisis menggunakan prangkat lunak *Ansys Workbench dengan CFD-Solver 2022 R2*

5. Simulasi dilakukan tanpa mempertimbangkan roda, spion, atau komponen tambahan lainnya.
6. Pembahasan hanya pada *pressure coefficient* ( $C_p$ ), *drag coefficient* ( $C_d$ ), dan *lift coefficient* ( $C_l$ ).

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penyusunan tugas akhir ini meliputi:

1. Manfaat Bagi Peneliti
  1. Memahami karakteristik aliran fluida secara fisik melalui simulasi tiga dimensi di sekitar bodi mobil listrik 2KW dengan visualisasi menggunakan *software Ansys CFD 2020 R2*.
  2. Berkontribusi konkrit dalam penyempurnaan desain bodi kendaraan yang potensial menjadi referensi pengembangan mobil listrik 2KW.
2. Manfaat Bagi Pihak Lembaga Perguruan Tinggi
  1. Menambah pengetahuan sebagai bahan ajar mengenai analisis aliran fluida pada permukaan bodi kendaraan mobil listrik 2KW menggunakan perangkat lunak *Ansys CFD 2020 R2*.
  2. Sebagai bahan acuan penelitian selanjutnya terkait analisis aliran fluida pada permukaan bodi kendaraan dengan variasi kecepatan  $20\text{km/h}$ ,  $30\text{km/h}$ , dan  $40\text{km/h}$  menggunakan perangkat lunak *Ansys CFD 2020 R2*.
  3. Menambah pengetahuan sebagai bahan ajar mengenai analisis aliran fluida pada permukaan bodi kendaraan dengan variasi bodi kendaraan terhadap *pressure Coefficient*, *coefficient drag coefficient lift*.
3. Manfaat Bagi Pembaca
  1. Memberikan informasi terkait pengaruh *pressure coefficient* pada permukaan bodi kendaraan dengan variasi kecepatan laju kendaraan,
  2. Memberikan informasi terkait pengaruh *coefficient drag* pada permukaan bodi kendaraan dengan variasi kecepatan laju kendaraan,
  3. Memberikan informasi terkait pengaruh *coefficient lift* pada permukaan bodi kendaraan dengan variasi kecepatan laju kendaraan