

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi kendaraan listrik menjadi salah satu fokus utama dalam bidang rekayasa transportasi modern karena kemampuannya dalam meningkatkan efisiensi energi serta mengurangi dampak lingkungan akibat penggunaan bahan bakar fosil. Kendaraan listrik memiliki efisiensi konversi energi yang lebih tinggi dibandingkan kendaraan berbasis mesin pembakaran dalam serta menghasilkan emisi operasional yang jauh lebih rendah. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa elektrifikasi kendaraan merupakan solusi strategis dalam menghadapi permasalahan energi dan lingkungan global, terutama pada sektor transportasi yang memiliki kontribusi signifikan terhadap emisi gas rumah kaca (Husain, 2021) (Ehsani, 2018).

Sepeda motor merupakan transportasi yang paling banyak digunakan di Indonesia, sehingga kontribusinya terhadap konsumsi bahan bakar fosil dan emisi gas buang juga sangat besar. Kondisi ini mendorong perlunya pengembangan sepeda motor listrik sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan. Namun, harga sepeda motor listrik baru yang relatif tinggi menjadi kendala utama dalam percepatan adopsinya. Oleh karena itu, konversi sepeda motor berbahan bakar minyak menjadi sepeda motor listrik dipandang sebagai solusi yang lebih ekonomis dan aplikatif, sekaligus mendukung pengembangan teknologi lokal dan peningkatan kompetensi sumber daya manusia di bidang kendaraan listrik (Derisman & Fauzi, 2024).

Honda Vario 110 merupakan salah satu sepeda motor matic yang banyak digunakan di Indonesia dan memiliki karakteristik konstruksi yang mendukung proses konversi menjadi sepeda motor listrik. Sistem transmisi otomatis yang digunakan pada sepeda motor ini relatif sederhana dan mudah diadaptasi dengan motor listrik. Namun, perubahan sumber tenaga dari mesin pembakaran dalam ke motor listrik menyebabkan perbedaan karakteristik torsi dan beban kerja yang diterima oleh sistem transmisi, sehingga diperlukan kajian teknis untuk memastikan bahwa sistem transmisi tetap mampu bekerja secara optimal dan andal (Derisman & Fauzi, 2024).

Sistem transmisi yang digunakan pada Honda Vario 110 adalah *Continuously Variable Transmission* (CVT), yaitu sistem transmisi otomatis yang mentransmisikan daya melalui perubahan rasio secara kontinu menggunakan pulley dan belt. *Continuously Variable Transmission* (CVT) dirancang untuk memberikan kenyamanan berkendara melalui akselerasi yang halus dan efisiensi transmisi yang baik. Namun demikian, kinerja *Continuously Variable Transmission* (CVT) sangat dipengaruhi oleh kondisi mekanis dan termal komponen-komponen di dalamnya, sehingga kestabilan suhu kerja menjadi salah satu faktor utama dalam menjaga performa transmisi (Pathak et al., 2022).

Selama proses operasional, *Continuously Variable Transmission* (CVT) mengalami gesekan yang terjadi secara kontinu antara belt dan pulley. Gesekan tersebut menyebabkan sebagian energi mekanis terkonversi menjadi energi panas. Apabila panas yang dihasilkan tidak dapat dilepaskan secara efektif, maka akan terjadi peningkatan suhu di dalam rumah *Continuously Variable Transmission* (CVT). Peningkatan suhu yang berlebihan dapat menurunkan sifat mekanis *belt*, mengubah koefisien gesek, serta mempercepat keausan komponen *Continuously Variable Transmission* (CVT), yang pada akhirnya berdampak pada penurunan efisiensi transmisi dan keandalan *Continuously Variable Transmission* (CVT) (Wurm, 2017).

Permasalahan panas pada *Continuously Variable Transmission* (CVT) menjadi semakin signifikan pada sepeda motor listrik hasil konversi. Motor listrik memiliki karakteristik torsi yang tinggi sejak putaran awal, sehingga beban gesek yang diterima oleh *Continuously Variable Transmission* (CVT) meningkat, terutama pada kondisi akselerasi dan beban awal. Selain itu, pada sepeda motor listrik hasil konversi, sistem pendinginan alami yang sebelumnya berasal dari mesin pembakaran dalam tidak lagi tersedia, sehingga kemampuan pembuangan panas dari *Continuously Variable Transmission* (CVT) menjadi terbatas dan berpotensi menyebabkan akumulasi panas yang berlebihan (Derisman & Fauzi, 2024) (Husain, 2021).

Menurut (Kılıç, 2024) bahwa konsumsi energi sistem pendinginan pada kendaraan listrik mengalami peningkatan yang signifikan seiring dengan

bertambahnya suhu lingkungan. Kenaikan suhu tersebut meningkatkan beban termal pada komponen kendaraan, sehingga sistem pendinginan harus bekerja lebih intensif untuk mempertahankan temperatur operasi dalam batas aman. Kondisi ini menyebabkan kebutuhan daya listrik tambahan yang secara langsung meningkatkan konsumsi energi total kendaraan. Dampak lanjutan dari peningkatan konsumsi energi sistem pendingin adalah menurunnya efisiensi energi keseluruhan serta berkurangnya jarak tempuh kendaraan dalam satu siklus pengisian baterai. Lebih lanjut, hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pada kondisi suhu lingkungan tinggi, konsumsi energi sistem pendinginan dapat meningkat hingga 0,28 kWh untuk setiap kenaikan 1 °C pada kondisi ekstrem. Temuan ini menegaskan bahwa faktor temperatur memiliki pengaruh yang substansial terhadap beban listrik kendaraan listrik, sehingga pengendalian suhu kerja melalui desain sistem pendinginan yang efektif menjadi aspek penting dalam menjaga efisiensi dan performa kendaraan listrik.

Secara teknis, *Continuously Variable Transmission* (CVT) sepeda motor dirancang untuk bekerja secara optimal pada rentang suhu sekitar 40°C hingga 80°C. Pada rentang suhu tersebut, material belt berbahan dasar karet komposit dan serat penguat masih memiliki elastisitas, kekuatan tarik, serta koefisien gesek yang stabil. Namun, apabila suhu kerja *Continuously Variable Transmission* (CVT) meningkat hingga melampaui 90°C hingga 100°C, maka material belt akan mengalami degradasi sifat mekanis, yang ditandai dengan menurunnya elastisitas, meningkatnya risiko slip, serta percepatan keausan pada komponen *Continuously Variable Transmission* (CVT) (Wurm, 2017) (Vishnu et al., 2021).

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Pathak et al., 2022) dengan judul *Study of Heat Transfer Analysis of Continuously Variable Transmission (CVT)* mengkaji karakteristik perpindahan panas pada sistem CVT, khususnya pada komponen *belt* dan *pulley*, menggunakan pendekatan simulasi numerik berbasis *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pada kondisi beban kerja tinggi, temperatur belt CVT dapat meningkat hingga melebihi 150°C, yang berpotensi menyebabkan penurunan efisiensi transmisi serta mempercepat degradasi material belt. Penelitian ini juga

menegaskan bahwa peningkatan aliran udara di dalam rumah CVT melalui mekanisme konveksi paksa (*forced convection*) mampu menurunkan temperatur kerja CVT secara signifikan. Temuan tersebut memperkuat pentingnya penerapan sistem pendinginan yang efektif pada CVT, terutama untuk menjaga stabilitas termal dan keandalan sistem transmisi pada kondisi operasi yang berat, sehingga relevan dijadikan dasar dalam pengembangan sistem pendingin CVT pada sepeda motor listrik hasil konversi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penerapan sistem pendinginan tambahan pada *Continuously Variable Transmission* (CVT) menjadi solusi teknis yang perlu dikaji secara mendalam. Sistem pendinginan *Continuously Variable Transmission* (CVT) dapat dirancang dalam bentuk penambahan kipas pendingin, optimalisasi jalur aliran udara, maupun modifikasi desain rumah *Continuously Variable Transmission* (CVT) untuk meningkatkan laju perpindahan panas. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem pendinginan yang tepat mampu menurunkan suhu kerja *Continuously Variable Transmission* (CVT) secara signifikan, sehingga kinerja transmisi dapat dipertahankan pada kondisi optimal meskipun bekerja pada beban tinggi (Vishnu et al., 2021) (Pathak et al., 2022).

Berdasarkan kajian tersebut, penelitian mengenai aplikasi pemasangan *cooling system* pada *Continuously Variable Transmission* (CVT) sepeda motor listrik Honda Vario 110 hasil konversi ini perlu dilakukannya penelitian. Oleh karena itu penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi ilmiah dalam bentuk analisis kinerja termal *Continuously Variable Transmission* (CVT) serta evaluasi efektivitas sistem pendinginan yang diterapkan. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi teknis bagi pengembangan sepeda motor listrik hasil konversi yang lebih efisien, andal, dan memiliki umur pakai yang lebih panjang (Derisman & Fauzi, 2024) (Wurm, 2017).

1.2 Rumusan Masalah

1. Seberapa besar pengaruh pemasangan *cooling system* terhadap penurunan temperatur pada *Continuously Variable Transmission* (CVT) sepeda motor listrik Vario 110 hasil konversi?

2. Berapa besar konsumsi daya listrik dari *cooling system* pada *Continuously Variable Transmission* (CVT) yang dipasang pada sepeda motor listrik Vario 110 konversi?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian serta menghindari pembahasan yang terlalu luas, maka diperlukan batasan masalah yang jelas. Batasan masalah ini disusun agar penelitian lebih terarah, sistematis, dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini meliputi aspek objek penelitian, metode pengujian, parameter yang dianalisis, serta kondisi pelaksanaan pengujian, yang dijabarkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada penerapan sistem pendingin (*cooling system*) pada sistem transmisi *Continuously Variable Transmission* (CVT) sepeda motor listrik Honda Vario 110 hasil konversi dari sepeda motor berbahan bakar bensin.
2. Jenis sistem pendingin yang digunakan adalah sistem pendingin aktif berbasis kipas listrik (*forced air cooling*), tanpa melibatkan atau membahas sistem pendingin cair (*liquid cooling*).
3. Pengukuran suhu hanya dilakukan pada komponen utama CVT, yaitu rumah CVT (*CVT case*) dan sabuk penggerak (*belt drive*), baik sebelum maupun sesudah pemasangan sistem pendingin.
4. Pengukuran konsumsi daya listrik dibatasi hanya pada daya listrik yang digunakan oleh sistem pendingin CVT, tanpa memperhitungkan konsumsi daya dari sistem kelistrikan kendaraan secara keseluruhan.
5. Pengujian dilakukan pada kondisi kendaraan diam (*stationary test*) dengan simulasi beban putaran motor, dan tidak dilakukan pengujian pada kondisi berkendara di jalan sebenarnya (*road test*).
6. Parameter lain seperti performa motor listrik, kapasitas baterai, efisiensi sistem penggerak, serta faktor aerodinamika kendaraan tidak dianalisis secara mendalam, kecuali yang berkaitan langsung dengan efektivitas sistem pendingin CVT.

7. Seluruh proses pengujian dilakukan di lingkungan laboratorium dengan kondisi suhu udara sekitar yang dijaga konstan, sehingga hasil pengukuran temperatur dapat dibandingkan secara objektif.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui besarnya pengaruh pemasangan *cooling system* terhadap penurunan temperatur pada sistem *Continuously Variable Transmission* (CVT) sepeda motor listrik Vario 110 hasil konversi.
2. Mengetahui besarnya konsumsi daya listrik dari *cooling system* *Continuously Variable Transmission* (CVT) yang dipasang pada sepeda motor listrik Vario 110 konversi.

1.5 Manfaat Penelitian

a. Manfaat Akademis

1. Menambah dan memperkuat kajian keilmuan di bidang teknik mesin terkait analisis kinerja termal dan penerapan sistem pendingin pada *Continuously Variable Transmission* (CVT) sepeda motor listrik hasil konversi.
2. Menjadi referensi ilmiah bagi penelitian lanjutan mengenai analisis termal, efisiensi energi, dan pengembangan sistem pendinginan pada kendaraan listrik.

b. Manfaat Untuk Masyarakat

1. Memberikan solusi teknis yang aplikatif bagi masyarakat dan bengkel konversi untuk meningkatkan keandalan dan umur pakai CVT sepeda motor listrik hasil konversi melalui sistem pendingin yang efisien.
2. Mendukung peningkatan performa dan efisiensi sepeda motor listrik hasil konversi sehingga mendorong penggunaan transportasi ramah lingkungan dan berkelanjutan.