

# BAB I

## PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang dari permasalahan yang diteliti, perumusan masalah, tujuan, serta batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian. Selain itu, bab ini juga memaparkan manfaat penelitian serta sistematika penulisan sebagai gambaran umum isi laporan penelitian ini.

### 1.1 Latar Belakang

Seiring meningkatnya kesadaran akan keberlanjutan dan upaya perlindungan lingkungan, perhatian terhadap sumber energi terbarukan semakin meningkat di berbagai sektor, termasuk di bidang transportasi. Sumber energi terbarukan adalah energi yang secara alami dihasilkan oleh lingkungan dan dapat diperbarui secara berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan energi (Jack dkk., 2019). Dalam upaya mendukung transportasi yang lebih ramah lingkungan, pemerintah Indonesia mendorong penggunaan kendaraan listrik melalui Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Listrik Berbasis Baterai untuk Transportasi Jalan (Wahyuningsih, 2023). Kendaraan listrik berbasis baterai dianggap sebagai salah satu alternatif terbaik untuk meningkatkan keberlanjutan sistem transportasi saat ini karena dapat mengurangi kerusakan lingkungan, menghemat bahan bakar fosil, dan mengurangi emisi karbon (Hossain Lipu dkk., 2021).

Namun, untuk memastikan efisiensi dan kinerja optimal kendaraan listrik, diperlukan sistem pendukung yang baik. Salah satu komponen penting yang berperan dalam hal ini adalah *Battery Management System* (BMS). BMS merupakan komponen penting dari sistem penyimpanan energi baterai, khususnya pada kendaraan listrik, bertugas mengelola dan menjaga kinerja baterai tetap optimal. BMS memiliki beberapa fungsi utama, antara lain memantau parameter penting baterai seperti tegangan, arus, suhu, dan status pengisian, melindungi baterai dari kondisi operasi yang ekstrem, memperkirakan status baterai (*State of Charge* dan *State of Health*), serta melakukan *cell balancing*. Fungsi *cell balancing* merupakan salah satu aspek penting dalam BMS, yaitu proses untuk menyeimbangkan tingkat daya atau energi pada setiap sel baterai yang ada di dalam

satu paket baterai (Kumar dkk., 2022). Hal ini penting karena jika ada sel yang terlalu penuh atau terlalu kosong dibandingkan dengan sel lainnya, maka kinerja baterai secara keseluruhan bisa terganggu. Ketidakseimbangan ini dapat menyebabkan baterai menjadi kurang efisien, lebih cepat rusak, dan bahkan berisiko mengalami kerusakan serius. Dengan melakukan *balancing*, baterai bisa bekerja lebih stabil, tahan lama, dan aman digunakan. Selain itu, melalui fungsi pemantauan yang dimilikinya, BMS juga memungkinkan pengendara untuk mengetahui kondisi baterai secara *real-time*, termasuk estimasi seberapa jauh kendaraan dapat menempuh perjalanan dengan sisa daya yang tersedia (Wahyudi dkk., 2021). Agar informasi dari BMS dapat tersampaikan secara efektif kepada pengendara, dibutuhkan sistem antarmuka yang mampu menyalurkan data teknis secara akurat, *real-time*, dan mudah dipahami.

*Human Machine Interface* (HMI) merupakan sistem yang menghubungkan manusia dengan mesin, melalui pengendali atau tampilan status yang dapat disajikan secara manual maupun secara *real-time* melalui visualisasi komputer (Haryanto & Hidayat, 2016). Dalam kendaraan listrik, HMI memiliki peran penting dalam memastikan interaksi antara pengendara dan teknologi kendaraan berjalan secara efektif (Chen & Liu, 2022). HMI memungkinkan pengendara mengontrol dan memantau kondisi kendaraan secara *real-time* sehingga mendukung pengambilan keputusan saat berkendara. Desain HMI dapat dibagi menjadi dua dimensi dan tiga dimensi, yang mencakup elemen penting seperti informasi pada *dashboard*, instrumen kontrol pusat, HUD, kemudi, pengendali, tampilan, dan tata letak keseluruhan. Elemen-elemen tersebut menunjukkan bahwa HMI tidak hanya berperan sebagai tampilan visual, tetapi juga menjadi bagian penting dalam mendukung kenyamanan dan keselamatan saat berkendara.

*Dashboard* merupakan salah satu elemen utama dari HMI yang secara langsung menyajikan informasi penting kepada pengendara. *Dashboard* pada kendaraan listrik berfungsi sebagai antarmuka yang dapat menampilkan informasi penting terkait baterai, seperti status pengisian, suhu, serta peringatan tentang potensi masalah atau anomali sistem (Scott dkk., 2019). Dalam sistem kendaraan listrik, *Battery Management System* (BMS) bertindak sebagai pusat pemantauan dan pengelolaan kondisi baterai, sedangkan *dashboard* menyajikan data teknis dari

berbagai komponen, termasuk BMS, secara informatif kepada pengguna. Namun, informasi yang ditampilkan pada *dashboard* kendaraan listrik tidak selalu dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan spesifik dan preferensi pengguna, Representasi status kesehatan baterai saat ini sering kali kurang jelas dan tidak kontekstual, sehingga menyulitkan pengguna dalam menilai kondisi baterai mereka secara aktual (Pongchanchai dkk., 2024). Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat celah dalam penyampaian informasi teknis kepada pengguna secara efektif, khususnya dalam hal pemahaman kondisi baterai. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan desain yang lebih berpusat pada pengguna agar interaksi dengan *dashboard* menjadi lebih intuitif dan informatif. Upaya ini mencakup eksplorasi terhadap fitur-fitur mana saja yang dianggap penting, menarik, atau bahkan tidak relevan oleh pengguna, melalui pendekatan yang mempertimbangkan persepsi.

Untuk itu, dibutuhkan pendekatan atau metode yang mampu mengidentifikasi fitur-fitur paling relevan secara langsung dari sudut pandang pengguna. Meskipun metode seperti *Quality Function Deployment* (QFD) dan *House of Quality* (HOQ) dapat digunakan untuk menentukan prioritas fitur-fitur *dashboard* dengan pendekatan yang lebih teknis dan terstruktur, kedua metode tersebut sering kali memerlukan waktu yang lebih lama dan lebih fokus pada aspek teknik daripada pengalaman pengguna secara keseluruhan. Untuk kebutuhan penelitian ini, pendekatan yang lebih langsung dan intuitif yang diperlukan guna memahami kebutuhan serta harapan pengguna dapat dicapai melalui penerapan Kano Model.

Kano Model adalah salah satu metode yang dikembangkan oleh Dr. Noriaki Kano yang digunakan untuk mengidentifikasi kepuasan konsumen dengan mengklasifikasikan atribut produk atau jasa berdasarkan sejauh mana hal itu dapat memenuhi kebutuhan pelanggan (Budhiana & Wahida, 2019). Kano Model efektif untuk pengembangan HMI pada kendaraan listrik dan terbukti bermanfaat di berbagai bidang, seperti *smartphone*, *e-learning*, aplikasi keamanan mobile, otomotif, dan manufaktur (Rampal dkk., 2022). Model ini mengklasifikasikan fitur atau atribut produk ke dalam lima kategori utama, meliputi *Must-be*, *One-dimensional*, *Attractive*, *Indifferent*, dan *Reverse* serta hasil tanggapan pengguna yang tidak konsisten atau kontradiktif dapat dikategorikan sebagai *Questionable*

(Madzík dkk., 2019). Melalui klasifikasi ini, Kano Model memungkinkan pengembang produk untuk memprioritaskan fitur berdasarkan dampaknya terhadap pengalaman pengguna, bukan hanya berdasarkan pertimbangan teknis.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mencoba menjawab tantangan desain *dashboard* kendaraan listrik, namun belum secara eksplisit menelaah sejauh mana fitur *dashboard* memengaruhi kepuasan pengguna secara sistematis. Salah satu penelitian terkait, yaitu "*Ergonomic design of electric vehicle instrument panel: a study case on Universitas Indonesia's national electric car*" menekankan pentingnya desain *dashboard* yang ergonomis pada kendaraan listrik. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa desain ergonomis dapat meningkatkan kenyamanan dan keselamatan pengemudi (Muslim dkk., 2019). Penelitian ini memperkuat pentingnya tampilan informasi yang tepat dan mudah dipahami oleh pengguna. Seiring dengan perkembangan teknologi, perancangan antarmuka HMI juga semakin menyesuaikan kebutuhan dan karakteristik pengguna.

Meskipun berbagai penelitian telah dilakukan terkait *Human Machine Interface* (HMI) atau tampilan *dashboard* kendaraan listrik, sebagian besar masih berfokus pada kepuasan pengguna secara umum, tanpa mengkaji kontribusi masing-masing fitur secara spesifik terhadap pengalaman pengguna. Saat ini, desain HMI tidak lagi hanya menampilkan fitur teknologi, melainkan harus mampu menjawab kebutuhan serta memberikan kenyamanan bagi pengemudi. Keterlibatan pengguna dalam proses desain menjadi semakin penting agar interaksi dengan sistem berlangsung secara efektif dan diterima dengan baik. Pendekatan yang berpusat pada pengguna dapat meningkatkan kualitas antarmuka sekaligus memperkuat hubungan antara pengemudi dan teknologi kendaraan (François dkk., 2017). Namun, penelitian sebelumnya masih terbatas pada tahap evaluasi antarmuka secara umum, tanpa menggali secara mendalam kebutuhan pengguna terhadap fitur-fitur *dashboard* informatif, khususnya yang terintegrasi dengan sistem *Battery Management System* (BMS). Selain itu, penelitian yang secara sistematis menghubungkan atribut fitur *dashboard* dengan tingkat kepuasan pengguna, khususnya dalam konteks kendaraan listrik masih tergolong terbatas.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Kano Model* untuk mengidentifikasi fitur-fitur *dashboard* kendaraan listrik jenis *Battery Electric Vehicle* (BEV), yaitu mobil listrik. Penelitian ini difokuskan pada mobil listrik karena kendaraan jenis ini sepenuhnya bergantung pada sistem baterai, sehingga peran BMS menjadi sangat penting. Selain itu, *dashboard* pada mobil listrik modern umumnya berbasis digital dan terbuka terhadap pengembangan fitur visualisasi baru, menjadikannya objek yang tepat untuk penelitian integrasi HMI dengan sistem BMS. Hasil analisis kebutuhan dan harapan pengguna yang diperoleh melalui metode Kano Model digunakan sebagai dasar dalam merancang fitur-fitur *dashboard* yang informatif, tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan dasar pengguna, tetapi juga untuk meningkatkan pengalaman berkendara melalui penyampaian informasi kendaraan dan baterai secara *real-time*. Selain mengidentifikasi fitur-fitur *dashboard* berdasarkan persepsi pengguna melalui metode Kano Model, penelitian ini juga mengembangkan fitur tambahan berupa visualisasi *balancing* sel baterai, yang tidak diperoleh dari persepsi pengguna, melainkan ditambahkan berdasarkan urgensi teknis dari sistem BMS untuk menunjukkan integrasi nyata antara HMI dan sistem kendaraan listrik. Fitur ini dirancang untuk membantu pengguna dalam memahami kondisi keseimbangan antar sel baterai sehingga dapat mendukung efisiensi dan keselamatan penggunaan Mobil Listrik. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan antarmuka yang lebih ramah pengguna sekaligus mendukung tujuan ke-9 *Sustainable Development Goals* (SDGs) yaitu, pembangunan infrastruktur yang tangguh dan inovatif secara berkelanjutan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pada sub bab ini dijelaskan mengenai permasalahan yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini. Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana hasil penerapan metode Kano Model dalam mengklasifikasikan fitur-fitur *dashboard* informatif dapat meningkatkan kepuasan pengguna?
- b. Apa saja fitur *dashboard* yang dihasilkan melalui metode Kano Model dan Integrasi *Human Machine Interface* (HMI) untuk *Battery Management System* (BMS)?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Pada sub bab ini dijelaskan mengenai tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini. Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menerapkan metode Kano Model dalam mengklasifikasikan fitur-fitur *dashboard* informatif yang memengaruhi tingkat kepuasan pengguna.
- b. Menghasilkan fitur-fitur *dashboard* informatif melalui penerapan Kano model dan Integrasi *Human Machine Interface* (HMI) untuk *Battery Management System* (BMS).

### **1.4 Batasan dan Asumsi Penelitian**

Pada sub bab ini, akan dijelaskan batasan dan asumsi yang ditetapkan dalam penelitian ini. Penetapan batasan dan asumsi bertujuan untuk memperjelas ruang lingkup serta memberikan fokus yang lebih jelas dalam penelitian.

#### **1.4.1 Batasan Penelitian**

Batasan penelitian ini penting untuk memastikan bahwa fokus penelitian tetap konsisten. Berikut adalah batasan yang ditetapkan:

- a. Penelitian ini hanya menentukan fitur-fitur *dashboard* menggunakan metode Kano Model, tanpa membahas aspek visual desain maupun ergonomi kognitif.
- b. Penelitian ini difokuskan pada kendaraan listrik tipe *Battery Electric Vehicle (BEV)*, yaitu mobil listrik yang sepenuhnya menggunakan energi dari baterai.
- c. Responden dalam penelitian ini terbatas pada pengguna aktif mobil listrik.

#### **1.4.2 Asumsi Penelitian**

Asumsi yang ditetapkan dalam penelitian ini berfungsi sebagai dasar untuk analisis dan interpretasi data. Berikut adalah asumsi yang ditetapkan:

- a. Penelitian ini mengasumsikan bahwa kebutuhan dan preferensi pengguna terhadap fitur-fitur *dashboard* kendaraan listrik dapat diidentifikasi secara efektif menggunakan metode Kano Model, sedangkan integrasi HMI dengan BMS diasumsikan dapat divisualisasikan melalui rancangan prototipe secara fungsional.

- b. Data yang diperoleh dari FGD dianggap dapat mewakili pandangan kebutuhan dan harapan mayoritas pengguna kendaraan listrik terhadap tampilan *dashboard* berbasis HMI.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Pada sub bab ini diuraikan manfaat yang akan diperoleh jika permasalahan dalam penelitian ini berhasil diselesaikan oleh penulis. Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Manfaat Akademis: Penelitian ini diharapkan berkontribusi pada pengembangan teori tentang integrasi *Human Machine Interface* (HMI) dan *Battery Management System* (BMS) pada mobil listrik, serta memberikan wawasan baru tentang penerapan metode Kano Model dalam perancangan fitur berdasarkan kebutuhan pengguna.
- b. Manfaat Praktis: Penelitian ini diharapkan membantu produsen mobil listrik merancang *dashboard* inovatif yang meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan kepuasan pengguna.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Bagian ini berisi sistematika penulisan laporan tugas akhir. Tujuan utama dari sistematika penulisan ini adalah untuk menyajikan hasil penelitian secara sistematis dan mudah dipahami.

## **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berfungsi sebagai landasan awal bagi pembaca untuk memahami topik penelitian. Peneliti memaparkan latar belakang permasalahan yang menjadi fokus penelitian, merumuskan permasalahan secara jelas dan spesifik, serta menjabarkan tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian.

## **BAB II LANDASAN TEORI**

Bab ini menyajikan kerangka teoretis yang menjadi dasar bagi penelitian. Peneliti menyajikan berbagai teori, konsep, dan hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab metodologi menjelaskan secara rinci langkah-langkah yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian. Peneliti memaparkan desain penelitian yang digunakan, serta teknik pengumpulan dan analisis data.

#### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini menyajikan proses pengumpulan data secara lebih spesifik. Peneliti menjelaskan bagaimana instrumen penelitian dikembangkan dan digunakan, serta bagaimana data dikumpulkan.

#### **BAB V ANALISIS HASIL**

Bab ini menjelaskan hasil perancangan dari proses validasi dan evaluasi yang telah dilakukan. Hasil dari perancangan ini disesuaikan dengan teori, metode, dan kerangka perancangan pada topik yang diangkat.

#### **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini memaparkan kesimpulan penelitian yang dilakukan sebagai jawaban terhadap tujuan penelitian yang telah dikemukakan pada bab pendahuluan. Selain itu, bab memberikan saran terhadap permasalahan yang telah diteliti dan memberikan rekomendasi untuk digunakan dalam penelitian selanjutnya.