

## BAB 1

# Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Energi memiliki peranan penting dalam menunjang kelangsungan hidup manusia, baik itu untuk kebutuhan dasar seperti makan dan minum, maupun untuk mengoperasikan berbagai peralatan, khususnya energi listrik. Seiring dengan perkembangan zaman dan pertumbuhan jumlah penduduk, kebutuhan energi terus meningkat. Kenaikan kebutuhan ini menyebabkan ketersediaan energi fosil semakin menipis. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan pemanfaatan energi alternatif yang tersedia di alam secara optimal.

Energi juga memiliki peran penting dalam pencapaian tujuan sosial, ekonomi, dan lingkungan untuk pembangunan berkelanjutan, serta mendukung kegiatan ekonomi nasional. Akses ke energi yang andal dan terjangkau adalah prasyarat utama untuk meningkatkan standar hidup. Ketergantungan pada energi fosil telah mendorong berbagai pusat penelitian, baik nasional maupun internasional, untuk menemukan sumber energi alternatif guna mengurangi ketergantungan tersebut dan memastikan ketersediaan energi di masa depan.

Tingginya penggunaan energi, pencemaran lingkungan, dan kenaikan harga bahan bakar fosil menjadi tantangan utama yang harus diatasi. Saat ini, ketergantungan pada teknologi Internal Combustion Engine (ICE) perlu dikurangi. Oleh karena itu, eksplorasi bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan menjadi sangat penting. Listrik dianggap sebagai energi yang paling cocok untuk transportasi dalam 30 tahun ke depan, mengingat risiko, emisi, ketersediaan, pemeliharaan, efisiensi, dan keandalannya.

Penemuan mobil dengan teknologi ICE dimulai pada akhir abad ke-19, dan sejak itu industri otomotif hanya mengalami perubahan bertahap. ICE tetap menjadi

penggerak utama mobil dengan bahan bakar fosil sebagai sumber utamanya. Namun, melihat permasalahan yang ada, penelitian di bidang energi terbarukan sangat diperlukan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil di masa depan [1].

Oleh karena itu, investasi dalam penelitian dan pengembangan energi terbarukan menjadi sangat penting. Dengan memanfaatkan energi terbarukan seperti energi surya dan angin, kita dapat menciptakan sistem transportasi yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan. Penelitian dalam bidang ini diharapkan dapat menghasilkan teknologi yang lebih baik dan mendukung transisi menuju penggunaan energi yang lebih bersih dan berkelanjutan.

Meningkatnya kekhawatiran terhadap menipisnya sumber daya alam dan polusi udara mendorong pemerintah, produsen mobil, dan konsumen untuk beralih ke transportasi ramah lingkungan. Ini memicu persaingan intens dan revolusi dalam pengembangan kendaraan listrik (EV) dan kendaraan listrik hybrid (HEV) sebagai alternatif kendaraan bermesin pembakaran internal (ICE) yang lebih efisien dan rendah emisi CO<sub>2</sub> [2]. Baterai elektrokimia menjadi komponen inti untuk penyimpanan energi dalam EV dan HEV, seperti halnya tangki bahan bakar pada kendaraan ICE [3].

Indonesia, sebagai negara kepulauan yang kaya akan energi surya dan angin, memiliki potensi besar untuk mengembangkan infrastruktur energi terbarukan. Energi surya rata-rata yang dihasilkan mencapai 4,8 kWh/m<sup>2</sup> per hari [4]. Dalam beberapa tahun ke depan, kendaraan listrik akan menjadi komponen penting dalam transportasi. Untuk itu, infrastruktur pengisian kendaraan listrik harus dikembangkan, mengingat saat ini stasiun pengisian masih didominasi bahan bakar fosil.

Kendaraan listrik menawarkan solusi untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan polusi udara. Namun, penyebarannya masih terkendala oleh interaksi dengan jaringan listrik yang ada dan perlunya karakteristik jarak tempuh serta waktu pengisian ulang yang sebanding dengan kendaraan berbahan bakar minyak. Baterai berbasis lithium menjadi solusi menarik karena kapasitas

penyimpanan energi dan kecepatan pengisian yang tinggi, dengan teknologi terbaru yang memungkinkan pengisian hingga 10 menit [5].

Mode pengisian daya rendah, yang cocok untuk pengisian malam hari selama 7-8 jam, cukup untuk kebutuhan harian, mengingat 80% perjalanan harian kurang dari 50 km. Pengisian ulang lambat bisa diterima oleh sebagian besar pengguna dengan jangkauan perjalanan 100-150 km di siang hari. Hal ini menekankan pentingnya infrastruktur pengisian yang efisien dan terjangkau untuk mendukung transisi ke kendaraan listrik [6].

Tesis ini akan mengembangkan konsep stasiun pengisian listrik berbasis energi terbarukan di Jalan Tol menggunakan fotovoltaik dan turbin angin sumbu vertikal. Penelitian ini akan menggunakan data rata-rata energi matahari dan angin per hari, luas bangunan SPBU, dan simulasi mobil antrian menggunakan software Homer Pro. Tujuannya adalah untuk menghadapi peralihan dari energi fosil ke energi terbarukan dengan perencanaan yang tepat dan efisien.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Perumusan masalah dalam penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan untuk mengeksplorasi konsep perencanaan stasiun pengisian listrik berbasis energi terbarukan di Jalan Tol Indonesia. Fokus utamanya adalah penerapan teknologi fotovoltaik dan turbin angin sumbu vertikal sebagai sumber energi ramah lingkungan. Tantangan utama adalah bagaimana mengintegrasikan kedua sumber energi ini secara efisien agar stasiun pengisian listrik memiliki daya yang stabil dan berkelanjutan. Hal ini menjadi lebih kompleks dengan adanya variabilitas iklim dan fluktuasi kebutuhan energi di sepanjang Jalan Tol. Selain itu, aspek ekonomi dan keberlanjutan menjadi penting agar konsep perencanaan ini bisa menjadi solusi yang layak secara finansial.

Pemahaman mendalam tentang peraturan dan kebijakan terkait energi terbarukan di Indonesia juga menjadi bagian penting dari perumusan masalah, karena hal ini dapat mempengaruhi implementasi dan keberlanjutan riset. Penelitian ini akan mengevaluasi dampak lingkungan dari stasiun pengisian listrik dan

mengidentifikasi potensi pengembangan teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja sistem. Dengan demikian, tantangan yang dihadapi tidak hanya dari sisi teknis tetapi juga dari sisi regulasi dan keberlanjutan. Hal ini juga memerlukan pertimbangan semua aspek untuk memastikan riset dapat berjalan dengan sukses.

Tujuan dari keseluruhan perumusan masalah ini adalah memberikan dasar yang kokoh bagi penelitian lebih lanjut tentang konsep perencanaan stasiun pengisian listrik berbasis energi terbarukan di Jalan Tol Indonesia. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang komprehensif, tidak hanya dalam hal teknologi tetapi juga dalam hal implementasi praktis dan keberlanjutan jangka panjang. Dengan demikian, riset ini dapat berkontribusi signifikan terhadap upaya pengurangan ketergantungan pada energi fosil dan mendorong penggunaan energi terbarukan yang lebih luas di Indonesia.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengembangkan konsep perencanaan holistik dan berkelanjutan untuk stasiun pengisian listrik di Jalan Tol Indonesia dengan memanfaatkan energi terbarukan, yaitu fotovoltaik dan turbin angin sumbu vertikal. Penelitian ini bertujuan merancang sistem yang efisien dan handal dalam memenuhi kebutuhan daya listrik di stasiun pengisian, dengan memperhatikan variabilitas iklim dan fluktuasi kebutuhan energi sepanjang Jalan Tol selain itu, penelitian ini juga bertujuan mengidentifikasi dan mengimplementasikan teknologi terbaru yang memungkinkan pengoptimalan penggunaan energi terbarukan dalam sistem hybrid yang terdiri dari fotovoltaik dan turbin angin, sehingga dapat memberikan solusi yang lebih efektif dan efisien.

Selain aspek teknis, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak lingkungan dari penerapan konsep perencanaan ini. Salah satu fokus utamanya adalah mengidentifikasi potensi pengurangan emisi gas rumah kaca dan jejak karbon secara keseluruhan. Dengan menerapkan teknologi energi terbarukan di stasiun pengisian listrik, penelitian ini berharap dapat menunjukkan bagaimana kontribusi signifikan dapat diberikan dalam mengurangi dampak lingkungan negatif dari sektor transportasi. Evaluasi ini tidak hanya melibatkan analisis teknis,

tetapi juga mencakup studi dampak lingkungan secara mendetail untuk memastikan bahwa solusi yang diusulkan benar-benar berkelanjutan dari sisi ekologi.

Secara ekonomi, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kelayakan finansial proyek dan mengevaluasi keberlanjutan ekonomi dari stasiun pengisian listrik berbasis energi terbarukan. Penelitian ini akan mengevaluasi biaya investasi, operasional, dan pemeliharaan, serta potensi penghematan dari pengurangan penggunaan bahan bakar fosil. Selain itu, penelitian ini bertujuan memberikan edukasi dan strategi untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang keberlanjutan dan manfaat penggunaan energi terbarukan di SPKLU. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan teknologi energi terbarukan di sektor transportasi dan menjadi dasar penerapan konsep serupa di lokasi lain.

#### **1.4 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian tesis ini mencakup eksplorasi dan perencanaan stasiun pengisian listrik berbasis energi terbarukan di Jalan Tol Indonesia, dengan fokus pada pengintegrasian sistem fotovoltaik dan turbin angin sumbu vertikal. Penelitian ini menyelidiki potensi implementasi infrastruktur pengisian listrik ramah lingkungan, mencakup analisis teknis, ekonomis, dan lingkungan untuk mencapai keberlanjutan dan efisiensi energi. Mempertimbangkan kondisi geografis dan iklim Indonesia, penelitian ini bertujuan memberikan panduan praktis untuk pengembangan infrastruktur energi terbarukan di sektor transportasi Jalan Tol.

#### **1.5 Kerangka Penulisan**

Dalam pembuatan tesis ini penulis membuat kerangka penulisan tesis yang terdiri dari beberapa bab sebagai berikut:

##### **BAB 1 Pendahuluan**

Dalam bab ini, penulis akan menguraikan latar belakang penelitian yang menjelaskan konteks dan uraian topik penelitian. Selain itu, penulis akan merumuskan permasalahan yang akan diinvestigasi dalam tesis ini. Tujuan penelitian akan dijabarkan untuk memberikan gambaran tentang apa yang ingin

dicapai. Ruang lingkup penelitian akan menggambarkan batasan-batasan penelitian dan terakhir, penulis akan memperkenalkan kerangka penulisan tesis untuk memberikan gambaran umum tentang isi tesis.

## **BAB 2. Tinjauan Pustaka**

Bab ini memuat kajian literatur tentang karakteristik energi surya dan energi angin serta penerapan teknologi terkait. Selain itu, terdapat penjelasan mengenai SPKLU yang membahas berbagai jenis steker pengisian daya di stasiun pengisian listrik, serta aspek lain yang terkait dengan penelitian stasiun listrik berbasis energi terbarukan.

## **BAB 3. Metodologi Penelitian**

Bagian ini mengulas prosedur penelitian, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian, serta skema pengujian untuk konsep perencanaan stasiun pengisian listrik berbasis energi terbarukan di Jalan Tol, yang memanfaatkan fotovoltaik dan turbin angin sumbu vertikal.

## **BAB 4. Hasil dan Pembahasan**

Pada bagian ini disajikan hasil perhitungan dan analisa mengenai desain fotovoltaik dan turbin angin sumbu vertikal serta menyediakan perencanaan biaya proyek dengan menggunakan perangkat lunak Homer Pro.

## **BAB 5. Kesimpulan**

Pada bab ini merupakan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian.