

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Grand Theory*

Grand theory berfungsi sebagai dasar konseptual yang digunakan untuk memahami permasalahan penelitian serta memperkuat pendekatan analisis yang diterapkan. Adapun teori-teori yang dianggap relevan dengan penelitian ini dijelaskan sebagai berikut.

2.1.1 Studi kelayakan finansial

Studi kelayakan finansial merupakan analisis sistematis terhadap suatu proyek untuk menilai kelayakan dari sisi keuangan, dengan tujuan memberikan informasi yang memadai bagi pengambil keputusan dalam menentukan apakah investasi layak dijalankan. Evaluasi ini mencakup berbagai komponen, mulai dari estimasi biaya investasi (*capital expenditure*), proyeksi arus kas masuk (*cash inflow*), hingga perhitungan indikator finansial seperti *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Payback Period* (Kerhi dan Yunita, 2021). Dimensi finansial sering menjadi fokus utama karena berhubungan langsung dengan profitabilitas, tingkat pengembalian modal, serta keberlanjutan investasi.

Berdasarkan konteks pembangunan Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU), studi kelayakan finansial berperan penting untuk memastikan bahwa proyek mampu menghasilkan arus kas positif dan memberikan tingkat pengembalian yang menarik bagi investor. Menurut (Jakfar, 2012), studi kelayakan finansial merupakan suatu kajian untuk menilai investasi dengan memperhitungkan indikator keuangan sebagai dasar kelayakan. Sementara itu, Damodaran (2012) menekankan bahwa analisis finansial dilakukan untuk menilai proyeksi arus kas dan risiko investasi agar dapat memberikan pertimbangan yang rasional dalam pengambilan Keputusan.

2.1.2 Analisis risiko

Menurut Kountur (2008), analisis risiko bertujuan untuk memahami kemungkinan terjadinya suatu kejadian yang tidak diinginkan beserta konsekuensinya, sehingga

pengambil keputusan dapat menyiapkan strategi mitigasi yang tepat. Analisis risiko membantu mengidentifikasi sumber ketidakpastian yang berpotensi memengaruhi pencapaian tujuan suatu proyek, baik dari sisi teknis, operasional, maupun finansial.

Dalam konteks studi kelayakan investasi, risiko umumnya dianalisis melalui pendekatan kuantitatif dengan menilai dampak perubahan variabel kunci terhadap kinerja proyek. Damodaran (2022) menjelaskan bahwa salah satu metode yang banyak digunakan dalam analisis risiko finansial adalah analisis sensitivitas, yaitu metode untuk menguji seberapa sensitif hasil kelayakan investasi terhadap perubahan asumsi utama. Pendekatan ini relevan terutama pada proyek dengan tingkat ketidakpastian tinggi, di mana data historis yang tersedia masih terbatas.

Dalam pembangunan SPKLU, pendekatan analisis sensitivitas digunakan untuk menilai sejauh mana kelayakan finansial proyek dipengaruhi oleh perubahan variabel-variabel utama, seperti volume lalu lintas harian dan tingkat penetrasi kendaraan listrik. Melalui analisis ini, dapat diketahui variabel mana yang paling dominan memengaruhi kinerja finansial proyek serta tingkat risiko yang perlu menjadi perhatian dalam pengambilan keputusan investasi.

2.1.3 SPKLU

Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) adalah fasilitas publik yang menyediakan layanan pengisian daya bagi kendaraan listrik (EV). Keberadaan SPKLU sangat krusial untuk mengatasi *range anxiety* atau kekhawatiran jarak tempuh pengguna EV (Liu et al., 2022). Ketersediaan SPKLU di koridor strategis, khususnya jalan tol antar kota, menjadi faktor penting dalam percepatan adopsi kendaraan listrik (Jaya, 2024). Lebih lanjut, regulasi ESDM menegaskan bahwa SPKLU yang ditempatkan di jalan tol harus menggunakan tipe *fast charging* dan *ultra fast charging* agar sesuai dengan kebutuhan perjalanan jarak jauh serta menjamin keamanan dan keandalan layanan (Popescu et al., 2023). Berikut merupakan spesifikasi kedua jenis SPKLU:

Tabel 3. 1 Jenis Pengisian Daya

Teknologi	<i>Fast charging</i>	<i>Ultra fast charging</i>
Arus Keluaran (A)	100 (AC)/250 (DC)	300 (AC) / 500 (DC)
Daya Keluaran (kW)	≤ 50 kV	≤ 100 kV
Jenis Konektor <i>Plug-in</i>	CSS dan Chademo (IEC 62196-3)	CSS dan Chademo (IEC 62196-3)
Waktu Pengisian	30-60 menit	15-30 menit

Sumber: (Popescu et al., 2023)

Waktu pengisian pada tabel spesifikasi bergantung pada jenis dan kapasitas kendaraan listrik. Oleh karena itu, durasi sebenarnya dapat lebih cepat atau lebih lama dari keterangan pada tabel. Adapun waktu yang tercantum dalam tabel spesifikasi menunjukkan estimasi pengisian penuh dari 20% hingga 100%

Dalam penelitian ini, teknologi *ultra fast charging* dipilih karena karakteristik jalur tol yang menuntut waktu pengisian daya yang singkat dan efisien. Pada perjalanan jarak jauh, pengguna kendaraan listrik cenderung membutuhkan fasilitas pengisian yang mampu meminimalkan waktu berhenti, sehingga keberadaan SPKLU berdaya tinggi menjadi faktor penting dalam menjaga kelancaran dan kenyamanan perjalanan. Ketersediaan infrastruktur pengisian cepat dengan teknologi *ultra fast charging* di jalur tol wilayah Sumatra masih relatif sangat terbatas dengan laporan KESDM terhadap Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (kblbb) tahun 2023 pada sebaran SPKLU di Sumatera belum ada yang menggunakan *ultra fast charging*.

Kondisi ini menjadikan pembangunan SPKLU *ultra fast charging* sebagai keunggulan kompetitif, sekaligus daya tarik utama bagi pengguna kendaraan listrik yang melakukan perjalanan antarkota maupun antarpulau. Keberadaan fasilitas ini diharapkan mampu mengurangi *range anxiety*, meningkatkan kepercayaan pengguna terhadap jaringan pengisian publik, serta mendorong percepatan adopsi kendaraan listrik di wilayah yang ekosistem infrastrukturnya masih dalam tahap pengembangan.

2.1.3 Jalan tol sebagai pendukung transisi energi

Menurut Rostow (1960), pembangunan infrastruktur transportasi seperti jalan tol merupakan prasyarat utama (*preconditions for take-off*) bagi pertumbuhan ekonomi suatu negara. Infrastruktur yang baik memperlancar pergerakan barang dan jasa, menurunkan biaya logistik, serta meningkatkan daya saing ekonomi nasional. Dalam konteks Indonesia, jalan tol berperan penting dalam menghubungkan antarwilayah dan mendorong pemerataan pembangunan ekonomi.

Secara regulatif, pembangunan jalan tol diatur dalam Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 dan Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2005, yang menegaskan fungsinya untuk memperlancar distribusi dan meningkatkan efisiensi transportasi. Dalam mendukung transisi energi, Peraturan Menteri ESDM Nomor 13 Tahun 2020 dan Perpres Nomor 55 Tahun 2019 mengamanatkan penyediaan Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) bertipe fast dan ultra-fast charging di jalan tol, sejalan dengan target RUEN 2021-2050 untuk mempercepat adopsi kendaraan Listrik (Popescu et al., 2023).

Pemilihan Jalan Tol Bakauheni-Terbanggi Besar (Bakter) sebagai lokasi penelitian didasarkan pada panjang yang mencapai 140 km dan posisinya yang strategis sebagai bagian dari Jalan Tol Trans Sumatera (JTTS) yang menghubungkan Pulau Jawa dan Sumatera. Pembangunan SPKLU *ultra fast charging* di tol ini diharapkan tidak hanya mendukung kelancaran perjalanan kendaraan listrik jarak jauh, tetapi juga mempercepat transisi menuju mobilitas rendah emisi. Integrasi ini dapat meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap kendaraan listrik sekaligus memperkuat komitmen nasional dalam penggunaan energi bersih dan berkelanjutan.

2.2 Teori-Teori yang Relevan

2.2.1 Regulasi tarif listrik

Tarif Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) di Indonesia ditetapkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) melalui Keputusan Menteri, salah satunya Nomor 182.K/HK.02/MEM.M/2023 yang mengatur batas maksimum biaya layanan untuk mendorong percepatan penggunaan kendaraan listrik. Untuk SPKLU yang dikelola PT PLN (Persero), tarif dasar listrik ditetapkan

sebesar Rp 2.467/kWh. Komponen tarif meliputi harga energi, biaya layanan per sesi, serta pajak seperti Pajak Penerangan Jalan (PPJ) yang umumnya 3-10% dari tarif dasar, dan Pajak Pertambahan Nilai (PPN) 11% yang biasanya sudah termasuk dalam tarif PLN.

Keputusan Menteri tersebut juga mengatur biaya tambahan untuk layanan fast charging, yaitu Rp 25.000 per sesi untuk daya 25-50 kW, dan Rp 57.000 per sesi untuk ultra-fast charging di atas 50 kW. Ketentuan ini memberikan kepastian harga bagi konsumen sekaligus mendorong investor berpartisipasi dalam pembangunan infrastruktur SPKLU.

2.2.2 Mean (Rata-rata)

Mean atau rata-rata merupakan ukuran tendensi sentral yang paling umum digunakan dalam analisis statistik deskriptif. Menurut (Sugiyono, prof., 2016) Mean adalah merupakan nilai rata-rata dari keseluruhan data. nilai rata-rata diperoleh dengan menjumlahkan seluruh data dan membaginya dengan banyaknya data. Mean memberikan gambaran umum tentang nilai tengah dari suatu kumpulan data dan sering digunakan sebagai representasi dari keseluruhan data. Dalam konteks penelitian transportasi dan infrastruktur, penggunaan mean memungkinkan peneliti untuk mendapatkan estimasi nilai representatif dari data lalu lintas yang bervariasi.

Rumus mean:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Dimana:

- $\bar{x}$ = nilai mean (rata-rata)
- x_i = nilai data ke-i
- n = jumlah data

2.2.3 Traffic to demand conversion method

Metode *Traffic-to-Demand Conversion* merupakan pendekatan berbasis data lalu lintas untuk memperkirakan permintaan pengisian daya kendaraan listrik di suatu lokasi dengan mengonversi arus lalu lintas menjadi estimasi kebutuhan pengisian daya melalui faktor pengali yang merepresentasikan karakteristik kendaraan listrik dan perilaku pengisian pengguna. Metode ini pertama kali dikembangkan oleh (Wood et al., 2017) dalam studi *National Renewable Energy Laboratory* (NREL) mengenai perencanaan infrastruktur kendaraan listrik di Amerika Serikat, yang kemudian diadopsi dan diperluas oleh (Xu et al., 2022) dalam penelitian mengenai perencanaan lokasi stasiun pengisian kendaraan listrik dengan mempertimbangkan perilaku pilihan pengisian dan *range anxiety*.

Metode *Traffic-to-Demand Conversion* mengasumsikan bahwa permintaan pengisian daya sebanding dengan jumlah kendaraan listrik yang melintas, dengan mempertimbangkan probabilitas pengisian daya. Semakin tinggi volume lalu lintas dan tingkat penetrasi kendaraan listrik, semakin besar potensi permintaan pengisian daya. Namun, tidak semua kendaraan yang melintas akan melakukan pengisian daya, sehingga diperlukan faktor probabilitas pengisian (*charging probability*) untuk memperoleh estimasi yang lebih realistis. Rumus:

$$\text{Occupancy per Station} = \frac{\text{Traffic Volume} \times \text{EV rate} \times \text{Charging Probability}}{\text{Number per Station}}$$

2.2.4 Lean investment

Lean investment merupakan pendekatan investasi yang menekankan efisiensi penggunaan sumber daya, pembangunan bertahap, serta pengurangan risiko melalui implementasi skala awal sebelum ekspansi dilakukan. Pendekatan ini berakar pada prinsip lean thinking yang diperkenalkan oleh James P. Womack dan Daniel T. Jones, yang menekankan penciptaan nilai dengan meminimalkan pemborosan, serta konsep *lean startup* dari Eric Ries yang mengedepankan validasi kebutuhan pasar sebelum

pengembangan skala besar. Dalam konteks investasi infrastruktur, *lean investment* diterapkan melalui pembangunan bertahap, pengendalian biaya modal, pemanfaatan infrastruktur eksisting, dan penambahan kapasitas berdasarkan pertumbuhan permintaan. Pendekatan ini memungkinkan investor menghindari overcapacity pada tahap awal, menjaga fleksibilitas pengembangan, serta meningkatkan keberlanjutan finansial proyek dalam kondisi pasar yang masih berkembang

2.3 Penelitian dan Studi Terdahulu

Studi kelayakan bisnis infrastruktur telah banyak dibahas dalam literatur, sehingga penelitian spesifik mengenai pembangunan SPKLU di koridor jalan tol di Indonesia, khususnya di Jalan Tol Trans Sumatera (JTTS), menjadi topik yang relevan dan menarik untuk dieksplorasi lebih lanjut. Penelitian mengenai kelayakan pembangunan Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) di Indonesia semakin berkembang seiring dengan meningkatnya komitmen pemerintah dalam mendorong transisi energi bersih dan akselerasi adopsi kendaraan listrik, sesuai dengan Perpres No. 55 Tahun 2019.

Sejalan itu, sejumlah penelitian terdahulu telah menyoroti aspek finansial sebagai faktor utama dalam menentukan kelayakan pembangunan SPKLU. Metode seperti *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Payback Period* digunakan untuk menilai profitabilitas dan risiko investasi. Berikut merupakan ringkasan beberapa penelitian yang relevan sebagai sumber empiris dalam penelitian ini:

Tabel 3. 2 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Metode penelitian	Hasil dan Kesimpulan
1	(Ilham Saputra, Andi Sofian,	Analisa Ekonomi Teknik Pada Stasiun Pengisian	Metode nilai bersih sekarang (NPV), Internal rate of return (IRR),	Analisa kelayakan investasi dari aspek finansial dengan nilai MARR 60% dan

No	Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Metode penelitian	Hasil dan Kesimpulan
	Anggun Anugrah, Seppanur bandri, 2023)	Kendaraan Listrik Umum	benefit cost ratio (BCR) dan periode pengembalian (PP)	proyek spklu ini layak dilanjutkan dan menguntungkan
2	(Hidayat dan Putra, 2024)	Analisis Risiko Proyek Pembangunan Jalan Tol (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jalan Tol Terbanggi Besar-Pematang Panggang-Kayu Agung)	Kuantitatif deskriptif. dengan mengidentifikasi risiko melalui observasi, kuesioner, dan wawancara.	Terdapat 71 variabel risiko yang berpengaruh pada proyek pembangunan jalan tol, tingkat risiko ekstrim 6 variabel, alami dengan 4 variabel dan proyek dengan 4 variabel
3	(Dan et al., 2024)	Penentuan Tarif SPKLU Pada Area Bandara dan Analisa Sistem Kelistrikan Dampak Penambahan Beban SPKLU pada Bandara International Soekarno-hatta, Tangerang Banten	Metode Monte Carlo dengan tiga skenario optimis, moderat, dan pesimis untuk membuat prediksi jumlah kendaraan listrik dan jumlah SPKLU.	Analisis menunjukkan investasi SPKLU di Bandara Soekarno-Hatta menguntungkan dengan NPV positif, $IRR > 8,09\%$, serta sistem kelistrikan tetap aman hingga 2030

No	Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Metode penelitian	Hasil dan Kesimpulan
4	(Jaenuddin et al., 2025)	Studi Kelayakan Pemasangan Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) di Wilayah Kota Makassar	Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), dan Payback Period	Faktor yang mempengaruhi kelayakan ekonomi adalah tingkat utilisasi, biaya investasi awal, lokasi strategis, serta efisiensi biaya operasional dan tarif listrik
5	(Xu et al., 2022)	Electric Vehicle Charging Station Location Model considering Charging Choice Behavior and Range Anxiety	Optimized Immune Algorithm, Kernel density Analysis	Model lokasi SPKLU yang mempertimbangkan perilaku pilihan pengisian daya dan <i>range anxiety</i> pengemudi memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan model yang hanya berfokus pada maksimalisasi arus lalu lintas

Sumber: diolah oleh penulis