# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1Latar Belakang

Energi mempunyai peranan penting dalam pencapaian tujuan sosial, ekonomi dan lingkungan untuk pembangunan berkelanjutan serta merupakan pendukung bagi kegiatan ekonomi nasional, energi merupakan salah satu hal yang menentukan kondisi ekonomi di suatu bangsa atau negara. Keadaan energi di suatu negara perlu dijaga agar selalu stabil dan mencukupi bagi seluruh warga, termasuk di Indonesia (Presiden RI, 2025).

Dalam pantauan beberapa tahun ini, kebutuhan energi di Indonesia dari tahun ke tahun terus mengalami kenaikan yang cukup pesat. Hal ini dipengaruhi oleh meningkatnya jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi di Indonesia yang secara otomatis meningkatkan kebutuhan energi nasional. Melihat besarnya jumlah penduduk di Indonesia saat ini adalah sebesar 284 juta jiwa dan diperkirakan akan mencapai 294 juta jiwa pada 2030 (BPS, 2023). Dalam 10 tahun terakhir, pertumbuhan ekonomi Indonesia berkisar antara 5% dengan angka pertumbuhan tertinggi sebesar 5.31% pada tahun 2022 (BPS, 2025), wajar apabila kebutuhan energi di Indonesia relatif besar. Sumber energi utama yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan nasional saat ini adalah batu bara (42%), kemudian diikuti oleh minyak bumi (31%) (KESDM, 2024).

Berdasarkan uraaian diatas, konsumsi energi Indonesia akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi. Berdasarkan laporan statistik migas 2024, konsumsi per jenis energi sampai dengan tahun 2023 masih didominasi oleh jenis energi minyak bumi dan batu bara (KESDM, 2024a). Dengan semakin menipisnya cadangan minyak bumi dan batubara, maka untuk memenuhi kebutuhan energi Indonesia yang semakin meningkat ini diperlukan pemanfaatan sumber-sumber energi yang lain selain minyak bumi dan batubara. Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki berbagai Sumber Daya Alam (SDA) yang melimpah, mulai dari batu bara hingga bahan bakar nuklir berupa uranium. Melimpahnya SDA tersebut merupakan modal awal bagi Indonesia untuk menyusun berbagai strategi guna menguatkan ketahanan energi nasional (KESDM, 2017a).

Secara umum, konsumsi energi domestik Indonesia berasal dari sektor kelistrikan, industri, transportasi, dan konsumsi rumah tangga (KESDM, 2024). Sektor industri dan transportasi saat ini didominasi oleh penggunaan minyak bumi dan batubara, padahal cadangan kedua komoditas ini sudah semakin berkurang akibat eksploitasi sumber-sumber energi ini untuk menopang pertumbuhan energi Indonesia dalam beberapa dekade belakangan ini. Dengan semakin langkanya minyak bumi dan batubara, harga kedua komoditas tersebut di Indonesia akan ikut meningkat (KESDM, 2017a). Dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk di indonesia dan diiringi oleh pertumbuhan ekonomi yang relatif pesat, dalam beberapa tahun belakangan ini pemerintah Indonesia mulai mencanangkan program diversifikasi sumber energi, sehingga ketergantungan akan minyak bumi dan batubara dapat dikurangi. Salah satu sumber energi yang akan ditingkatkan pemanfaatannya yaitu gas bumi. Pemerintah mencanangkan pemanfaatan energi final untuk jenis gas bumi sebesar 18.8 juta TOE pada tahun 2030, 24.9 juta TOE pada tahun 2040, 40.4 juta TOE pada tahun 2050 dan meningkat menjadi 56.6 juta TOE pada tahun 2060 (Presiden RI, 2025).

Produk Domestik Bruto Nasional Indonesia menempati peringkat ke 17 dunia dengan 1.44 triliun USD dengan peningkatan pada 2021 s/d 2025 sebesar 36.2% dan rata-rata peningkatan per tahun sebesar 4.9% (IMF, 2025). Pada 2024, Pulau Jawa menduduki provinsi dengan PDRB terbesar dengan persentase 57.02%, disusul Sumatera dengan 22.12%, Kalimantan sebesar 8.24%, Sulawesi sebesar 7.12%, Bali dan Nusa Tenggara sebesar 2.81%, dan Maluku dan Papua sebesar 2.69% (BPS, 2025). Data tersebut menunjukkan bahwa sebaran aktivitas ekonomi masih berpusat di Pulau Jawa. Dan untuk mendukung pertumbuhan ekonomi dan pembangunan suatu wilayah dibutuhkan ketersediaan energi yang memadai. Di antara berbagai jenis energi primer yang tersedia, gas bumi memiliki peran strategis untuk digunakan dan dengan semakin berkembangnya teknologi infrasturuktur pengangkutan gas bumi yang lebih maju, gas bumi mampu bersaing dengan minyak bumi dan batu bara karena lebih bersih dan ramah lingkungan, nyaman, aman dan murah (KESDM, 2018).

Penyelenggaraan kegiatan usaha gas bumi bertujuan untuk memeberikan kontribusi sebesar-besarnya bagi perekonomian nasional dan mengembangkan serta memperkuat posisi industri dan perdagangan Indonesia, pengelolaan gas bumi dilaksanakan dengan semangat energi sebagai penggerak ekonomi untuk memberikan *multiplier effect* kepada perekonomian masyarakat (KESDM, 2025). Saat ini kebutuhan gas bumi dalam negeri di Indonesia terkonsentrasi pada sektor industri dan kelistrikan. Sesuai dengan Gambaran sebaran aktifitas

ekonomi yang masih berpusat di Pulau Jawa, sebaran konsumen gas bumi sektor industri dan kelistrikan pun sebagian besar terkonsentrasi di Pulau Jawa. Total konsumsi gas bumi di Indonesia sampai dengan tahun 2024 sebesar 5,383.55 BBTUD dengan konsumsi masing-masing sektor, yaitu BBG (3.67), City Gas (16.34), Lifting (190.36), Pupuk (682.83), Kelistrikan (680.30), Industri (1,449.95), Domestik LNG (627.19), Domestik LPG (73.30), Ekspor Gas Pipa (334.58), Ekspor LNG (1,325.03) (KESDM, 2024a).

Sebagian besar sumber-sumber gas bumi di Indonesia tersebar di wilayah-wilayah luar Jawa, dimana Pemerintah berniat melakukan pengembangan infrastruktur gas bumi untuk memanfaatkan gas bumi dari wilayah-wilayah ini untuk memenuhi kebutuhan gas seluruh sektor khususnya di Pulau Jawa, serta untuk memancing pertumbuhan ekonomi di wilayah-wilayah sepanjang terdapat infrastruktur gas sehingga meningkatkan ekonomi nasional. Sesuai dengan rencana Induk Infrastruktur Gas Bumi Nasional, saat ini Pulau Jawa telah terbangun jaringan infrastruktur gas bumi yang terdiri dari jaringan pipa Transmisi dan Distribusi. Dengan terbangunnya interkoneksi jaringan pipa gas bumi yang menghubungkan gas dari Jawa Timur ke Jawa Barat melalui jaringan pipa Transmisi Cirebon – Semarang (Cisem) 1 & 2 menjadikan wilayah Jawa Tengah sebagai jembatan vital dalam peta jaringan pipa gas nasional (trans jawa), kondisi ini dapat mendorong munculnya titik -titik ekonomi baru (KESDM, 2022a).

Saat ini untuk memenuhi kebutuhan gas bumi di wilayah Jawa Tengah telah terdapat jaringan pipa transmisi diantaranya jaringan Gresik – Semarang, Semarang – Cirebon, serta pipa dari CPP Kepodang menuju Tambak Lorok. Selain infrastruktur pipa gas, di Jawa Tengah juga telah terdapat beberapa fasilitas kompresi gas menjadi CNG dan fasilitas SPBG untuk mendukung transportasi kendaraan berbasis bahan bakar gas (BBG). Kebutuhan gas bumi di wilayah Jawa Bagian Tengah sebagian besar digunakan untuk pembangkit Listrik PLN Tambak Lorok, sedangkan untuk sektor industri, transportasi dan rumah tangga masih lebih kecil jika dibandingkan dengan kelistrikan. Sumber gas bumi berasal dari lapangan Gundih, Kepodang, Jambaran Tiung Biru, serta dengan CNG dari Jawa Timur yang diangkut memakai truk dan kereta api. Beberapa konsumen gas bumi di Jawa Tengah, yaitu PLN Tambak Lorok, Industri dan komersial, Transportasi (SPBG), Gas kota (Semarang dan Blora) (KESDM, 2014); (KESDM, 2021); (KESDM, 2022a).

Semakin berkembangnya Jawa Tengah, yaitu dengan terbangunnya infrastruktur gas bumi trans Jawa maka di dalam penelitian ini akan dilakukan perhitungan proyeksi *demand*

menggunakan perangkat lunak perencanaan energi *Long-range Energy Alternatives Planning System* (LEAP) dan analisis untuk mengetahui kesetimbangan antara *supply* dan *demand* serta kecukupan infrastruktur transmisi di Wilayah Jawa Bagian Tengah.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang disebutkan diatas, diperlukan analisis *supply-demand* gas bumi di Jawa Tengah untuk memperoleh gambaran mengenai perkembangan kebutuhan dan ketersediaan gas bumi secara lebih sistematis. Pemodelan *demand* dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik dan faktor penggerak masing-masing sektor pengguna, antara lain aktivitas ekonomi yang direpresentasikan melalui PDB/PDRB, pertumbuhan penduduk, serta faktor sektoral lainnya. Selanjutnya, hasil proyeksi *demand* dibandingkan dengan proyeksi *supply* untuk mengetahui keseimbangan *supply-demand* gas bumi serta dievaluasi terhadap ketersediaan kapasitas infrastruktur transmisi yang tersedia. Berdasarkan hal tersebut, permasalahan penelitian dirumuskan sebagai berikut:

1) Bagaimana keterkaitan pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan penduduk, dan faktor penggerak sektoral lainnya terhadap *demand* gas bumi di Jawa Tengah.
2) Bagaimana keseimbangan *supply-demand* gas bumi di Jawa Tengah berdasarkan proyeksi *supply* dan *demand* gas bumi pada periode 2022–2040, baik dalam jangka waktu menengah (2026-2029) dan panjang (2030–2040).
3) Bagaimana kecukupan kapasitas infrastruktur transmisi gas bumi di Jawa Tengah dalam menyalurkan *supply* gas bumi untuk memenuhi *demand* gas bumi sampai tahun 2040.

## 1.3 Tujuan Tesis

Tujuan utama dari penelitian analisis keseimbangan *supply demand* di wilayah Jawa Tengah adalah :

1) Menganalisis keterkaitan pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk serta faktor penggerak sektoral lainnya terhadap *demand* gas bumi di Jawa Tengah menggunakan LEAP.
2) Menganalisis keseimbangan *supply-demand* gas bumi di Jawa Tengah melalui proyeksi kebutuhan dan ketersediaan gas bumi untuk periode 2022–2040, yang mencakup jangka menengah (2026-2029) dan jangka panjang (2030-2040).

3) Menganalisis kecukupan kapasitas infrastruktur transmisi gas bumi di Wilayah Jawa Tengah dalam menyalurkan *supply* gas bumi untuk memenuhi *demand* gas bumi sampai tahun 2040.

## 1.4 Manfaat Tesis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang bermakna baik secara teoretis maupun praktis, sebagai berikut:

1) Memberikan gambaran mengenai perkembangan dan keseimbangan *supply-demand* gas bumi di Jawa Tengah berdasarkan kondisi historis dan proyeksi periode 2022–2040, termasuk potensi surplus maupun shortage gas bumi pada jangka menengah (2026-2029) dan jangka panjang (2030-2040).
2) Memberikan informasi mengenai faktor penggerak kebutuhan gas bumi pada masing-masing sektor *demand*, sehingga dapat menjadi dasar dalam penyusunan proyeksi *demand* gas bumi berbasis karakteristik sektoral menggunakan pemodelan LEAP.
3) Memberikan informasi bagi pemangku kepentingan mengenai kecukupan kapasitas infrastruktur transmisi gas bumi dalam mendukung penyaluran *supply* untuk memenuhi *demand* gas bumi di Jawa Tengah, sehingga dapat menjadi salah satu referensi dalam menentukan kebutuhan penambahan sumber supply gas bumi serta prioritas pengembangan infrastruktur transmisi berdasarkan hasil proyeksi *supply-demand* dan tingkat pemanfaatan kapasitas jaringan transmisi.

## 1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tetap fokus, terarah, dan dapat diselesaikan secara efektif dalam ruang lingkup tesis, maka diperlukan pembatasan permasalahan sebagai berikut:

1) Penelitian dilakukan di wilayah Provinsi Jawa Tengah dengan cakupan sistem penyediaan dan penyaluran gas bumi yang terhubung dengan jaringan pipa transmisi gas bumi yang menjadi objek penelitian.
2) Dalam penelitian ini, gas bumi adalah hasil proses alami berupa hydrokarbon yang dalam kondisi tekanan dan temperatur atmosfer berupa fasa gas yang diperoleh dari proses penambangan gas bumi (KESDM, 2018) dan yang disalurkan melalui sistem transmisi pipa menuju sektor pengguna akhir di Provinsi Jawa Tengah, yang meliputi sektor industri, komersial, rumah tangga, transportasi, dan pembangkit tenaga listrik. Penelitian tidak mencakup LPG maupun LNG yang didistribusikan di luar sistem jaringan pipa. Energi lain, seperti batu bara, bahan bakar minyak, dan energi baru terbarukan, tidak dimodelkan secara

rinci dan hanya digunakan sebagai informasi pembanding apabila diperlukan dalam analisis.

3) Analisis *demand* gas bumi mencakup sektor rumah tangga, komersial, industri, kelistrikan, dan transportasi. Pemodelan LEAP mempertimbangkan faktor penggerak sesuai karakteristik masing-masing sektor, antara lain pertumbuhan ekonomi yang direpresentasikan melalui PDRB, pertumbuhan penduduk, penetrasi jaringan gas bumi rumah tangga, produksi listrik, serta faktor penggerak sektoral lainnya.
4) Analisis *supply* dibatasi pada sumber gas bumi yang terhubung dengan atau dapat memasok wilayah Jawa Tengah melalui jaringan pipa transmisi gas bumi yang menjadi objek penelitian.
5) Periode penelitian mencakup tahun 2022–2040. Data tahun 2022–2025 digunakan sebagai data historis untuk penyusunan dan validasi model, sedangkan hasil pemodelan digunakan untuk melakukan proyeksi kebutuhan dan ketersediaan gas bumi sampai tahun 2040. Pemodelan menggunakan skenario *Business as Usual* (BAU) sebagai skenario acuan (*baseline scenario*) yang mengasumsikan keberlanjutan tren historis dan kebijakan yang berlaku sebagai dasar proyeksi. Skenario BAU tidak dimaksudkan sebagai prediksi masa depan secara pasti, tetapi sebagai kondisi acuan untuk menganalisis keseimbangan *supply-demand* dan kecukupan infrastruktur transmisi gas bumi di Jawa Tengah.
6) Data realisasi pemakaian gas bumi dari PT XYZ periode 2022–2025 digunakan sebagai data historis untuk membangun dan memvalidasi model *demand* gas bumi. Validasi model dilakukan dengan membandingkan hasil pemodelan LEAP terhadap data realisasi menggunakan indikator *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).
**7)** Analisis infrastruktur dibatasi pada evaluasi kecukupan kapasitas jaringan pipa transmisi gas bumi yang tersedia dalam menyalurkan *supply* gas bumi untuk memenuhi kebutuhan gas bumi di Jawa Tengah sampai tahun 2040. Analisis tidak mencakup desain teknis, optimasi jaringan, simulasi hidraulik/transien, maupun perhitungan keekonomian pembangunan infrastruktur baru.

## 1.6 Orisinalitas Tesis

Berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai analisis perencanaan energi menggunakan pemodelan LEAP berikut ringkasan daftar penelitian dapat dilihat pada Tabel berikut :

| No | Peneliti (tahun) | Judul Penelitian | Hasil Penelitian | Gap Penelitian |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Yudiartono et al., (2022) | Analisis Prakiraan Kebutuhan Energi Nasional Jangka Panjang Untuk Mendukung Program Peta Jalan Transisi Energi Menuju Karbon Netral | 1. Peran BBM dan LPG pada tahun 2050 sebagai bahan bakar hanya 13% dan 1%.<br>2. Penerapan kendaraan berbasis energi listrik pada tahun 2050 berpotensi mendapatkan penghematan sebesar 68 juta kilo liter untuk bensin dan 2,7 juta kilo liter untuk solar.<br>3. Program konversi kompor LPG menjadi kompor induksi dan pengembangan jaringan gas di perkotaan berpotensi menaikan pemakaian listrik sebesar 74 TWh dan gas bumi sebesar 99 ribu MMSCF. | Penelitian yang dilakukan penulis mengkaji hubungan pertumbuhan ekonomi dan penduduk terhadap *demand* gas bumi serta yang pada penelitian sebelumnya belum terfokus pada sistem gas berbasis regional. |
| 2 | Dwiyoko et al., (2020) | Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Kabupaten Purbalingga Tahun 2030 Menggunakan Software LEAP | 1. Proyeksi kebutuhan energi listrik menggunakan skenario BaU yaitu 295.548,7 MWh menjadi 645.892,6 MWh (118%).<br>2. Proyeksi kebutuhan energi listrik menggunakan skenario kebijakan yaitu 295.548,7 MWh menjadi 476.643.1 MWh (61,3%). | Penelitian yang dilakukan penulis berfokus analisis *demand* gas bumi maupun kecukupan dengan *supply* wilayah regional. |

| No | Peneliti (tahun) | Judul Penelitian | Hasil Penelitian | Gap Penelitian |
|---|---|---|---|---|
| 3 | Dindin et al., (2022) | *Energy Planning in West Java using Software* LEAP (*Long-range Energy Alternatives Planning*) | 1. Kebutuhan energi Listrik periode 2019-2030 terjadi peningkatan dari 111,7 juta GJ menjadi 147,9 juta GJ.<br>2. Pada skenario *Demand Side Management* (DSM) pada pembangkitan energi di tahun 2019 sebesar 6 ribu MW meningkat menjadi 26,6 ribu MW tahun 2030. | Penelitian yang dilakukan penulis berfokus pembahasan sistem gas bumi serta keterkaitannya dengan aktivitas/pertumbuhan ekonomi regional. |
| 4 | Hapsoro et al., (2023) | Pemodelan Proyeksi *Supply* and *Demand* di Kota Semarang Tahun 2020-2030 Menggunakan Perangkat Lunak *Low-Emission Analysis Platfoem* (LEAP) | 1. Proyeksi kebutuhunan energi menggunakan skenario BaU diperoleh kebutuhan energi Kota Semarang tahun 2020-2030 tidak ada indikasi *oversupply* ataupun *shortage* energi.<br>2. Kebutuhan energi dipengaruhi pertumbuhan penduduk pada masa yang akan datang. | Penelitian yang dilakukan penulis mempertimbangkan kecukupan *supply-demand* gas bumi dengan infrastruktur jaringan pipa serta menganalisis kecukupan *supply* jangka panjang wilayah regional. |

# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Gas Bumi Sebagai Komoditas

Gas bumi adalah senyawa *hydrocarbon* sebagai hasil proses alami yang komposisi utamanya *methana*, namun termasuk sejumlah kecil karbondioksida, *hydrogen sulfida*, dan impurities lain (PGN, 2016). Gas bumi sebagai komoditas energi dalam bentuk *saleable gas* yang berfungsi sebagai bahan bakar bersih, bahan baku dan sumber listrik memiliki sifat-sifat antara lain (PGN, 2016):

1) ***Volume gas*** adalah ruangan yang digunakan oleh gas pada suhu dan tekanan tertentu. Karena gas bersifat kompresibel, gas akan memuai untuk mengisi ruang yang tersedia. Oleh karena itu, volume gas akan bervariasi terhadap suhu dan tekanan. Satuan yang digunakan adalah MMSCF (*Million Standard Cubic Feet*).
2) ***Heating value*** gas didefinisikan sebagai energi termal per satuan volume gas. Biasanya dituliskan dalam Btu/ft3. Terdapat dua *heating value* yang digunakan di industri, yaitu *Gross Heating Value* (GHV) dan *Net Heating Value* (NHV). Untuk suatu campuran gas, digunakan termonologi *Gross Heating Value* (GHV), dan dalam jual beli gas bumi hasil perkalian antara volume gas dengan GHV dinyatakan dalam satuan energi MMBTU (*Million British Thermal Unit*).