

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini sektor pembangkitan untuk pemenuhan kebutuhan listrik di Indonesia masih didominasi oleh Pembangkitan yang menggunakan energi fosil sebesar 55.390 MW atau 87% pada tahun 2020 (PLN, 2020). Pembangkitan dengan energi fosil ini akan tetap mendominasi sekitar 75% sampai dengan 81% pada tahun 2050 (Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi, 2021). Bauran Energi Baru dan Terbarukan (EBT) pada energi primer pembangkit listrik pada tahun 2020 sebesar 11,28% atau sebesar 162,39 Juta SBM (Kementerian ESDM RI, 2021). Tambahan kapasitas pembangkit EBT meningkat dengan rata-rata kenaikan 5,7% per tahun untuk skema BAU dan 7,0% per tahun untuk skema NRE (*New and Renewable Energy*) menjadi 18% atau sekitar 854 SBM untuk skema BAU dan 25,4% atau sekitar 1.271 SBM untuk skema NRE pada tahun 2050 (Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi, 2021). Penambahan kapasitas pembangkit EBT pada Tahun 2050 akan didominasi oleh Pembangkit PLTA dan PLTP sebesar masing-masing 10% dan 14% untuk skema BAU dan NRE, Pembangkit PLTS dan PLTB masing-masing sebesar 7% dan 17% untuk skema BAU dan NRE serta Pembangkit Energi Terbaru lainnya sebesar 2% (Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi, 2021).

Provinsi Sumatera Utara dikenal dengan kekayaan sumber daya alam dan potensi pengembangan energi baru dan terbarukan seperti air, panas bumi, biomassa, matahari dan bio energi lainnya. Sumber energi ini diharapkan dapat dilakukan pemanfaatan secara optimal untuk pembangkitan listrik serta dapat menekan nilai tarif pembangkitan atau Biaya Pokok Pembangkitan tenaga listrik di Provinsi Sumatera Utara (PLN, 2020). Potensi sumber daya alam ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi bersih yang berasal dari EBT serta dapat menurunkan produksi emisi Gas Rumah Kaca.

Asumsi pertumbuhan penjualan listrik Sumatera pada tahun 2030 adalah sebesar 77,76 TWh dengan pertumbuhan sebesar 7,47% per tahun untuk skenario

optimis dan sebesar 71,54 TWh dengan pertumbuhan sebesar 6,55% per tahun untuk skenario Moderat, sedangkan pertumbuhan penjualan listrik pada Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2030 adalah sebesar 19,106 TWh dengan pertumbuhan sebesar 5,5% per tahun untuk skenario Moderat yang dipakai sebagai referensi pertumbuhan kelistrikan di Provinsi Sumatera Utara (PLN, 2020). Sementara, harga energi listrik nasional pada tahun 2020 untuk rumah tangga, industri dan komersil masing-masing 1.618 Rp/kWh atau 115 USD/SBM, 1.780 Rp/kWh atau 126 USD/SBM, 2,022 Rp/kWh atau 143 USD/SBM (Kementerian ESDM RI, 2021).

Penekanan terhadap Biaya Pokok Pembangkitan saat ini banyak digunakan, dan dengan membandingkan BPP dengan harga listrik di pasaran, investor dapat melakukan kajian teknologi yang kompetitif yang akan digunakan dan memutuskan akan melakukan investasi terhadap proyek EBT yang memberikan keuntungan. Pengoptimalan porsi sistem pembangkitan dari EBT, perhitungan biaya atas investasi untuk jenis pembangkitan *Variable Renewable Energy* (VRE) seperti PLTS dan PLTB memberikan pengurangan atas biaya produksi listrik (Shen *et al.*, 2020).

Seiring dengan bertambahnya jenis pembangkitan EBT didalam sistem, dan setiap jenis pembangkitan EBT memiliki karakteristik sendiri berdasarkan ketersediaan energi primer kaitan dengan pola beban didalam Jaringan Kelistrikan, sehingga perbedaan karakteristik teknologi EBT dapat memicu perubahan jenis pembangkit EBT, produksi energi dan biaya operasi.

Tuntutan global saat ini terhadap pengurangan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) juga menjadi target secara nasional dimana kebijakan Pemerintah Indonesia didalam komitmennya untuk mengurangi GRK. Usaha penurunan GRK tersebut saat ini diatur didalam Undang – Undang No. 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan *Paris Agreement to The United Nations Framework Convention on Climate Change* (Persetujuan Paris Atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa Mengenai Perubahan Iklim). Ratifikasi Perjanjian Paris tersebut, Indonesia menetapkan target pengurangan emisi Gas Rumah Kaca di Indonesia,

yakni sebesar 29% tanpa syarat (dengan usaha sendiri) dan 41% bersyarat (dengan dukungan internasional yang memadai) pada tahun 2030. Menunjuk strategi jangka panjang tahun 2050, salah satu target umum pengurangan emisi GRK didalam kerangka *National Determined Contribution* (NDC) adalah kategori sektor Energi, dimana salah satunya adalah pemanfaatan sumber Energi Baru dan Terbarukan didalam pengembangan kapasitas pembangkitan listrik (Government of Indonesia, 2021). Optimasi pemanfaatan EBT sebagai sumber energi listrik diharapkan dapat mendukung penurunan produksi emisi Gas Rumah Kaca.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan apakah kapasitas terpasang Pembangkit listrik berbasis Energi Baru dan Terbarukan (EBT) di wilayah Provinsi Sumatera Utara yang saat ini telah mencapai angka persentase sebesar 40,02% dari total kapasitas pembangkit terpasang sebesar 3.770 MW di Provinsi Sumatera Utara pada bulan Oktober Tahun 2022 memberikan dampak sebagai berikut:

1. Apakah pemenuhan target bauran EBT didalam sistem kelistrikan sesuai dengan target nasional sebesar 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2030, serta target sesuai Rencana Umum Energi Daerah (RUED) Provinsi Sumatera Utara sebesar 23,98% pada tahun 2025, dan sebesar 30,91% pada tahun 2030 dan 49,91% pada tahun 2050? Apakah produksi emisi Gas Rumah Kaca terhadap proses penyediaan energi listrik dibawah target RUED sebesar 19.565 ribu TCO₂ pada tahun 2025, dan sebesar 20.759 ribu TCO₂ pada tahun 2030 dan 26.978 ribu TCO₂ pada tahun 2050?
2. Apakah peningkatan bauran EBT pada pembangkitan listrik memberikan perbaikan terhadap Biaya Pokok Pembangkitan di sistem kelistrikan Provinsi Sumatera Utara pada beberapa skenario pengembangan?
3. Apakah peningkatan bauran EBT pada pembangkitan listrik memberikan penurunan tingkat emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dibandingkan dengan

sumber energi fosil pada bauran energi di sistem kelistrikan Provinsi Sumatera Utara pada beberapa skenario pengembangan?

4. Apakah peningkatan bauran EBT pada pembangkitan listrik memberikan penurunan besaran Biaya Pokok Pembangkitan di wilayah kerja PT PLN (Persero) UID Sumatera Utara yang saat ini sebesar 1.247,24 Rp/kWh sesuai Kepmen ESDM No.169.K/2021?

1.3. Tujuan Penelitian

Memperhatikan permasalahan tersebut diatas maka dilakukan kajian terhadap sistem perencanaan kelistrikan di Provinsi Sumatera Utara dengan tujuan sebagai berikut:

1. Menganalisa dan menentukan skenario perencanaan energi terbaik di Provinsi Sumatera Utara terhadap bauran energi EBT, penurunan produksi emisi Gas Rumah Kaca dan Biaya Pokok Pembangkitan (BPP) sampai Tahun 2050 pada skema BAU (*Business As Usual*), dan skenario kebijakan (KEB) untuk menguji pemenuhan target sesuai target RUED (Rencana Umum Energi Daerah) Provinsi Sumatera Utara.
2. Menganalisa pengaruh besaran bauran EBT terhadap kontribusi Biaya Pokok Pembangkitan pada setiap skenario.
3. Menganalisa pengaruh besaran bauran EBT terhadap kontribusi penurunan Emisi CO₂ pada setiap skenario.
4. Membandingkan nilai Biaya Pokok Pembangkitan yang didapat dari setiap skenario terhadap Biaya Pokok Pembangkitan yang diatur didalam Kepmen No. 169.K/ 2021.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk meningkatkan kinerja efisiensi energi pada sistem pembangkitan yang mensuplai kedalam sistem kelistrikan di wilayah kerja PT PLN (Persero) UID Sumatera Utara, serta dengan bertambahnya bauran EBT didalam sistem pembangkitan listrik di wilayah kerja PT PLN (Persero) UID Sumatera Utara dapat memberikan solusi alternatif penurunan terhadap Biaya Pokok Pembangkitan serta penurunan produksi Gas

Rumah Kaca dari sektor pembangkitan listrik sesuai dengan Kebijakan Energi Nasional dan Daerah.

1.5. Originalitas Penelitian

Tabel 1.1 Tabel Ringkasan Penelitian Terdahulu

No.	Penelitian (tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
1	Shen <i>et al.</i> , (2020)	<i>A comprehensive review of variable renewable energy levelized cost of electricity</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perbaikan didalam menghitung <i>Levelized Cost of Energy</i> (LCOE) dapat dilakukan untuk pembangkit jenis <i>Variable Renewable Energy</i> (VRE) dibandingkan dengan cara tradisional; ▪ Perbaikan didalam penyusunan LCOE termasuk <i>cost</i> sebagai berikut: <i>investment cost</i>, <i>operational cost</i>, <i>plant performance</i> dan <i>cost</i> risiko ketidakpastian. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Belum melakukan skenario terhadap bauran EBT didalam system; ▪ Belum menghitung secara keseluruhan <i>cost</i> pada sistem
2	Samy <i>et al.</i> , (2020)	<i>Techno-economic analysis for</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pengembangan kelistrikan di pulau 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studi hanya dibatasi pada

No.	Penelitian (tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
		<i>rustic electrification in Egypt using multi-source renewable energy on PV/win/FC</i>	<p>remote dengan memperhitungkan lebih dari satu konfigurasi <i>PV/Wind/Fuel Cell</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistem <i>hybrid photovoltaic-wind-fuel cell</i> memberikan nilai LCOE dan NPC yang rendah. 	<p>system <i>hybrid PV/Wind/Fuel Cell</i> tidak termasuk pembangkit EBT lainnya.</p>
3	Kiwan <i>et al.</i> , (2020)	<i>Jordan toward a 100% renewable electricity system</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Didalam mencapai bauran EBT sebesar 100% di Jordan pada tahun 2050 membutuhkan penambahan kapasitas pembangkitan EBT sebesar 2,5 kali dari kapasitas pembangkitan berbahan bakar fosil. ▪ Penambahan sistem pembangkitan EBT berupa PLTB, PLTS, <i>Energy</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Obyek penelitian di Jordan; ▪ parameter potensi PLTS, PLTB berbeda dengan di Indonesia.

No.	Penelitian (tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
			<p><i>Storage System.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Storage system</i> merupakan faktor kritikal dari pengembangan EBT di Jordan. ▪ Pengurangan emisi CO₂ dengan 100% EBT di Jordan akan mengurangi sekitar 468 juta ton emisi CO₂ dibandingkan dengan sistem pembangkitan konvensional. 	
4	Wang <i>et al.</i> , (2021)	<i>Determining cost-optimal approaches for managing excess renewable electricity in decarbonized electricity systems</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pembatasan <i>excess</i> dari system pembangkitan PLTB dan PLTS di system kelistrikan California berkisar antara 25-43% dari kebutuhan energi listrik tahunan. ▪ Pemilihan sistem penyimpanan yang optimum secara biaya tergantung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studi hanya melihat dari bagaimana pengendalian terhadap pembatasan <i>excess energy</i> EBT, dan tidak memberikan skenario EBT dengan <i>cost</i> yang paling minimum.

No.	Penelitian (tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
			<p>pada <i>excess energy</i> EBT. Ketika <i>excess energy</i> EBT sedikit, sistem penyimpanan energi efisiensi tinggi (lithium-ion baterai) lebih baik.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Studi memberikan penegasan terhadap pentingnya memberikan pembatasan <i>excess</i> EBT untuk biaya yang efektif ketimbang bergantung kepada teknologi sistem penyimpanan energi untuk menghindari pembatasan <i>excess</i> EBT. 	