

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ekonomi Indonesia masih sangat bergantung pada sumber energi berbahan bakar fosil, terlepas dari potensi besar berbagai sumber energi terbarukan yang ada. Berdasarkan data kementerian ESDM tahun 2020, Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berbahan bakar batubara masih menjadi suplai utama energi listrik dengan daya terpasang 34,3 GW atau komposisi sebesar 47% dari total daya pembangkit listrik terpasang sebesar 73 GW, seperti yang tercantum dalam tabel 1.1.

Tabel Error! No text of specified style in document..1 Daya Terpasang Pembangkit Listrik Tahun 2020

Sumber Energi	Daya Terpasang (GW)	Komposisi (%)
Batubara	34,3	47%
Gas	25,6	35%
Minyak Bumi	5,1	7%
EBT	8	11%
Total	73 GW	100.0%

Pemerintah Indonesia sudah berkomitmen untuk melakukan transisi energi dari energi fosil menuju energi yang lebih bersih. Komitmen tersebut dibuktikan oleh adanya strategi, regulasi dan kebijakan. Salah satu strategi pengembangan energi terbarukan di Indonesia adalah melalui Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), dimana salah satu metodenya adalah substitusi bahan bakar di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) batubara dengan bahan bakar biomasa melalui metode *co-firing*. Sebagai

negara agraris, Indonesia mempunyai potensi sumber energi dari biomasa yang cukup besar mencapai 32,7 GW (ERIA, 2020).

Berdasarkan data Dirjen EBTKE (2020), bahan bakar dari biomasa yang dapat ditemukan dengan mudah di Indonesia antara lain limbah kayu, cangkang sawit, limbah penggergajian serta sampah perkotaan. Limbah cangkang sawit memiliki potensi yang cukup besar karena dibudidayakan di perkebunan skala besar di Sumatera dan Kalimantan, dengan nilai kalor 3.500 – 4.200 kkal/kg. Selain limbah dari produksi minyak sawit, potensi besaran listrik dari hasil hutan jenis kayu yang tersebar di Indonesia dengan nilai kalori 3.940 - 4.400 kkal/kg. Sampah sebagai bahan baku pelet saat ini memiliki volume sebesar 20.925 ton per hari yang terkonsentrasi di 15 tempat pengolahan sampah kota besar di Indonesia dengan nilai kalori pengolahan sampah yang dihasilkan sekitar 2.600 - 3.400 kkal/kg. Selain potensi serbuk gergaji yang memiliki nilai kalor ± 2.450 kkal/kg.

Kebutuhan bahan baku biomasa yang menjadi campuran metode *co-firing* meliputi limbah/hasil hutan berupa kayu, cangkang sawit, limbah sisa penggergajian dan sampah mempunyai komposisi saat ini sebesar 1% sampai 5%. Kebutuhan 1% *co-firing* PLTU membutuhkan biomasa sebanyak 17.470 ton perhari atau 5 juta ton pelet kayu per tahun, ekuivalen dengan 738 ribu ton per tahun pelet sampah. Saat ini terdapat tiga tipe PLTU yakni, 43 tipe *Pulverized Coal* dengan total kapasitas 15.620 MW membutuhkan campuran 5% biomasa atau setara 10.207 ton per hari, 38 tipe *Circulating Fluidized Bed* total kapasitas 2.435 MW membutuhkan 5% biomasa atau setara 2.175,60 ton per hari. Sedangkan 23 tipe STOKER dengan kapasitas 220 MW menggunakan 100% biomasa atau setara 5.088 ton per hari (Dirjen EBTKE, 2020). Pemerintah Indonesia melalui PT PLN (Persero) telah merencanakan roadmap migrasi PLTU berbahan bakar batubara menjadi sistem *co-firing* biomasa sebanyak 114 unit pembangkit atau setara 18 GW pada tahun 2024 (IEEFA, 2021).

Pemanfaatan energi dari bahan bakar biomasa selain mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil, juga karena Pemerintah Indonesia telah berkomitmen untuk mengurangi emisi gas rumah kaca untuk membatasi kenaikan

suhu global rata-rata dibawah 2°C dari tingkat suhu pra-industrialisasi melalui penandatanganan *Paris Agreement* (Kementerian LHK, 2016). Pemerintah Indonesia juga sudah membuat *roadmap* menuju energi yang lebih bersih, salah satunya melalui rencana pemberlakuan kebijakan Nilai Ekonomi Karbon (NEK) atau *Carbon Pricing* yang terdiri dari skema pajak karbon (*carbon tax*) dan perdagangan karbon (*carbon cap & trade*) (Kementerian ESDM, 2021).

Salah satu tantangan dalam pengembangan *co-firing* adalah harga pembelian listrik dari pembangkit listrik berbahan bakar biomasa yang masih belum optimal. Penetapan tarif listrik yang belum optimal tersebut dibuktikan dengan adanya regulasi melalui Peraturan Menteri ESDM Nomor 50 tahun 2017 pasal 8, yang mengatur antara lain terkait referensi dengan tarif yang diatur berdasarkan Biaya Pokok Penyediaan (BPP) pembangkitan listrik.

Nilai Biaya Pokok Penyediaan lokal (BPP lokal) akan dibandingkan dengan Biaya Pokok Penyediaan Nasional (BPP nasional) seperti yang tercantum dalam tabel 1.2.

Tabel Error! No text of specified style in document..2 Peraturan Menteri ESDM Tentang Pemanfaatan Energi Terbarukan.

PERATURAN	DESKRIPSI
Peraturan Menteri ESDM Nomor 50 tahun 2017, pasal 8	Dalam hal BPP Pembangkitan di sistem ketenagalistrikan setempat di atas rata-rata BPP Pembangkitan nasional, harga pembelian tenaga listrik dari PLTBm, paling tinggi sebesar 85% (delapan puluh lima persen) dari BPP Pembangkitan di sistem ketenagalistrikan setempat. Dalam hal BPP Pembangkitan di sistem ketenagalistrikan setempat sama atau di bawah rata-rata BPP Pembangkitan nasional, harga pembelian tenaga listrik dari PLTBm ditetapkan berdasarkan kesepakatan para pihak.

Tantangan lainnya adalah harga bahan bakar biomasa yang lebih tinggi dibandingkan batubara dengan spesifikasi nilai kalor yang setara batubara. Harga batubara yang lebih murah dibandingkan dengan harga biomasa karena perhitungan harga batubara tidak memasukkan eksternalitas dalam komponen

perhitungan harga (AlRafea, Elkamel and Abdul-Wahab, 2016). Tabel 1.2 menunjukkan perbandingan harga biomasa dan batubara di Indonesia (IEEFA, 2021).

Tabel Error! No text of specified style in document..3 Perbandingan Nilai Kalor Biomasa dan Batubara

Sumber Energi	Nilai Kalor Kcal/kg	Harga IDR/kg
Pelet kayu	3.940 – 4.400	1.040 – 2.000
Cangkang sawit	3.500 – 4.200	825 - 960
Sampah kering	2.600 – 3.400	300 - 550
Serbuk gergaji	±2.450	±350
Batubara	3.500 – 4.900	766 - 782

Owen (2006) mengungkapkan bahwa perkiraan biaya kerusakan lingkungan akibat pembakaran bahan bakar fosil, jika diinternalisasikan ke dalam harga keluaran listrik yang dihasilkan, dapat menyebabkan sejumlah teknologi terbarukan secara finansial menjadi kompetitif dibandingkan pembangkit batubara. Atas dasar proyeksi biaya yang dibuat berdasarkan asumsi teknologi yang matang dan adanya skala ekonomi, maka teknologi terbarukan akan memiliki keuntungan biaya sosial yang signifikan jika eksternalitas produksi listrik dapat diinternalisasikan. Memasukkan eksternalitas lingkungan secara eksplisit ke dalam tarif listrik saat ini akan mempercepat proses transisi energi ini.

Reksohadiprodjo & Brodjonegoro (2000) menyampaikan bahwa cara melakukan internalisasi dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan. Pendekatan pertama adalah atas dasar mekanisme pasar dan yang kedua adalah dengan campur tangan pemerintah melalui peraturan. Kesepakatan melalui mekanisme pasar untuk mengatasi persoalan eksternalitas seringkali gagal dicapai karena besarnya biaya informasi, transaksi, perundingan serta perjanjian antar pihak-pihak yang terlibat.

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan analisa apakah penerapan tambahan kebijakan atau peraturan pemerintah dapat memberikan keuntungan secara ekonomi kepada pengembang PLTU dalam proses transisi energi melalui metode *co-firing* pembangkit berbahan bakar batubara dengan biomasa tersebut. Kebijakan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah *Feed-in Tariff* (FIT),

Renewable Portfolio Standard (RPS) serta *Carbon Pricing* atau kebijakan Nilai Ekonomi Karbon.

Perumusan Masalah

Pemanfaatan dan pengembangan *co-firing* biomasa dan batubara saat ini masih menghadapi permasalahan, yaitu: harga bahan baku biomasa lebih mahal dari batubara dengan nilai kalor setara, tarif energi terbarukan setara dengan tarif energi fosil, serta belum adanya kebijakan pendukung transisi energi.

Berdasarkan uraian permasalahan pengembangan *co-firing* tersebut, dapat disampaikan perumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah pemanfaatan biomasa sebagai substitusi batubara melalui metode *co-firing* dapat berjalan dengan regulasi yang sudah ada saat ini?
2. Apakah penerapan tambahan kebijakan atau peraturan pemerintah terkait *co-firing* dapat memberikan keuntungan ekonomi kepada pengembang PLTU?

Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas, tujuan penelitian ini secara khusus adalah untuk:

1. Menggambarkan interelasi variabel dalam proses transisi energi melalui metode *co-firing* batubara dengan biomasa mengacu implementasi yang sudah dilakukan oleh pemerintah berdasarkan regulasi yang ada saat ini tanpa adanya kebijakan tambahan.
2. Menghitung parameter ekonomi interelasi variabel dalam proses transisi energi melalui metode *co-firing* batubara dengan biomasa berdasarkan penerapan kebijakan pendukung untuk mendapatkan nilai ketertarikan investor atau pengembang PLTU untuk mengkonversi bahan bakar batubara dengan biomasa.

1.2 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah: berdasarkan model yang dibuat, para mahasiswa atau peneliti energi, pengambil kebijakan energi, perusahaan penyedia energi, serta lembaga yang terlibat dalam pengembangan *co-firing* biomasa di Indonesia dapat menganalisis dan memperkirakan situasi energi terbarukan di masa depan mengenai kebijakan yang sesuai, serta memahami alasan kemungkinan tidak berjalannya sistem.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini tidak membahas teknologi dan metode pencampuran *co-firing* biomasa dan batubara pada pembangkit listrik batubara, proses transportasi bahan bakar biomasa menuju lokasi pembangkit listrik, serta tidak membahas implikasi jika kebijakan tidak dilakukan.

1.4 Originalitas Penelitian

Originalitas penelitian dalam karya akademik merupakan kriteria mutlak dan utama. Untuk mengetahui originalitas penelitian ini, penulis menyertakan lima penelitian terdahulu yang memiliki permasalahan serupa terkait tetapi dalam sistem yang berbeda, seperti yang tersaji dalam tabel 1.4.

Tabel Error! No text of specified style in document..4 Originalitas Penelitian

No	Peneliti/ Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
1	Wang, C., Zhang, L., Zhou, P., Chang, Y., Zhou, D., Pang, M., & Yin, H. (2019) (Wang <i>et al.</i> , 2019)	<i>Assessing the environmental externalities for biomass- and coal-fired electricity generation in China: A supply chain perspective</i>	Melakukan penilaian eksternalitas lingkungan dari pembangkit listrik berbahan bakar batu bara dan biomasa dari sudut pandang rantai pasokan.	Penelitian menggambarkan subsidi yang harus diberikan pemerintah berdasarkan eksternalitas lingkungan dari biomasa dan batu bara.

No	Peneliti/ Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
2	Dehghan, H., & Amin-Naseri, M. R. (2022) (Dehghan and Amin-Naseri, 2022)	<i>A simulation-based optimization model to determine optimal electricity prices under various scenarios considering stakeholders' objectives</i>	Membuat model optimasi untuk menentukan harga optimal sektor listrik dan bahan bakar pembangkit dengan skenario permintaan dengan mempertimbangkan kepentingan pemerintah, konsumen dan produsen. Pemodelan menggunakan harga berdasarkan kriteria ekonomi, sosial dan lingkungan untuk mensimulasikan dampaknya terhadap penawaran dan permintaan listrik, emisi, konsumsi air dan alokasi subsidi.	Penelitian dilakukan untuk menentukan harga listrik optimal pada sisi konsumen.
3	Feng, T., Yang, Y., & Yang, Y. (2018) (Feng, Yang and Yang, 2018)	<i>What will happen to the power supply structure and CO2 emissions reduction when TGC meets CET in the electricity market in China?</i>	Penelitian ini menganalisis dan mensimulasikan efek ganda <i>Tradable Green Certificates</i> dan <i>Carbon Emissions Trading</i> di pasar listrik berdasarkan model system dynamics. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan <i>Renewable Portfolio Standard</i> (RPS) dan harga karbon, menguntungkan bagi pengembangan listrik dari energi terbarukan.	Penelitian dilakukan pada energi terbarukan secara umum dengan mensimulasikan besarnya komposisi <i>Renewable Portfolio Standard</i> (RPS) dan harga karbon.
4	Chen, Y.-C., & Liu, H.-M. (2021) (Chen and Liu, 2021)	<i>Evaluation of greenhouse gas emissions and the feed-in tariff system of waste-to-energy facilities using a</i>	Penelitian ini mengevaluasi potensi emisi gas rumah kaca dari berbagai fasilitas sampah ke energi. Studi ini menyimpulkan bahwa sistem feed-in tariff, meskipun biaya modalnya tinggi, harus didorong untuk mengurangi	Penelitian ini mendorong penerapan sistem feed-in tariff pada fasilitas sampah ke energi, meskipun biaya modalnya tinggi, untuk mengurangi beban ekonomi

No	Peneliti/ Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
		<i>system dynamics model</i>	ekonomi beban fasilitas sampah ke energi.	sampah ke energi.
5	Yu, X., Wu, Z., Wang, Q., Sang, X., & Zhou, D. (2020) (Yu et al., 2020)	<i>Exploring the investment strategy of power enterprises under the nationwide carbon emissions trading mechanism: A scenario-based system dynamics approach</i>	Melakukan simulasi berdasarkan tiga skenario kebijakan investasi. Menurut hasil simulasi, investasi jangka pendek harus ditingkatkan. Jika perusahaan memilih untuk menginvestasikan lebih banyak sumber daya dalam instalasi energi hijau, emisi karbon dan keuntungannya mungkin lebih sulit dicapai dalam jangka pendek. Dalam jangka panjang, peningkatan investasi pembangkit listrik hijau akan membantu perusahaan menahan kenaikan biaya jual beli karbon.	Penelitian ini membahas strategi investasi untuk perusahaan listrik Cina terkait efek dari pasar perdagangan emisi karbon dengan menggunakan analisis strategi investasi.