

INTISARI

Menurunnya permintaan global terhadap batu bara akibat transisi menuju energi bersih menimbulkan tantangan bagi Indonesia sebagai eksportir batu bara terbesar di dunia. Di sisi lain, program diversifikasi batu bara dan komitmen Net Zero Emission (NZE) menimbulkan tarik ulur antara kepentingan ekonomi dan lingkungan.

Penelitian ini menggunakan metode dinamika sistem untuk mensimulasikan target nasional, realisasi saat ini, serta tiga skenario kebijakan transisi energi dan diversifikasi, yaitu: (1) percepatan laju pensiun PLTU sebesar 8 GW tiap 8 tahun, (2) percepatan adopsi teknologi CCUS hingga 14,8 GW pada 2060, (3) kombinasi percepatan laju pensiun PLTU dan adopsi teknologi CCUS dengan mengukur dampaknya terhadap permintaan batu bara domestik, produksi nasional, emisi karbon, dan pertumbuhan PDB. Dengan menggunakan metode dinamika sistem dan data historis (2010-2023) dari sisi produksi, konsumsi, ekonomi, dan lingkungan (emisi) yang berkaitan dengan batu bara, hasil simulasi menunjukkan bahwa target nasional mampu menurunkan permintaan hingga di bawah 100 juta BOE dan mempercepat pencapaian NZE menjadi tahun 2060, namun berdampak pada menurunnya pertumbuhan PDB di awal periode. Sebaliknya, realisasi program *co-firing*, pensiun PLTU, dan investasi CCUS menunjukkan permintaan batu bara tetap tinggi hingga lebih dari 100 juta BOE dan NZE baru tercapai pada 2070. Sementara itu, hasil pengujian tiga skenario menunjukkan bahwa skenario 1, yang memproyeksikan percepatan laju pensiun PLTU sebesar 8 GW per 8 tahun memberi hasil optimal karena mencapai NZE pada 2060 dan menjaga stabilitas pasar batu bara hingga tahun 2033. Namun, skenario 3, yaitu kombinasi antara percepatan laju pensiun sebesar 8 GW per 8 tahun dan adopsi CCUS 14,8 GW pada 2060 menjadi alternatif ambisius jika dana investasi internasional memenuhi.

Kata kunci: Transisi Energi, Diversifikasi Batu Bara, *Net Zero Emission*, *System Dynamics*, Pertumbuhan Ekonomi

ABSTRACT

The decline in global coal demand due to the transition toward clean energy presents a challenge for Indonesia as the world's largest coal exporter. On the other hand, coal diversification programs and the commitment to Net Zero Emission (NZE) create a tension between economic and environmental interests.

This study uses the system dynamics method to simulate the national target, current realization, and three transition energy and diversification policy scenarios, namely: (1) accelerating the retirement rate of coal-fired power plants (CFPP) by 8 GW every 8 years, (2) accelerating the adoption of CCUS technology up to 14.8 GW by 2060, (3) a combination of accelerated CFPP retirement and CCUS technology adoption by measuring the impact on domestic coal demand, national production, carbon emissions, and GDP growth. By using the system dynamics method and historical data (2010–2023) from the production, consumption, economic, and environmental (emission) aspects related to coal, the simulation results show that the national target is able to reduce demand to below 100 million BOE and accelerate the achievement of NZE to 2060, but has an impact on declining GDP growth in the early period. Conversely, the realization of co-firing programs, CFPP retirement, and CCUS investment shows that coal demand remains high at over 100 million BOE and NZE is only achieved in 2070. Meanwhile, the results of testing the three scenarios show that Scenario 1, which projects an accelerated CFPP retirement of 8 GW per 8 years, provides the optimal result because it reaches NZE in 2060 and maintains coal market stability until 2033. However, Scenario 3, which combines accelerated retirement of 8 GW per 8 years and CCUS adoption of 14.8 GW by 2060, becomes an ambitious alternative if international investment funding is fulfilled.

Keywords: Energy Transition, Coal Downstreaming, Net Zero Emission, System Dynamics, Economic Growth