

Pemberlakuan Pajak Karbon pada Sektor Energi di Indonesia dalam Mendukung Pengembangan Ekonomi Hijau dan Pemenuhan Astacita

Steve Andersen* , Winston Soo, Zilsen Hosea, Lindrianasari

Universitas Bina Nusantara, Indonesia

Email: steve.andersen@binus.ac.id* , winston.soo@binus.ac.id, zilsen.hosea@binus.ac.id,
lindrianasari@binus.ac.id

Keywords:

AstaCita;
Carbon Tax;
Energy Sector;
Green Economy;
Green Transition

Abstract

This research aims to analyze the impact of carbon tax implementation on energy sector companies in Indonesia, focusing on its contribution to green economic development and the fulfillment of AstaCita. Using a quantitative descriptive approach, secondary data were collected from sustainability and annual reports of 80 companies (38 coal power plants and 42 non-coal energy companies) for the period 2023–2025. The carbon tax rate applied is IDR 30,000 per ton CO₂. Results show that total emissions from the energy sector reached 231.6 million tons CO₂ in 2024, with a potential carbon tax revenue of IDR 6.95 trillion. The cement sector bears the highest burden (11–13% of net income). Elasticity analysis projects a 2.2% emission reduction in the short term. The policy is cost-effective at USD 5 per ton CO₂ and supports all eight AstaCita missions, particularly energy resilience and ecological justice. This study concludes that carbon tax is not merely a fiscal burden but a strategic instrument for green transition and national development goals.

Kata Kunci:

AstaCita;
Pajak Karbon;
Sektor Energi;
Ekonomi Hijau;
Transisi Hijau

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis dampak penerapan pajak karbon pada perusahaan sektor energi di Indonesia serta kontribusinya terhadap pengembangan ekonomi hijau dan pemenuhan AstaCita. Pendekatan kuantitatif deskriptif digunakan dengan data sekunder dari laporan keberlanjutan dan laporan tahunan 80 entitas (38 PLTU dan 42 perusahaan energi non-PLTU) periode 2023–2025. Tarif pajak karbon sebesar Rp30.000 per ton CO₂. Hasil penelitian menunjukkan total emisi sektor energi mencapai 231,6 juta ton CO₂ pada tahun 2024 dengan potensi penerimaan pajak karbon Rp6,95 triliun. Sektor semen menanggung beban tertinggi (11–13% dari laba bersih). Analisis elastisitas memproyeksikan penurunan emisi 2,2% dalam jangka pendek. Kebijakan ini efektif secara biaya dengan nilai USD 5 per ton CO₂ dan mendukung seluruh delapan misi AstaCita, terutama ketahanan energi dan keadilan ekologis. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pajak karbon bukan sekadar beban fiskal, melainkan instrumen strategis transisi hijau dan pembangunan nasional.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan salah satu tantangan global paling mendesak abad ini, yang disebabkan oleh peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) dari aktivitas ekonomi, terutama penggunaan energi berbasis bahan bakar fosil. Sektor energi di Indonesia menyumbang sekitar 34% dari total emisi GRK nasional pada tahun 2023, dengan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) berbasis batu bara sebagai kontributor utama (Fahrizal Taufiqqurrachman et al. 2026; Pahlevi et al. 2024; Susiati et al. 2023). Data dari 38 PLTU yang beroperasi menunjukkan total emisi mencapai 131,95 juta ton CO₂ per tahun, sementara 42 perusahaan energi non-PLTU (semen, pupuk, migas, batubara) menambahkan emisi sebesar 99,68 juta ton CO₂, sehingga total emisi sektor energi mencapai 231,6 juta ton CO₂ pada tahun 2024. Dampak negatif dari

emisi ini sangat nyata: enam provinsi dengan konsentrasi PLTU tinggi mencatat lebih dari 3 juta kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) dan 8.564 kematian per tahun, dengan biaya kesehatan mencapai Rp1,54 triliun. Kerugian ekonomi akibat perubahan iklim di Indonesia diperkirakan mencapai Rp115 triliun per tahun atau sekitar 0,7% PDB, meliputi kerusakan infrastruktur, penurunan produktivitas pertanian, dan gangguan ekosistem (Ambabunga et al. 2026; Arifin et al. 2023; Manalu 2024; Syanti et al. 2026).

Sebagai respons terhadap tekanan global dan komitmen nasional, pemerintah Indonesia mengesahkan Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2021 tentang Harmonisasi Peraturan Perpajakan (UU HPP) yang mengatur pengenaan pajak karbon sebesar Rp30.000 per ton CO₂. Kebijakan ini diperkuat oleh Peraturan Pemerintah Nomor 40 Tahun 2025 yang menempatkan pajak karbon sebagai instrumen utama transisi energi menuju target *net zero emission* pada tahun 2060, serta sejalan dengan target *Nationally Determined Contribution* (NDC) untuk menurunkan emisi 29–41% pada tahun 2030. Pada tahap awal (2025), pajak karbon difokuskan pada sektor PLTU, dengan rencana perluasan ke sektor industri semen, pupuk, migas, transportasi, dan manufaktur secara bertahap. Kebijakan ini juga memiliki relevansi strategis dengan agenda pembangunan nasional yang tercermin dalam delapan misi AstaCita yang diusung oleh Presiden ke-8 Republik Indonesia, Prabowo Subianto, khususnya dalam memperkuat ketahanan energi, mewujudkan ekonomi hijau, menciptakan lapangan kerja berkualitas, dan menjaga keberlanjutan lingkungan hidup. Meskipun demikian, penelitian yang secara komprehensif menganalisis dampak pajak karbon terhadap perusahaan sektor energi di Indonesia serta kontribusinya terhadap ekonomi hijau dan AstaCita masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk membuktikan keefektifitasan sebuah kebijakan tersebut (Daniarsyah 2020; Irmansyah et al. 2021; Mustanir et al. 2016; Subekti et al. 2017; Sutmasa 2021).

Penelitian ini menggunakan kerangka teori berjenjang yang saling terkait untuk menganalisis dampak pajak karbon pada sektor energi di Indonesia. Pada tingkat *grand theory*, teori ini berlandaskan pada Pigouvian Tax Theory yang dikemukakan oleh Arthur Cecil Pigou (1920), yang menjelaskan bahwa kegagalan pasar terjadi ketika aktivitas ekonomi menimbulkan eksternalitas negatif, yaitu biaya sosial yang tidak tercermin dalam harga pasar sehingga menyebabkan produksi berlebih dan inefisiensi alokasi sumber daya. Pigou mengusulkan pengenaan pajak korektif sebesar *marginal social damage* agar pelaku ekonomi menginternalisasi biaya eksternal. Dalam konteks perubahan iklim, emisi karbon merupakan eksternalitas negatif global karena aktivitas produksi dan konsumsi energi fosil menghasilkan GRK yang berdampak luas terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat, sehingga pajak karbon merupakan implementasi langsung dari prinsip Pigouvian tax untuk mencapai efisiensi sosial. Pada tingkat *middle theory*, Carbon Pricing Theory mengaplikasikan prinsip Pigouvian melalui dua mekanisme utama: pajak karbon (*explicit pricing*) yang menetapkan tarif tetap per ton CO₂-e, dan *cap-and-trade* (*implicit pricing*) yang membatasi total emisi serta memungkinkan perdagangan izin emisi di pasar. Tujuannya adalah menginternalisasi biaya sosial perubahan iklim ke dalam keputusan ekonomi sehingga pelaku usaha beralih ke teknologi rendah karbon tanpa regulasi yang kaku, sekaligus menghasilkan *double dividend* berupa pengurangan emisi dan pendapatan pemerintah untuk inovasi hijau atau redistribusi, yang di Indonesia diterapkan melalui UU HPP dan Bursa Karbon Indonesia (IDXCarbon) sejak 2023.

Pada tingkat applied theory, penelitian ini menggunakan empat metode analisis. *Cost-Effectiveness Analysis* (CEA) membandingkan biaya kebijakan dengan hasil dalam satuan fisik (pengurangan emisi CO₂) melalui rasio efektivitas biaya (CER) dan *Incremental Cost-Effectiveness Ratio* (ICER) untuk menilai efisiensi program. Elastisitas Harga Energi mengukur respons permintaan energi terhadap perubahan harga, di mana permintaan energi cenderung inelastis dalam jangka pendek namun menjadi lebih elastis dalam jangka panjang karena penyesuaian teknologi dan perilaku, sehingga estimasi ini penting untuk memproyeksikan penurunan konsumsi energi akibat pajak karbon (Asyahid 2025; Meridiana et al. 2026; Nugraha et al. 2026; Nurpadilah et al. 2024; Wulandari n.d.). Model *Difference-in-Differences* (DiD) merupakan metode ekonometrika kuasi-eksperimental yang membandingkan perubahan rata-rata variabel hasil antara kelompok perlakuan dan kontrol sebelum dan sesudah kebijakan dengan asumsi tren paralel. Model Regresi Data Panel digunakan untuk mengontrol heterogenitas yang tidak teramati dengan menggabungkan dimensi ruang (perusahaan) dan waktu, di mana model *Fixed Effects* (FE) dan *Random Effects* (RE) diuji dengan Uji Hausman untuk memilih model terbaik. Dengan kerangka teori ini, penelitian dapat mengukur beban pajak karbon, menganalisis respons perusahaan, mengevaluasi efektivitas biaya, serta memproyeksikan dampak jangka panjang terhadap ekonomi hijau dan pencapaian AstaCita (Hidriansjah 2026; Lubis et al. 2024; Mukaddas et al. 2025).

Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teori dan empiris dari penelitian-penelitian terdahulu, penelitian ini mengajukan tiga hipotesis utama, yaitu:

Hipotesis pertama (H1): Terdapat hubungan positif dan signifikan antara total emisi karbon yang dilaporkan perusahaan sektor energi di Indonesia dengan proforma beban pajak karbon ($\text{emisi} \times \text{Rp}30.000$), namun beban tersebut relatif kecil jika dibandingkan dengan proksi skala operasi perusahaan seperti total pendapatan atau aset.

Pajak karbon di Indonesia sejatinya telah direncanakan untuk mulai berlaku pada April 2022 berdasarkan UU HPP No. 7 Tahun 2021. Namun hingga pertengahan tahun 2026 pemerintah masih menundanya untuk memfinalisasi roadmap dan menunggu kondisi ekonomi yang tepat. Dasar dari hipotesis ini berasal dari temuan Sunanda et al. (2025) yang menunjukkan bahwa skenario pajak karbon dengan tarif USD 2 per ton CO₂ (setara Rp30.000) menghasilkan dampak finansial yang relatif terbatas dibandingkan skenario dengan tarif lebih tinggi, serta temuan Taufiq dan Miftah (2025) bahwa pajak karbon di Indonesia pada tahap awal lebih berfungsi sebagai sinyal pasar daripada beban fiskal yang signifikan. Berdasarkan teori legitimasi, perusahaan selalu diberikan tekanan oleh publik untuk memperhatikan masalah lingkungan. Perusahaan akan lebih mudah menjawab tekanan ini apabila memiliki kondisi keuangan yang baik karena perusahaan mempunyai lebih banyak sumber daya yang dapat digunakan untuk melakukan pengungkapan lingkungan daripada perusahaan dengan profitabilitas rendah (Zhang et al, 2012). Hal ini membuat perusahaan dengan profitabilitas lebih rendah memiliki pengungkapan yang lebih kecil dibandingkan dengan perusahaan dengan profitabilitas tinggi. Kemampuan kinerja keuangan meliputi berbagai inisiatif perusahaan untuk berkontribusi dalam upaya mengurangi emisi atau dalam hal ini emisi karbon seperti penggantian mesin yang lebih ramah lingkungan, atau tindakan lingkungan lainnya seperti penanaman pohon untuk meningkatkan penyerapan CO₂.

Hipotesis kedua (H2): Perusahaan sektor energi dengan proforma beban pajak karbon yang lebih tinggi cenderung memiliki pengungkapan yang lebih luas dan positif mengenai strategi transisi energi (seperti efisiensi energi, co-firing biomassa, atau investasi energi baru terbarukan) dalam laporan keberlanjutan mereka sebagai upaya untuk melegitimasi operasi mereka di hadapan pemangku kepentingan.

Hipotesis ini didukung oleh temuan Mia, Rana, dan Ferdous (2021) yang membuktikan bahwa regulasi lingkungan dan pengenaan pajak karbon mendorong peningkatan signifikan dalam pengungkapan karbon perusahaan berdasarkan teori legitimasi dan teori pemangku kepentingan. Dowling dan Pfeffer (1975) menjelaskan bahwa teori legitimasi sangat bermanfaat dalam menganalisis perilaku organisasi. Legitimasi penting bagi organisasi dalam menentukan batasan yang ditekankan oleh norma dan nilai sosial. Reaksi terhadap batasan tersebut mendorong pentingnya analisis perilaku organisasi terkait dengan lingkungan. Sedangkan teori pemangku kepentingan menyatakan bahwa perusahaan tidak hanya beroperasi untuk kepentingannya sendiri, tetapi juga harus memberikan dampak bagi para pemangku kepentingannya (termasuk pemegang saham, kreditor, pelanggan, pemasok, pemerintah, masyarakat, analis, dan pihak lainnya). Sebab itu, dalam menentukan perusahaan itu baik atau tidak akan sangat dipengaruhi oleh dukungan yang diberikan oleh para pemangku kepentingan kepada perusahaan (Ghozali dan Chariri, 2007). Gray dan Lavers (1994) mengatakan bahwa keberlanjutan perusahaan bergantung pada dukungan para pemangku kepentingan dan dukungan tersebut harus dicari sehingga aktivitas perusahaan adalah untuk mencari dukungan tersebut. Semakin kuat pemangku kepentingan, semakin besar upaya perusahaan untuk beradaptasi.

Hipotesis ketiga (H3): Implementasi pajak karbon di Indonesia berkontribusi positif terhadap pengembangan ekonomi hijau dan pemenuhan agenda AstaCita, khususnya dalam aspek ketahanan energi, keberlanjutan lingkungan, dan penciptaan lapangan kerja hijau.

Hipotesis Ketiga (H3) yang menyatakan bahwa implementasi pajak karbon di Indonesia berkontribusi positif terhadap pengembangan ekonomi hijau dan pemenuhan agenda AstaCita diterima secara empiris dan teoritis. Dari aspek ketahanan energi, kebijakan ini mendorong diversifikasi energi dan mengurangi ketergantungan impor BBM melalui insentif fiskal dan pengenaan pajak pada energi tak terbarukan (PP 40/2025). Dari aspek keberlanjutan lingkungan, penelitian CGE Hartono et al. (2023) dan Sunanda et al. (2025) membuktikan bahwa pajak karbon yang dikombinasikan dengan *revenue recycling* mampu menurunkan intensitas energi dan emisi secara signifikan. Dari aspek penciptaan lapangan kerja hijau, konsep *double dividend* (Pearce, 1992; Piluso & Rau, 2025) serta bukti empiris dari Indonesia menunjukkan bahwa investasi energi terbarukan menciptakan lapangan kerja yang lebih besar dibandingkan skenario status quo (Hartono et al., 2023; IISF, 2025). Dengan demikian, pajak karbon merupakan instrumen strategis yang tidak hanya mengoreksi kegagalan pasar akibat eksternalitas negatif, tetapi juga mendorong terciptanya *triple dividend*: lingkungan yang lebih baik, ketahanan energi yang lebih kuat, dan lapangan kerja yang lebih luas demi terwujudnya AstaCita menuju Indonesia Emas 2045.

Tujuan utama penelitian ini adalah menganalisis dampak penerapan pajak karbon pada perusahaan sektor energi di Indonesia serta kontribusinya terhadap pengembangan ekonomi hijau dan pemenuhan AstaCita. Secara lebih spesifik, penelitian ini bertujuan untuk mengukur

beban pajak karbon proforma terhadap kinerja keuangan perusahaan, menganalisis respons dan strategi transisi energi yang diungkapkan perusahaan dalam laporan keberlanjutan, mengevaluasi efektivitas biaya dan proyeksi penurunan emisi melalui analisis elastisitas harga energi, serta mengidentifikasi kontribusi kebijakan terhadap pencapaian delapan misi AstaCita. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat teoretis berupa pengayaan kajian tentang implementasi Pigouvian Tax Theory dan Carbon Pricing Theory di negara berkembang, serta manfaat praktis berupa rekomendasi kebijakan bagi pemerintah dalam merancang tarif, cakupan, dan mekanisme *revenue recycling* pajak karbon yang optimal, sekaligus menjadi panduan bagi pelaku usaha sektor energi dalam merumuskan strategi transisi energi yang efektif dan efisien.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif deskriptif yang bertujuan untuk menganalisis dampak pemberlakuan pajak karbon terhadap sektor energi di Indonesia serta implikasinya terhadap pengembangan ekonomi hijau dan pemenuhan agenda pembangunan nasional yang tercermin dalam konsep AstaCita. Menurut Creswell. D dan Creswell. J (2023), penelitian kuantitatif adalah pendekatan untuk menguji teori objektif dengan memeriksa hubungan antar variabel, yang diukur menggunakan instrumen penelitian sehingga data numerik dapat dianalisis berdasarkan statistik. Untuk itu, pendekatan kuantitatif dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengukur hubungan antarvariabel secara objektif melalui data numerik serta melakukan analisis statistik guna mengidentifikasi pola, hubungan, dan pengaruh yang timbul dari implementasi kebijakan pajak karbon pada sektor energi. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari laporan keuangan perusahaan sektor energi, laporan keberlanjutan perusahaan (*sustainability report*), serta data terkait emisi karbon dan penggunaan energi yang dipublikasikan oleh instansi pemerintah maupun lembaga internasional. Unit analisis dalam penelitian ini adalah perusahaan yang bergerak pada sektor energi di Indonesia, baik perusahaan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) berbasis batu bara maupun perusahaan energi non-PLTU yang bergerak pada pembangkitan listrik berbasis energi terbarukan seperti tenaga air, panas bumi, dan tenaga surya. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif dan analisis regresi untuk melihat pengaruh kebijakan pajak karbon terhadap perubahan perilaku perusahaan dalam pengelolaan energi dan emisi karbon.

Dalam penelitian ini, pajak karbon diposisikan sebagai variabel independen, karena kebijakan tersebut merupakan faktor utama yang diduga mempengaruhi perubahan perilaku perusahaan pada sektor energi. Sementara itu, pengembangan ekonomi hijau pada sektor energi, yang diukur melalui indikator seperti peningkatan penggunaan energi terbarukan, penurunan intensitas emisi karbon, serta efisiensi energi perusahaan, digunakan sebagai variabel dependen karena menjadi outcome yang ingin dianalisis dalam penelitian ini. Selain itu, penelitian ini juga memasukkan transformasi strategi perusahaan energi, seperti investasi pada teknologi rendah karbon, implementasi *co-firing* biomassa pada PLTU, serta pengembangan proyek energi terbarukan, sebagai variabel mediasi (*mediating variable*) yang menjelaskan mekanisme bagaimana kebijakan pajak karbon dapat mempengaruhi pencapaian ekonomi hijau. Untuk memperkaya analisis, penelitian ini juga mempertimbangkan dukungan kebijakan pemerintah terhadap transisi energi, seperti insentif fiskal energi terbarukan dan

mekanisme perdagangan karbon, sebagai variabel moderator yang berpotensi memperkuat atau memperlemah pengaruh pajak karbon terhadap transformasi sektor energi. Sementara itu, beberapa faktor lain seperti ukuran perusahaan, struktur biaya energi, tingkat intensitas karbon perusahaan, serta pertumbuhan ekonomi sektor energi digunakan sebagai variabel kontrol guna memastikan bahwa hasil analisis lebih akurat dengan mengendalikan pengaruh faktor-faktor eksternal yang dapat memengaruhi hubungan antara variabel utama dalam penelitian. Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran empiris mengenai efektivitas kebijakan pajak karbon dalam mendorong transformasi sektor energi menuju ekonomi hijau sekaligus mendukung pencapaian agenda pembangunan nasional Indonesia.

Dalam penelitian ini akan terdapat berbagai cara perhitungan untuk menemukan hasil dampak pajak karbon dalam mendukung pengembangan ekonomi hijau dan pemenuhan AstaCita. Perhitungan ini akan sejalan dengan Applied Theory dengan rumus sebagai berikut:

Cost-Effectiveness Analysis

$$CER = \frac{C}{E}$$

Dimana:

C = Total biaya program atau kebijakan

E = Total efektivitas atau outcome yang dihasilkan

Dalam konteks evaluasi kebijakan, sering digunakan konsep Incremental Cost-Effectiveness Ratio (ICER) untuk membandingkan dua alternatif kebijakan:

$$ICER = \frac{C_1 - C_0}{E_1 - E_0}$$

Dimana:

1. C_1 dan C_0 adalah biaya dari kebijakan baru dan kebijakan pembandingan.
2. E_1 dan E_0 adalah tingkat efektivitas masing-masing kebijakan.

Model Difference-in-Differences (DiD)

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 Treatment + \beta_2 Post_t + \delta(Treatment_i \times Post_t) + \varepsilon_{it}$$

Dimana:

Y_{it} = Variabel dependen untuk unit i pada waktu t

$Treatment_i$ = Variabel dummy untuk kelompok yang menerima perlakuan

$Post_t$ = Dummy periode setelah kebijakan

δ = Estimasi efek kausal kebijakan

Model Regresi Data Panel

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

Dimana:

μ_i = Efek individu yang bersifat tetap sepanjang waktu

λ_t = Efek waktu yang memengaruhi seluruh unit

ε_{it} = Error term

Model Elastisitas Harga Energi

Secara matematis, elastisitas harga didefinisikan sebagai:

$$E_p = \frac{\% \text{ Perubahan Jumlah yang Diminta}}{\% \text{ Perubahan Harga}}$$

Dalam analisis empiris, elastisitas biasanya diestimasi menggunakan model log-linier:

$$\ln Q_{it} = \alpha + \beta \ln P_{it} + \gamma Z_{it} + \varepsilon_{it}$$

Dimana:

Q_{it} = konsumsi energi

P_{it} = harga energi

Z_{it} = Variabel kontrol (pendapatan, output industri, suhu atau cuaca, dan lain-lain)

β = elastisitas harga

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan pajak karbon di Indonesia memiliki landasan filosofis yang kuat melalui *Pigouvian Tax Theory* dan landasan yuridis yang komprehensif. Hipotesis pertama (H1) menyatakan bahwa terdapat hubungan positif dan signifikan antara total emisi karbon yang dilaporkan perusahaan sektor energi dengan proforma beban pajak karbon ($\text{emisi} \times \text{Rp}30.000$), namun beban tersebut relatif kecil dibandingkan dengan skala operasi perusahaan (pendapatan atau aset). Hasil analisis terhadap 80 entitas (38 PLTU dan 42 perusahaan non-PLTU) pada periode 2023–2025 menunjukkan bahwa total emisi karbon mencapai 231,6 juta ton CO₂ pada tahun 2024, dengan total beban pajak karbon proforma sebesar Rp6,95 triliun. Jika dibandingkan dengan total pendapatan gabungan seluruh perusahaan sampel yang mencapai sekitar Rp1.800 triliun, rasio beban pajak karbon terhadap pendapatan hanya sebesar 0,39%. Demikian pula, rasio terhadap total aset (sekitar Rp3.200 triliun) hanya 0,22%.

Tabel 1. Rekapitulasi Total Emisi dan Pajak Karbon per Sektor (2024)

Sektor	Jumlah Entitas	Total Emisi (ton CO ₂)	Total Pajak Karbon (Rp)	Persentase
PLTU	38	131.950.000	3.958.500.000.000	56,9%
Energi Non-PLTU	23	68.247.831	2.047.434.930.000	29,4%
Non-energi	19	31.428.876	942.866.280.000	13,6%
Total	80	231.626.707	6.948.801.210.000	100%

Sumber: Data diolah dari laporan perusahaan, 2024

Sektor PLTU menyumbang emisi terbesar yaitu 131,95 juta ton CO₂ atau 56,9% dari total penerimaan, dengan PLTU Suralaya sebagai kontributor tunggal terbesar (28,3 juta ton CO₂, beban pajak Rp849 miliar). Sepuluh PLTU terbesar menyumbang 87,5% dari total emisi sektor PLTU, menunjukkan konsentrasi emisi yang tinggi pada unit-unit pembangkit besar yang sebagian besar berada di Pulau Jawa.

Analisis dampak pajak karbon terhadap laporan keuangan perusahaan menunjukkan variasi yang signifikan antar sektor. Tabel 2 menyajikan rasio pajak karbon terhadap laba bersih beberapa perusahaan utama.

Tabel 2. Rasio Pajak Karbon terhadap Laba Bersih Perusahaan (2023-2025)

Perusahaan	Sektor	Rata-rata Pajak Karbon (Rp Miliar)	Lab Bersih 2023 (Rp Miliar)	Rasio 2023	Lab Bersih 2024(Rp Miliar)	Rasio 2024	Lab Bersih 2025(Rp Miliar)	Rasio 2025
PT Semen Indonesia (SIG)	Semen	546,5	2.170	25,18 %	720	75,90 %	191	286,13 %
PT Pupuk Indonesia	Pupuk	324,2	6.250	5,19%	8.890	3,65%	4.030 (proyeksi)	8,05%
PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk	Semen	323,4	1.950	16,58 %	2.008	16,10 %	1.814 (estimasi)	17,82%
PT Pertamina (Persero)	Migas dan Energi	60,0	72.390	0,08%	50.950	0,12%	45.500 (estimasi)	0,13%
PT Astra Internasional Tbk	Otomotif dan Konglomerasi	150,8	33.839	0,45%	33.901	0,44%	32.769	0,46%

Sumber: Diolah dari laporan keuangan perusahaan (Yahoo Finance, Zonebourse, [Bisnis.com](https://www.bisnis.com), Databoks, [Investing.com](https://www.investing.com), [finanzen.at](https://www.finanzen.at), Quartr) dan laporan keberlanjutan, 2023-2025

PT Semen Indonesia mengalami peningkatan rasio pajak karbon yang sangat drastis dari 25,18% (2023) menjadi 75,90% (2024) dan mencapai 286,13% (2025). Lonjakan ini bukan disebabkan oleh peningkatan emisi atau beban pajak (yang relatif stabil di Rp546,5 miliar), melainkan oleh penurunan laba bersih yang signifikan. Berdasarkan laporan keuangan, laba bersih SIG turun dari Rp2,17 triliun (2023) menjadi Rp720 miliar (2024) dan hanya Rp191 miliar (2025). Penurunan laba ini disebabkan oleh tingginya beban operasional, penurunan pendapatan, serta faktor non-operasional lainnya. Dengan rasio di atas 100% pada tahun 2025, beban pajak karbon melebihi laba bersih perusahaan, yang berarti SIG akan mengalami kerugian jika harus membayar pajak karbon penuh tanpa strategi mitigasi.

Pembahasan H1 ini sejalan dengan teori *Pigouvian Tax* (Pigou, 1920) yang menyatakan bahwa pajak korektif harus diatur sebesar *marginal social damage* untuk menginternalisasi eksternalitas negatif. Namun, pada tarif yang rendah (sekitar USD 2 per ton CO₂), sinyal harga yang dihasilkan belum cukup untuk secara signifikan mengubah perilaku produksi dalam jangka pendek. Hasil ini konsisten dengan temuan Sunanda et al. (2025) bahwa skenario pajak karbon rendah di sektor kelistrikan Indonesia memberikan dampak terbatas pada pengurangan emisi namun efektif sebagai langkah awal pembelajaran kebijakan. Demikian pula Taufiq dan Miftah (2025) menyatakan bahwa tarif awal yang rendah lebih berfungsi sebagai sinyal pasar dan instrumen pembangunan kapasitas daripada beban fiskal yang memberatkan. Penelitian Lin dan Li (2022) di China juga menemukan bahwa dampak pajak karbon terhadap intensitas energi hanya signifikan setelah tarif melebihi ambang batas tertentu (sekitar USD 5 per ton

CO₂). Oleh karena itu, temuan ini mendukung H1 sekaligus mengindikasikan perlunya peningkatan tarif secara bertahap sesuai dengan rencana pemerintah dalam Peraturan Pemerintah Nomor 40 Tahun 2025.

Hipotesis kedua (H2) menyatakan bahwa perusahaan dengan beban pajak karbon proforma yang lebih tinggi cenderung memiliki pengungkapan yang lebih luas dan positif mengenai strategi transisi energi dalam laporan keberlanjutan sebagai upaya legitimasi. Berdasarkan analisis konten laporan keberlanjutan tahun 2024 dari 15 perusahaan dengan emisi tertinggi (PT Semen Indonesia, PT Pupuk Indonesia, PT Indocement, PT Pertamina, PT PLN, dll.), ditemukan bahwa seluruh perusahaan tersebut secara eksplisit mengungkapkan inisiatif pengurangan emisi. PT Semen Indonesia melaporkan program efisiensi energi yang menurunkan intensitas energi sebesar 3,2% serta penggunaan bahan bakar alternatif. PLTU Suralaya dan Paiton mengungkapkan implementasi *co-firing* biomassa dengan rasio 5–10%. PT Pertamina mengalokasikan Rp5 triliun untuk investasi energi baru terbarukan (EBT). Selain itu, beberapa perusahaan seperti PT PLN Nusantara Power dan PT Bukit Asam Tbk telah berpartisipasi dalam perdagangan karbon di Bursa Karbon Indonesia. Perusahaan dengan beban pajak karbon tinggi (di atas Rp100 miliar per tahun) rata-rata memiliki 8–12 paragraf pengungkapan strategi mitigasi, sementara perusahaan dengan beban rendah (di bawah Rp10 miliar) hanya memiliki 2–4 paragraf. Hal ini menunjukkan hubungan positif antara tingkat beban pajak dan volume serta kualitas pengungkapan lingkungan.

Pembahasan H2 ini didasarkan pada *Teori Legitimasi* (Legitimacy Theory) yang menyatakan bahwa perusahaan akan merespons tekanan regulasi dan sosial dengan melakukan pengungkapan sukarela untuk mempertahankan legitimasi operasinya (Deegan, 2019). Temuan ini sejalan dengan penelitian Mia, Rana, dan Ferdous (2021) yang membuktikan bahwa regulasi lingkungan dan pengenaan pajak karbon mendorong peningkatan signifikan dalam pengungkapan karbon perusahaan di Australia. Demikian pula He, Zhang, dan Chen (2023) menemukan bahwa pajak karbon di China memicu peningkatan pengungkapan inovasi hijau sebagai bentuk manajemen legitimasi. Namun, perlu dicermati potensi *greenwashing*, sebagaimana diperingatkan oleh Liu dan Lu (2024) bahwa perusahaan cenderung mengungkapkan rencana masa depan yang ambisius tetapi belum tentu diimplementasikan secara nyata. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu memverifikasi implementasi aktual dari pengungkapan tersebut. Secara keseluruhan, temuan ini mendukung H2 bahwa pajak karbon mendorong perusahaan untuk lebih transparan dalam strategi transisi energi.

Hipotesis ketiga (H3) menyatakan bahwa implementasi pajak karbon berkontribusi positif terhadap pengembangan ekonomi hijau dan pemenuhan agenda AstaCita. Hasil proyeksi jangka panjang dengan skenario peningkatan tarif bertahap hingga Rp200.000 per ton CO₂ (USD 12,8) pada tahun 2035 menunjukkan potensi penerimaan pajak karbon mencapai Rp110 triliun per tahun, dengan pengurangan emisi sebesar 104,5 juta ton CO₂ (sekitar 42% dari total emisi sektor energi tahun 2024). Analisis *cost-effectiveness* menghasilkan rasio Rp77,7 juta per ton CO₂ (USD 5 per ton CO₂), yang lebih rendah dibandingkan harga karbon di pasar sukarela internasional (USD 5–10) dan jauh di bawah pasar wajib Eropa (USD 40–100), sehingga kebijakan ini dinilai efisien. Lebih lanjut, pajak karbon berkontribusi langsung terhadap delapan misi AstaCita, yaitu:

1. Kemandirian ekonomi berbasis sumber daya berkelanjutan melalui pengurangan impor BBM hingga 40% atau sekitar Rp120 triliun per tahun.

2. Ketahanan energi melalui diversifikasi dan peningkatan kapasitas energi baru terbarukan.
3. Keberlanjutan lingkungan melalui penurunan emisi dan polusi udara (estimasi penurunan kasus ISPA sebesar 15–20% pada 2035).
4. Daya saing industri melalui inovasi teknologi hijau.
5. Penciptaan lapangan kerja hijau (82.500–110.000 per tahun pada 2035).
6. Perlindungan sosial melalui alokasi 25% penerimaan untuk kompensasi rumah tangga miskin (dividen karbon).
7. Keadilan ekologis melalui prinsip *polluter pays*.
8. Peran Indonesia di dunia melalui kepemimpinan transisi energi.

Pembahasan H3 ini mengacu pada *Carbon Pricing Theory* yang menjelaskan bahwa harga karbon yang memadai dapat mendorong inovasi teknologi bersih dan alokasi sumber daya yang efisien. Temuan ini sejalan dengan Mengesha dan Roy (2025) yang dalam *Nature Communications* menunjukkan bahwa penetapan harga karbon mendorong transisi kritis menuju pertumbuhan hijau di negara-negara berkembang. Penelitian Rizal dan Hartono (2024) dengan model CGE untuk Indonesia juga menemukan bahwa pajak karbon yang dikombinasikan dengan *revenue recycling* dapat meningkatkan PDB hijau hingga 0,8% per tahun. Selain itu, Baranzini et al. (2023) menegaskan bahwa pajak karbon yang dirancang dengan baik dapat menghasilkan *double dividend*: penurunan emisi dan peningkatan efisiensi ekonomi. Dalam konteks AstaCita, Prabowo Subianto (2025) dalam dokumen resmi menekankan bahwa akselerasi transisi hijau yang inklusif dan berkelanjutan merupakan pilar utama ketahanan nasional. Dengan demikian, temuan ini mendukung H3 bahwa pajak karbon bukan sekadar instrumen fiskal, melainkan strategi fundamental untuk mewujudkan ekonomi hijau dan AstaCita.

Penerapan pajak karbon di Indonesia memiliki potensi signifikan dalam meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat melalui mekanisme pengurangan polusi udara yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil. Studi yang dilakukan oleh *Centre for Research on Energy and Clean Air* (CREA) menunjukkan bahwa pengendalian emisi dari kompleks PLTU Suralaya saja dapat menghemat biaya kesehatan Indonesia hingga US\$960 juta (sekitar Rp14,7 triliun) per tahun melalui pengurangan kematian yang dapat dicegah, pengurangan biaya pengobatan, dan penurunan tingkat ketidakhadiran kerja akibat sakit. Emisi dari kompleks pembangkit listrik batubara terbesar di Indonesia tersebut menyebar hingga 100 kilometer ke arah timur menuju Jakarta, yang berpenduduk lebih dari 10 juta jiwa, dan berkontribusi terhadap "salah satu krisis polusi udara paling serius di planet ini".

Secara lebih luas, *Assessment of the Cost of Inaction of Tackling Air Pollution in Indonesia* yang diterbitkan oleh UNEP dan CCAC pada tahun 2023 mengungkapkan bahwa biaya ketidakaktifan dalam mengatasi polusi udara di Indonesia sangat besar, mencakup kerugian kesehatan, produktivitas, dan dampak perubahan iklim. Polusi udara dari pembangkit listrik batubara dan aktivitas industri mengandung berbagai partikel berbahaya seperti PM2.5, sulfur dioksida (SO₂), nitrogen oksida (NO_x), dan merkuri. Paparan jangka panjang terhadap polutan tersebut meningkatkan risiko berbagai penyakit seperti Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA), penyakit jantung, stroke, kanker paru-paru, dan penyakit paru obstruktif kronis. Studi empiris mengonfirmasi bahwa CO₂ dan PM2.5 merupakan faktor risiko utama kanker paru-paru di kawasan Asia Tenggara, sementara peningkatan penggunaan energi terbarukan

dan peningkatan belanja kesehatan per kapita cenderung menurunkan prevalensi kanker paru-paru.

Melalui mekanisme internalisasi biaya eksternal, pajak karbon mendorong perusahaan untuk beralih dari bahan bakar fosil ke energi bersih. Dengan berkurangnya polusi dan peningkatan penggunaan energi bersih, biaya kesehatan masyarakat dapat ditekan, kualitas hidup meningkat, dan kepedulian sosial terhadap lingkungan juga tumbuh. Pajak karbon tidak hanya menjadi instrumen fiskal, tetapi juga instrumen moral dan peradaban dalam menghadapi ancaman perubahan iklim serta menjaga warisan bumi untuk generasi mendatang. Dampak-dampak kesehatan ini secara signifikan dapat menurunkan produktivitas individu karena penyakit-penyakit tersebut dapat menyebabkan absen kerja, penurunan kinerja kognitif, dan penurunan kemampuan fisik. Dengan kata lain, pajak karbon tidak hanya menyelamatkan nyawa, tetapi juga melindungi produktivitas tenaga kerja nasional.

Lebih jauh, kebijakan pajak karbon menghasilkan "*co-benefits*" atau manfaat bersama di luar tujuan mitigasi perubahan iklim, yaitu peningkatan kesehatan masyarakat. Secara ekonomi, "*co-benefits*" ini dapat meningkatkan lapangan kerja melalui pendapatan pajak karbon dan implementasi energi terbarukan. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pajak karbon dapat menjadi katalis bagi transformasi lingkungan dan ekonomi Indonesia, dengan proyeksi penurunan emisi sebesar 3,2% hingga 8,6% pada tahun 2030 dibandingkan skenario tanpa kebijakan (*business-as-usual*), yang akan berdampak langsung pada penurunan polusi udara dan peningkatan kualitas kesehatan masyarakat.

Dari perspektif ekonomi, penerapan pajak karbon di Indonesia memberikan dampak multidimensi yang mencakup penerimaan negara, pertumbuhan ekonomi, ketenagakerjaan, dan daya saing industri nasional. Penelitian yang dilakukan oleh Siregar et al. (2025) yang dipublikasikan dalam *Indonesia Tax Review* menunjukkan bahwa penerimaan tahunan dari pajak karbon dapat mencapai antara Rp25,195 triliun hingga Rp25,21 triliun selama periode 2025–2030, dengan total akumulasi sekitar Rp151,19 triliun. Pada saat yang sama, proyeksi emisi nasional pada tahun 2030 diperkirakan turun menjadi 839,93 juta ton CO₂, atau 49,68% lebih rendah dibandingkan skenario tanpa kebijakan, 35,94% di bawah skenario counter measure 1, dan 31,33% di bawah skenario counter measure 2.

Tabel 3. Proyeksi Emisi Nasional Indonesia Tahun 2030 (Juta Ton CO₂)

Skenario Kebijakan	Emisi Tahun 2030 (Juta Ton CO ₂)	Penurunan Emisi terhadap BAU	Keterangan
Business as Usual (BAU) – Tanpa kebijakan pajak karbon	1.668,00	-	Proyeksi emisi jika tidak ada intervensi kebijakan karbon
Counter Measure 1 – Kebijakan existing terbatas	1.310,00	-21,46%	Hanya mencakup Sebagian kecil sektor energi
Counter Measure 2 – Kebijakan intermediate	1.223,00	-26,68%	Mencakup lebih banyak sektor namun tanpa pajak karbon optimal
Dengan Pajak Karbon (Tarif Rp30.000/ton CO ₂)	1.050,00	-37,05%	Implementasi awal pajak karbon pada PLTU dan industry berat
Dengan Pajak Karbon ditambah Perdagangan Karbon	950,00	-43,05%	Kombinasi pajak karbon dan bursa karbon (IDXCARBON)

Skenario Optimal (Pajak Karbon Progresif ditambah Revenue Cycling)	839,93	-49,68	Target sesuai penelitian Siregar et al.(2025), mendekati NDC
--	--------	--------	--

Sumber: Diolah dari Siregar, S., Fatah, L., Imansyah, M. H., & Sunardi, S. (2025). Indonesia's carbon tax: To what extent is it effective in achieving the goals? *Indonesia Tax Review*, 9(1), 1-18, serta proyeksi Kementerian ESDM dan Kementerian LHK.

Penjelasan Tabel:

1. Skenario Business as Usual (BAU)

Merupakan proyeksi emisi nasional tahun 2030 tanpa adanya kebijakan pajak karbon atau instrumen pengendalian emisi lainnya. Angka ini didasarkan pada tren pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi yang terus meningkat, terutama dari sektor PLTU batubara dan transportasi.

2. Counter Measure 1 dan 2

Mewakili skenario kebijakan yang sudah ada namun belum optimal, seperti program efisiensi energi terbatas dan bauran energi terbarukan yang lambat. Penurunan emisi masih di bawah 30%.

3. Dengan Pajak Karbon (Tarif Rp30.000/ton CO₂)

Mengasumsikan penerapan pajak karbon hanya pada sektor PLTU dan sebagian industri semen dan pupuk. Dampak penurunan emisi sekitar 37% dari BAU.

4. Dengan Pajak Karbon ditambah Perdagangan Karbon

Menambahkan mekanisme bursa karbon (IDXCcarbon) yang memungkinkan perusahaan membeli kredit karbon. Hal ini meningkatkan efisiensi pengurangan emisi karena perusahaan dengan biaya abatement rendah dapat menjual kelebihan kuota.

5. Skenario Optimal (Pajak Karbon Progresif ditambah Revenue Recycling)

Skenario ini merupakan yang paling ambisius, dengan tarif pajak karbon yang dinaikkan secara bertahap (misalnya mencapai Rp100.000–200.000 per ton CO₂ pada 2030) dan pendapatan pajak didaur ulang (*revenue recycling*) untuk subsidi energi bersih, kompensasi rumah tangga miskin, serta investasi hijau. Hasilnya, emisi nasional tahun 2030 dapat ditekan hingga 839,93 juta ton CO₂, atau 49,68% lebih rendah dibandingkan skenario BAU. Angka ini mendekati target Nationally Determined Contribution (NDC) Indonesia yaitu penurunan emisi 29% dengan kemampuan sendiri atau 41% dengan bantuan internasional.

Pajak karbon juga diproyeksikan dapat mendorong peningkatan *tax ratio* (rasio penerimaan pajak terhadap PDB) nasional yang saat ini masih stagnan di kisaran 10–12% menjadi 13–16% pada tahun 2029, sejalan dengan target pemerintahan Prabowo Subianto. Peningkatan *tax ratio* ini penting untuk membiayai pembangunan berkelanjutan dan program-program perlindungan sosial. Dalam jangka panjang, penerapan pajak karbon diperkirakan akan mendorong pertumbuhan ekonomi mencapai 6,5–7% melalui hilirisasi industri dan optimalisasi sektor padat karbon. Lebih lanjut, penelitian menunjukkan bahwa jika pajak karbon dirancang secara optimal—misalnya dengan tarif yang cukup signifikan seperti US\$36 per ton CO₂—justru dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi sebesar 0,29% pada tahun 2030 melalui efek alokasi sumber daya yang lebih efisien dan investasi hijau.

Namun demikian, dampak pajak karbon terhadap ekonomi juga perlu dicermati dari sisi potensi kontraksi jangka pendek. Penelitian kuantitatif dengan menggunakan analisis *input-*

output yang dilakukan oleh Siregat et al. (2024) mengungkapkan bahwa implementasi pajak karbon berpotensi mengurangi total output ekonomi sebesar 0,126% dan total lapangan kerja sebesar 0,045%. Penurunan paling tinggi terjadi pada sektor manufaktur dengan penurunan output sebesar 0,388% dan penurunan lapangan kerja sebesar 0,074%. Penurunan output dan lapangan kerja per sektor sangat dipengaruhi oleh keterkaitan input-output antar sektor, bukan secara langsung pada nilai pajak karbon yang ditanggung atau skala produksi. Penurunan lapangan kerja berdampak paling besar pada sektor jasa (42,74% dari total penurunan lapangan kerja) dan sektor pertanian (33,28%). Temuan ini mengindikasikan bahwa kebijakan komplementer seperti program pelatihan ulang, jaring pengaman sosial, dan insentif untuk sektor-sektor yang terdampak perlu disiapkan secara matang.

Dari sisi distribusi pendapatan dan keadilan sosial, penelitian oleh Darwili. A, Servaas. S, dan Schröder. E (2025) yang terbit di jurnal *Energy and Climate Change* mengungkapkan bahwa reformasi kebijakan karbon di Indonesia cenderung bersifat progresif. Hal ini berarti dampak bersih kebijakan tersebut terhadap rumah tangga akan semakin kecil seiring dengan meningkatnya tingkat pendapatan. Temuan ini penting karena menunjukkan bahwa kebijakan pajak karbon tidak serta-merta membebani masyarakat berpenghasilan rendah, asalkan dirancang dengan tepat. Pajak karbon di Indonesia terutama mempengaruhi rumah tangga melalui kenaikan harga listrik dan produk bahan bakar. Lebih lanjut, temuan kunci dari penelitian tersebut adalah bahwa dampak distribusi dari reformasi kebijakan karbon lebih ditentukan oleh persentase pendapatan pajak yang didaur ulang (*revenue recycling*) dan skenario perpajakan yang dipilih, dibandingkan dengan besaran tarif pajak itu sendiri. Dengan kata lain, bagaimana pemerintah menggunakan pendapatan dari pajak karbon akan lebih krusial daripada angka tarifnya. Untuk melindungi 40% rumah tangga termiskin di Indonesia dari tekanan inflasi akibat kebijakan ini, pemerintah Indonesia perlu mendaur ulang setidaknya 25% dari pendapatan pajak karbon kembali kepada masyarakat, misalnya melalui transfer tunai atau program perlindungan sosial lainnya.

Pajak karbon juga berperan strategis dalam melindungi daya saing ekspor Indonesia di pasar global. Uni Eropa bersiap memberlakukan *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM) pada tahun 2026, yaitu tarif karbon atas produk impor dari negara yang tidak menerapkan pajak karbon domestik. Tanpa kebijakan karbon domestik yang kredibel, daya saing ekspor Indonesia berisiko tergerus. Dengan menerapkan pajak karbon domestik, Indonesia tidak hanya menunjukkan komitmen serius terhadap aksi iklim tetapi juga melindungi posisi kompetitif produk nasional di pasar global yang semakin mengutamakan keberlanjutan.

Dengan penerapan pajak karbon yang efektif dan didukung oleh kebijakan komplementer yang tepat, Indonesia dapat meningkatkan *tax ratio*, memperkuat basis pajak, mendorong transisi menuju ekonomi hijau, sekaligus menciptakan peluang investasi baru bagi industri dan masyarakat. Kebijakan harga karbon yang efektif kian mendesak bagi Indonesia, tidak saja untuk memenuhi komitmen penurunan emisi, tetapi juga untuk melindungi perekonomian dari guncangan biaya lingkungan di kemudian hari.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data empiris dari 38 PLTU dan 42 perusahaan energi non-PLTU serta non-energi di Indonesia periode 2023–2025, penelitian ini menghasilkan tiga kesimpulan utama. Pertama, total emisi karbon dari 80 entitas mencapai 231,6 juta ton CO₂ pada tahun 2024 dengan potensi penerimaan pajak karbon sebesar Rp6,95 triliun per tahun, di mana sektor PLTU menyumbang 56,9%, sektor energi non-PLTU 29,4%, dan sektor non-energi 13,6%, sementara beban pajak karbon terhadap laba bersih bervariasi dengan tertinggi pada sektor semen (11–13%), diikuti pupuk dan listrik (6–8%), serta sektor migas dan otomotif di bawah 1%, yang mengonfirmasi bahwa meskipun terdapat hubungan positif antara emisi dan beban pajak (H1 diterima), dampak finansial langsung dengan tarif Rp30.000 per ton CO₂ masih relatif kecil terhadap skala operasi perusahaan secara agregat. Kedua, perusahaan dengan beban pajak karbon tinggi cenderung memiliki pengungkapan strategi transisi energi yang lebih luas dalam laporan keberlanjutan seperti efisiensi energi, co-firing biomassa, investasi energi baru terbarukan, dan partisipasi dalam perdagangan karbon, yang mendukung H2 bahwa pajak karbon mendorong perusahaan untuk melegitimasi operasinya melalui pengungkapan lingkungan yang lebih transparan, sejalan dengan teori legitimasi dan temuan Mia, Rana, dan Ferdous (2021). Ketiga, analisis elastisitas harga energi menunjukkan bahwa pajak karbon dengan tarif saat ini berpotensi menurunkan emisi sekitar 5,45 juta ton CO₂ per tahun (2,2% dari total emisi sektor energi) dalam jangka pendek, dengan analisis cost-effectiveness menghasilkan rasio Rp77,7 juta per ton CO₂ (USD 5 per ton CO₂) yang relatif efisien dibandingkan harga karbon internasional, sementara proyeksi jangka panjang dengan skenario peningkatan tarif hingga Rp200.000 per ton CO₂ pada tahun 2035 menunjukkan potensi penerimaan mencapai Rp110 triliun per tahun dengan pengurangan emisi 104,5 juta ton CO₂ serta kontribusi signifikan terhadap seluruh delapan misi AstaCita, terutama dalam memperkuat ketahanan energi, mendorong ekonomi hijau, menciptakan lapangan kerja hijau (82.500–110.000 per tahun), dan mewujudkan keadilan ekologis, sehingga H3 diterima bahwa pajak karbon merupakan instrumen strategis untuk transisi energi berkelanjutan dan pencapaian AstaCita menuju Indonesia Emas 2045..

Berdasarkan logika *Pigouvian Tax Theory*, semakin besar beban pajak karbon yang harus ditanggung perusahaan, semakin kuat insentif untuk mencari strategi pengurangan emisi yang efisien secara biaya. Hal ini terbukti dengan lima perusahaan di Indonesia yang telah menggunakan teknologi mikroalga untuk menurunkan emisi karbon di sektor industri. PT Semen Indonesia (SIG) melalui anak usahanya PT Solusi Bangun Indonesia Tbk (SBI) membudidayakan mikroalga di pabrik Cilacap sejak 2021 dengan sistem kolam terbuka, sebagai strategi dekarbonisasi sekaligus pemanfaatan biomassa untuk produk kosmetik dan herbal. PT Cemindo Gemilang bersama PT Algaepark Indonesia Mandiri meluncurkan inovasi MPTree yang merupakan pohon cair berteknologi *photobioreactor* yang mampu menyerap sekitar 336 kg CO₂ per tahun, setara 16 pohon dewasa dengan efisiensi 10–50 kali lipat. Di sektor energi, PT Pertamina Hulu Energi bersama PT Patra Drilling Contractor mengembangkan inovasi ELAM berbasis mikroalga yang menyerap CO₂ dari emisi gas buang sekaligus mengolah biomassa menjadi *soil enhancer* untuk reklamasi lahan tandus. PT Pertamina EP Cepu Regional 4 mengembangkan Microforest dengan kapasitas 100 liter yang mampu menyerap 37,6 kg CO₂ per tahun, setara 4 pohon dewasa. Proyek percontohan Pertamina Donggi Matindok Field mengimplementasikan teknologi CCU (*Carbon Capture*

Utilization) berbiaya rendah berbasis mikroalga sebagai alternatif metode injeksi CO₂ yang mahal. Kelima perusahaan ini membuktikan bahwa adopsi teknologi mikroalga tidak hanya mengurangi jejak karbon (menurunkan kewajiban pajak karbon), tetapi juga menciptakan nilai tambah melalui ekonomi sirkular berbasis biomassa, sejalan dengan transisi energi dan target Net Zero Emission 2060. Sebagai penutup, penelitian ini merekomendasikan peningkatan tarif secara bertahap dan terencana, perluasan cakupan ke sektor industri lainnya, alokasi penerimaan yang transparan (30% untuk investasi energi baru terbarukan, 25% untuk kompensasi rumah tangga miskin, 20% untuk kesehatan, 15% untuk restorasi lingkungan, 10% untuk riset teknologi hijau), serta penguatan infrastruktur *monitoring, reporting, and verification* (MRV) untuk memastikan efektivitas kebijakan dalam jangka panjang.

REFERENSI

- Ambabunga, Yusri et al. 2026. *Industri Kelistrikan Dalam Transisi Energi*. Arsy Media.
- Arifin, Zainal et al. 2023. *Kebangkitan Bisnis UMKM Pasca Covid 19*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Ambabunga, Y., et al. (2026). *Industri kelistrikan dalam transisi energi*. Arsy Media.
- Arifin, Z., et al. (2023). *Kebangkitan bisnis UMKM pasca COVID-19*. PT Sonpedia Publishing Indonesia.
- Asyahid, E. A. (2025). Estimasi elastisitas pendapatan pada komoditas energi di Indonesia. *Journal of Trends Economics and Accounting Research*, 6(2), 224–231.
- Baranzini, A., van den Bergh, J. C. J. M., Carattini, S., Howarth, R. B., Padilla, E., & Roca, J. (2023). Carbon pricing in climate policy: Seven reasons, complementary instruments, and political economy considerations. *WIREs Climate Change*, 14(1), e801. <https://doi.org/10.1002/wcc.801>
- Daniarsyah, D. (2020). Efektivitas pelaksanaan kebijakan program Kartu KUSUKA pada Kementerian Kelautan dan Perikanan. *JIPAGS (Journal of Indonesian Public Administration and Governance Studies)*, 3(2).
- Fahrizal Taufiqurrachman, T., Anitasari, A. H., & Rosida, R. S. D. I. (2026). *Laporan akhir penelitian internal dosen: Carbon tax implementation on Banten's coal power plant: IRIO method*.
- Hartono, D., Indriyani, W., Iryani, B. S., Komarulzaman, A., Nugroho, A., & Kurniawan, R. (2023). Carbon tax, energy policy, and sustainable development in Indonesia. *Sustainable Development*, 31(4), 1234–1250. <https://doi.org/10.1002/sd.2511>
- Hartono, D., Mori, A., & Nugroho, A. (2024). Effect of carbon tax on emission reduction and renewable energy promotion in Indonesia: A preliminary analysis. In D. Hartono, A. Mori, & A. Nugroho (Eds.), *The climate–energy–land nexus in Indonesia* (pp. 94–113). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-99-7889-4_6
- He, P., Zhang, J., & Chen, L. (2023). Carbon tax, energy efficiency, and green innovation: A firm-level analysis. *Journal of Environmental Economics and Management*, 118, 102785. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2023.102785>
- Hidriansjah, I. S. (2026). Laporan Indonesia Social Investment Forum 2025: Melampaui batasan sosial, membangun masa depan berkelanjutan dengan inovasi dan kolaborasi. *CANTING: Indonesian Community Development and Social Investment Journal*, 1(2), 58–90.
- Irmansyah, I., Mustafa, S. W., & Hamid, R. S. (2021). Efektivitas kebijakan dana desa terhadap pembangunan infrastruktur. *Jesya (Jurnal Ekonomi dan Ekonomi Syariah)*, 4(2), 1086–1095.
- Lin, B., & Li, Z. (2022). Carbon tax and energy intensity: A quasi-natural experiment from

- China. *Energy Policy*, 162, 112789. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112789>
- Liu, Y., & Lu, Y. (2024). The impact of carbon tax on corporate financial performance: A meta-analysis. *Journal of Cleaner Production*, 434, 139876. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139876>
- Lubis, T. A., et al. (2024). *Menggagas masa depan: Meningkatkan nilai perusahaan dengan keuangan hijau dan kinerja lingkungan*. Penerbit Adab.
- Manalu, S. (2024). Dampak perubahan iklim terhadap produksi pertanian di Indonesia. *Literacy Notes*, 2(1).
- Mengesha, I., & Roy, D. (2025). Carbon pricing drives critical transition to green growth. *Nature Communications*, 16, 10542. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-56890-4>
- Meridiana, O., Julita, S. M. V., & Zefriyenni, I. (2026). *Keseimbangan dinamis: Memahami mekanisme harga di pasar modern*. Fahmi Karya.
- Mia, P., Rana, T., & Ferdous, L. T. (2021). Government reform, regulatory change and carbon disclosure: Evidence from Australia. *Sustainability*, 13(23), 13282. <https://doi.org/10.3390/su132313282>
- Mukaddas, J., et al. (2025). *Asta cita dalam mendukung ketahanan pangan nasional*. Kamiya Jaya Aquatic.
- Mustanir, A., & Jusman. (2016). Implementasi kebijakan dan efektivitas pengelolaan terhadap penerimaan retribusi di Pasar Lancirang Kecamatan Pitu Riawa Kabupaten Sidenreng Rappang. *Jurnal Ilmiah Akmen*, 13(3), 542–558.
- Nugraha, R., Sari, E. M., & Amelia, C. P. (2026). Peran elastisitas permintaan dan penawaran terhadap perubahan harga dan kuantitas di pasar. *Eskalasi: Jurnal Manajemen dan Akuntansi*, 1(2), 81–96.
- Nurpadilah, A., Hasan, D. N., Fauziah, H., & Octaviani, L. T. (2024). The implikasi dan strategi teori elastisitas permintaan dalam ekonomi manajerial. *Benefits: Journal of Economics and Tourism*, 1(2), 114–124.
- Pahlevi, R., Thamrin, S., Ahmad, I., & Nugroho, F. B. (2024). Masa depan pemanfaatan batubara sebagai sumber energi di Indonesia. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*.
- Rizal, M., & Hartono, D. (2024). Carbon pricing and green economy transition in Indonesia: A CGE analysis. *Economic Modelling*, 130, 106578. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2023.106578>
- Siregar, S., Fatah, L., Imansyah, M. H., & Sunardi, S. (2024). The potential impact of carbon tax implementation on Indonesia's output and employment levels. *Tianjin Daxue Xuebao*, 57(6), 78–92. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11545970>
- Subekti, M., Faozanudin, M., & Rokhman, A. (2017). Pengaruh komunikasi, sumber daya, disposisi dan struktur birokrasi terhadap efektifitas implementasi program bantuan operasional sekolah pada satuan pendidikan sekolah dasar negeri di Kecamatan Tambak. *The Indonesian Journal of Public Administration (IJPA)*, 3(2), 58–71.
- Sunanda, W., Setyonegoro, M. I. B., Hadi, S. P., & Sarjiya. (2025). Carbon tax and trading mechanisms for emission reduction in the Indonesian power sector. *Cleaner Engineering and Technology*, 27, 101024. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2025.101024>
- Susiati, H., et al. (2023). *Pembangkit listrik tenaga nuklir di Indonesia: Upaya berkelanjutan menuju net zero emission*. Unisma Press.
- Sutmasa, Y. G. (2021). Memastikan efektivitas implementasi kebijakan publik. *Jurnal Ilmiah Cakrawarti*, 4(1), 25–36.
- Syanti, A. R., et al. (2026). Implikasi perubahan iklim terhadap produktivitas pangan di Desa Mandalawangi tahun 2025. *Journal of Creative Student Research*, 4(3), 440–456.
- Taufiq, A., & Miftah, M. (2025). Dual benefits? Examining how carbon tax influences green investment and government revenue in Indonesia and China. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 15(2), 112–125. <https://doi.org/10.32479/ijeep.16890>

- Wulandari, S. (n.d.). *Elastisitas permintaan dan penawaran: Memahami respons pasar melalui storytelling*.
- Zhang, L., & Chen, Y. (2025). The role of carbon tax in achieving net-zero emissions: A global review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 189, 114012. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114012>